

Dekan-1-ol i jego izomery: dekan-2-ol, dekan-3-ol, dekan-4-ol, dekan-5-ol

Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego^{1,2}

1-Decanol and its isomers: 2-decanol, 3-decanol, 4-decanol, 5-decanol
Documentation of proposed values of occupational exposure limits (OELs)^{1,2}

prof. dr hab. JADWIGA SZYMAŃSKA
<https://orcid.org/0000-0002-3320-008X>
e-mail: jadwiga.szymanska@umed.lodz.pl

dr BARBARA FRYDRYCH
<https://orcid.org/0000-0002-9383-5319>

dr hab. ELŻBIETA BRUCHAJZER, prof. UM
<https://orcid.org/0000-0002-4494-5722>

Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Medical University of Lodz, Poland

NDS / TLV (threshold limit value)	30 mg/m ³
NDSch / STEL (short-term exposure limit)	60 mg/m ³
NDSP / TLV-C (threshold limit value – ceiling)	nie ustalono/not determined
DSB / BLV (biological limit value)	nie ustalono/not determined

I substancja o działaniu drażniącym / irritating agent

Data zatwierdzenia przez Zespół Ekspertów / Date of approval by the Expert Team: 28-29.10.2020 r.

Data zatwierdzenia przez Komisję ds. NDS i NDN / Date of approval by the Commission for TLV and PEL: 22.03.2021 r.

¹ Wartości NDS i NDSch dekan-1-olu i jego izomerów zostały w dniu 22.03.2021 r. przyjęte na 98. posiedzeniu Międzyresortowej Komisji do spraw Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynników Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy i następnie zostały przedłożone ministrowi właściwemu do spraw pracy (wniosek nr 114) w celu ich wprowadzenia do rozporządzenia w załączniku nr 1 w części A wykazu najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

The level of TLV and STEL values of 1-decanol and its isomers were adopted on 22.03.2021 at the 98th meeting of the Interdepartmental Commission for Threshold Limit Values and Intensities for Agents Harmful to Health in the Working Environment and were submitted to the Minister for Development, Work and Technology (application No. 114) for their introduction to the Regulation in Annex 1, Part A, of the list of threshold limit values and intensities of agents harmful to health in the working environment.

² Opracowano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (projekt nr II.PB.03 pt.: Opracowanie dokumentacji dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego dla 30 czynników chemicznych szkodliwych dla zdrowia, w tym rakotwórczych). Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

This paper has been based on the results of a research task carried out within the scope of the fifth stage of the National Programme “Improvement of safety and working conditions” within the scope of research and development by the National Centre for Research and Development (task No. II.PB.03: Development of documentations of proposed values of occupational exposure limits for 30 chemical agents harmful to health, including carcinogens). The Central Institute for Labour Protection – National Research Institute is the Programme’s main co-ordinator.

Streszczenie

Dekan-1-ol [112-30-1] jest alifatycznym alkoholem tłuszczowym o dziesięciu atomach węgla. Jest on jednym z pięciu izomerów dekanolu. Są to alkohole o średniej długości łańcucha, które znalazły zastosowanie w produkcji: rozpuszczalników, środków powierzchniowo czynnych, pestycydów, smarów, wosków, kremów oraz kosmetyków. Dekan-1-ol i dekan-3-ol są stosowane również jako syntetyczne substancje smakowo-zapachowe dodawane do żywności. Związek ten naturalnie występuje w olejkach eterycznych pozyskiwanych z nasion i kwiatów różnych roślin, na skalę przemysłową jest otrzymywany na drodze syntezy chemicznej. Narażenie zawodowe na dekan-1-ol dotyczy osób uczestniczących w procesie produkcji i stosowania tej substancji. W warunkach pracy zawodowej głównymi drogami narażenia są układ oddechowy i skóra. Do najczęstszych objawów zatrucia należą podrażnienie oczu i skóry. Wyniki badań uzyskane z użyciem testów *in vitro* i *in vivo* wskazują, że dekan-1-ol nie działał mutagennie i genotoksycznie. W badaniach na zwierzętach nie zanotowano również zmian nowotworowych będących wynikiem narażenia na ten związek. W dostępnych wynikach badań brak jest informacji o toksyczności narządowej dekan-1-olu i/lub jego izomerów u ludzi, a także nie ma wystarczających wyników badań na zwierzętach narażanych drogą inhalacyjną lub pokarmową. Zaproponowano przyjąć za podstawę do wyznaczenia NDS dla dekan-1-olu wyniki badań uzyskane na zwierzętach dla związków o podobnej strukturze chemicznej, tj. 2-etyloheksanolu i oktan-1-olu. Zaproponowano wartość NDS dla dekan-1-olu i jego izomerów na poziomie 30 mg/m³, a wartość chwilową NDSCh na poziomie 60 mg/m³. Nie ma podstaw do wyznaczenia wartości dopuszczalnego stężenia w materiale biologicznym – DSB. Ze względu na działanie drażniące substancję oznakowano literą „I”. Zakres tematyczny artykułu obejmuje zagadnienia zdrowia oraz bezpieczeństwa i higieny pracy będące przedmiotem badań z zakresu nauk o zdrowiu oraz inżynierii środowiska.

Słowa kluczowe: dekan-1-ol, toksyczność, narażenie zawodowe, NDS, nauki o zdrowiu, inżynieria środowiska.

Abstract

1-Decanol [112-30-1] is an aliphatic fatty alcohol with ten carbon atoms. It is one of five isomers of decanol. They are medium chain length alcohols that have found use in the manufacture of solvents, surfactants, lubricants, waxes, creams and cosmetics. 1-Decanol and 3-decanol are also used as synthetic flavourings added to foods. This compound occurs naturally in essential oils extracted from the seeds and flowers of various plants, while on an industrial scale it is obtained by chemical synthesis. Occupational exposure to 1-decanol concerns individuals involved in the production process and use of this substance. Under occupational conditions, the main routes of exposure are the respiratory system and the skin. The most common symptoms of poisoning are eye and skin irritation. Results from *in vitro* and *in vivo* tests indicate that 1-decanol did not have mutagenic or genotoxic effects. Also, no tumour changes resulting from exposure to this compound were noted in animal studies. Available literature lacks information on organ toxicity of 1-decanol and/or its isomers in humans and there are no sufficient results of studies on animals exposed to the compound by inhalation or ingestion. The results of animal studies for compounds with a similar chemical structure, i.e. 2-ethylhexanol and octane-1-ol, were taken as the basis for the determination of the MAC (TWA) for 1-decanol. For 1-decanol and its isomers a MAC of 30 mg/m³ was proposed and STEL of 60 mg/m³. There is no basis for setting a concentration limit value in biological material – DSB. The substance is labelled with the letter "I" for irritation. This article discusses the problems of occupational safety and health, which are covered by health sciences and environmental engineering.

Keywords: 1-decanol, toxicity, occupational exposure, OEL (MAC), health sciences, environmental engineering.

CHARAKTERYSTYKA SUBSTANCJI, ZASTOSOWANIE, NARAŻENIE ZAWODOWE/ SUBSTANCE CHARACTERISATION, USES, OCCUPATIONAL EXPOSURE

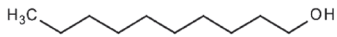
Ogólna charakterystyka substancji

Dekan-1-ol jest wyższym (tłuszczowym) alkoholem alifatycznym o dziesięciu atomach węgla. Jest on jednym z pięciu izomerów dekanolu. Dekan-1-ol jest lepłą, bezbarwną lub jasnożółtą cieczą, która jest nierozpuszczalna w wodzie i ma aromatyczny kwiatowy lub owocowy zapach.

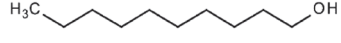
General substance characteristics

1-Decanol is a fatty aliphatic alcohol with ten carbon atoms. It is one of the five decanol isomers. 1-Decanol is a viscous, colourless or light yellow liquid that is insoluble in water and has an aromatic floral or fruity fragrance.

Ogólna charakterystyka dekan-1-olu (IFA 2015; ROTH 2017; The Merck Index 2001):

- wzór sumaryczny $C_{10}H_{22}O$ / $CH_3(CH_2)_9OH$
- wzór strukturalny 
- masa cząsteczkowa 158,28 g/mol
- nazwa chemiczna 1-dekanol
- nazwa wg IUPAC dekan-1-ol
- numer CAS 112-30-1
- numer RTECS HE4375000
- numer ICSC 1490
- numer EC 203-956-9
- synonimy: alkohol C_{10} ; alkohol *n*-decylowy; alkohol decylowy; alkohol *n*-decatylowy; hydroksydekan; *n*-decanol; *n*-decan-1-ol
- współczynniki przeliczeniowe: 1 ml/m³; 1 ppm = 6,568 mg/m³ (1013 mbar, 20 °C); 1 mg/m³ = 0,152 ml/m³ (ppm).

General characteristics of 1-decanol (IFA 2015; ROTH 2017; The Merck Index 2001):

- molecular formula $C_{10}H_{22}O$ / $CH_3(CH_2)_9OH$
- structural formula 
- molecular weight 158.28 g/mol
- chemical name 1-decanol
- IUPAC name 1-decanol
- CAS number 112-30-1
- RTECS number HE4375000
- CAS number 1490
- EC number 203-956-9
- synonyms: C_{10} alcohol; *n*-decyl alcohol; decyl alcohol; *n*-decatyl alcohol; hydroxydecan; *n*-decanol; *n*-decan-1-ol
- conversion ratios: 1 ml/m³; 1 ppm = 6.568 mg/m³ (1,013 mbar, 20 °C); 1 mg/m³ = 0.152 ml/m³ (ppm).

Nie znaleziono danych dotyczących zharmonizowanej klasyfikacji dekan-1-olu.

Poniżej przedstawiono klasyfikację GHS – zwroty wskazujące rodzaj zagrożenia (IFA 2015; ROTH 2017):

- H315 – działa drażniąco na skórę, kategoria zagrożenia 2,
- H317 – może powodować reakcję alergiczną skóry,
- H319 – działa drażniąco na oczy, kategoria zagrożenia 2,
- H411 – działa toksycznie na organizmy wodne, powodując długotrwałe zmiany,
- H412 – działa szkodliwie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki.

Piktogramy wskazujące rodzaj zagrożenia przedstawiono na rycinie 1.

No data were found for the harmonised classification of 1-decanol.

The GHS classification – hazard statements (IFA 2015; ROTH 2017) is presented below:

- H315 – causes skin irritation, hazard category 2,
- H317 – may cause an allergic skin reaction,
- H319 – causes serious eye irritation, hazard category 2,
- H411 – toxic to aquatic life with long lasting effects,
- H412 – harmful to aquatic life with long lasting effects.

Pictograms indicating the hazard type are presented in Figure 1.



Ryc. 1. Piktogramy określone w załączniku do rozporządzenia WE nr 1272/2008 (CLP) mają czarny symbol na białym tle z czerwonym obramowaniem, na tyle szerokim, aby było wyraźnie widoczne

Fig. 1. The pictograms set out in the Annex to Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP) have a black symbol on a white background with a red border, wide enough to be clearly visible

Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) klasyfikuje dekan-1-ol jako substancję o działaniu drażniącym, sugerując oznakowanie: Xi „drażniący” R36 / 38 „drażniący dla oczu i skóry” (EFSA 2010).

Właściwości fizykochemiczne

Właściwości fizykochemiczne dekan-1-olu (IFA 2015; PubChem 2020; The Merck Index 2001):

- postać klarowna, bezbarwna
 lub lekko żółta, lepka ciecz
- temperatura topnienia 6,4 °C
- temperatura wrzenia 232,9 °C
- temperatura zapłonu 108 °C
- współczynnik podziału $\log K_{ow}$ 4,57
- gęstość właściwa 0,8297 g/cm³
- stała Henry'ego $3,20 \cdot 10^{-5}$ atm·m³/mol
- lepkość 12,048 mPa/s (25 °C)
- próg wykrywania czystej substancji chemicznej $2,1 \cdot 10^{-1}$ mg/l
(medium nieokreślone)
- rozpuszczalność w wodzie 37 mg/l (20 °C),
(bardzo słaba)
- rozpuszczalność w innych substancjach w tetrachlorku węgla
- mieszalny z: etanolem, eterem,
 acetanem, benzenem,
 chloroformem.

W tabeli 1. przedstawiono dostępne informacje o właściwościach fizykochemicznych pozostałych izomerów dekanolu.

Poniżej przedstawiono piktogram określony w załączniku do rozporządzenia WE nr 1272/2008 (CLP) oraz zwrot wskazujący rodzaj zagrożenia dla dekan-2-olu, dekan-3-olu i dekan-5-olu.

The European Food Safety Authority (EFSA) classifies 1-decanol as an irritant, suggesting the following labelling: Xi “irritating” R36/38 “irritating to eyes and skin” (EFSA 2010).

Physicochemical properties

Physicochemical properties of 1-decanol (IFA 2015; PubChem 2020; The Merck Index 2001):

- form clear, colourless
 or slightly yellow,
 viscous liquid
- melting point 6.4 °C
- boiling point 232.9 °C
- ignition temperature 108 °C
- log Kow partition coefficient 4.57
- specific density 0.8297 g/cm³
- Henry's law constant $3.20 \cdot 10^{-5}$ atm·m³/mol
- viscosity 12.048 mPa/s (25 °C)
- detection threshold of the pure chemical substance $2,1 \cdot 10^{-1}$ mg/l
(unspecified medium)
- solubility in water 37 mg/l (20 °C),
(very poor)
- solubility in other substances in carbon tetrachloride
- miscible with: ethanol, ether, acetone,
 benzene, chloroform.

