

[리날로올]		
물리·화학적 특성¹⁾²⁾⁷⁾¹⁷⁾¹⁹⁾		
<p>리날로올은 식품 및 화장품의 향료로 널리 사용된다. 비누, 세제, 샴푸 및 로션을 포함한 향이 나는 위생 제품 및 세정제의 60~80%에서 향으로 사용되며 향수 산업에 주로 사용되는 물질이다. 리날로올의 향은 정신 불안 완화 효과가 있고 진정제, 항우울제, 항불안제 효과가 있다.</p> <p>미국에서의 리날로올의 직업적 노출은 상당한 편이며 106개의 산업, 총 250,000명 정도로 추산된다. 리모넨과 리날로올은 모발 및 피부 제품, 세제, 향수 및 에센셜 오일의 90~97%에서 발견되는 2가지 일반적인 향이다. 따라서 피부 접촉을 통해 노출될 확률이 높다. 리날로올은 항균 및 항진균성을 나타낸다. 또한 벼룩, 초파리, 바퀴벌레에 대한 살충제로 사용된다.</p>		
물질명	국문 : 리날로올 영문 : Linalool	
관리정보	CAS 번호 : 78-70-6	
성상	무색, 액체/독특한 냄새	
분자식	C ₁₀ H ₁₈ O	
분자량	154.25 g/mol	
끓는점	197.5℃	
녹는점	< 25℃	
밀도	0.865 (15℃ 에서)	
점도	4.465 mPa · s (25℃ 에서)	
증기압	0.159 mmHg (23.5℃ 에서)	
pH (unitless)	자료없음	
용해도	1.59 mg/mL (25℃ 에서)	
표면장력	8.3 mN/m (20℃ 에서)	
인화점	75℃	
자연발화온도	235℃ (455°F)	
기화열	50.3 - 51.4 kJ/mol (368-465°K에서)	
폭발성	폭발성이 있다.	
화학적 위험성	가열하면 분해된다. 이 과정에서 매캐하고 자극적인 연기가 생성된다. 강한 산화제와 반응한다.	
독성 정보¹⁾²⁾		
독성	종(species)	결과
급성 구강독성	Rat	LD ₅₀ = 2790 mg/kg
급성 흡입독성	Mouse	LC ₅₀ > 3.2 mg/L (3200 mg/m ³)
급성 피부독성	Rabbit	LD ₅₀ = 2000 - 5610 mg/kg
	Rat	LD ₅₀ = 5610 mg/kg
피부 자극	Rabbit	자극성
눈 자극	Rabbit	자극성
만성 식이독성	Rat	NOAEL = 497.9 mg/kg/day (male)
		NOAEL = 532.1 mg/kg/day (female)
만성 피부독성	Rat	NOAEL = 250 mg/kg/day
유전독성		유전독성이 없다.
발암성		발암성이 없다
발달 독성		발달 독성이 없다.
생식독성		생식독성이 없다.
신경독성		신경독성이 있다.
건강 영향¹⁾⁴⁾⁻¹⁶⁾¹⁸⁾²⁰⁾⁻²⁴⁾²⁶⁾		
흡입 노출	리날로올 흡입 시 호흡 자극성 증상을 일으킬 수 있다.	
	향수 알레르겐(리날로올, 리모넨이 대표적이다.)은 자극과 감작성 효과로 호흡기 질환을 유발하거나 악화시킬 수 있다. 천식, 알레르기 비염, 편두통, 점막 자극 증상, 주의력 저하 장애 등의 증상을 일으킬 수 있다.	

