

Grunnlag for fastsettelse av administrativ norm for butylmetakrylat

Direktoratet for arbeidstilsynet, 2007

Forord

Grunnlagsdokumenter for fastsettelse av administrative normer utarbeides av Direktoratet for arbeidstilsynet i henhold til rutinen for revisjon av administrative normer vedtatt av styret for Arbeidstilsynet på styremøte 03.05.2001.

Statens arbeidsmiljøinstitutt ved Toksikologisk ekspertgruppe for administrative normer (TEAN) utarbeider kapittel 3 og 4 i grunnlagsdokumentene. TEAN innhenter i dette arbeidet relevante publiserte vitenskapelige studier og bearbeider toksikologiske og andre relevante data for bruk i prosessen for å fastsette administrative normer. Ikke-vitenskapelige rapporter av annen art kan benyttes, men disse skal tilfredsstillende de samme faglige og vitenskapelige krav som stilles til fagfellevurderte publiserte studier.

TEAN er kollektivt ansvarlig for den toksikologiske vurderingen av hvert enkelt stoff. Dersom Direktoratet for arbeidstilsynet ved utarbeiding av grunnlagsdokumentet finner mangler, feil og uklarheter i data eller vurderinger, kan direktoratet ta dette opp med TEAN. Det er imidlertid TEAN som avgjør om disse manglene, feilene eller uklarhetene gir grunnlag for å skrive reviderte kapitler 3 og 4.

STAMI skal levere måledokumentasjon fra eksponeringsdatabasen EXPO, samt bistå med opplysninger om prøvetakings- og analysemetoder for stoffene (inngår i kapittel 5 i grunnlagsdokumentene). Direktoratet for arbeidstilsynet har ansvaret for vurderinger og konklusjoner i dette kapitlet.

Kapitlene 1 og 2 samt den endelige vurderingen med konklusjoner og forslag til administrativ norm i kapitlene 6 og 7 er utelukkende ansvaret til Direktoratet for arbeidstilsynet. Det samme gjelder kapittel 8, hvor den fastsatte administrative normen er angitt.

Innholdsfortegnelse

1. Stoffets identitet	4
2. Grenseverdier	4
2.1 Nåværende administrativ norm	4
2.2 Grenseverdier fra andre land og organisasjoner	4
3. Fysikalske og kjemiske data	5
4. Toksikologiske data og helseeffekter	6
4.1 Toksikokinetikk	6
4.1.1 Opptak og distribusjon	6
4.1.2 Metabolisme	6
4.1.3 Utskillelse	6
4.2 Toksikodynamikk	6
4.2.1 Organtoksisitet	6
4.2.2 Sensibiliserende effekt	8
4.2.3 Gentoksisk effekt.....	8
4.2.4 Kreftfremkallende effekt	9
4.2.5 Reproduksjonsskadelig effekt	9
4.3 Vurdering	9
5. Bruk og eksponering	9
5.1 Data fra Produktregisteret	10
5.3 Måle- og analyse metoder	10
5.4 Måledokumentasjon fra EXPO og berørte bedrifter	10
6. Vurdering	11
7. Konklusjon med forslag til ny administrativ norm	11
8. Ny administrativ norm	11
9. Referanser	12

1. Stoffets identitet

Navn:	Butylmetakrylat
Synonymer:	Metakrylsyrebutylester, butyl-2-metakrylat, butyl-2-metyl-2-propenoat, n-butylmetakrylat, 2-metylbutylakrylat
CAS-nr:	97-88-1
EINECS-nr:	202-615-1
EEC-nr	607-033-00-5

2. Grenseverdier

2.1 Nåværende administrativ norm

Nåværende administrativ norm for butylmetakrylat: 50 ppm, 300 mg/m³. Stoffet har anmerkningen A; allergifremkallende.