The available information on physicochemical properties of the other decanol isomers are presented in Table 1.

Below is a pictogram as defined in the Annex to the EC Regulation (CLP) No. 1272/2008 and a statement indicating the hazard type for 2-decanol, 3-decanol and 5-decanol.

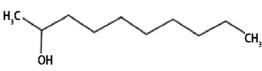
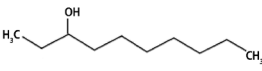
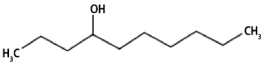
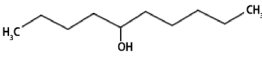


GHS07

H319 (100%) – causes serious eye irritation

Tabela 1. Właściwości fizykochemiczne izomerów dekanolu (PubChem 2020)

Table 1. Physicochemical properties of decanol isomers (PubChem 2020)

Izomer/ Isomer	Wzór strukturalny/ Structural formula	Numer CAS/ CAS number	Numer EC/ EC number	Temperatura wrzenia/ Boiling point	Temperatura topnienia/ Melting point	Temperatura zapłonu/ Ignition temperature	Synonimy/ Synonyms
Dekan-2-ol/ 2-Decanol		1120-06-5	214-296-6	211 °C	(-2); (-5) °C	85 °C	2-dekanol; alkohol 2-decyłowy; 2-hydroksydekan; <i>N</i> -oktylokarbinol metylu; metylooktylokarbinol/ 2-decanol; 2-decyl alcohol; 2-hydroxydecan; <i>N</i> -methyl octyl carbinol; methyl octyl carbinol
Dekan-3-ol/ 3-Decanol		1565-81-7	605-062-8	211 ÷ 213 °C	(-7.5), (-5) °C	99 °C	3-dekanol; alkohol 3-decyłowy; heptyloetylokarbinol; karbinol etyloheptyłowy; etylo- <i>n</i> -heptylokarbinol/ 3-decanol; 3-decyl alcohol; heptyl ethyl carbinol; ethyl heptyl carbinol; ethyl <i>n</i> -heptyl carbinol
Dekan-4-ol/ 4-Decanol		2051-31-2	218-117-2	210 ÷ 211 °C	(-11) °C	82 °C	4-dekanol; alkohol 4-decyłowy; <i>n</i> -heksylo- <i>n</i> -propylokarbinol; heksylopropylokarbinol; propyloheptylalkohol/ 4-decanol; 4-decyl alcohol; <i>n</i> -hexyl <i>n</i> -propyl carbinol; hexyl ethyl carbinol; propylheptyl alcohol
Dekan-5-ol/ 5-Decanol		5205-34-5	225-999-2	–	(-9) °C	–	5-dekanol; alkohol 5-decyłowy; mylobutylokarbinol; butylopropylokarbinol/ 5-decanol; 5-decyl alcohol; mylo butyl carbinol; butyl pentyl carbinol

Występowanie, otrzymanie, zastosowanie i narażenie zawodowe

Występowanie

Dekan-1-ol naturalnie występuje w olejkach eterycznych pozyskiwanych z nasion ambrette (piżmian właściwy) i kwiatów migdałów oraz w olejkach cytrusowych, napojach fermentowanych, soku jabłkowym, borówce i żurawinie amerykańskiej, papai, malinach, mleku, maśle, wołowinie, piwie, koniaku, whisky, winach (czernym, białym, musującym), nasionach kolendry i kardamonie (Burdock 1997; 2005).

Na skalę przemysłową dekan-1-ol może być wytwarzany kilkoma metodami. Otrzymuje się go przez:

- wysokociśnieniową katalityczną redukcję oleju kokosowego, kwasów tłuszczowych kokosowych lub estrów,

Occurrence, obtaining, use and occupational exposure

Occurrence

1-Decanol is naturally present in essential oils derived from ambrette seeds (Abelmosk) and almond flowers as well as in citrus oils, fermented drinks, apple juice, blueberry and cranberry, papaya, raspberries, milk, butter, beef, beer, cognac, whisky, wines (red, white, sparkling), coriander seeds and cardamom (Burdock 1997; 2005).

On an industrial scale, 1-decanol can be produced using several methods:

- high-pressure catalytic reduction of coconut oil, coconut fatty acids or esters,
- high-pressure catalytic hydrogenation of naturally occurring capric acid (decanoic acid),

- wysokociśnieniowe katalityczne uwodornienie naturalnie występującego kwasu kaprynowego (kwasu dekanowego),
- oligomeryzację etylenu,
- reakcję acetaldehydu i aldehydu krotonowego (β -metakroleina), a następnie uwodornienie otrzymanego produktu (PubChem 2020).

Występowanie izomerów

W dostępnym piśmiennictwie jest niewiele informacji o występowaniu izomerów dekanolu. *Orhan* i in. (2008) wykazali obecność 2-dekanolu w olejkach eterycznych produkowanych z różnych gatunków roślin. 2-Dekanol był również jednym ze składników wykrytych w próbkach substancji lotnych uwalnianych przez muchy korzeniowe buraka cukrowego (*Wenninger* i in. 2017). 3-Dekanol został zidentyfikowany jako znaczący składnik hemolimfy kraba pustelnika *Clibanarius vittatus* (*Schmidt* i in. 2009).

W dostępnych wynikach badań brak jest informacji o występowaniu 2-, 3-, 4- i 5-dekanolu w warunkach przemysłowych.

Zastosowanie

Dekan-1-ol jest alifatycznym alkoholem tłuszczowym o dziesięciu atomach węgla. Jest on jednym z pięciu izomerów dekanolu. Są to alkohole o średniej długości łańcucha (C_6-C_{12}), które znalazły zastosowanie w produkcji rozpuszczalników, środków powierzchniowo czynnych, smarów, wosków, kremów oraz kosmetyków.

Dekan-1-ol jest stosowany w produkcji: plastyfikatorów, smarów, herbicydów, środków powierzchniowo czynnych i rozpuszczalników. Związek wykorzystuje się również jako półprodukt chemiczny w produkcji estrów, substancji zapachowych i niektórych perfum oraz w detergentach i jako środek przeciwpieniący.

Dekan-1-ol jest dodatkiem do żywności dopuszczonym do bezpośredniego stosowania w żywności (jako syntetyczna substancja smakowo-zapachowa) przeznaczona do spożycia przez ludzi (PubChem 2020).

Dekan-3-ol jest stosowany jako środek aromatyzujący, dodawany do żywności przeznaczona do spożycia przez ludzi (przyprawy, ekstrakty, barwniki, aromaty), (PubChem 2020).

- ethylene oligomerization,
- reaction of acetaldehyde and crotonaldehyde (β -methacrolein), followed by hydrogenation of the obtained product (PubChem 2020).

Occurrence of isomers

There is little information in the literature about the presence of decanol isomers. *Orhan* et al. (2008) showed the presence of 2-decanol in essential oils produced from various plant species. 2-Decanol was also one of the components detected in samples of volatiles released by sugarbeet root maggot flies (*Wenninger* et al. 2017). On the other hand, 3-decanol was identified as a significant component of haemolymph of the thinstripe hermit crab *Clibanarius vittatus* (*Schmidt* et al. 2009).

In the available test results, there is no information on the occurrence of 2-, 3-, 4- and 5-decanol in industrial conditions.

Use

1-Decanol is an aliphatic fatty alcohol with ten carbon atoms. It is one of the five decanol isomers. These are medium-chain fatty alcohols (C_6-C_{12}) which have been used in the manufacture of solvents, surface-active agents, lubricants, waxes, creams and cosmetics.

1-Decanol is used in the manufacture of: plasticisers, lubricants, herbicides, surface-active agents and solvents. The compound is also used as a chemical intermediate in the production of esters, fragrances and perfume, and in detergents and as an antifoaming agent.

1-Decanol is a food additive approved for direct use in food (as a synthetic flavouring agent) intended for human consumption (PubChem 2020).

3-Decanol is used as a flavouring, added to food intended for human consumption (spices, extracts, colourants, flavours), (PubChem 2020).

Occupational exposure

Employees using 1-decanol or producing it can inhale its fumes and/or aerosols or come in direct contact with it through the skin. The general population may be exposed to 1-decanol in food or beverages. Dermal exposure may be associated with the use of certain domestic cleaners (PubChem 2020).

Narażenie zawodowe

Pracownicy używający dekan-1-olu lub produkujący go mogą wdychać jego mgły i/lub aerozol lub może mieć on bezpośredni kontakt ze skórą. Ogólna populacja może być narażona na dekan-1-ol zawarty w żywności lub napojach. Narażenie dermalne może być związane z użyciem niektórych domowych środków czyszczących (PubChem 2020).

Ze względu na bardzo niską lotność dekan-1-olu możliwość wchłaniania przez drogi oddechowe występuje zasadniczo tylko podczas kontaktu z ogrzaną cieczą lub aerozolem (IFA 2015).

Według danych Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa i Żywności (EFSA 2010) oszacowany poziom narażenia operatorów sprzętu używanego do opryskiwania np. plantacji tytoniu (preparaty z dodatkiem dekan-1-olu) wynosi 10 mg/kg mc./dzień (na podstawie wyników badań toksyczności rozwojowej u szczurów przeprowadzonych na mieszanke alkoholi, które zawierały 55% 1-dekanolu). W tych badaniach wyznaczono NOAEL 1 000 mg/kg mc. Skutek krytyczny nie jest znany. Ryzyko dla pracowników lub osób postronnych wynikające z zastosowania 1-dekanolu jest określone jako niskie.

NIOSH (NOES Survey 1981-1983) oszacował statystycznie, że w USA potencjalnie narażonych na dekan-1-ol było 241 397 pracowników (62 584 z nich to kobiety). Narażenie zawodowe na dekan-1-ol może wystąpić poprzez wdychanie i kontakt skórny z tym związkiem w miejscach pracy, w których produkuje się lub stosuje dekanol. Dekan-1-ol wykryto w próbkach powietrza w jednym z trzech biur (stężenia próbek nie zostały podane), (PubChem 2020).

Brak jest informacji o liczbie narażonych w Polsce, ponieważ ze względu na brak wartości NDS nie było to monitorowane.

Due to very low volatility of 1-decanol, the possibility of absorption through the airways generally occurs only during contact with heated liquid or aerosol (IFA 2015).

According to the data of the European Food and Safety Authority (EFSA 2010), the estimated level of exposure of operators of the equipment used for spraying, e.g., tobacco plantations (agents containing 1-decanol), is 10 mg/kg bw/day (based on developmental toxicity studies in rats performed on a mixture of alcohols containing 55% 1-decanol). In these studies, NOAEL of 1,000 mg/kg bw was determined. The critical effect is unknown. The risk to employees or bystanders arising from the use of 1-decanol is referred to as low.

NIOSH (NOES Survey 1981-1983) estimated that statistically 241,397 employees (62,584 were women) were potentially exposed to 1-decanol in the USA. Occupational exposure to 1-decanol can occur through inhalation and skin contact with this compound in workplaces where decanol is produced or used. 1-Decanol was detected in air samples in one of three offices (sample concentrations were not specified), (PubChem 2020).

There is no information on the number of exposed persons in Poland as this has not been monitored due to the lack of TLV values.

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA LUDZI / TOXICITY TO HUMANS

Zatrucia ostre

W dostępnym piśmiennictwie nie ma informacji na temat ostrych zatruć dekan-1-olem i/lub jego izomerami u ludzi.

Acute poisoning

There is no information in the available literature on acute poisoning with 1-decanol and/or its isomers in humans.

Działanie drażniące

Ocenę działania drażniącego dekan-1-olu przeprowadzono na dwóch grupach pacjentów pochodzenia azjatyckiego i europejskiego. Dekan-1-ol podano jednorazowo na skórę, narażenie trwało 4 h. Działanie drażniące zanotowano tylko w grupie pacjentów pochodzenia azjatyckiego. Po wielokrotnym okluzyjnym podaniu 75 mg dekan-1-olu na skórę (z przerwami przez trzy dni) obserwowano silne działanie drażniące związku (brak innych szczegółów). W innych badaniach nierozcieńczony dekan-1-ol spowodował podrażnienie skóry u 24 ze 159 narażanych osób po 4 h od aplikacji okluzyjnej (Hartwig 2017; Robinson 2000; 2001; 2002; Robinson i in. 1998). Nierozcieńczony dekan-1-ol wykazywał działanie drażniące o lekkim nasileniu po jednorazowym naniesieniu na skórę, ale po wielokrotnym stosowaniu stwierdzano u osób narażanych silne działanie drażniące tego związku.

Cometto-Muniz i in. (2007) oceniali siłę działania drażniącego na oko par trzech *n*-alkoholi (nonan-1-olu, dekan-1-olu i undekan-1-olu) oraz dwóch octanów (octanu nonylu i decylu). Badanie dekan-1-olu przeprowadzono na 26 ochotnikach. Po 20 sześciosekundowych ekspozycjach na dekan-1-ol o stężeniu 4,5 ml/m³ (4,5 ppm, czyli ok. 30 mg/m³) istniała 40-procentowa szansa wystąpienia podrażnienia oczu u narażonych osób. Autorzy pracy ocenili otrzymane wyniki jako niejednoznaczne.