	<p>리날로올을 포함한 에센셜 오일 흡입(휘발성 유기 화합물;VOCs)에 대한 연구 결과가 있다. 계절성 천식 과거력이 있는 참가자에게 오일 흡입 노출 시 PEF 감소와 코막힘 증가를 포함한 호흡기 증상이 나타났다. 이 연구는 리날로올과 같은 에센셜 오일 흡입이 계절성 천식이나 알레르기 비염의 원인이 될 수 있음을 시사한다.</p> <p>리날로올을 포함한 실내 향료의 흡입 영향에 대한 연구가 진행된 바 있다. 이 연구에서는 이러한 실내 향료들은 눈과 기도의 감각 자극 임계값은 낮지만 냄새 감지 임계값은 높게 측정된다는 사실에 주목했다.</p> <p>결과적으로 흡입 노출이 폐에 미치는 영향은 향료의 독성보다는 냄새인지로 인한 인식의 효과일 수도 있다고 제시한다.</p>
경구 노출	<p>소량의 리날로올을 섭취한 이후 편도비대, 중이염, 중등도의 청력 저하를 보인 사례가 보고된다.</p> <p>쥐를 대상으로 리날로올의 경구 노출에 대한 연구가 이루어졌다. 신경학적 영향(운동실조, 진정, 우울증을 동반한 운동성 저하) 및 호흡 곤란이 나타났으며 상대적으로 간 중량 감소 소견도 관찰되었다.</p> <p>라벤더 오일 섭취 시(리날로올, 리나릴 아세테이트가 주성분이다.) 입, 인후, 식도에 작열감이나 화상이 나타날 수 있다. 섭취 시 눈, 코, 귀에도 영향을 줄 수 있다.</p> <p>경구 노출로 인해 호흡곤란, 흐릿한 시력을 포함한 시력 이상, 구역감과 구토, 혈변 혹은 설사, 복통, 착란, 의식 저하가 나타날 수 있다.</p> <p>라벤더 차를 마신 후 발생한 항콜린성 중후군으로 심실상 빈맥 증상으로 응급실에 내원한 케이스가 있다. 심전도상 좁은 QRS 복합 빈맥이 보였으며 경동맥동 마사지 후 환자는 즉시 정상 리듬으로 돌아왔다.</p> <p>라벤더 오일의 주성분은 리날로올, 리나릴 아세테이트 등의 성분으로 구성되어있다. 차를 마시는 과정에서 피부에 노출될 수도 있고 증기를 흡입하여 노출될 수도 있다. 리날로올 및 리나릴 아세테이트는 중추신경계 마취 및 안정 효과가 있는데 변연계의 편도체 및 해마 영역에 작용하여 감마 히드록실 부티르산의 효과를 증가시켜 벤조디아제핀과 같은 진정 효과를 나타낸다고 알려져 있다.</p> <p>18개월 된 소년이 소량의 수제 라반딘 추출물을 섭취한 사례가 보고된다(라반딘 추출물은 리날로올, 리나릴 아세테이트 등의 성분으로 구성되어있다). 복용 이후 중추신경계 저하 증상을 보였으며 혼란스러운 정신 상태가 3시간 동안 지속되었다.</p>
피부 노출	<p>피부 노출 후 홍반, 통증 등의 증상이 나타날 수 있다.</p> <p>리날로올은 피부의 각질층과 표피층에 빠르게 흡수된다. 또한 리날로올은 배출 없이 피부 각질층에 축적되는 것으로 밝혀졌다.</p> <p>리날로올에서 파생되는 하이드로 과산화물(hydroperoxide)은 알레르기성 접촉 피부염을 일으키는 특정한 항원을 형성한다.</p> <p>리날로올은 알레르기 반응을 일으킬 수 있으며 유럽에서 첩포검사를 받은 사람들의 약 7%가 리날로올에 알레르기가 있는 것으로 밝혀졌다.</p> <p>일본에서 시행된 9년간의 연구에서 화장품 알레르기가 있는 환자들 중 첩포검사에서 리날로올의 양성률이 증가하고 있음을 알려주는 결과가 있다. 이 연구는 아로마 테라피 등에서 라벤더 오일의 사용이 증가하고 있음을 시사한다.</p> <p>미국에서 리날로올에서 파생되는 하이드로 과산화물(hydroperoxide)에 대한 첩포검사 양성률에 대한 연구가 이루어졌다. 연구 결과에서 양성 반응의 빈도는 20% (19/96)였다.</p> <p>본 연구를 통해 향기 알레르기가 의심되는 환자들에게 리날로올에서 파생되는 하이드로 과산화물(hydroperoxide)에 대한 검사가 필요함을 시사한다.</p> <p>리날로올을 산소(공기)에 노출 시키면 많은 산화 생성물이 형성된다는 것이 입증되</p>