2.2 Grenseverdier fra andre land og organisasjoner

Land/Organisasjon	Kilde	Grenseverdi, inkl. anmerkning	Kommentar
Danmark	At-vejledning C.0.1 Oktober 2002 ¹	ikke fastsatt	
Sverige	AFS 2000:3 ²	8 t: 50 ppm, 300 mg/m ³ 15 min: 75 ppm, 450 mg/m ³ , S	S; sensitiviserende
Finland	Http-värden 2002	ikke fastsatt	
Storbritannia	EH/2002	ikke fastsatt	
Nederland	Dutch OEL-list 2004 ³	8 t: 10 ppm, 59 mg/m ³	
Tyskland myndighetene	TRGS 900 2003 ⁴	ikke fastsatt	
MAK, Tyskland	MAK (DFG; 2003)	ikke fastsatt	
EU		ikke fastsatt	
NIOSH, USA	NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards ⁵	8 t: 10 ppm, 55 mg/m ³	
OSHA, USA	TABLE Z-1 Limits for Air Contaminants. (1910.1000 TABLE Z-1)	ikke fastsatt	

ACGIH, USA	ACGHI [®] 2004 Chemical Substances Threshold Limit Values (TLVs [®])	ikke fastsatt	
---------------	---	---------------	--

Tabell 2.2.1 Grenseverdier fra andre land og organisasjoner. Vi kjenner ikke grunnlaget for fastsettelsen av grenseverdiene i tabellen.

¹ <http://www.arbejdstilsynet.dk/graphics/at/pdf/At-vejledninger/C01-GV-liste-oktober-2002.pdf>

² http://www.av.se/regler/afs/2000_03.pdf

³ http://www.ser.nl/overdeser/default.asp?desc=mac_waarden_cas

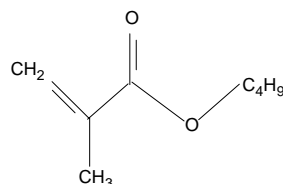
⁴ <http://www.baua.de/prax/ags/trgs900.pdf>

⁵ <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0000.html>

3. Fysikalske og kjemiske data

Kapittel 3 og 4 i dette dokumentet er i stor grad basert på følgende tre kriteriedokumenter: "Acrylater och methacrylater" fra 1983 [1] og "Vetenskapligt underlag för hygieniska gränsvärden" fra 1985 [2] i serien Arbete och Hälsa, samt dokumentet "n-Butyl Methacrylate, Isobutyl Methacrylate" utgitt i 1997 [3] fra ECETOC. Søk etter nyere informasjon har ikke avdekket noe vesentlig nytt i forhold til kriteriedokumentene. Det er få studier som har vært gjort på butylmetakrylats toksikologiske egenskaper. Stoffet er kjemisk strukturelt nært beslektet med metylmetakrylat og har i mange henseender svært like egenskaper [3,4]. Butylmetakrylat sammenlignes derfor ofte med metylmetakrylat.

Molekylvekt: 142,20
Kjemisk formel: C₈ H₁₄ O₂
Molekylstruktur:



Tetthet: 0,8936
Smeltepunkt: -75 °C
Kokepunkt: 160 °C (v/101,3 kPa)
Damptrykk: 4,9 mm Hg (v/20 °C)
Damptetthet (luft=1): 4,8
Selvantennelsestemperatur: 290 °C
Flammepunkt: 41 °C
Eksplosjonsgrenser: 2-8 (vol %)
Log K_{ow} : 2,88
Løselighet: Uløselig i vann. Lett løselig i både alkohol og eter.
Fysisk tilstand (v/20 °C, 101,3 kPa): Klar, fargeløs væske med esterlignende lukt.
Omregningsfaktor for luftkonsentrasjon: 1 mg/m³ = 0,17 ppm, 1 ppm = 5,91 mg/m³

4. Toksikologiske data og helseeffekter

4.1 Toksikokinetikk

4.1.1 Opptak og distribusjon

Butylmetakrylat ligner metylmetakrylat i opptak og distribusjon i kroppen. (jf. "Metabolisme" og "Utskillelse" nedenfor). Stoffene tas raskt opp både via lunger og magetarmkanal [1,2,3]. Ved intraperitoneal dosering av rotter med radioaktivt butylmetakrylat, ble radioaktiviteten distribuert til alle viktige organer. De høyeste nivåene ble funnet i lever og nyrer etter 2 - 12 t [3].