Działanie uczulające

Ocenę działania uczulającego dekan-1-olu przeprowadzono, stosując test płatkowy u trzech pacjentów. Zastosowano 30-procentowy preparat dekan-1-olu (czystość 98%) w wazelinie. U wszystkich pacjentów stwierdzono reakcję dodatnią (Hartwig 2017). W innym badaniu przedstawiono dane dotyczące oceny działania uczulającego różnych długołańcuchowych alkoholi alifatycznych (Hjorth, Trolle-Lassen 1963). Przebadano 1 664 pacjentów. U 15 osób stwierdzono dodatnią reakcję na preparat zawierający 5% dekan-1-olu w mieszaninie wazeliny i oliwy z oliwek, a u 22 osób reakcja dodatnia wystąpiła po naniesieniu 10% dekan-1-olu w wazelinie. Reakcje na 5-procentowe preparaty: oktan-1-olu, dodekan-1-olu i tetradekan-1-olu zanotowano odpowiednio u: 11, 4 i 9 pacjentów. Tylko 2 osoby z 1 664 pacjentów zareagowały na 30-procentowy

Irritating effect

The irritating effect of 1-decanol was assessed in two groups of patients of Asian and European origin. 1-Decanol was administered once onto the skin, and the exposure lasted for 4 hours. The irritating effect was only observed in the group of patients of Asian origin. After repeated, occlusive administration of 75 mg of 1-decanol onto the skin (with intervals for three days), a strong irritating effect of the compound was observed (no other details). In other studies, undiluted 1-decanol caused skin irritation in 24 out of 159 exposed individuals 4 hours after occlusive application (Hartwig 2017; Robinson 2000; 2001; 2002; Robinson et al. 1998). Undiluted 1-decanol showed a mild irritating effect after single application onto the skin, but after repeated administration, the compound was found to have a strong irritant effect in exposed individuals.

Cometto-Muniz et al. (2007) assessed the irritating effect on the eye of fumes of three *n*-alcohols (1-nonanol, 1-decanol and 1-undecanol) and two acetates (nonyl and decyl acetates). 1-Decanol testing was performed on 26 volunteers. After 20 six-second exposures to 1-decanol at a concentration of 4.5 ml/m³ (4.5 ppm, i.e. approx. 30 mg/m³) there was a 40-percent chance of eye irritation in exposed subjects. The authors of the paper assessed the results as inconclusive.

Sensitising effect

The assessment of the sensitising effect of 1-decanol was performed using a patch test in three patients. 30% preparation of 1-decanol (98% purity) in vaseline was used. All patients had a positive reaction (Hartwig 2017). Another study provides data on the assessment of sensitising effect of various long-chain aliphatic alcohols (Hjorth, Trolle-Lassen 1963). 1,664 patients were examined. In 15 subjects, a positive reaction to the preparation containing 5% 1-decanol in the mixture of vaseline and olive oil was found, and 22 subjects had a positive reaction after applying 10% 1-decanol in vaseline. Reactions to 5% preparations of: 1-octanol, 1-dodecanol and 1-tetradecanol, were noted, respectively in: 11, 4 and 9 patients. Only 2 out of 1,664 patients responded to 30% 1-hexadecanol in vaseline. The authors of the work emphasise that aliphatic alcohols with the chain length of C₈ to C₁₄ primarily show an

heksadekan-1-ol w wazelinie. Autorzy pracy podkreślają, że alkohole alifatyczne o długości łańcucha od C₈ do C₁₄ przede wszystkim wykazują działanie drażniące (Hjorth, Trolle-Lassen 1963). Nie istnieją żadne dodatnie wyniki badań klinicznych dotyczących działania uczulającego dekan-1-olu (Hartwig 2017).

Toksyczność przewlekła

Dane toksykologiczne wskazują na odwrotny związek między długością łańcucha a toksycznością. Alkohole o krótszym łańcuchu mają tendencję do wywoływania wyraźniejszych skutków w porównaniu do alkoholi o znacznej długości łańcucha. Najwyraźniej ilustruje to stopień podrażnienia skóry i oczu zwierząt laboratoryjnych. W przypadku alkoholi alifatycznych o długości łańcucha w zakresie od C₆ do C₁₁ istnieje możliwość podrażnienia skóry i oczu, jednak bez obaw o uszkodzenie tkanek lub nieodwracalne zmiany. Alkohole alifatyczne w zakresie od C₁₂ do C₁₆ mają niski stopień potencjalnego podrażnienia skóry; alkohole o długości łańcucha \geq C₁₈ nie działają drażniąco na skórę. Potencjał podrażnienia oka dla alkoholi o długości łańcucha \geq C₁₂ okazał się minimalny (OECD 2006).

Największym potencjalnym działaniem niepożądanym związanym ze stosowaniem alkoholi alifatycznych jest możliwość silnego, a czasem nieodwracalnego podrażnienia oka (ECHA 2016a).

Badania epidemiologiczne

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono informacji na temat skutków zdrowotnych narażenia zawodowego na dekan-1-ol.

irritating effect (Hjorth, Trolle-Lassen 1963). There are no positive results from clinical trials on the sensitising effect of 1-decanol (Hartwig 2017).

Chronic toxicity

Toxicological data indicate the inverse relationship between chain length and toxicity. Alcohols with shorter chains tend to produce stronger effects as compared to long-chain alcohols. This is clearly illustrated by the degree of irritation of the skin and eyes of laboratory animals. In the case of aliphatic alcohols with the chain length of C₆ to C₁₁, there is a possibility of irritation to the skin and eyes, but without fear of tissue damage or irreversible changes. Aliphatic alcohols in the range from C₁₂ to C₁₆ have a low degree of potential skin irritation; alcohols with the chain length \geq C₁₈ have no irritating effect on the skin. The eye irritation potential for alcohols with the chain length \geq C₁₂ was minimal (OECD 2006).

The greatest potential side effect of aliphatic alcohol use is the possibility of strong and sometimes irreversible eye irritation (ECHA 2016a).

Epidemiological studies

No information on the health effects of occupational exposure to 1-decanol was found in the available literature.

DZIAŁANIE TOKSYCZNE NA ZWIERZĘTA / TOXICITY TO ANIMALS

Toksyczność ostra

W tabeli 2. podano wartości LD₅₀ i LC₅₀ dla różnych gatunków zwierząt narażanych na dekan-1-ol. Najmniejsze wartości LD₅₀ zanotowano po podaniu dootrzewnowym (800 mg/kg mc.), natomiast po podaniu innymi drogami wartości LD₅₀ wahały się od 2 000 do 19 500 mg/kg mc., a wartości LC₅₀ od 3 000 do ponad 71 000 mg/m³.

Acute toxicity

Table 2 shows LD₅₀ and LC₅₀ values for different animal species exposed to 1-decanol. The lowest LD₅₀ values were observed after intraperitoneal administration (800 mg/kg bw), while after administration through different routes LD₅₀ values ranged from 2,000 to 19,500 mg/kg bw and LC₅₀ values ranged from 3,000 to over 71,000 mg/m³.

Tabela 2. Mediana dawki śmiertelnej (LD₅₀) dekan-1-olu dla zwierząt (ECHA 2016a; Hartwig 2017; PubChem 2020)

Table 2. Median lethal dose (LD₅₀) of 1-decanol for animals (ECHA 2016a; Hartwig 2017; PubChem 2020)

Droga podania/ Route of administration	Gatunek zwierząt/ Animal species	Wartość LD ₅₀ /LC ₅₀ / LD ₅₀ /LC ₅₀ value
Dożołądkowa/Intragastric	szczur/rat	4 720 mg/kg mc. / mg/kg bw
		4 700 mg/kg mc. / mg/kg bw
		>5 000 mg/kg mc. / mg/kg bw
		6 000 mg/kg mc. / mg/kg bw
		19 500 mg/kg mc. / mg/kg bw
	mysz/mouse	6 500 mg/kg mc. / mg/kg bw
		25 000 mg/kg mc. / mg/kg bw
37 800 mg/kg mc. / mg/kg bw		
Dootrzewnowa/Intraperitoneal	szczur/rat	800 mg/kg mc. / mg/kg bw
	mysz/mouse	800 mg/kg mc. / mg/kg bw
Dermalna/Dermal	królik/rabbit	3 560 mg/kg mc. / mg/kg bw
	szczur/rat	2 000 mg/kg mc. / mg/kg bw
		5 000 mg/kg mc. / mg/kg bw
Inhalacyjna/Inhalation	ssaki/(brak informacji o gatunku)/ mammals(no information on the species)	3 000 mg/m ³
	mysz/mouse	4 000 mg/m ³
	szczur/rat	>71 000 mg/m ³ /1 h
		2 050 mg/m ³ /4 h

Szczury po czterogodzinnym narażeniu inhalacyjnym (tylko przez nos) na dekan-1-ol w postaci aerozolu o stężeniu 2 050 mg/m³ były hipoaktywne, nie mogły utrzymać prawidłowej postawy, a także obserwowano u nich zaburzenie oddychania i wydzielinę z nosa. Zwierzęta, które przeżyły, powróciły do stanu sprzed narażenia po siedmiu dniach. W badaniach makroskopowych padłych zwierząt nie stwierdzono nieprawidłowości w narządach wewnętrznych (ECHA 2016a). W innym badaniu podczas narażenia inhalacyjnego (na całe ciało) szczury były narażane na dekan-1-ol o stężeniu powyżej 71 000 mg/m³, w czasie narażenia zwierzęta były hipoaktywne lub ataktyczne, śliniły się i obserwowano u nich zaburzenie oddychania. Nie zanotowano padnięć zwierząt. Badanie makroskopowe wykazało lekkie lub umiarkowane przekrwienia w nadnerczach i płucach wszystkich zwierząt (ECHA 2016a).

Dostępne wyniki badań dotyczące narażenia inhalacyjnego (LC₅₀) oraz drogą pokarmową

After a four-hour inhalation exposure (only through the nose) to 1-decanol spray at a concentration of 2,050 mg/m³, rats were hypoactive, unable to maintain normal posture, and respiratory and nasal discharge disorders were observed. Surviving animals returned to pre-exposure status after seven days. There were no abnormalities in internal organs on macroscopic examination of the dead animals (ECHA 2016a). In another inhalation exposure study (on the whole body) rats were exposed to 1-decanol at concentrations above 71,000 mg/m³; during the exposure period, the animals were hypoactive or ataxic, they salivated and respiratory distress was observed. No animal deaths have been observed. Macroscopic examination showed mild to moderate hyperaemia in the adrenal glands and lungs of all animals (ECHA 2016a).

The available results from studies of inhalation exposure (LC₅₀) and exposure by ingestion and dermal exposure (LD₅₀) do not allow 1-decanol

i dermalną (LD_{50}) nie pozwalają na sklasyfikowanie dekan-1-olu pod względem działania ostrego (toksyczności ostrej), (ECHA 2016a; Rozporządzenie 1272/2008).

W dostępnym piśmiennictwie nie ma informacji na temat innych izomerów dekanolu.

Działanie drażniące

Na podstawie dostępnych danych literaturowych Bagley i in. (1996) ocenili siłę działania drażniącego 176 związków chemicznych, w tym dekan-1-olu. Badania były przeprowadzone na królikach (4 h narażenia, ocena wielkości rumienia i obrzęku po: 24, 48 i 72 h) na podstawie procedury zalecanej przez OECD nr 404, a siła działania drażniącego oceniana była w skali Draize'a. Na podstawie wielkości rumienia i obrzęku na skórze wyznaczono indeks PII (indeks drażnienia, *Primary Irritation Index*) dla poszczególnych ocenianych związków. Maksymalna wartość PII to 8, dla dekan-1-olu wartość PII wyniosła 3,33 (Bagley i in. 1996).

Działanie uczulające

Badania przeprowadzono na 10 białych świnkach morskich szczepu Hartley, stosując zmodyfikowany test Draize'a (Sharp 1978). Dekan-1-ol o stężeniu 1,9% podawano 4-krotnie, śródskórnym (podanie indukcyjne). W podaniu inicjującym użyto dekan-1-ol o stężeniach 0,75% (śródskórnym) i 10% (naskórnym). Nie zanotowano oznak uczulenia po 14 dniach. Reakcja wystąpiła dopiero po drugim podaniu indukcyjnym. Autor pracy ocenił dekan-1-ol jako związek słabo uczulający (Sharp 1978).

W innym badaniu (test Bühlera) 10 świnkom morskim podano 0,4 ml nierozcieńczonego dekan-1-olu (proces indukcji), a następnie rozcieńczony w oleju mineralnym (0,4 ml; 25% dekan-1-olu). Dekan-1-ol nie działał uczulająco (ECHA 2016a).

Toksyczność podprzewlekła i przewlekła

W dostępnym piśmiennictwie nie ma informacji na temat toksyczności podprzewlekłej i przewlekłej dekan-1-olu i/lub jego izomerów.

to be classified for acute effects (acute toxicity) (ECHA 2016a; Regulation 1272/2008).

There is no information in the available literature on other decanol isomers.

Irritating effect

Based on the available literature data Bagley et al. (1996) assessed the irritating effect of 176 compounds, including 1-decanol. The studies were carried out in rabbits (4 h of exposure, assessment of the size of erythema and oedema after: 24, 48 and 72 hours) on the basis of the procedure recommended by the OECD No. 404, and the irritating effect was assessed on the Draize test scale. Based on the size of erythema and oedema on the skin, the PII index (Primary Irritation Index) was determined for individual compounds being assessed. The maximum PII value is 8, for the 1-decanol the PII value was 3.33 (Bagley et al. 1996).

Sensitising effect

The studies were conducted in 10 white Hartley guinea pigs, using the modified Draize test (Sharp 1978). 1-Decanol was administered 4 times, intradermally, at a concentration of 1.9% (induction administration). After initiating administration, 1-decanol was used at concentrations of 0.75% (intradermally) and 10% (on the skin). No signs of allergy were observed after 14 days. The reaction occurred only after the second induction administration. The author assessed 1-decanol as a slightly sensitising compound (Sharp 1978).