	<p>있으며, 그 중 하이드로 과산화물(hydroperoxide)은 다른 화합물보다 훨씬 더 강력한 과민 반응을 보인다. 리날로올의 하이드로 과산화물(hydroperoxide)과 접촉 피부염이 있는 것으로 의심되는 환자의 검사에서 양성 반응이 높은 빈도가 나타났으며, 이는 리날로올의 하이드로 과산화물(hydroperoxide)이 중요한 향기 알레르겐임을 나타낸다.</p>
	<p>리날로올의 하이드로 과산화물(hydroperoxide)에 접촉성 알레르기가 있는 경우 무향 제품을 사용하는 것이 좋으며 가능한 향수는 피해야 한다.</p>
	<p>전 세계적으로 리날로올을 화장품에 사용하는 것은 농도 제한이 있다. 바르는 제품일 경우에는 0.001 % 초과 시, 씻어내는 제품일 경우에는 0.01% 초과 시 성분 표시를 해야한다. 그러나 리날로올은 시간이 흐르면서 산화되어 하이드로 과산화물(hydroperoxide)을 형성한다.</p> <p>그러므로 자주 쓰지 않고 오래 사용하는 제품의 경우 이러한 산화 과정을 통해 생길 수 있는 피부 자극성에 대한 위험 또한 고려해야 한다.</p>
	<p>리날로올은 향수 산업에 주로 사용되는 물질이기 때문에 제품을 만드는 동안 리날로올에 의한 직업적 노출이 발생할 수 있다.</p> <p>제품을 옮기거나 혼합(blending)하는 과정에서 노출이 발생할 수 있으며 피부 노출을 최소화하기 위한 적절한 통제 조치가 시행되지 않는 한 근로자에게 위험을 초래할 수 있다.</p>
	<p>에센셜 오일에 대한 알레르기 접촉 피부염은 에센셜 오일에 직업적으로 노출된 사람들(아로마테라피스트, 안마사, 화장품 제조업체)에게서 더 흔하게 발생한다. 에센셜 오일에 직업적으로 노출된 경우 휴일이나 주말에 증상이 호전되는 경우가 많다. 또한 가정에서 에센셜 오일 사용이 증가하면서 방향제 디퓨저로 인한 공기 접촉 피부염 사례가 발생하고 있다.</p>
	<p>알레르기 접촉 피부염의 가장 흔한 증상은 피부 가려움증, 발적, 인설이다. 이러한 증상은 일반적으로 에센셜 오일과 접촉하는 부위에서 발생하지만 이 부위 외에도 발생할 수도 있다.</p> <p>아로마 테라피스트에서 손과 팔뚝은 가장 일반적으로 영향을 받는 부위이다. 이 외에 얼굴, 목, 다리의 침범 가능성도 있다.</p>
	<p>알레르기 접촉 피부염은 일반적으로 알레르기 항원에 노출된 후 24-72시간에 발생하는 지연된(4형) 과민 반응이다. 메커니즘은 피부 면역 체계를 활성화하고 피부염을 유발하는 염증성 사이토카인을 방출하는 감작된 T-림프구에 의한 알레르겐에 의해 발생한다.</p> <p>각 에센셜 오일은 100가지 이상의 성분을 가질 수 있다. 에센셜 오일에 대한 알레르기성 접촉 피부염이 있는 사람들은 하나의 오일이 아닌 많은 다른 오일에 반응하는 경우가 많다.</p>
<p>눈 노출</p>	<p>눈 노출 후 통증, 충혈 등의 증상이 나타날 수 있다.</p> <p>사람을 대상으로 리날로올의 눈 노출에 의한 자극 증상 연구가 이루어졌다. 피험자의 총 3분의 2가 ~320 ppm (2019mg/m3)의 증기 농도에서 눈 자극을 유발했다.</p>
