

**FURFURAL**  
 $C_5H_4O_2$   
**Skin TLV—TWA, 2ppm (=8mg/m<sup>3</sup>)**

순수한 furfural은 무색이며, 빛이나 공기중에 노출되면 붉은 자주색으로 변하는 유성의 액체이다. Furfural의 물리화학적 성질은 분자량이 96.08이고 비중은 25°C에서 1.563이며 융점이 -36.5°C 비점은 161.7°C이다. 증기압은 20°C에서 2mmHg이며 발화점은 밀폐식이 60°C(140°F)이며 개방식이 68°C(°F)이다. 폭발한계는 공기중 부피로 2.1%와 19.3%이다. Furfural은 알콜과 에테르, 벤젠에 잘 녹으며 물에서는 8%정도 녹는다.

Furfural의 많은 양이 석유정제공장에서 용매 추출에 사용된다. 그 외에 용제, 페놀수지, 화학적 중간물, 제초제, 살균제, 향료로 사용된다. 귀리, 쌀껍질, 옥수수숙 등과 같은 여러가지 섬유성 폐기물로 부터 발생된다. 냄새는 벤즈알데히드와 비슷하다.

Furfural 증기의 독성에 관한 정보는 일치하지 않고 있다. Gardner<sup>2)</sup>에 의하면 생리적 영향은 비교적 약하며 부틸알콜과 비슷하다고 하였다. 최근의 보고<sup>3)</sup>에서는 부적절한 환기시설의 공장에서 경험한 혀와 점막의 마비, 미각부재, 호흡곤란을 기술하였다. 더우기 “안락”이라는 관점에서 Korenman과 Resnik<sup>4)</sup>의 보고는 공기중 0.007-0.053mg의 furfural을 함유할때 (1.9-14ppm)두통, 목의 가려움, 눈이 충혈되고 눈물이 난다고 하였다. 게다가 몇몇 개인에게서는 시력손상을 일으킨다는 보고가 있었다<sup>5)</sup>.

한편, Dunlop과 Peters<sup>6)</sup>는 1953년 그들의 전공 논문인 “The Furans”에서 수백만 파운드의 furfural이 15년 동안 용제와 정제과정 합성수지 산업에서 사용되고 있지만 furfural은 일상적인 공

장조건 (즉, 적절한 환기)에서 건강에 유해하다고 생각되지 않는다고 하였다. 단지 몇몇 개인에게는 민감한 사람이 있었다.

AIHA지침<sup>7)</sup>에 의하면 furfural은 보다 높은 급성독성을 지닌다. 260ppm의 흡입은 흰쥐에게는 치명적이나 생쥐와 토끼에서는 사망을 초래하지 않는다. 개에게 130ppm농도로 4주동안 하루 6시간씩 폭로시킨 결과 간손상은 있었으나 63ppm에서는 아무런 장애가 없었다.

Furfural에 대한 2개의 보고에서 근로자 반응은 측정된 공기중 농도와 관련되어 있었으며<sup>4,8)</sup> 안락을 근거로 5ppm의 시간가중평균치가 설정되었다.

Furfural 증기로 인한 눈과 호흡기자극의 발생을 나타낸 연마공장에서 NIOSH가 행한 연구에서는<sup>9)</sup> 5-16ppm 농도를 나타내었다. 15명중 11명의 근로자에게서 눈자극, 가려움, 화상, 열상이 보고되었다. 10명의 근로자는 빈번한 비강자극 증상을 나타내었으며 1명은 코피를 흘렸다. 7명은 입 또는 목의 건조함을 호소하였다. 비슷한 증상이 관찰자에게서도 나타났다. 5ppm의 TLV는 자극증상을 예방하는데 적절하지 않다고 제안되었다.

이 연구는 시간가중평균치인 5ppm이 눈과 호흡기자극을 예방할 정도로 충분히 낮다는 것에 대한 명백한 의심을 확인하는 것처럼 보인다. 따라서 동독과 소련도 2ppm으로 줄일 것을 제안하였다. 위원회에서는 독성자료나 산업위생에 대한 경험에 의하여 유용한 정량적 자료가 제공될 때까지 STEL을 제외시킬 것을 권고하고 있다. 독자들은 8시간 TWA한계내에 있더라도 In

-roduction to Limit 절을 검토하는 것이 좋을 것이다.