In another study (Bühler test), 0.4 ml of undiluted 1-decanol (induction process) was administered to 10 guinea pigs and then diluted in mineral oil (0.4 ml; 25% 1-decanol). 1-Decanol did not have a sensitising effect (ECHA 2016a).

Subchronic and chronic toxicity

There is no information in the available literature on subchronic and chronic toxicity of 1-decanol and/or its isomers.

ODLEGŁE SKUTKI DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO/ DELAYED TOXIC EFFECTS

Działanie mutagenne i genotoksyczne

W dostępnym piśmiennictwie jest mało wyników badań dotyczących działania mutagennego i genotoksycznego dekan-1-olu przeprowadzanych w warunkach *in vitro*.

Badania działania mutagennego dekan-1-olu przeprowadzono na różnych szczepach bakterii *Salmonella* Typhimurium TA98, TA100, TA1535, TA1537 i TA1538. Na podstawie wyników badań stwierdzono, że dekan-1-ol zarówno bez aktywacji, jak i z aktywacją metaboliczną nie powodował działania mutagennego do stężenia 500 µg/płytkę, (ECHA 2016a).

Dekan-1-ol należy do alkoholi alifatycznych, które nie zawierają elementów strukturalnych sugerujących potencjalną aktywność mutagenną (Ashby, Tennant 1991). Ze względu na małą liczbę badań przeprowadzanych tylko z użyciem dekan-1-olu wnioskowanie o jego działaniu toksycznym przeprowadza się często na podstawie wyników badań uzyskanych dla innych alkoholi alifatycznych.

Wyniki badań uzyskane z użyciem testów *in vitro* (przeprowadzone dla długołańcuchowych alkoholi alifatycznych w zakresie liczby węgla C₆₋₂₂) były ujemne. Badania przeprowadzono z użyciem szczepów *Salmonella* Typhimurium TA98, TA100, TA1535, TA1537 i TA1538 (test Ames, substancje pokrewne – oktan-1-ol i mieszanina alkoholi zawierająca 40,77% alkoholu-C₈ i 55,3% alkoholu-C₁₀). Wyniki ujemne uzyskano zarówno przy braku, jak i w obecności systemów aktywacyjnych (ECHA 2016a).

Ujemne wyniki badań uzyskano również w doświadczeniach z użyciem hodowli komórek jajnika chomika chińskiego (CHO) i mysich komórkach chłoniaka L5178Y. Testy dotyczyły alkoholi alifatycznych C₁₂ i C₁₃, 2-etyloheksan-1-olu i mieszaniny alkoholi tłuszczowych zawierającej 40,77% C₈ i 55,3% C₁₀, które przeprowadzono z aktywacją i bez aktywacji metabolicznej (ECHA 2016a).

Kreja i Seidel (2002) przeprowadzili badania cytotoksyczności szeregu alkoholi (w tym dekan-1-olu) i ketonów na ludzkich komórkach linii nabłonka raka płuc A549. Do oceny cytotoksyczności badanych związków zastosowano testy MTT, MB i tworzenia kolonii (CFA). Dodatkowymi kontrolami były metanosulfonian (MMS) i mykotoksyna

Mutagenic and genotoxic effects

There are few *in vitro* studies on mutagenic and genotoxic effect of 1-decanol available.

Mutagenicity studies of 1-decanol have been performed using various strains of *Salmonella typhimurium* bacteria TA98, TA100, TA1535, TA1537 and TA1538. Based on the results of the studies, it was concluded that 1-decanol, both with and without metabolic activation, did not induce mutagenic activity (up to a concentration of 500 µg/plate), (ECHA 2016a).

1-Decanol belongs to aliphatic alcohols, which do not contain structural elements suggesting potential mutagenic activity (Ashby, Tennant 1991). Due to the small number of studies conducted only with 1-decanol, conclusions about its toxic effect are often made on the basis of the study results obtained for other aliphatic alcohols.

The results of *in vitro* tests (carried out for long-chain aliphatic alcohols in the range of coal C₆₋₂₂) were negative. The studies were conducted using *Salmonella typhimurium* TA98, TA100, TA1535, TA1537 and TA1538 strains (Ames test, related substances – 1-octanol and mixture of alcohols containing 40.77% of alcohol C₈ and 55.3% of alcohol C₁₀). Negative results were obtained both in the absence and in the presence of activation systems (ECHA 2016a).

Negative test results were also obtained in experiments using Chinese hamster ovary (CHO) cells and L5178Y mouse lymphoma cells. Tests included aliphatic alcohols C₁₂ and C₁₃, 2-ethylhexan-1-ol and mixture of fatty alcohols containing 40.77% of C₈ and 55.3% of C₁₀, which were performed with and without metabolic activation (ECHA 2016a).

Kreja and Seidel (2002) tested the cytotoxicity of a number of alcohols (including 1-decanol) and ketones on human lung carcinoma epithelial cells A549. MTT assay, MB assay and colony formation assay (CFA) were used to assess the cytotoxicity of the tested compounds. The positive controls were methyl methanesulfonate (MMS) and mycotoxin (gliotoxin). MMS was the most potent cytotoxic agent, gliotoxin was weaker, whereas 1-decanol was the most cytotoxic of the compounds tested.

(glioksyna). Najsilniej cytotoksycznie działał MMS, słabiej glioksyna, natomiast z badanych związków najbardziej cytotoksyczny był dekan-1-ol. Siła jego działania była porównywalna do działania glioksyny. W obu przypadkach wartość IC_{50} była poniżej 1 mmol związku.

Alkohole alifatyczne długocząsteczkowe C_{6-24} nie miały także potencjału genotoksycznego. Potwierdzają to wyniki badań w warunkach *in vivo* uzyskane w eksperymentach dla 2-etyloheksanolu (test aberracji chromosomowych) i dodekan-1-olu (test mikrojądrowy), (ECHA 2016a). Nie przeprowadzono badań genotoksyczności dekan-1-olu w warunkach *in vivo* (Hartwig 2017).

Badania w warunkach *in vitro* wskazują, że dekan-1-ol nie jest mutageny i genotoksyczny, ale może w określonych warunkach wykazywać działanie cytotoksyczne.

Działanie rakotwórcze

Działanie rakotwórcze na ludzi

W dostępnej literaturze nie znaleziono informacji na temat działania rakotwórczego dekan-1-olu i/lub jego izomerów na ludzi.

Działanie rakotwórcze na zwierzęta

Myszom Swiss (w 60-tygodniowym badaniu) podawano na skórę dekan-1-ol w dawce 200 mg/kg mc./dzień, 3 razy w tygodniu. Takie skutki miejscowe, jak wypadanie włosów i rumień, były najbardziej widoczne między 6. a 12. tygodniem. Nie zanotowano skutków ogólnoustrojowych ani zmian nowotworowych. W kolejnym eksperymencie przed rozpoczęciem narażenia drogą dermalną myszom podano dootrzewnowo 7,12-dimetylobenz[*a*]antracen. Następnie podawano dekan-1-ol w dawce 200 mg/kg mc. przez 60 tygodni, 3 razy w tygodniu (180 razy). Po wcześniejszej indukcji stwierdzono brodawczaki u sześciu z trzydziestu myszy. U dwóch myszy brodawczaki rozwinęły się w raka płaskonabłonkowego (tab. 3.), (Gilbert, Sice 1960; Sice 1966).

Its potency was comparable to that of gliotoxin. In both cases, IC_{50} value was below 1 mmol of the compound.

Long-chain aliphatic alcohols C_{6-24} had no genotoxic potential. This is confirmed by *in vivo* studies results obtained in experiments with 2-ethylhexaneol (chromosome aberration test) and 1-dodecanol (micronucleus test), (ECHA 2016a). *In vivo* genotoxicity studies of 1-decanol have not been performed (Hartwig 2017).

In vitro studies indicate that 1-decanol is not mutagenic and genotoxic, but may demonstrate cytotoxic effects under certain conditions.

Carcinogenic effect

Carcinogenic effect in humans

No information on the carcinogenic effect of 1-decanol and/or its isomers in humans was found in the available literature.

Carcinogenic effect in animals

Swiss mice (in a 60-week study) were administered 1-decanol onto the skin at a dose of 200 mg/kg bw/day, 3 times a week. Local effects, such as hair loss and erythema, were most visible between weeks 6 and 12. No systemic effects or neoplastic lesions were observed. In another experiment, mice were administered 7,12-dimethylbenz[*a*]anthracene intraperitoneally before dermal exposure. Subsequently, 1-decanol was administered at a dose of 200 mg/kg bw for 60 weeks, 3 times per week (180 times). Following prior induction, six out of thirty mice developed papillomas. In two mice, papillomas developed into squamous cell carcinoma (Table 3), (Gilbert, Sice 1960; Sice 1966).

Tabela 3. Działanie rakotwórcze dekan-1-olu (Gilbert, Sice 1960; Sice 1966)

Gatunek, płeć, liczba zwierząt w grupie (<i>n</i>)	Narażenie	Skutki działania
Myszom Swiss, ♀, <i>n</i> = 30/grupę	60 tygodni, inicjacja: 1 · 5 µg 7,12-dimetylobenz [<i>a</i>] antracenu, dootrzewnowo, promocja: 4 mg dekan-1-olu / 20 µl cykloheksanolu (200 mg dekan-1-olu / kg m. c.), przez skórę, 3 razy na tydzień; kontrola: bez inicjacji i dekan-1-olu	6/30 ♀ z brodawczakami, najpierw po 25 tyg., przejście 2 brodawczaków w raka płaskonabłonkowego; aplikacja bardzo drażniąca, wypadanie włosów i rumień, najcięższy między 6. a 12. tyg.; brak efektów ogólnoustrojowych; dekan-1-ol nie indukował nowotworów skóry bez inicjacji

Table 3. Carcinogenic effect of 1-decanol (Gilbert, Sice 1960; Sice 1966)

Species, gender, number of animals per group (<i>n</i>)	Exposure	Effects of action
Swiss mice, ♀, <i>n</i> =30/group	60 weeks, initiation: 1 · 5 µg 7,12-dimethylbenz[<i>a</i>]anthracene, intraperitoneally, promotion: 4 mg of 1-decanol/20 µl of cyclohexanol (200 mg of 1-decanol/kg bw), through the skin, 3 times per week; control: without initiation and 1-decanol	6/30 ♀ with papillomas, first after week 25, progression of 2 papillomas in squamous cell carcinoma; application very irritating, hair loss and erythema, most severe between weeks 6 and 12; no systemic effects; 1-decanol did not induce skin cancers without initiation

Na podstawie opisanego wyżej eksperymentu *Patty* (2012) stwierdził, że działanie rakotwórcze dekan-1-olu można uznać za słabe do umiarkowanego w warunkach wcześniejszego podania myszom 7,12-dimeylobenz[*a*]antacenu.

Działanie embriotoksyczne, teratogenne oraz wpływ na rozrodczość

Nelson i in. (1990a; 1990b) badali wpływ 13 alkoholi przemysłowych na rozwój płodów szczurów Sprague-Dawley. Badane alkohole to: metanol, etanol, propan-1-ol, isopropanol, butan-1-ol, butan-2-ol, tert-butanol, pentan-1-ol, heksan-1-ol, 2-etyloheksan-1-ol, oktan-1-ol, nonan-1-ol i dekan-1-ol (*Nelson* i in. 1990b). Zwierzęta (15 zwierząt w grupie) narażano drogą inhalacyjną 7 h/dzień między 1. i 19. dniem ciąży, 20. dnia były zabijane. U płodów oceniano uszkodzenia zewnętrzne (zmiany makroskopowe) oraz stan narządów wewnętrznych i szkieletu, wagę oraz proporcję samce/samice. Sprawdzano również spożycie paszy i wody przez samice. Dekan-1-ol i związki zbliżone do niego budową (np. oktan-1-ol, nonan-1-ol, 2-etyloheksan-1-ol) stosowano odpowiednio o stężeniach: 100; 400; 150 lub 850 mg/m³. Dekan-1-ol, oktan-1-ol, nonan-1-ol i 2-etyloheksan-1-ol nie wywoływały żadnych zmian u płodów. Oceniając wpływ tych związków na samice, obserwowano jedynie mniejsze spożycie paszy przez zwierzęta narażane na 2-etyloheksan-1-ol (*Nelson* i in. 1990b). W przypadku dekan-1-olu zastosowano maksymalne, możliwe do osiągnięcia, stężenie pary wynoszące 100 mg/m³, dlatego nie należy oczekiwać większego narażenia na parę tego związku w miejscu pracy (*Hartwig* 2017).

Based on the previously described experiment, *Patty* (2012) concluded that the carcinogenic effect of 1-decanol can be considered weak to moderate under conditions of earlier administration of 7,12-dimethylbenz[*a*]anthracene.