<p>급성 영향</p>	<p>리날로올의 급성 영향으로 중추 신경계 저하 증상과 마약 효과를 일으키는 것으로 보고되었다.</p> <p>급성 증상으로 운동실조, 운동능력 저하 등이 나타날 수 있다. 이러한 신경계 증상은 대개 6시간 이내 정상화된다.</p>
<p>만성 영향</p>	<p>리날로올의 단기간 노출에 대한 증상으로 피부와 눈 자극 증상이 있다.</p>
<p>환경거동</p>	<p>리날로올은 향수, 화장품, 비누 및 세제의 향 성분으로 사용되며 이 과정에서 다양</p>

(잔류성, 반감기 등)	<p>한 폐기물이 환경으로 방출될 수 있다. 살충제로 사용되는 경우 환경에 직접 방출된다. 또한 리날로올은 사과, 감귤류 및 포도를 포함한 수많은 과일에서 발생한다.</p>
	<p>리날로올에 의해 생성된 증기는 대기 중에서 분해되는데 반감기는 2.3시간으로 추정된다. 토양으로 방출되는 경우 리날로올은 높은 이동성을 가진다. 리날로올은 토양 환경에서 액체로 존재하므로 증기압에 따라 토양 표면에서 휘발될 것으로 예상된다. 수중에 방출되는 경우 리날로올은 부유 고체 및 침전물에 흡착되지 않을 것이다. 수중 환경에서 리날로올은 호기성 및 혐기성 조건 모두에서 쉽게 생분해된다. 수중 환경에서의 리날로올의 휘발 반감기는 강과 호수에서 각각 54시간과 20일이다.</p>
생물학적 모니터링 방법	<p>리날로올은 섭취 및 에어로졸의 흡입 또는 피부의 흡수에 의해 노출된다. 쥐에게서 리날로올의 경구 투여 후 위장관을 통해 빠르게 흡수되고 대사되었다. 대사 산물은 8-hydroxylinalool 과 8-carboxylinalool이다. 배설은 소변을 통해(60%, 급속 과정), 호기 중에 이산화탄소(23%, 중간 비율) 및 대변(15%, 지연)을 통해 이루어졌다. 대변으로 배설이 지연되었는데(투여 후 36-48시간) 이는 리날로올의 대사가 장-간-담도계를 거친다는 것을 시사한다.</p>
	<p>소량의 리날로올을 섭취한 이후 편도비대, 중이염, 중등도의 청력 저하를 보인 사례가 보고된다. 18개월 된 소년이 소량의 수제 라반딘 추출물을 섭취한 사례가 보고된다. (라반딘 추출물은 리날로올, 리나릴 아세테이트 등의 성분으로 구성되어있다). 복용 이후 중추 신경계 저하 증상을 보였으며 혼란스러운 정신 상태가 3시간 동안 지속되었다. 라벤더 차를 마신 후 발생한 항콜린성 증후군으로 심실상 빈맥증상으로 응급실에 내원한 케이스가 있다. 심전도상 좁은 QRS 복합 빈맥이 보였으며 경동맥동 마사지 후 환자는 즉시 정상 리듬으로 돌아왔다. 눈꺼풀에 국한된 심한 가려움증, 작열감, 삼출물 발진이 6개월 동안 지속되었던 7세 여아의 케이스가 있다. 환자는 소아 피부과 전문의의 치료를 받았지만 코르티코스테로이드와 칼시뉴린 억제제를 사용한 국소 치료는 거의 효과가 없었다. 아이는 이후 항상 사용하던 샴푸를 다른 샴푸로 바꾸었고 이후 환자의 눈꺼풀 피부염은 완전히 개선되었다. 이전에 사용하던 샴푸의 향료로 사용되던 리날로올의 하이드로 과산화물(hydroperoxide)이 환자의 눈꺼풀 피부염에 중요한 기인 요소였던 케이스이다. 60세 아토피 과거력 없는 여성이 2년 전부터 발생한 손과 발의 습진으로 보건소에 내원하였다. 그녀는 경한 과각화성 수포 병변이 동반된다고 하였다. 그녀는 이전에 향이 첨부된 데오도란트를 사용하면서 겨드랑이에 홍반과 가려움증을 경험한 적이 있다고 하였다. 무향 데오도란트로 교체하자 홍반과 가려움증은 사라졌다. 첩포검사 상에서 리날로올의 산화 생성물인 하이드로 과산화물(hydroperoxide)에 대하여 양성 반응을 보였다. 