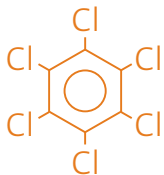


5 Hexaclorobenzè (HCB)

L'hexaclorobenzè és un compost orgànic clorat molt poc soluble en aigua, persistent i amb un grau molt elevat de liposolubilitat, característiques que el fan altament bioacumulable. La seva fórmula es presenta a la figura 17.

Figura 17. Estructura química de l'hexaclorobenzè



No hi ha fonts naturals d'hexaclorobenzè, sinó que es genera intencionadament amb finalitats industrials o bé com a subproducte quan s'utilitzen mètodes no apropiats en la producció de compostos clorats (dissolvents, compostos aromàtics, plaguicides, etc.).

És un dels dotze contaminants orgànics persistents que per raons de toxicitat estan inclosos en el Programa Mediambiental de les Nacions Unides (UNEP) amb la finalitat de reduir-ne les emissions i de limitar-ne la utilització.

A causa d'aquesta toxicitat i atesos els pocs estudis fets a l'Estat espanyol sobre la presència d'hexaclorobenzè als aliments (Urieta *et al.*, 1996), es va creure convenient incloure'l en l'estudi per tal d'avaluar el risc derivat de la seva ingesta.

L'hexaclorobenzè pot ser alliberat al medi per vies tan diverses com l'ús de plaguicides clorats, la combustió incompleta de la matèria orgànica en presència de clor en incineradores, les emissions procedents d'antics abocadors o l'eliminació dels residus que es generen durant els processos de síntesi, anteriorment esmentats.

Una altra font important d'emissions és el tractament tèrmic de productes orgànics clorats, com els clorobenzens, els bifenils policlorats, el pentaclorofenol i el clorur de polivinil.

Fins als anys setanta, l'hexaclorobenzè s'havia fet servir en la impregnació de llavors de cereals per tal de prevenir-ne les micosis, i encara avui és utilitzat per fumigar en molts dels països anomenats en vies de desenvolupament.

En el món occidental, però, s'empra fonamentalment com a component ignífug, com a plastificant o com a conservant de la fusta, sense oblidar que és un producte bàsic per a la síntesi de diversos compostos orgànics clorats.

A partir de les diferents emissions que se'n fan al medi, l'HCB pot quedar adsorbit a les partícules en suspensió de l'aire. Quan arriba a la troposfera pot ser transportat a grans distàncies i només és eliminat de la fase aèria quan es diposita en aigua i sòls. Com altres organoclorats, està àmpliament distribuït per tot el planeta, i se n'ha arribat a localitzar fins i tot en aire, neu, aigües marines, vegetació i al biòtop de l'Àrtic.

L'HCB es troba en concentracions molt baixes en l'aire ambiental i en l'aigua de beguda. A través de la cadena tròfica se'n produeix una bioamplificació important.

Està present en els aliments en concentracions variables, que són més elevades en productes rics en greixos.

5.1 Vies d'exposició i toxicitat

Es consideren tres vies possibles d'exposició a l'HCB: la inhalatòria per exposició a l'aire ambiental, a través de l'aigua de beguda, i a través de l'alimentació, que representa la principal font d'exposició de la població, estimada en un 92% (ATSDR, 2002).

A escala mundial, s'estima que el nivell mitjà d'inhalació d'un individu se situaria entre els $3,4 \cdot 10^{-5}$ i els $2,1 \cdot 10^{-4}$ µg/kg/dia; en canvi, la ingesta per aigua de beguda se situaria entre els $2,2 \cdot 10^{-6}$ i els $4,4 \cdot 10^{-5}$ µg/kg/dia. La ingesta deguda a l'alimentació pot estar entre els $4 \cdot 10^{-4}$ i els $2,8 \cdot 10^{-3}$ µg/kg/dia.

Els efectes de la intoxicació aguda per HCB es coneixen com a porfíria cutània tardana (PCT).

En casos descrits a Turquia (1955-1959) a causa del consum accidental de pa contaminat amb hexaclorobenzè durant un període llarg de temps, es va observar l'aparició d'aquests efectes (porfíria cutània), amb lesions dermatològiques, hiperpigmentació, hipertricosi, afectació hepàtica, afectació de la glàndula tiroide i dels ganglis limfàtics, així com osteoporosi i, sobretot en nens, artritis. En nadons alletats per mares afectades es va descriure un trastorn conegut com *pembe yara* (ulceració rosada de la pell). La major part dels afectats morien abans d'un any.

Tant en animals com en humans l'HCB s'acumula en el teixit adipós, el còrtex adrenal, la medul·la, la pell i en alguns òrgans endocrins. És excretat per la llet materna i travessa la barrera placentària. Té un metabolisme limitat, es transforma en pentaclorofenol, tetraclorohidroquinona i pentaclorotiofenol, que apareixen com a principals metabòlits en l'orina.

Quant al seu mecanisme d'acció, se sap que s'uneix al receptor citosòlic Ah, com ho fan les dioxines i els compostos similars, i pot arribar a alterar l'expressió genètica. Aquest seria un possible mecanisme de carcinogènia mediat per factors epigenètics.

Pel que fa als seus efectes tòxics en humans, tot i que encara falten dades, se sap que l'HCB és un agent mutagènic molt feble, i hi ha evidències de la seva capacitat d'unió a l'ADN tot i que molt per sota dels carcinògens genotòxics.