Embryotoksyczne, teratogenne i reprodukcyjne efekty

Nelson et al. (1990a; 1990b) examined the effects of 13 industrial alcohols on foetal development of Sprague-Dawley rats. The tested alcohols are: methanol, ethanol, 1-propanol, isopropanol, 1-butanol, 2-butanol, tertiary-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol, 2-ethyl-1-hexanol, 1-octanol, 1-nonanol and 1-decanol (*Nelson* et al. 1990b). Animals (15 animals in the group) were exposed by inhalation for 7 hours/day between days 1 and 19 of pregnancy, and on day 20 they were killed. In foetuses external damage (macroscopic changes) as well as the state of internal organs and skeleton, weight, and male/female proportion were assessed. The feed and water intake by females was also checked. 1-Decanol and compounds similar to its structure (e.g. 1-octanol, 1-nonanol, 2-ethyl-1-hexanol) were used, respectively, at concentrations of: 100, 400, 150 or 850 mg/m³. 1-Decanol, 1-octanol, 1-nonanol and 2-ethyl-1-hexanol did not cause any foetal changes. When assessing the effects of these compounds on females, only reduced feed intake was observed in animals exposed to 2-ethyl-1-hexanol (*Nelson* et al. 1990b). For 1-decanol, maximum attainable concentration of fumes amounting to 100 mg/m³ was used; therefore, a higher exposure to the fumes of that compound in the workplace should not be expected (*Hartwig* 2017).

TOKSYKOKINETYKA / TOXICOKINETICS

Alkohole alifatyczne są wchłaniane przez wszystkie drogi narażenia, szybko rozmieszczane w organizmie i eliminowane z ustroju.

Wyniki badań doświadczeń z dekanolem na zwierzętach wskazują, że nie można wykluczyć wchłaniania przez skórę toksycznie istotnych dawek (króliki LD₅₀: 3 560 mg/kg mc.). Badania w warunkach in vitro (z zastosowaniem ludzkiej skóry) wykazały mniejsze wskaźniki wchłaniania (0,7 ÷ 3,2 µg/cm² /h), (IFA 2015). Jednak biorąc pod uwagę małą lotność, za istotne źródło narażenia uważa się kontakt z cieczą (IFA 2015). Brak jest dokładnych danych kinetycznych dotyczących wchłaniania dekan-1-olu drogą pokarmową, jednak uważa się, że jest ono stosunkowo szybkie.

Dekan-1-ol po podaniu dożołądkowym ulega szybkiemu wchłanianiu. Szacuje się, że tą drogą wchłania się ponad 80% podanej dawki. Po wchłonięciu związek ulega równomiernej dystrybucji. Zdolność do kumulacji oceniano jako małą. W organizmach ssaków dekan-1-ol jest metabolizowany do odpowiedniego kwasu tłuszczowego, który jest następnie dalej utleniany. Produkty końcowe tego procesu są wykorzystane do wytworzenia energii w cyklu kwasu cytrynowego lub przekształcone w acetoocetan, a następnie w inne ciała ketonowe, które mogą zostać wydalone z moczem (EFSA 2010).

Wchłanianie

Na podstawie danych in vitro dotyczących przenikania przez skórę i badania absorpcji przez skórę u bezwłosych myszy wykazano, że alifatyczne alkohole wykazują odwrotną zależność między zdolnością do absorpcji a długością łańcucha.

W badaniu w warunkach in vitro z użyciem ludzkiej skóry wykazano, że po 8 h wchłonięciu uległo 60% znakowanego wodnego roztworu dekan-1-olu (stężenie wg autorów 2,5 mg/ml). Biorąc pod uwagę dane dotyczące objętości zastosowanego roztworu (10 µl) i pola resorpcji (0,64 cm²), obliczono szybkość wchłaniania na 2,9 µg/cm²/h (Buist i in. 2010). W standardowych warunkach (odsłonięty obszar skóry o powierzchni 2 000 cm², 1 h narażenia) spowodowałyby to przyjęcie dawki 5,8 mg. Należy zauważyć, że stężenie roztworu badanego (w skwalanie) było około 100 razy większe niż rozpuszczalność substancji

Aliphatic alcohols are absorbed by all routes of exposure, quickly distributed in the body and eliminated from it.

Results of animal experiments with decanol indicate that absorption of toxic doses through the skin (rabbits LD₅₀: 3,560 mg/kg bw) cannot be ruled out. In vitro studies (using human skin) showed lower absorption rates (0.7÷3.2 µg/cm²/h), (IFA 2015). However, given low volatility, contact with liquid is considered an important source of exposure (IFA 2015). There are no precise kinetic data on the absorption of 1-decanol by ingestion; however, it is considered to be relatively fast.

1-Decanol is rapidly absorbed after intragastric administration. It is estimated that more than 80% of the administered dose is absorbed. After absorption, the compound distributes evenly. The cumulative capacity was assessed as low. In mammalian bodies, 1-decanol is metabolised into a suitable fatty acid, which is then further oxidised. The final products of this process are used to generate energy in the citric acid cycle or converted into acetoacetate, and then into other ketone bodies which may be excreted with urine (EFSA 2010).

Absorption

Based on in vitro dermal penetration data and dermal absorption studies in hairless mice, aliphatic alcohols have been shown to have an inverse relationship between absorption capacity and chain length.

In an in vitro study using human skin, it was demonstrated that 60% of the labelled 1-decanol aqueous solution was absorbed after 8 h (according to the authors, concentration of 2.5 mg/ml). Taking into account data on the volume of solution used (10 µl) and the resorption field (0.64 cm²), the absorption rate was calculated as 2.9 µg/cm²/h (Buist et al. 2010). Under standard conditions (the exposed skin area with a surface of 2,000 cm², 1 h of exposure) this would result in the intake of a dose of 5.8 mg. It should be noted that the concentration of the test solution (in squalane) was approximately 100 times higher than the solubility of the substance in water (according to

w wodzie (stężenie wg autorów 0,021 mg/ml), a zatem w stosunku do standardowych warunków wynik jest zawyżony (Hartwig 2017).

W testach *in vitro* Berthaud i in. (2011) określili ogólnoustrojowo dostępną dawkę dekan-1-olu (po 4 h narażenia) w zależności od tego, czy podjęto środki w celu zapobiegania odparowaniu zastosowanego roztworu, na około 20 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (możliwe odparowanie) lub 45 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (zapobieganie odparowaniu). W badaniu użyto skóry świni, na którą naniesiono dekan-1-ol w ilości 260 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Na podstawie uzyskanych wyników badań wykazano, że w standardowych warunkach narażenia (powierzchnia 2 000 cm^2 , narażenie 1 h) w ciągu godziny wchłonięciu ulega 10 mg związku.

Na podstawie wyników badań przeprowadzonych w warunkach *in vitro* na skórze myszy i świń stwierdzono, że absorpcja dekan-1-olu przez nie-naruszoną skórę w normalnych warunkach, stosowana w ocenie bezpieczeństwa chemicznego, wynosi 10% (Berthaud i in. 2011; Iwata i in. 1987).

Uważa się również, że absorpcja długocuchowych alkoholi alifatycznych podawanych dożołądkowo zależy od długości łańcucha. W odniesieniu do bariery krew-mózg potencjał ten jest wprost proporcjonalny do długości łańcucha (Gelman 1975). Biorąc pod uwagę biotransformację alkoholi i właściwości fizykochemiczne odpowiednich kwasów karboksylowych, zdolność do eliminacji do mleka kobiecego uważa się za niską.

Dystrybucja i metabolizm

Po wchłonięciu związek ten ulega równomiernej dystrybucji. Jednak w wyniku szybkiego i wydajnego metabolizmu zdolność do akumulacji oceniana jest jako mała.

Alkohole alifatyczne o długim łańcuchu ulegają przemianom przez szlak, który metabolizuje również alkany i kwasy tłuszczowe (Mudge 2008; Veenstra i in. 2009).

Początkowym etapem metabolizmu alkoholi u ssaków jest utlenienie do kwasu karboksylowego, przy czym odpowiedni aldehyd jest związkiem pośrednim. Kwasy karboksylowe są dalej metabolizowane w mitochondrialnym procesie β -utleniania przez acetylo-CoA (i propionyl-CoA z cząstekcetek o nieparzystej długości łańcucha) i ATP.

Menzel i in. (2001) przeprowadzili badanie w warunkach *in vitro* biotransformacji alkoholi alifatycznych (C_{12} , C_{14}) z użyciem homogenatu

the authors, concentration of 0.021 mg/ml), and thus, in relation to standard conditions, the result is overstated (Hartwig 2017).

Berthaud et al. (2011) stated that the systemically available dose of 1-decanol (after 4 h of exposure), depending on whether measures were taken to prevent evaporation of the solution used, amounts to approximately 20 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (possible evaporation) or 45 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (prevention of evaporation). The study used pig skin onto which 1-decanol was applied in an amount of 260 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Based on the results of the studies, 10 mg of the compound was absorbed per hour under standard exposure conditions (surface of 2,000 cm^2 , 1h of exposure). Based on the results of *in vitro* studies on the skin of mice and pigs, the absorption of decanol through intact skin under normal conditions used in chemical safety assessment is 10% (Berthaud et al. 2011; Iwata et al. 1987).

It is also believed that absorption of long-chain aliphatic alcohols administered intragastrically depends on the chain length. With respect to the blood-brain barrier, this potential is directly proportional to the chain length (Gelman 1975). Taking into account the biotransformation of alcohols and physicochemical properties of the respective carboxylic acids, the ability to be eliminated into human milk is considered low.

Distribution and metabolism

After absorption, the compound distributes evenly. However, as a result of rapid and efficient metabolism, the accumulation ability is estimated to be low.

Long-chain aliphatic alcohols are transformed through the pathway that also metabolises alkanes and fatty acids (Mudge 2008; Veenstra et al. 2009).

The initial stage of alcohol metabolism in mammals is oxidation to carboxylic acid, with the corresponding aldehyde being an intermediate. Carboxylic acids are further metabolised in the mitochondrial β -oxidation process through acetyl-CoA (and propionyl-CoA from odd-chain particles) and ATP.

Menzel et al. (2001) carried out the study in *in vitro* conditions of biotransformation of aliphatic alcohols (C_{12} , C_{14}) using pig or fish (fever trout) liver homogenate as a source of metabolic enzymes. The GC analysis tracked the conversion of alcohols into the respective fatty acids over a period of

wątroby świni lub ryby (pstrąga tęczowego) jako źródła enzymów metabolicznych. Za pomocą analizy GC śledzono konwersję alkoholi do odpowiednich kwasów tłuszczowych w okresie dziesięciu dni. Wyniki badań wykazały, że w homogenacie wątroby świni zachodzi intensywny metabolizm alkoholi do odpowiednich kwasów tłuszczowych, z $t_{1/2}$ 3,8 dnia dla C_{12} i $t_{1/2}$ 6,7 dnia dla C_{14} .

Kwasy utworzone z alkoholi alifatycznych o dłuższych łańcuchach mogą również brać udział w biosyntezie lipidów (mogą być włączane do fosfolipidów i obojętnych lipidów), (Bandi i in. 1971a; 1971b; Mukherjee i in. 1980). W badaniach z użyciem heksadekanolu stwierdzono do 23% wolnego fosfolipidu we krwi. Wszystko wskazuje na to, że substancja ta jest włączona w szlaki metabolizmu lipidów (Friedberg 1976). Uważa się, że dekan-1-ol byłby również włączony w szlaki metabolizmu lipidów. Nasycone alifatyczne alkohole zostały ocenione przez JECFA. Stwierdzono, że „1-dekanol utlenia się do dekanalu, który jest szybko utleniany do kwasu dekanowego; kwas dekanowy jest metabolizowany przez szlaki kwasu tłuszczowego i kwasu trikarboksylowego” (JECFA 1999). Inne pierwszorzędowe alkohole alifatyczne o różnych długościach łańcucha (włącznie z C_{4-16}) są metabolizowane w podobny sposób (JECFA 1999).

Wydalenie

Po dożładowym podaniu szczurom 1-oktanolu, uważanego za analog dekan-1-olu, w kale wykryto tylko śladowe ilości (<0,5%) niezmienionego alkoholu (Miyazaki 1955). Natomiast w przypadku wyższych alkoholi (1-heksadekanolu i 1-oktadekanolu) po dożładowym podaniu z kałem w postaci niezmienionej zostało wydalone odpowiednio 20 i 50% (McIsaac, Williams 1958; Miyazaki 1955).

Iwata i in. (1987) w badaniach z zastosowaniem bliskiego analogu 1-dodekanolu (znakowanego radioizotopem ^{14}C) wykazali, że po narażeniu dermalnym bezwłosych myszy po 24 h ponad 90% wchłoniętej dawki zostało wydalone z wydychanym powietrzem, a z kałem i moczem – 3,5%. W organizmie zwierząt pozostało tylko 4,6% dawki. Podobny ogólny wzór wydalania jest sugerowany dla dekan-1-olu.

Niewielka część alkoholi alifatycznych (ogólnie mniej niż 10%) może zostać wydalona w niezmienionej postaci lub jako koniugat glukuronidowy lub siarczanowy (Kamil i in. 1953; McIsaac,

ten days. The results showed that in the pig liver homogenate, alcohol is intensively metabolised to the respective fatty acids, with $t_{1/2}$ 3.8 days for C_{12} and $t_{1/2}$ 6.7 days for C_{14} .

Acids formed from aliphatic alcohols with longer chains may also be involved in lipid biosynthesis (can be incorporated into phospholipids and neutral lipids), (Bandi et al. 1971a; 1971b; Mukherjee et al. 1980). Studies with hexadecanol showed up to 23% of cell-free phospholipid in the blood. This indicates that the substance is involved in lipid metabolism pathways (Friedberg 1976). 1-Decanol is also thought to be involved in lipid metabolism pathways. Saturated aliphatic alcohols were assessed by JECFA. It was found that „1-decanol oxidises to decanal which is rapidly oxidised to decanic acid; decanic acid is metabolised by fatty acid and tricarboxylic acid pathways” (JECFA 1999). Other primary aliphatic alcohols with different chain lengths (including C_{4-16}) are metabolised in a similar manner (JECFA 1999).