Det er ikke funnet publiserte studier om hudopptak for butylmetakrylat. Metylmetakrylat tas langsamt opp og generelt tas metakrylater opp langt langsommere enn akrylater [1].

4.1.2 Metabolisme

Butylmetakrylat omdannes i kroppen på samme måte som andre metakrylater [3,4]. Både *in vivo*- og *in vitro*-undersøkelser av metylmetakrylat og andre akrylsyreestere har vist at disse stoffene omdannes i kroppen hovedsakelig ved hydrolyse. Butylmetakrylat omdannes således til metakrylsyre og butanol. Metakrylsyren danner et intermediat med coenzym-A som inngår i nedbrytningssyklusen til aminosyren valin og omdannes således til vann og CO₂. Butanolen blir konvertert ved alkoholdehydrogenase og aldehyddehydrogenase til henholdsvis aldehyd og fettsyre som videre omdannes via trikarboksylsyre syklusen [3] til vann og CO₂.

In vitro forsøk har vist at hydrolysen foregår raskt ved lever-esteraser [3].

Konjugering med GSH synes ikke å spille noen viktig rolle for biotransformasjon av butylmetakrylat [3].

4.1.3 Utskillelse

Rotter som peroralt og intravenøst ble tilført radioaktivt (¹⁴C) metylmetakrylat skilte ut 65 % av dosen etter to timer, og 84 - 88 % etter ti dager, hovedsakelig via lungene [1]. Omtrent halvparten av det resterende ble skilt ut i urin, mens resten ble funnet i kroppsvevet.

Det foreligger en russisk undersøkelse av opptak og utskillelse av butylmetakrylat hos rotter. Ifølge et engelsk sammendrag av denne studien [5] underbygger denne undersøkelsen at butylmetakrylat tas opp og skilles ut relativt raskt.

4.2 Toksikodynamikk

4.2.1 Organtoksisitet

Akutt toksisitet

Det er gjort en rekke dyrestudier på akutt toksisitet (LD- og LC-bestemmelser) for butylmetakrylat. Forskjellige dyrearter og ulike eksponeringsveier er blitt benyttet. Tabell 4.2.1 viser noen resultater som indikerer lav akutt toksisitet.

Type eksponering	LD ₅₀ (g/kg kroppsvekt)	LC ₅₀ (ppm)
Oral, rotte	16 - 18,6	
Oral, mus	12,9 - 15,8	
Oral, kanin	5,4 – 25	
Hud, kanin	10,2	
Inhalasjon, rotte		3330, 4 t eksponering
Inhalasjon, mus		>2874, 8 t eksponering
Intrap., rotte	2,1 - 5,1	
Intrap., mus	1,5	

Tabell 4.2.1 Oversikt over LD50- og LC50-verdier fra dyreforsøk [3].

Irritativ effekt

Hud

I ECETOCs kriteriedokument [3] er ni dyrestudier på butylmetakrylats hudirriterende virkning referert og vurdert. Kaniner er benyttet i sju av forsøkene, mens rotter og marsvin er benyttet i ett hver. Oversikten viser at stoffet er lett til moderat hudirriterende.

Øyne

Butylmetakrylats irritative effekt på øye er testet hos både rotter og kaniner i flere studier som er referert i ECETOCs kriteriedokument [3]. Tre studier viste svak til mild irritasjon når stoffet ble applisert direkte på øyet. To studier har undersøkt øyeirritasjon ved lufteksponering. I det ene tilfellet ble det påvist irritasjon i slimhinnene hos kaniner, marsvin og rotter som ble eksponert for damper med luftkonsentrasjon opp til 5 g/m³ (850 ppm) [3]. Den andre undersøkelsen var en fire ukers studie av rotter. Det ble observert tåreflom i løpet av de første tre dager ved luftkonsentrasjonene 952 ppm og 1891 ppm butylmetakrylat (henholdsvis 5,5 og 11 g/m³), mens blinking med øynene ble observert i en periode fra 3. til 20. dag ved luftkonsentrasjon på 1891 ppm [3].