아토피 과거력이있는 7세 남아가 악화된 아토피 피부염으로 병원에 내원하였다. 눈꺼풀, 목, 팔 접히는 부분에 습진이 관찰되었으며 분포 부위와 양상을 보아서 접촉성 피부염이 의심되는 상황이었다. 첩포검사 시행 결과 리날로올에 양성 반응을 보였다. 부모는 아이의 피부에 직접 무언가를 도포하거나 바른 적은 없다고 하였으나 수년째 에센셜 오일 디퓨저를 방안에 두고 있었다고 하였다. 이후 집에서 디퓨저를 치웠으며 아이의 증상은 3주내에 완전히 사라졌다고 이야기 했다. 낮은 농도의 산화된 리날로올에 반복적으로 노출되면 이전에 리날로올에 감작된 개</p>

인에서 알레르기 접촉 피부염을 유발할 수 있다는 연구가 시행되었다.	
안전 가이드²⁾⁶⁾	
응급조치 요령	<p>[섭취했을 때] 물로 입을 행구고 많은 양의 물을 마신다. 우유나 알코올 음료를 주지 마시오. 의식이 없는 사람에게는 절대로 아무것도 입으로 주지 마시오. 의식이 있는 사람에게는 구토를 유도하시오. 즉시 의사의 진료를 받으시오.</p> <p>[피부에 접촉했을 때] 오염된 의복과 신발을 즉시 벗으시오. 그리고 비누와 다량의 물로 씻어내시오. 증상이 지속되면 의사의 진료를 받으시오.</p> <p>[눈에 들어갔을 때] 다량의 물로 눈을 씻으시오. 콘택트렌즈를 제거하고 다치지 않은 눈을 보호하시오. 물로 행구는 동안 눈을 크게 뜨고 유지하시오. 눈에 자극이 지속되면 의사의 진료를 받으시오.</p> <p>[흡입] 즉시 환기를 하며 신선한 공기가 있는 곳으로 장소를 옮기고 의사의 진료를 받으시오.</p>
취급 및 보관	<p>[취급] 증기가 형성되는 경우 필터가 부착된 마스크를 사용하시오. 미스트, 스프레이 또는 에어로졸에 노출될 경우 개인 호흡기 보호기 및 보호복을 착용하시오. 취급 시 반드시 장갑을 착용하시오. 눈 보호를 위해서 보호안경이나 안면 가리개를 반드시 착용하시오. 작업 중 먹거나, 마시거나, 담배를 피우지 마시오. 환기 시스템을 사용하시오. 쉬는 시간 전 혹은 퇴근 전 반드시 손 위생을 실시하시오.</p> <p>[보관] 리날로올은 타기 쉬운 성질이며 화재 시 자극적이거나 유독한 연기(또는 가스)를 발생시킨다. 75℃ 이상에서는 폭발성 증기가 형성될 수 있다. 그러므로 75℃ 이상에서는 환기 시스템을 사용해야 한다.</p> <p>[폐기] 누출 및 유출된 액체는 가능한 밀봉 가능한 용기에 수집하시오. 모래 또는 불활성 흡수제에 남아 있는 액체를 흡수하시오. 그런 다음 현지 규정에 따라 보관 및 폐기하시오.</p>

[참고문헌]

- 1) <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Linalool#section=Eye-Symptoms>
- 2) <https://echa.europa.eu/el/registration-dossier/-/registered-dossier/14501/7/3/1>
- 3) https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/chem_background/exsumpdf/linalool_508.pdf
- 4) Farzaei, M. H., Bayrami, Z., Farzaei, F., Aneva, I., Das, S. K., Patra, J. K., ... & Abdollahi, M. (2020). Poisoning by Medical Plants. *Archives of Iranian medicine*, 23(2), 117-127.