Elimination

Only trace amounts (< 0.5%) of unchanged alcohol (Miyazaki 1955) were detected in faeces following intragastric administration of 1-octanol, considered as a 1-decanol analogue, to rats. In the case of fatty alcohols (1-hexadecanol and 1-octadecanol), 20 and 50%, respectively (McIsaac, Williams 1958; Miyazaki 1955) were eliminated with faeces after intragastric administration.

Iwata et al. (1987) in studies using a close 1-dodecanol analogue (labelled with ^{14}C radioisotope) demonstrated that after dermal exposure of hairless mice, after 24 h more than 90% of the absorbed dose was eliminated with exhaled air and 3.5% with faeces and urine. Only 4.6% of the dose remained in the body of animals. A similar overall elimination pattern is suggested for 1-decanol.

A small portion of aliphatic alcohol (generally less than 10%) can be eliminated in unchanged form or as a glucuronide or sulfate conjugate (Kamil et al. 1953; McIsaac, Williams 1958). Aliphatic alcohol conjugates (mainly glucuronic acid) generated during metabolism are excreted in the urine (Wasti 1978; Williams 1959). In the case of 1-octanol (rabbits, intragastric exposure),

Williams 1958). Powstałe podczas metabolizmu alkohole alifatyczne koniugaty (głównie z kwasem glukuronowym) są wydalane z moczem (Wasti 1978; Williams 1959). W przypadku oktan-1-olu (króliki, narażenie dożołądkowe) z moczem w postaci glukuronidu zostało wydalone 9,5% dawki (Kamil i in. 1953). Chociaż takie alkohole lipofilowe jak dekan-1-ol mają zdolność do gromadzenia się w mleku matki, szybki metabolizm sugeruje, że mleko matki może stanowić co najwyżej niewielką drogę wydalania z organizmu (OECD 2006).

9.5% of the dose was eliminated in urine in the form of glucuronide (Kamil et al. 1953). Although lipophilic alcohols, such as 1-decanol, have the ability to accumulate in human milk, rapid metabolism suggests that human milk may be at most a minor route of elimination from the body (2006).

MECHANIZM DZIAŁANIA TOKSYCZNEGO/ MECHANISM OF TOXICITY

W dostępnej literaturze nie znaleziono danych dotyczących mechanizmu toksycznego działania dekan-1-olu i/lub jego izomerów.

No data on the mechanism of toxicity of 1-decanol and/or its isomers have been found in the available literature.

DZIAŁANIE ŁĄCZNE/ COMBINED EFFECT

W dostępnej literaturze i bazach danych nie znaleziono informacji dotyczących łącznego działania dekan-1-olu i/lub jego izomerów z innymi substancjami istotnych z punktu widzenia narażenia zawodowego.

No information was found in the available literature or databases on the combined effect of 1-decanol and/or its isomers with other substances which would be relevant from the point of view of occupational exposure.

ZALEŻNOŚĆ SKUTKU TOKSYCZNEGO OD WIELKOŚCI NARAŻENIA/ EXPOSURE-RELATED TOXICITY

Dostępne wyniki badań nie są wystarczające do określenia zależności skutku toksycznego od wielkości narażenia na dekan-1-ol i/lub jego izomery.

The available studies results are not sufficient to determine the relationship between toxic effect and the size of exposure to 1-decanol and/or its isomers.

NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STĘŻENIE (NDS) W POWIETRZU NA STANOWISKACH PRACY ORAZ DOPUSZCZALNE STĘŻENIE W MATERIALE BIOLOGICZNYM (DSB)/ THRESHOLD LIMIT VALUE (TLV) IN THE AIR IN WORKPLACE AND BIOLOGICAL LIMIT VALUE (BLV)

Istniejące wartości NDS i ich podstawy

W Polsce nie ustalono wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) ani wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego

Existing NDS values and their bases

In Poland, the threshold limit value (TLV) or the short-term exposure limit (STEL) for 1-decanol and its isomers have not been established. Table 4 lists the

(NDSCh) dla dekan-1-olu i jego izomerów. W tabeli 4. zamieszczono wartości dopuszczalnych stężeń dekan-1-olu obowiązujące w różnych państwach.

Podstawy obowiązującego w Niemczech normatywu przedstawiono w dokumentacji opracowanej przez *Hartwiga* (2017). W pracy tej zamieszczono dane dotyczące dekan-1-olu (bez izomerów). Jednak ze względu na stosunkowo mało obserwacji u ludzi i wyników badań na zwierzętach dotyczących toksyczności dekan-1-olu w dokumentacji podano dla porównania szereg danych odnośnie do toksyczności 3 związków o podobnej budowie chemicznej, tj.: 2-etyloheksanolu, oktan-1-olu i dodekan-1-olu (tab. 5.).

Hartwig (2017) stwierdza, że brak jest odpowiednich danych do ustalenia wartości MAK pochodzących z obserwacji u ludzi lub wyników badań inhalacyjnych oraz doustnych na zwierzętach istotnych dla oceny toksyczności dekan-1-olu. W ośmiotygodniowym badaniu żywieniowym na szczurach Wistar badano (strukturalnie podobny) dodekan-1-ol. Wartość NOAEL dla tego badania określono na 100 mg/kg mc./dzień – po większej dawce (500 mg/kg mc./dzień) obserwowano we krwi zwierząt zmniejszoną liczbę leukocytów. *Hartwig* (2017) uważa, że można przyjąć za wartość NOAEL dawkę 100 mg dekan-1-olu /kg mc./dzień do ustalenia stężenia w powietrzu w miejscu pracy, uwzględniając: wartość korekcji specyficzną dla gatunku (1: 4) odpowiadającą różnicy między szczurami i ludźmi, masę ciała człowieka (70 kg) oraz objętość oddechową (10 m³) ludzi, a także założone 100-procentowe wchłanianie doustne i inhalacyjne oraz pięciodniowe w ciągu tygodnia narażenie w miejscu pracy (7: 5). Daje to odpowiednie stężenie 245 mg dekan-1-olu/m³ (37 ml/m³; 37 ppm), po zastosowaniu współczynników korekcyjnych (bezpieczeństwa) przyjęto dla dekan-1-olu wartość normatywu 66 mg/m³.

exposure limit values for 1-decanol concentrations in force in different countries.

The basis for the standard in force in Germany is presented in the documentation prepared by *Hartwig* (2017). This paper includes data on 1-decanol (without isomers). However, due to relatively few observations in humans and the results of animal experiments on 1-decanol toxicity, the documentation shows a number of data on toxicity of 3 compounds of similar chemical structure, i.e.: 2-ethylhexanol, 1-octanol and 1-dodecanol (Table 5).

Hartwig (2017) states that there are no adequate data to determine MAK values from human observations or the results of inhalation and oral studies on animals relevant for the assessment of 1-decanol toxicity. In an eight-week nutritional study in Wistar rats, (structurally similar) 1-dodecanol was studied. The NOAEL value for this study was set at 100 mg/kg bw/day – after a higher dose (500 mg/kg bw/day) decreased blood leukocyte counts were found in animals. *Hartwig* (2017) believes that a dose of 100 mg 1-decanol/kg bw/day for determination of air concentrations in the workplace can be assumed as NOAEL, taking into account the following: species-specific correction (1: 4) corresponding to the difference between rats and humans, human body weight (70 kg) and respiratory volume (10 m³) of humans, as well as the assumed 100% oral and inhalation absorption and five-day occupational exposure per week (7: 5). This gives an appropriate concentration of 1-decanol of 245 mg/m³ (37 ml/m³; 37 ppm); using correction (safety) factors, the standard value of 66 mg/m³ was adopted for 1-decanol.

1-Decanol has an irritating effect on the eyes and there are no studies on the irritating effect on the airways. Table 5 shows an analogy

Tabela 4. Wartości dopuszczalnych stężeń dekan-1-olu przyjęte w różnych państwach (DFG 2019; IFA 2015)
Table 4. 1-Decanol limit values adopted in different countries (DFG 2019; IFA 2015)

Państwo/Country	OEL – 8 h, mg/m ³	STEL, mg/m ³
Niemcy/Germany	66	66
Łotwa/Latvia	10	–
Rumunia/Romania	100	200
Szwajcaria/Switzerland	66	66

Dekan-1-ol działa drażniąco na oczy, nie przeprowadzono badań nad działaniem drażniącym na drogi oddechowe. W tabeli 5. wskazano analogię do substancji o podobnej strukturze ze względu na działanie drażniące. Skala działania drażniącego 2-etyloheksanolu i oktan-1-olu jest bardzo podobna do działania dekan-1-olu. Wartości RD_{50} znane tylko dla 2-etyloheksanolu i oktan-1-olu są również bardzo zbliżone (odpowiednio 45 i 50 ml/m^3). Ze względu na zwiększoną częstotliwość zamykania powiek u badanych osób w przypadku 2-etyloheksanolu wartość MAK wynosi 54,2 mg/m^3 , tj. 10 ppm. Z powodu bardzo podobnego poziomu działania wartość MAK dla dekan-1-olu ustalono na poziomie 10 ppm, analogicznie do 2-etyloheksanolu, co odpowiada stężeniu 65,68 mg/m^3 .

to substances of similar structure due to their irritating effect. The magnitude of the irritating effect of 2-ethylhexanol and 1-octanol is very similar to 1-decanol. RD_{50} values known only for 2-ethylhexaneol and 1-octanol are also very similar (45 and 50 ml/m^3 , respectively). Due to the increased frequency of eyelid closure in tested subjects, in the case of 2-ethylhexanol, MAK value is 54.2 mg/m^3 , i.e. 10 ppm. Due to a very similar level of action, the MAK value for 1-decanol was set at 10 ppm, similarly to 2-ethylhexanol, which corresponds to a concentration of 65.68 mg/m^3 .

It should be emphasised that the analysis conducted by *Hartwig* (2017) does not take into account the results of volunteer studies conducted over the last decade on the chemosensoric effects

Tabela 5. Porównanie danych fizykochemicznych i działania drażniącego alkanoli o podobnej strukturze

Nazwa związku	Numer CAS	Rozp. w H_2O , mg/l	Prężność par, hPa	Skóra – działanie drażniące	Oczy – działanie drażniące*	RD_{50} dla myszy	Piśmiennictwo
2-Etyloheksanol	104-76-7	900	0,93	lekkie do średnio ciężkiego	silne/ciężkie	45 ml/m^3 (<i>Alarie</i> i in. 2001)	ECHA 2016c
Oktan-1-ol	111-87-5	107	0,03	lekkie do średnio ciężkiego	silne/ciężkie	50 ml/m^3 (<i>Muller, Greff</i> 1984)	ECHA 2016b
Dekan-1-ol	112-30-1	21	0,001	lekkie	silne/ciężkie	bd.	ECHA 2016a
Dodekan-1-ol	112-53-8	1	0,001	lekkie do średnio ciężkiego	brak działania do średnio ciężkiego	bd.	ECHA 2016d

Objaśnienia:

* klasyfikacja zgodna z GHS (ECHA 2016a; 2016b; 20216c; 2016d).

bd. – brak danych.

Table 5. Comparison of physicochemical data and irritating effect of alkanols of similar structure

Compound	CAS number	Solubility in H_2O , mg/l	Vapour pressure, hPa	Skin – irritating effect	Eyes – irritating effect*	RD_{50} for mice	Literature
2-Ethylhexanol	104-76-7	900	0.93	mild to moderately severe	strong/severe	45 ml/m^3 (<i>Alarie</i> et al. 2001)	ECHA 2016c
1-Octanol	111-87-5	107	0.03	mild to moderately severe	strong/severe	50 ml/m^3 (<i>Muller, Greff</i> 1984)	ECHA 2016b
1-Decanol	112-30-1	21	0.001	slight	strong/severe	nd	ECHA 2016a
1-Dodecanol	112-53-8	1	0.001	mild to moderately severe	no action to moderately severe	nd	ECHA 2016d

Explanations:

* GHS-compliant classification (ECHA 2016a; 2016b; 20216c; 2016d).

nd – no data.

Należy podkreślić, że analiza przeprowadzona przez *Hartwiga* (2017) nie uwzględnia wyników badań na ochotnikach przeprowadzonych w ostatnim dziesięcioleciu, dotyczących skutków chemosensorycznych narażenia na 2-etyloheksan-1-ol w warunkach narażenia drogą oddechową. Wykazano, że działanie drażniące substancji referencyjnej, czyli 2-etyloheksan-1-olu, u ludzi występuje już przy znacznie mniejszych stężeniach niż wynikało to z wyników badań na zwierzętach. U ochotników w warunkach narażenia na 2-etyloheksan-1-ol o stałym stężeniu wynoszącym 57,6 mg/m³ przez 4 h, tj. poniżej przyjętej wartości niemieckiej MAK, wskaźniki podrażnienia błon śluzowych jamy nosowej i oczu w skali LMS określono jako „umiarkowane”. Należy jednocześnie podkreślić, że w przypadku narażenia na substancję o sinusoidalnie zmiennym stężeniu (przy średnim stężeniu na tym samym poziomie) obserwowano dodatkowo w popłuczynach nosowych zwiększenie stężenia substancji P – neuropeptydu uznanego za wskaźnik zapalenia neurogennego spowodowanego podrażnieniem nerwu trójdzielnego, a także zmniejszenie przepływu powietrza przez jamę nosową oraz istotne zwiększenie częstości mrugania powiekami.