### References

1. The Merck index, 10th ed., p. 614. Merck & Co., Inc., Rahway, New Jersey(1983).
2. Gardner: Paint & Mfgs. Assoc. of U. S., No. 250 Silver Spring, MD(October 1925).
3. Bugyi, B. and J. Lepoid: Nepegeazsegugy 30: 229(1949), (Hungarian); Ind, Hyg. Foundation Abstr. 60(1952)
4. Korenman, I. M. and I. B. Resnik: Arch. f. Hyg. 104:344 (1930).
5. Kuhn, H. S.: Industrial Ophthalmology, p. 272, C. V. Mosby, St. Louis, MD(1944).
6. Dunlop, A. P. and F. N. Peters: The Furans, ACS Monograph Number 110, Reinhold Publishing Corp(1953).
7. AHA: Hygienic Guide Series—Furfural Ahron, Ohio(1965).
8. Furfural Industrial Hygiene Survey. City of Detroit, Michigan(1962).
9. NIOSH: Health Hazard Evaluation Report 73 -18-171(1975).

## FURFURYL ALCOHOL



TLV—TWA, 10 ppm( = 40 mg/m<sup>3</sup>)  
TLV—STEL, 15 ppm( = 60 mg/m<sup>3</sup>)

Furfuryl alcohol은 빛과 공기중에 노출되면 붉은색이나 갈색을 띄우는 무색의 액체로서 물리화학적 성질은 분자량은 98.10이고 비중은 20°C에서 1.1282이며 융점은 -14.44°C이고 비등점은 170°C이다. 증기압은 실온에서 0.53mmHg이며 30°C에서 1mmHg이다. 발화점은 밀폐식이 60°C(16.7°F)이고 폭발한계는 공기중 부피로 1.8%와 16.3%이다. 자연발화온도는 490°C(9.5°F)이다.

Furfuryl alcohol은 알콜, 벤젠, 클로로포름, 에테르에는 잘 녹지만 파라핀계 탄화수소에는 녹지 않는다. 물과는 잘 섞이나 불안정하며 산과 혼합되면 폭발적으로 반응할 수 있다.

Furfuryl alcohol은 조미료, 주물철심, 증합체, 봉합제 및 시멘트에서 부착제로 사용되며 염료와 수지의 용제로 사용된다.

700ppm 농도에서 10분동안 폭로된 생쥐에서는 아무런 독성효과가 나타나지 않았다<sup>1)</sup>. Comstock과 Oberst가 같은 농도에서 오랫동안 폭로

된 흰쥐에서는 16%가 폭로 4시간후 죽었으며 8시간 후에는 25%가 죽었다. 19ppm농도에 6주동안 폭로된 흰쥐와 생쥐에게서는 아무런 중요한 증상이 없었으며 세포의 유의한 변화없이 경도의 폐울혈이 관찰되었다. 살아남은 실험동물들 중에는 대조군과 비슷한 체중증가가 있었다.

Erdman<sup>3)</sup>은 소량의 furfuryl alcohol이 사람과 동물에서 호흡을 자극하며 다량은 호흡을 억제하고 체온을 감소시키며 구토, 침흘림, 설사, 졸음, 이뇨를 나타낸다고 보고하였다. Fine와 Wills<sup>4)</sup>는 생리학적, 약리학적 연구에서 전신체를 통해 고루 분포되어 있으며, 특정세포구조에서 특정 효소에 대한 작용은 없었다고 하였다.

그러나 Jacobson등<sup>5)</sup>은 furfuryl alcohol과 아닐린과 하이드라진과의 혼합물 독성연구에서 furfuryl alcohol증기에 4시간 폭로되었을때 흰쥐의 반치사량(LC<sub>50</sub>)은 233ppm임을 발견하였다. 그들은 허용한계 농도로 5ppm을 권고하였다.