Luftveier

Dyrestudier har vist at butylmetakrylat har en irritativ effekt på åndedretsorganene [3,6] både ved engangs eksponering og ved gjentatte eksponeringer.

I ECETOCs kriteriedokument beskrives en studie der 5 hann- og 5 hunnrotter (CrI: CDBR) ble eksponert (6 timer/dag, 5 dager/uke i 4 uker) for 0, 310, 952 og 1891 ppm (henholdsvis 0, 1,8, 5,5 og 11 g/m³) butylmetakrylat. Det ble registrert tåreflod, øyestrabisme og tungpustethet hos rottene som ble utsatt for konsentrasjoner på 952 og 1891 ppm butylmetakrylat. Lette forandringer i lukteepitelet i neshulen ble funnet hos alle rotter utsatt for 1891 ppm og hos en rotte ved 952 ppm.

Nevrotoksiske effekter

En russisk studie indikerer at butylmetakrylat virker på sentralnervesystemet ved svært lave konsentrasjoner [18]. Studien er imidlertid alt for dårlig beskrevet til å kunne tillegges noen vekt.

I Arbeta og hälsa [2] refereres også russiske studier av metylmetakrylat, der symptomer fra sentralnervesystemet rapporteres påvist ved lave konsentrasjoner. De russiske rapporteringene oppgis imidlertid å være mangelfulle og det vises samtidig til en amerikansk undersøkelse som taler imot de russiske funnene.

Så langt foreligger det ingen undersøkelser hvor det kan konkluderes at butylmetakrylat er nevrotoksisk.

Andre effekter

I en studie ble det påvist luftveisplager, feber, redusert nivå av serum immunoglobulin og lungeforandringer hos arbeidere som gjentatte ganger ble utsatt for røyk inneholdende butylmetakrylat [17]. Dette var imidlertid en situasjon med blandingseksponering og symptomene kan ikke med noen sikkerhet tilskrives butylmetakrylat.

Effekt av eksponering for butylmetakrylat på indre organer er studert i flere dyreforsøk [1,3,4]. Effektene er påvist først ved høye doser/konsentrasjoner. I ECETOCs dokument konkluderes det med at stoffet har lav toksisitet ved gjentatt eksponering i munn/svelg eller luftveiene gjennom en periode på 28 dager.

4.2.2 Sensibiliserende effekt

Kriteriedokumentet fra ECETOC [3] har en oversikt over ti sensibiliseringsstudier med butylmetakrylat. Forsøkene er utført med marsvin og ulike testmetoder er representert.

Bortsett fra en studie av Chung og Giles [8] er alle negative. I denne studien viste butylmetakrylat seg å være sensibiliserende hos marsvin, i noen tilfeller med sterk reaksjon. Denne studien er imidlertid nokså ukonvensjonelt gjennomført og vanskelig å tolke. Dessuten var det tester med immunaktivering som er meget følsomt m.h.p. å fremeske sensibilisering. I mange tilfeller har det vist seg at stoffer som har vært sensibiliserende i denne testen, ikke har vært sensibiliserende ved relevant eksponering for stoffene [7].

I en test på kontaktallergi hos 542 pasienter reagerte kun én på butylmetakrylat [9].

En av 347 pasienter som ble testet på tyske dermatologiske klinikker i perioden 1992 - 1995, viste positiv reaksjon på butylmetakrylat [3].

I en lappetestundersøkelse hos 331 personer, reagerte to på butylmetakrylat [10]. Til sammenligning reagerte en langt større andel på både etylmetakrylat og metylmetakrylat som er i tråd med teoretiske betraktninger om at de sannsynligvis er mer potente enn butylmetakrylat.