Na podstawie wyników badań na ochotnikach wykazano, że krytycznym skutkiem narażenia na substancję referencyjną, tj. 2-etyloheksan-1-ol jest działanie drażniące. Eksperci SCOEL zaproponowali wartość OEL dla 2-etyloheksan-1-olu na poziomie 5,42 mg/m³ (1 ppm). Taka wartość NDS 2-etyloheksan-1-olu obowiązuje także w polskich przepisach (rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU 2018, poz. 1286 z późn. zm.).

Podstawy proponowanych wartości NDS i NDSCh

W dostępnych wynikach badań brak jest informacji o toksyczności narządowej dekan-1-olu i/lub jego izomerów u ludzi, a także nie ma wystarczających wyników badań na zwierzętach narażanych drogą inhalacyjną lub pokarmową. Zaproponowano przyjąć za podstawę do wyznaczenia wartości NDS dla dekan-1-olu wyniki badań uzyskane na

of exposure to 2-ethyl-1-hexanol under respiratory exposure conditions. The irritating effect of the reference substance, i.e. 2-ethyl-1-hexanol, in humans has been shown to be already present at much lower concentrations than those shown in the results of animal studies. In volunteers exposed to 2-ethyl-1-hexanol at a constant concentration of 57.6 mg/m³ for 4 h, i.e. below the assumed German MAK value, LMS index of irritation of the mucous membranes of the nasal cavity and eyes is “moderate”. At the same time, it should be emphasised that in the case of exposure to a substance with sinusoidally variable concentration (with the mean concentration at the same level), an increase in the concentration of the substance P-neuropeptide, considered a marker of neurogenic inflammation caused by irritation of the trigeminal nerve, was observed in nasal lavage, and decrease of airflow through the nasal cavity and a significant increase in eyelid blinking were demonstrated.

Based on the results of studies on volunteers, it was demonstrated that the critical effect of exposure to the standard substance, i.e. 2-ethyl-1-hexanol, is the irritating effect. SCOEL experts proposed an OEL value for 2-ethyl-1-hexanol at a level of 5.42 mg/m³ (1 ppm). Such TLV value of 2-ethyl-1-hexanol is also applicable in the Polish regulations (Regulation of the Minister of Family, Labour and Social Policy of 12 June 2018 on the maximum acceptable concentrations and intensity of factors harmful to health in the working environment. (Journal of Laws 2018, item 1286, as amended).

Basis for the proposed TLV and STEL values

In the available results of the studies, there is no information on the organ toxicity of 1-decanol and/or its isomers in humans, and there are no sufficient data from studies in animal exposed by inhalation or ingestion. As the basis for the determination of the TLV value for 1-decanol it was proposed to use the results of tests obtained on animals for compounds with a similar chemical structure. The reference substances were 2-ethylhexanol and 1-octanol, and the values of RD₅₀ coefficients determined for 2-ethylhexanol and 1-octanol were taken into account.

zwierzętach dla związków o podobnej strukturze chemicznej. Za substancje referencyjne przyjęto 2-etyloheksanol i oktan-1-ol oraz uwzględniono wyznaczone wartości współczynników RD_{50} dla 2-etyloheksanolu i oktan-1-olu.

Dekan-1-ol wykazuje działanie drażniące, a skala jego działania może być porównywana do działania drażniącego 2-etyloheksanolu i oktan-1-olu (Hartwig 2017). W przypadku substancji wykazujących działanie drażniące za podstawę do wyprowadzenia wartości NDS można przyjmując wartość współczynnika RD_{50} (Czerczak 2004; Kupczewska-Dobecka, Czerczak 2004). Za podstawę wartości NDS dla dekan-1-olu i jego izomerów zaproponowano wartość RD_{50} ustaloną dla 2-etyloheksan-1-olu lub oktan-1-olu. Skutki działania drażniącego substancji w zależności od wartości RD_{50} przedstawiono w tabeli 6.

Powyższe dane mogą służyć do wyznaczenia wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) dla substancji drażniących drogi oddechowe. Wartość NDS jest przyjmowana w zakresie $1/10 \div 1/100$ stężenia substancji drażniącej u zwierząt wyznaczonej jako wartość RD_{50} .

W dostępnej literaturze brak jest wartości RD_{50} dla dekan-1-olu i/lub jego izomerów, ale współczynnik RD_{50} został wyznaczony dla myszy narażanych na 2-etyloheksanol i oktan-1-ol (tab. 7.). Są to wartości bardzo zbliżone dla obu związków. W Polsce dla 2-etyloheksanolu obowiązuje wartość NDS na poziomie $5,4 \text{ mg/m}^3$ oraz wartość chwilowa NDSch – $10,8 \text{ mg/m}^3$ (Konieczko, Czerczak 2015). Dla oktan-1-olu wartości NDS nie ustalono.

Minimalna wartość współczynnika uzależniającego wartość NDS od wartości RD_{50} wynosi $1/10$, a wartość średnia $1/30$. Biorąc pod uwagę umiarkowaną siłę działania drażniącego dekan-1-olu, do obliczenia wartości NDS zastosowano minimalną wartość współczynnika, tj. $1/10$. Zaproponowana wartość NDS dekan-1-olu mieści się wtedy w zakresie $29,56 \div 32,84 \text{ mg/m}^3$.

1-Decanol has an irritating effect, and the scale of its action can be compared to the irritating effect of 2-ethylhexanol and 1-octanol (Hartwig 2017). In the case of substances with irritating effects, the RD_{50} ratio can be used as the basis for determining the TLV value (Czerczak 2004; Kupczewska-Dobecka, Czerczak 2004). The RD_{50} value established for 2-ethyl-1-hexanol or 1-octanol was proposed as the basis for the TLV value for 1-decanol and its isomers.

The above data can be used to determine the threshold limit value (TLV) for the substances with irritating effect on the airways. The TLV is adopted within the range of $1/10$ to $1/100$ of the concentration of the irritating substance in animals, as determined by the RD_{50} (Table 6).

The available literature lacks RD_{50} values for 1-decanol and/or its isomers, but the RD_{50} ratio was determined for mice exposed to 2-ethylhexanol and 1-octanol (Table 7). These values are very similar for both compounds. In Poland, the TLV value of 5.4 mg/m^3 and the short-term value of STEL of 10.8 mg/m^3 are in force for 2-ethylhexaneol (Kieczko, Czerczak 2015). The TLV values have not been determined for 1-octanol.

The minimum value of the coefficient making the TLV value dependent on the RD_{50} value is $1/10$, and the mean value is $1/30$. Given the moderate irritating effect of 1-decanol, the minimum coefficient value was used to calculate the TLV value, i.e. $1/10$. The proposed TLV value of 1-decanol is within the range of $29.56 \div 32.84 \text{ mg/m}^3$.

Tabela 6. Skutki działania drażniącego substancji chemicznych w zależności od wartości RD_{50} (Czerczak 2004, Kupczewska-Dobecka, Czerczak 2004)
Table 6. Consequences of the irritating effect of chemical substances depending on RD_{50} value (Czerczak 2004, Kupczewska-Dobecka, Czerczak 2004)

Stężenie substancji w powietrzu/ Concentration of the substance in the air	Przewidywane skutki działania drażniącego substancji dla ludzi/ Expected irritating effects of the substance on humans
RD_{50}	stężenie tolerowane przez człowieka/concentration tolerable by humans
$1/10 \text{ } RD_{50}$	stężenie powodujące niewielkie podrażnienie oczu, nosa i gardła/concentration causing slight irritation of the eyes, nose and throat
$1/100 \text{ } RD_{50}$	brak lub bardzo słaba percepcja działania drażniącego/lack of or very weak perception of the irritating effect

Tabela 7. Wartości RD₅₀, 1/10 RD₅₀, 1/100 RD₅₀ i 1/30 RD₅₀ dla 2-etyloheksanolu i oktan-1-olu (Hartwig 2017)

Table 7. RD₅₀ values, 1/10 RD₅₀, 1/100 RD₅₀ and 1/30 RD₅₀ for 2-ethylhexanol and 1-octanol (Hartwig 2017)

Związek/Compound	RD ₅₀ dla myszy/ RD ₅₀ for mice	1/100 ÷ 1/10 RD ₅₀ (ml/m ³)	1/100 ÷ 1/10 RD ₅₀ (mg/m ³)	1/30 RD ₅₀
2-Etyloheksanol/ 2-Ethylhexanol	45 ml/m ³	0,45 ÷ 4,50	2,39 ÷ 23,94	1,35 ml/m ³ 7,18 mg/m ³
Oktan-1-ol/ 1-Octanol	50 ml/m ³	0,50 ÷ 5,00	2,66 ÷ 26,60	1,50 ml/m ³ 7,98 mg/m ³
Dekan-1-ol/ 1-Decanol	brak danych/ no data	brak danych/ no data		
Propozycja RD ₅₀ dla dekan-1-olu: RD ₅₀ proposal for 1-decanol:	45 ml/m ³	0,45 ÷ 4,50	2,96 ÷ 29,56	1,35 ml/m ³ 8,87 mg/m ³
	50 ml/m ³	0,50 ÷ 5,00	3,28 ÷ 32,84	1,50 ml/m ³ 9,85 mg/m ³

Objaśnienia:

Do powyższych obliczeń przyjęto następujące przeliczniki:

- 2-etyloheksanol – 1 ppm -5,32 mg/m³,
- okan-1-ol – 1 ppm -5,32 mg/m³,
- dekan-1-ol – 1 ppm -6,568 mg/m³.

Explanations:

The following conversion factors were used for the above calculations:

- 2-ethylhexanol – 1 ppm -5.32 mg/m³,
- 1-octanol – 1 ppm -5.32 mg/m³,
- 1-decanol – 1 ppm -6.568 mg/m³.

Zaproponowano wartość NDS dla dekan-1-olu i jego izomerów: dekan-2-olu, dekan-3-olu, dekan-4-olu oraz dekan-5-olu na poziomie 30 mg/m³. Aby zapobiegać występowaniu stężeń pikowych, zaproponowano wartość chwilową NDSch na poziomie 2 NDS, tj. 60 mg/m³. Nie ma podstaw do wyznaczenia wartości dopuszczalnego stężenia w materiale biologicznym – DSB. Ze względu na działanie drażniące zaproponowano oznakowanie literą „I” (substancja o działaniu drażniącym).

The TLV value was proposed for 1-decanol and its isomers: 2-decanol, 3-decanol, 4-decanol and 5-decanol at the level of 30 mg/m³. In order to prevent peak concentrations, a short-term value of STEL was proposed at the level of 2 TLV, i.e. 60 mg/m³. There are no grounds for determining the limit value for concentration in the biological material – BLV. Due to its irritating effect, the marking with letter “I” (irritating agent) was proposed.

Wykaz skrótów stosowanych w dokumentacji

ATP	adenozyno-5'-trifosforan (nukleotyd adeninowy pełniący rolę koenzymu w przemianach komórkowych)
CFA	test tworzenia kolonii
GC	chromatografia gazowa
GHS	globalnie zharmonizowany system klasyfikacji i oznakowania chemikaliów
LC ₅₀	mediana stężenia śmiertelnego – stężenie substancji, co do którego można oczekiwać, że spowoduje śmierć 50% badanych zwierząt, zwykle wyrażana w mg/l, mg/kg lub ppm
LD ₅₀	mediana dawki śmiertelnej – dawka, która może spowodować śmierć 50% badanych zwierząt przy podaniu wskazaną

List of abbreviations used in the documentation

ATP	Adenosine triphosphate (adenine nucleotide acting as a coenzyme in cell metabolism)
CFA	colony-forming assays
GC	gas chromatography
GHS	Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals
LC ₅₀	median lethal concentration – concentration of substance expected to cause death of 50% of test animals, usually expressed in mg/l, mg/kg or ppm
LD ₅₀	median lethal dose – dose that can cause death of 50% of test animals when administered using the indicated

	drogą (doustnie, przez skórę, przez inhalację), wyrażana np. w mg/kg masy ciała		route (oral, transdermal, inhalation), expressed, e.g., in mg/kg of body weight
LOAEL	najniższy poziom narażenia, przy którym obserwuje się skutki szkodliwe	LOAEL	lowest observable adverse effect level
MAK	maksymalne dopuszczalne stężenie (niem. <i>Maximale Arbeitsplatz Konzentration</i>)	MAK	maximum allowable concentration (German: Maximale Arbeitsplatz Konzentration)
MB	test z błękitem metylenowym	MB	methylene blue dye test
MMS	metanosulfonian metylu	MMS	methyl methanesulfonate
MTT	test z bromkiem 3-(4,5-dimetylo-2-tiazolilo)-2,5-difenylotetrazoliowym (kolorymetryczny test do oceny aktywności metabolicznej komórek)	MTT	3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide test (colorimetric assay for assessing cell metabolic activity)
NIOSH	Narodowy Instytut Bezpieczeństwa Zawodowego i Zdrowia (USA)	NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health (USA)
NOAEL	najwyższy poziom narażenia, przy którym nie obserwuje się skutków szkodliwych	NOAEL	no observed adverse effect level
OECD	Organizacja Współpracy Ekonomicznej i Rozwoju	OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PII	wskaźnik pierwotnego podrażnienia	PII	primary irritation index
RD ₅₀	stężenie, które powoduje redukcję częstości akcji oddechowej (po 10-minutowym narażeniu) do 50% wartości należnej	RD ₅₀	exposure concentration producing a 50% respiratory rate decrease following a 10-minute exposure
TLV	najwyższe dopuszczalne stężenie	TLV	threshold limit value

PIŚMIENICTWO / REFERENCES

Alarie Y., Nielsen G.D., Schaper M.M. (2001). Animal bioassays for evaluation of indoor air quality. [W:] Indoor air quality handbook. McGraw-Hill Co. [Red.] J.D. Spengler, J.F. McCarthy, J.M. Samet. New York, NY: 2 3-10-23.49 (cyt. za: Hartwig 2017).