Furfuryl alcohol에 대한 기준으로 NIOSH는 1968년에 제정된 OSAH기준인 50ppm의 유지를 권고한다<sup>6)</sup>. NIOSH에 의하여 검토된 자료는 Woods와 Seever<sup>7)</sup>가 보고한 6시간 반치사량(LC<sub>50</sub>)이 생쥐의 경우 397ppm이고 흰쥐의 경우는 85ppm이라는 결과를 포함한다. 원숭이는 260ppm 농도에서도 뚜렷한 건강장해를 받지 않았다.

Comstock과 Oberst<sup>2)</sup>에 의하면 19ppm 농도에서 6시간 매일 반복 폭로시 생쥐와 흰쥐의 경우 아무런 눈자극 증상이 없었다고 지적하였다. 철심을 만드는 동안 furfuryl alcohol 증기가 발생하는 주물공장에서 2개의 연구가 시행되어졌다. Apol<sup>3)</sup>은 15분동안 10.8ppm 농도까지는 불쾌하지 않으나 15.8ppm 농도에서는 심한 눈물흘림이 발생되었고, 0.33ppm의 포름알데히드가 존재하였다. Buron과 Rivera<sup>9)</sup>의 다른 주물공장에서는 5와 6ppm농도의 시간가중평균치에 폭로된 3명의 근로자에게서 눈자극, 두통, 구토나 졸음등을 관찰하지 못했다. 다른 근로자들은 8 ppm(한명은 16ppm)까지 비특정기간 동안 폭로되었으나 아무런 건강장해가 나타나지 않았다. 저자들은 16ppm 농도에서도 해가 없다고 결론을 지었다.

초기의 50ppm TLV는 전신장해를 예방하는데 적당하다고 생각되지만 눈자극은 반드시 그렇지 않다<sup>10)</sup>. Jacobson<sup>5)</sup>등에 의하여 제안되었던 5ppm의 값도 원래는 더 높은 농도에서의 효과를 의심한 한계 이더라도 유의한 눈자극을 예방하기에 충분히 낮다고 믿어지고 있고, 가장 최근의 인체자료는 10ppm<sup>8)</sup>농도, 15ppm<sup>9)</sup>농도는 유의한 눈자극 증상 없이 견딜 수 있음을 지적하였다. 5ppm 농도에서 10ppm 농도로의 TLV의 증가는 새로운 STEL은 15ppm이며 이 자료의 검토를 근거로 한 것처럼 보인다. Furfuryl alcohol에 대한 측정되지 않은 폭로로부터 Mastromatteo가 보고한 호흡기자극은<sup>11)</sup> 10-15ppm까지의 수준에서 뚜렷하게 관찰되지 않았다.

## References

1. National Defense Research Council: Unpublished report(February 1942)
2. Comstock, C.C. and F. W. Oberst: Research Report No. 139. U.S.Army Chemical Corps, Medical Laboratories(1952)
3. Erdman, E.,: Arch. Exptl. Path. Pharm. 48: 233(1902)
4. Fine, E. H. and J. H. Wills: Arch, Ind. Hyg. Occup. Med. 1:625(1950)
5. Jacobson, K. H., W. E., Rinehart, H. J. Wheelwright et al: Am, Ind, Hyg, Assoc, J. 19:91 (1958)
6. NIOSH: Criteria for a Recommended Standard—Occupational Exposure to Furfuryl Alcohol. DHEW (NIOSH)Pub. No. 79-133 (1979).
7. Woods, L. A. and M. H. Seever: Physiological Data on Furfuryl Alcohol. Project 1011-B, Report No. 2. The Quaker Oats Co., Chicago, IL(1954-1956). Cited in ref. 6.
8. Apol, A: Health Hazard Evaluation Determination, Report No. 72-116-85, NIOSH (1973). Ibid.
9. Burton, D. J. and R. O. Rivera: Health Hazard Evaluation Determination, Report No. 72-10-15, NIOSH(1972).Ibid.
10. Documentation of Threshold Limit Values, 3rd ed., p. 121, Am Conf of Governmental Ind Hyg., Cincinnati, OH(1971).
11. Mastromatteo, E.M: J. Occup, Med. 7:502 (1965). Cited in ref, 6