Generelt anses akrylater og metakrylater å ha hudirriterende og sensibiliserende egenskaper [1]. Butylmetakrylat synes imidlertid å være svakt hudsensibiliserende.

4.2.3 Gentoksisk effekt

Det er foretatt flere studier m.h.p. mutagen aktivitet hos *Salmonella typhimurium*. ECETOC-rapporten har et sammendrag og vurdering av slike studier. Ifølge denne oversikten har ingen av undersøkelsene avdekket mutagene effekter, selv ikke ved cytotoksiske konsentrasjoner

eller ved metabolsk aktivering. Nordiske ekspertgrupper har heller ikke vurdert stoffet som mutagent [1,2].

4.2.4 Kreftfremkallende effekt

Det ble ikke funnet data for å kunne avgjøre om butylmetakrylat er kreftfremkallende. Bratt og Hatway [14] har foretatt en vurdering med grunnlag i metabolismen av metylmetakrylat og konkluderer med at det er heller usannsynlig at butylmetakrylat er kreftfremkallende. I en artikkel av McCarthy og Witz [13] oppsummeres at ingen metakrylater har vist karsinogen aktivitet i dermal karsinogen tester.

4.2.5 Reproduksjonsskadelig effekt

Hos drektige rotter som intraperitonealt ble eksponert for butylmetakrylat, ble det observert avvik hos fosteret og økt resorpsjon [15]. Imidlertid ble det benyttet høye doser. Studien oppgir dose i forhold til dødelig dose for butylmetakrylat. Den laveste dosering som ble testet var 1/10 av akutt intraperitoneal LD₅₀, som ble gitt tre ganger i løpet av 15 dager, d.v.s total dose i størrelse 600 - 1000 mg/kg kroppsvekt.

Ifølge ECETOC [3] er det bred faglig enighet om at intraperitoneal dosering er en lite relevant administrasjonsvei i studier på reproduksjonsskadelige effekter. Det kan nevnes at metylmetakrylat som også ble testet og medførte skader i den ovennevnte studie, ikke medførte skader i et rotteforsøk med inhalasjon av stoffet [3,16].

Denne studien av butylmetakrylat anses derfor å være lite relevant.

4.3 Vurdering

Bortsett fra en meget svak hudsensibiliserende virkning er det irritasjon i luftveiene og øynene som er registrert ved de laveste konsentrasjoner ved akutt og subakutt eksponering for butylmetakrylat i luft (kritisk effekt). De laveste dampkonsentrasjoner som er rapportert å gi slik irritasjon er 850 og 952 ppm butylmetakrylat for henholdsvis øyne og luftveier. Den høyeste NOAEL er 310 ppm.

Rotter anses å være mer følsomme for irritative substanser i åndedretsorganene enn mennesker på grunn av fysiologiske og anatomiske forskjeller. Således vil data fra rotteforsøk gi uttrykk for en noe større risiko enn det som vil være realiteten for mennesker. Sånn sett vil den nevnte NOAEL på 310 ppm som er fremkommet ved rotteforsøk, være en konservativ verdi.

Den laveste konsentrasjon som er rapportert å gi irritasjon (LOAEL) er 850 ppm (5 g/m³). Siden NOAEL er 310 ppm (1,8 g/m³) innebærer dette at den laveste konsentrasjonen som medfører effekt finnes i området 310 – 850 ppm.

Det er noen få artikler som rapporterer om helseeffekter ved yrkesmessig eksponering for butylmetakrylat. Artikkelen er imidlertid ikke tilstrekkelig klare m.h.t. å kunne angi årsaken til effektene.

5. Bruk og eksponering

Metakrylater brukes særlig i fremstillingen av en rekke plastprodukter der en glassaktig og blank overflate kombineres med høy bruddstyrke. Butylmetakrylat finnes i bensement, i maling og i impregnering for tekstiler.