- 5) Landelle, C., Francony, G., Sam-Lai, N. F., Gaillard, Y., Vincent, F., Wroblewski, I., & Danel, V. (2008). Poisoning by lavandin extract in a 18-month-old boy. *Clinical Toxicology*, 46(4), 279-281.
- 6) <https://inchem.org/documents/icsc/icsc/eics0912.htm>
- 7) <https://en.wikipedia.org/wiki/Linalool>
- 8) <https://ecolife.me.go.kr/ecolife/chmstryMtrr/chmstryMtrrShow/78-70-6>
- 9) <https://echa.europa.eu/documents/10162/51b5de87-ca6d-45f1-9c46-4717698bd049>
- 10) Elliott, J. F., Ramzy, A., Nilsson, U., Moffat, W., & Suzuki, K. (2017). Severe intractable eyelid dermatitis probably caused by exposure to hydroperoxides of linalool in a heavily fragranced shampoo. *Contact Dermatitis*, 76(2), 114.
- 11) Andersch Björkman, Y., Hagvall, L., Siwmark, C., Niklasson, B., Karlberg, A. T., & Bråred Christensson, J. (2014). Air-oxidized linalool elicits eczema in allergic patients—a repeated open application test study. *Contact Dermatitis*, 70(3), 129-138.
- 12) Nath, N. S., Liu, B., Green, C., & Atwater, A. R. (2017). Contact allergy to hydroperoxides of linalool and D-limonene in a US population. *Dermatitis*, 28(5), 313-316.
- 13) Acikalin, A., Gulen, M., Kara, B., Icme, F., Cagliyan, C. E., & Satar, S. (2012). Anticholinergic syndrome and supraventricular tachycardia caused by lavender tea toxicity. *The Keio journal of medicine*, 61(2), 66-68.
- 14) Gibbs, J. E. (2019). Essential oils, asthma, thunderstorms, and plant gases: a prospective study of respiratory response to ambient biogenic volatile organic compounds (BVOCs). *Journal of asthma and allergy*, 12, 169.
- 15) <https://www.omegaonline.org/articles/publishimages/15787-Perfume-Related-Inhalation-Allergy-Review.pdf>
- 16) <https://dermnetnz.org/topics/contact-allergy-to-limonene-and-linalool>
- 17) Nath, N. S., Liu, B., Green, C., & Atwater, A. R. (2017). Contact allergy to hydroperoxides of linalool and D-limonene in a US population. *Dermatitis*, 28(5), 313-316.
- 18) de Groot, A. (2019). Linalool hydroperoxides. *Dermatitis*, 30(4), 243-246.
- 19) <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/linalool>
- 20) https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/Linalool_Human%20health%20tier%20II%20assessment.pdf
- 21) Isaksson, M., Karlberg, A. T., & Nilsson, U. (2019). Allergic contact dermatitis caused by oxidized linalool in a deodorant. *Contact dermatitis*, 81(3), 213-214.
- 22) <https://www.dovemed.com/healthy-living/first-aid/first-aid-lavender-oil-poisoning/>
- 23) <https://naturalingredient.org/wp/wp-content/uploads/Lavender-Oil-Poisoning-Overview-NY-Times-Health.pdf>
- 24) Wolkoff, P., & Nielsen, G. D. (2017). Effects by inhalation of abundant fragrances in indoor air—An overview. *Environment international*, 101, 96-107.
- 25) Shah, K. M., Goldman, S. E., & Agim, N. G. (2019). Airborne contact dermatitis caused by essential oils in a child. *Dermatitis*, 30(1), 79-80.
- 26) <https://dermnetnz.org/topics/allergic-contact-dermatitis-to-essential-oils>