Ashby J., Tennant R.W. (1991). Definitive relationships among chemical structure, carcinogenicity and mutagenicity for 301 chemicals tested by the U.S. NTP. *Mutat. Res.* 257(3), 229–306.

Bagley D.M., Gardner J.R., Holland G., Lewis R.W., Regnier J.F., Stringer D.A., Walker A.P. (1996). Skin irritation: reference chemicals data bank. *Toxicol. In Vitro* 10, 1–6.

Bandi Z.L., Mangold H.K., Holmer G., Aaes-Jorgensen E. (1971a). The alkyl and alk-1-enyl glycerols in the liver of rats fed long chain alcohols or alkyl glycerols. *FEBS Letters* 12, 217–220.

Bandi Z.L., Aaes-Jorgensen E., Mangold H.K. (1971b). Metabolism of unusual lipids in the rat. 1. Formation of unsaturated alkyl and alk-1-enyl chains from orally administered alcohols. *Biochim. Biophys. Acta* 239, 357–367.

Berthaud F., Narancic S., Boncheva M. (2011). In vitro skin penetration of fragrances: trapping the evaporated material can enhance the dermal absorption of volatile chemicals. *Toxicol. In Vitro* 25, 1399–1405.

Buist H.E., van Burgsteden J.A., Freidig A.P., Maas W.J., Johannes J.M. van de Sandt J.J. (2010). New in vitro dermal absorption database and the prediction of dermal absorption under finite conditions for risk assessment purposes. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 57(2-3), 200–209.

Burdock G.A. (1997). *Encyclopedia of food and color additives*. CRC Press.

Burdock G.A. (2005). *Fenaroli's handbook of flavor ingredients*. 5th ed. CRC Press.

Czerczak S. (2004). Zasady ustalania wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych czynników szkodliwych w środowisku pracy. *PIMOŚP* 4(42), 5–18.

DFG (2019). Deutsche Forschungsgemeinschaft. MAK und BAT-Werte-List.

ECHA (2016a). European Chemicals Agency. Information on registered substances. Dataset on decan-1-ol (CAS number 112-30-1).

ECHA (2016b). European Chemicals Agency. Information on registered substances. Dataset on octan-1-ol (CAS number 111-87-5).

ECHA (2016c). European Chemicals Agency. Information on registered substances. Dataset on 2-ethylhexan-1-ol (CAS number 104-76-7).

- ECHA (2016d). European Chemicals Agency. Information on registered substances. Dataset on dodecan-1-ol (CAS number 112-53-8).
- EFSA, European Food Safety Authority (2010). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance 1-decanol. *EFSA Journal* 8(9), 1715–1757.
- Friedberg S.J. (1976). Plasma transport forms of ingested fatty alcohols in the rat. *Lipids* 11(8), 587–93.
- Gelman R.A., Gilbertson J.A. (1975). Permeability of the blood-brain barrier to long-chain alcohols from plasma. *Nutr. Metab.* 18, 169–175.
- Gibert J.P., Sice J. (1960). Dose-response relationship of a tumorpromoting agent. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2, 392–396.
- Hartwig A. (2017). 1-Decanol/decan-1-ol. The MAK Collection for Occupational Health and Safety 2, 516–536.
- Hjorth N., Trolle-Lassen C. (1963). Skin reactions to ointment bases. *Trans. St Johns Hosp. Dermatol. Soc* 49, 127–140 (cyt. za: Hartwig 2017).
- IFA (2015). Decan-1-ol. Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.
- Iwata Y., Moriya Y., Kobayashi T. (1987). Percutaneous absorption of aliphatic compounds. *Cosmet. Toilet.* 102, 53–68.
- JECFA (1999). Evaluation of certain food additives and contaminants. 49th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Tech. Rep. Series No 884. WHO, Geneva.
- Kamil I.A., Smith J.N., Williams R.T. (1953). Studies in detoxication. XLVI. The metabolism of aliphatic alcohols; the glucuronic acid conjugation of acyclic aliphatic alcohols. *Biochem. J.* 53, 129–136.
- Konieczko K., Czerczak S. (2015). 2-Etyloheksan-1-ol. Dokumentacja proponowanych dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego. *Podst. Metod. Ocen. Środ. Pr.* 4(86), 61–88.
- Kreja L., Seidel H.J. (2002). On the cytotoxicity of some microbial volatile organic compounds as studied in the human lung cell line A549. *Chemosphere* 49, 105–110.
- Kupczewska-Dobecka M., Czerczak S. (2004). Normatywy higieniczne w powietrzu środowiska pracy ustalone przez Zespół Ekspertów ds. Czynników Chemicznych w 2002 r. *Med. Pracy* 55, 7–12.
- McIsaac W.M., Williams R.T. (1958). The metabolism of spermaceti. *West African Journal of Biological Chemistry* 2, 42–44.
- Menzel M., Wind T., Steber J. (2001). Evaluation of the biotransformation behaviour of unbranched and branched fatty alcohols by an in vitro assay with liver homogenate.
- Miyazaki M. (1955). Nutritive value of aliphatic alcohols II. The nutritive value and toxicity of saturated alcohols of six to eighteen carbon atoms. *J. Agric. Chem. Soc. Japan* 29, 501–505.
- Mudge S.M., Belanger S.E., Nielsen A.M. (2008). Fatty Alcohols – anthropogenic and natural occurrence in the environment. Royal Society of Chemistry, London, UK. ISBN 978-0-85404-152-7.
- Mukherjee K.D., Weber N., Mangold H.K., Volm M., Richtert I. (1980). Competing pathways in the formation of alkyl, alk-1-enyl and acyl moieties in the lipids of mammalian tissues. *Eur. J. Biochem.* 107 (1), 289–294.
- Muller J., Greff G. (1984). Recherche de relations entre toxicite de molecules d'interest industriel et proprietes physico-chimiques: test d'irritation des voies aeriennes superieures applique a quatre familles chimique. *Food. Chem. Toxicol.* 22, 661–664 (cyt. za: Hartwig 2017).
- Nelson B.K., Brightwell W.S., Khan A., Krieg E.F., Hoberman A.M. (1990a). Developmental toxicology assessment of 1-octanol, 1-nonanol, and 1-decanol administered by inhalation to rats. *J. Am. Coll. Toxicol.* 9, 93–97.
- Nelson B.K., Brightwell W.S., Krieg E.F. (1990b). Developmental toxicology of industrial alcohols: a summary of 13 alcohols administered by inhalation to rats. *Toxicol. Indust. Health* 6, 373–387.
- OECD (2006). Long Chain Alcohols. SIDS Initial Assessment Report for SIAM 22.
- Orhan I., Kartal M., Kan Y., Sener B. (2008). Activity of essential oils and individual components against acetyl- and butyrylcholinesterase. *Z Naturforsch C J Biosci.* 63(7–8), 547–53.
- Patty's Toxicology (2012). Monohydric alcohols-C7 to C18, aromatic and other alcohols. 6nd Edition 1, 16–17.
- PubChem (2020). National Institutes of Health (NIH).
- Robinson M.K. (2000). Racial differences in acute and cumulative skin irritation responses between Caucasian and Asian populations. *Contact Dermatitis* 42, 134–143.
- Robinson M.K. (2001). Intra-individual variations in acute and cumulative skin irritation responses. *Contact Dermatitis* 45, 75–83.
- Robinson M.K. (2002). Population differences in acute skin irritation responses. *Contact Dermatitis* 46, 86–93.
- Robinson M.K., Perkins M.A., Basketter D.A. (1998). Application of a 4-h humn patch test method for comparative and investigative assessment of skinirritation. *Contact Dermatitis* 38, 194–202.
- ROTH (2017). Safety data sheet. 1-Decanol.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006. Dz. Urz. UE L 353 z 31.12.2008 z późn. zm. [Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006 (Text with EEA relevance)].
- Schmidt G., Rittschof D., Lutostanski K.L., Batchelder A., Harder T. (2009). 3-Decanol in the haemolymph of the hermit

crab *Clibanarius vittatus* signals shell availability to conspecifics. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 382, 47–53.

Sharp D.W. (1978). The sensitization potential of some perfume ingredients tested using a modified draize procedure. *Toxicol.* 9, 261–271.

Sice J. (1966). Tumor-promoting activity of n-alkanes and 1-alkanols. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 9, 70–74 (cyt. za: Hartwig 2017).

The Merck Index (2001). *En encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals*. 13. ed., Merck & Co., Inc., Rahway, New York, U.S.A.

Veenstra G., Webb C., Sanderson H., Belanger S.E., Fisk P., Nielsen A., Kasai Y., Willing A., Dyer S., Penney D., Certa H., Stanton K., Sedlak R. (2009). Human health risk assessment of long chain aliphatic alcohols. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72, 1016–1030.

Wasti K. (1978). A literature review – problem definition studies on selected toxic chemicals. Environmental Protection Research Division, US Army Medical Research and Development Command, Maryland USA.

Wenninger E.J., Susan Y. Emmert S.Y., Tindall K., Hongjian Ding H., Mark A. Boetel M.A., Rajabaskar D., Eigenbrode S.D. (2017). Aggregation behavior and a putative aggregation pheromone in sugar beet root maggot flies (Diptera: Ulidiidae). *Journal of Insect Science* 17(1), 29, 1–9.

Williams R.T. (1959). *Detoxification mechanisms*. 2nd Edition, Chapman & Hall, London.

Adres do korespondencji/Contact details:

prof. dr hab. JADWIGA SZYMAŃSKA
e-mail: jadwiga.szymanska@umed.lodz.pl
Uniwersytet Medyczny w Łodzi
90-151 Łódź, ul. J. Muszyńskiego 1
POLAND

ZAKRES BADAŃ WSTĘPNYCH I OKRESOWYCH, NARZĄDY (UKŁADY)
KRYTYCZNE, PRZECIWWSKAZANIA LEKARSKIE DO ZATRUDNIENIA
W NARAŻENIU NA DEKAN-1-OL I JEGO IZOMERY
(DEKAN-2-OL, DEKAN-3-OL, DEKAN-4-OL, DEKAN-5-OL) /
THE SCOPE OF PRELIMINARY AND PERIODIC TESTS, CRITICAL ORGANS
(SYSTEMS), MEDICAL CONTRAINDICATIONS FOR EMPLOYMENT
IN THE EXPOSURE TO 1-DECANOL AND ITS ISOMERS
(DEKAN-2-OL, DEKAN-3-OL, DEKAN-4-OL, DEKAN-5-OL)

dr n. med. Marcin Rybacki (MD, PhD)
Instytut Medycyny Pracy
im. prof. dr. med. Jerzego Nofera /
Nofer Institute of Occupational Medicine
91-348 Łódź
ul. św. Teresy od Dzieciątka Jezus 8

Zakres badania wstępnego

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na spojówkę i skórę.
Badania pomocnicze: brak.

Zakres badania okresowego

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na spojówkę i skórę.
Badania pomocnicze: brak.
Częstotliwość badań okresowych: co 2 – 4 lata.

U w a g a

Lekarz przeprowadzający badanie profilaktyczne może poszerzyć jego zakres o dodatkowe specjalistyczne badania lekarskie oraz badania pomocnicze, a także wyznaczyć krótszy termin następnego badania, jeżeli stwierdzi, że jest to niezbędne do prawidłowej oceny stanu zdrowia osoby przyjmowanej do pracy lub pracownika.

Zakres ostatniego badania okresowego przed zakończeniem aktywności zawodowej

Ogólne badanie lekarskie ze zwróceniem uwagi na spojówkę i skórę.
Badania pomocnicze: brak.

Scope of preliminary examination

General medical examination with emphasis on conjunctiva and skin.
Auxiliary examinations: none.

Scope of periodic examination

General medical examination with emphasis on conjunctiva and skin.
Auxiliary examinations: none.
Periodic testing frequency: every 2–4 years.

N o t e

The doctor conducting preventive examination may extend its scope with additional specialist medical examinations and auxiliary examinations, and determine a shorter timeline for the next examination, if he/she concludes that it is necessary for the correct assessment of the health of the individual being hired or of the employee.

Scope of the last periodic examination before the end of professional activity

General medical examination with emphasis on conjunctiva and skin.
Auxiliary examinations: none.

Narządy (układy) krytyczne

Narządem krytycznym podczas pracy w narażeniu na dekan-1-ol i jego izomery jest układ rozrodczy.

Przeciwwskazania lekarskie do zatrudnienia

Przeciwwskazaniami do zatrudnienia w narażeniu na dekan-1-ol i jego izomery są:

- zmiany skórne wywołane działaniem drażniącym,
- ciąża.

U w a g a

Wymienione przeciwwskazania dotyczą kandydatów do pracy.

O przeciwwskazaniach w przebiegu zatrudnienia powinien decydować lekarz sprawujący opiekę profilaktyczną, biorąc pod uwagę wielkość i okres trwania narażenia zawodowego oraz ocenę stopnia zaawansowania i dynamikę zmian chorobowych.

Critical organs (systems)

The critical organ during the exposure to 1-decanol and its isomers is the reproductive system.

Medical contraindications for employment

Contraindications to employment in exposure to 1-decanol and its isomers are:

- skin lesions caused by irritating effect,
- pregnancy.

N o t e

The listed contraindications apply to candidates for work.

The physician in charge of preventive care should decide on the contraindications in the course of employment, taking into account the size and duration of occupational exposure and the assessment of the degree of lesion advancement and dynamics.