5.1 Data fra Produktregisteret

Data fra Produktregisteret (2001) viser at butylmetakrylat inngår i 77 deklarasjoner (344 produkter), med til sammen 2,5 tonn. På grunn av sikkerhetsbestemmelsene i Produktregisteret kan vi ikke gi eksakte opplysninger om hvilke bransjer og i hvilke produkter butylakrylat inngår ut over det som er gitt i tabellene under.

Bransjekode	Bransjebetegnelse	Mengde i tonn
Totalt		2,5
35.11	Bygging og reparasjon av fartøyer	0,2
45.441	Malerarbeid	0,1
50.2	Vedlikehold og reparasjon av motorkjøretøyer	2,2

Tabell 5.1.1 Oversikt over bransjer som benytter butylmetakrylat.

Produkttypekode	Produkttypebetegnelse	Mengde i tonn
Totalt		2,5
M0500	Maling (lakk)	1,7
M0570	Rustbeskyttende maling	0,1
M0599	Andre malinger og lakker	0,8
M0560	Grunner (primer)	0,1

Tabell 5.1.2 Oversikt over produkttyper som inneholder butylmetakrylat.

5.3 Måle- og analyse metoder

Prøvetaking: Kullrør med TBC (t-butylcatecol), referansene 3, O PV 2011

Analyse: Gasskromatografi

Referanse 3: Andersson K, Carleborg L, Levin J-O, Nilsson C-A. Provtagning och analys av organiska ämnen på gränsvärdeslistan. XI. Acetater och akrylater. Arbetskyddsstyrelsen, 1983 (Undersökningsrapport 1983:6).

O PV 2011 (PV - partially validated) henviser til metode i OSHA Chemical Sampling Information.

Butylmetakrylat kan i prinsippet måles med direktevisende utstyr dersom det ikke forekommer andre akrylater, metakrylater eller andre interfererende stoffer samtidig.

5.4 Måledokumentasjon fra EXPO og berørte bedrifter

Det finnes ingen måledokumentasjon for butylmetakrylat i STAMIs database EXPO (2002), og vi har heller ikke fått tilgang til måledokumentasjon fra berørte bedrifter.

6. Vurdering

Kritisk effekt for butylmetakrylat er irritasjon i luftveiene og øynene.

Denne effekten er registrert både ved akutt og subakutt eksponering for butylmetakrylat i luft, og de laveste dampkonsentrasjoner som er rapportert å gi irritasjon er 850 ppm (kanin, rotte marsvin) og 952 ppm (rotte) butylmetakrylat for henholdsvis øyne og luftveier. Den høyeste NOAEL er 310 ppm. Det vil si at den laveste konsentrasjonen som medfører effekt finnes i området 310 – 850 ppm.

Det er ikke funnet humane inhalasjonsstudier som kan brukes for å foreslå en administrativ norm for butylmetakrylat. I en studie ble det påvist luftveisplager, feber, redusert nivå av serum immunoglobulin og lungeforandringer hos arbeidere som gjentatte ganger ble utsatt for røyk inneholdende butylmetakrylat, men siden disse ble utsatt for en blandingseksponering, kan symptomene ikke med sikkerhet tilskrives butylmetakrylat alene.

Både i dyreforsøk og i humane undersøkelser er det vist at butylmetakrylat er svakt hudsensibiliserende.

7. Konklusjon med forslag til ny administrativ norm

Vi har ikke eksponeringsdata for butylmetakrylat, og har dermed ikke grunnlag for å ta tekniske og økonomiske hensyn i vår vurdering. Forslaget til administrativ norm baserer seg derfor på en vurdering av de toksikologiske dataene og grenseverdier fastsatt av andre land og organisasjoner, se tabellen i avsnitt 2.2. Andre land og organisasjoners grenseverdier ligger i området 10-50 ppm. Vi legger vekt på at arbeidstakere skal utsettes for lavest mulig konsentrasjon av farlige stoffer, og velger den laveste av disse grenseverdiene. På dette grunnlaget foreslår vi følgende administrative norm for butylmetakrylat:

10 ppm, 59 mg/m³, med anmerkningen A (allergifremkallende).

8. Ny administrativ norm

På grunnlag av høringsuttalelser og drøftinger med partene ble ny administrativ norm for butylmetakrylat fastsatt til:

10 ppm, 59 mg/m³, med anmerkningen A (allergifremkallende).

9. Referanser

1. Christiansen ML. Acrylater och methacrylater. Arbete och Hälsa: Nordiska expertgruppen för gränsvärdedokumentation.. Vetenskapligt skriftserie 1983:21
2. Lundberg P. Vetenskapligt underlag för hygieniske gränsvärden. Arbete och Hälsa: Vetenskapligt skriftserie 1985:31
3. n-Butyl Methacrylate, Isobutyl Methacrylate. Joint Assessment of Commodity Chemicals No. 36. ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals) (December 1996), Brussels ,1997
4. Greim H, Ahlers J, Bias R, Broecher B, Hollander H, m.fl. Assessment of structurally related chemicals: Toxicity and ecotoxicity of acrylic acid and acrylic acid alkyl esters (acrylates), methacrylic acid and methacrylic acid alkyl esters (methacrylates) Chemosphere 1995; 31: 2637-59.
5. Svetlakov AV, Ivanov VV, Fefelova YUA, Golounin AV. Body distribution and interaction of rat serum proteins with butyl acrylate and methacrylate. Gig Tr Prof Zabol 1989; 3: 51-2. (Engelsk översettelse: Chem Abstr III 110595 (1989)).
6. Deichmann W. Toxicity of methyl, ethyl and n-butyl methacrylate. J I Ind. Hyg Toxicol 1941; 23: 343-51.
7. WHO Criteria for classification of skin- and airway-sensitizing substances in the work and general environments. EUR/ICP/EHPM 050201 (P) (København, 1997).
8. Chung CW, Giles AL. Sensitization potentials of methyl, ethyl, og n-butyl methacrylates and mutual gross-sensitivity in guinea pigs. J invest dermatolog 1977; 68: 187-90
9. Maibach IA, Hjorth N, Fregert S, Menghini C, Bandman H, Malten K, Pirilla V, Magnusson B, Cronin E, Calnan C, Wilkinson D, Marzulli F. Butyl methacrylate monomer and ethyl methacrylate monomer – frequency of reaction. Contact derematitis 1978; 4: 60.
10. Tucker SC, Beck MH. A 15 year study of patch testing to (meth)acrylates. Contact dermatitis 1999; 40: 278-9
11. ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals) 1995 Joint Assessment of Commodity Chemicals 30. ECETOC, Brussels
12. Nelson BK, Brightwell WS, Robertson SK, Khan A, Krieg EF, Massari VJ. Behavioral teratology investigation of 1-butanol in rats. Neurotoxicology and Teratology 1989a; 11: 313-5.
13. McCarthy TI, Witz G. Structure-activity in the hydrolysis of acrylate and methacrylate esters by carboxylesterase in vivo. Toxicology 1997; 116: 153-8.
14. Bratt H, Hathway DE. Fate of methyl methacrylate in rats. Br J Cancer 1977; 36: 114-9.
15. Singh AR, Lawrence WH, Autian J. Embryo-fetal toxicity and teratogenic effects of a group of methacrylate esters in rats. Toxicol Appl Pharmacol 1972; 22:314-5.
16. ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals) 1995 Joint Assessment of Commodity Chemicals No. 30. Methyl methacrylate CAS 80-62-6 ECETOC Brussels
17. Raymond LW. Pulmonary abnormalities and Serum Immunoglobulins in Facsimile Machine Repair Technicians Exposed to butyl methacrylate fume. Clinical Investigation 1996; 109:1010 – 8
18. Shepel'skaia NR. Experimental data on the toxicity of the butyl ester of methacrylic acid. Gig Tr Prof Zabol 1975; 9: 57-8.