En relació amb el sistema immunitari, s'ha comprovat que en animals d'experimentació pot provocar efectes tant immunosupressors com d'estímul del sistema immunitari. Hom postula una possible relació entre els efectes immunomoduladors de l'HCB i les lesions dermatològiques induïdes per exposició a HCB, atribuïdes en la literatura a l'acció porfirinogènica d'aquest tòxic (Schielen i col., 1995).

Quant a la toxicitat en la reproducció, l'HCB té una certa especificitat d'acció en l'ovari.

Els estudis sobre carcinogènia en humans són insuficients, però en animals d'experimentació hi ha evidència de carcinomes hepatocel·lulars, adenomes de tiroide, adenomes del conducte biliar i del còrtex adrenal. La IARC el va classificar l'any 1987 dins del grup B2 (probable carcinogen en humans).

5.2 Valors de referència

Nivells de seguretat toxicològica

El Comitè Mixt FAO-OMS d'experts en additius i contaminants alimentaris (JECFA) va establir l'any 1976 una ingesta diària admissible (IDA) condicional per a l'HCB de 0,6 µg/kg de pes.

L'EPA va establir el 1985 una dosi de referència de $8 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/dia.

Potència carcinogènica

L'EPA ha fixat una potència carcinogènica d'1,6 mg/kg/dia.

Límits màxims en aliments

No s'han establert límits màxims en aliments per a aquesta substància en els àmbits estatal i comunitari.

5.3 Resultats de les anàlisis dels aliments

Les concentracions d'HCB expressades en ng/kg de pes en fresc es presenten a la taula 44. Els valors més elevats s'han detectat en els derivats lactis amb 869,3 ng/kg, seguit del peix amb 256,4 ng/kg, la carn i derivats amb 173,2 ng/kg i els olis 137 ng/kg. La resta d'aliments presenten quantitats molt inferiors.

Taula 44. Concentració d'hexaclorobenzè (HCB) en aliments

| Aliments | Concentració d'HCB (ng/kg de pes en fresc) |
|------------------------|---|
| Carn i derivats | 173,2 |
| Peix i marisc | 256,4 |
| Verdures i hortalisses | 5,8 |
| Tubercles | 1,3 |
| Fruites | 0,7 |
| Ous | 182,2 |
| Llet | 12,9 |
| Derivats lactis | 869,3 |
| Pa i cereals | 10,6 |
| Lleguminoses | 0,6 |
| Greixos | 136,9 |

CQEDTC 2000-2002

Cal remarcar que dins dels derivats lactis, els formatges —probablement pel seu percentatge de greix— presenten valors substancialment més alts (1.668 ng/kg de pes en fresc), mentre que en els iogurts es troben uns valors mitjans, al voltant de 70 ng/kg de pes en fresc.

5.4 Ingesta diària estimada. Contribució dels aliments a la ingesta

La taula 45 recull la ingesta d'hexaclorobenzè corresponent a un home adult, estimada en 166 ng/dia i que es deu, majoritàriament, al consum de derivats lactis seguit de la carn i el peix.

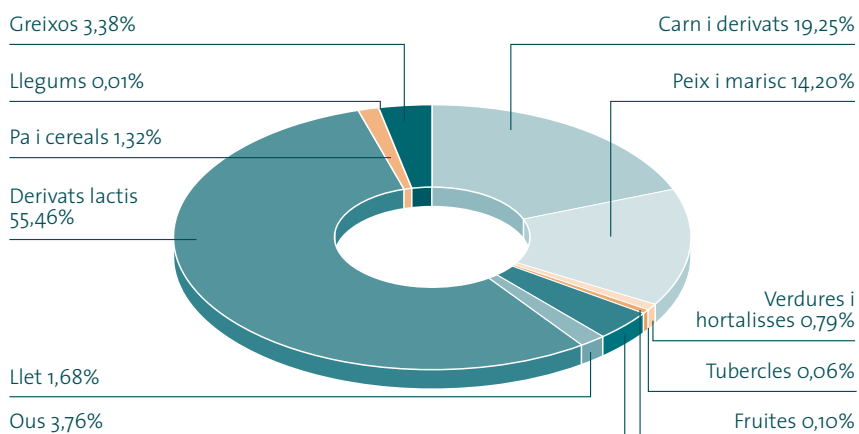
Taula 45. Ingesta diària d'hexaclorobenzè (HCB)

| Aliments | Consum d'aliments en un home adult (g/dia) | Ingesta diària d'HCB (ng/dia) |
|------------------------|--|-------------------------------|
| Carn i derivats | 185 | 31,98 |
| Peix i marisc | 92 | 23,59 |
| Verdures i hortalisses | 226 | 1,31 |
| Tubercles | 74 | 0,10 |
| Fruites | 239 | 0,17 |
| Ous | 34 | 6,26 |
| Llet | 217 | 2,80 |
| Derivats lactis | 106 | 92,15 |
| Cereals | 206 | 2,19 |
| Llegums | 24 | 0,01 |
| Greixos | 41 | 5,61 |
| Total | 1.444 | 166,17 |

CQEDTC 2000-2002

A la figura 18 es representa la contribució dels diferents grups d'aliments a la ingesta d'hexaclorobenzè. Cal observar que les verdures i hortalisses, les fruites, els llegums i els tubercles contribueixen a la ingesta d'HCB de manera molt poc significativa.

Figura 18. Contribució dels aliments a la ingesta diària d'hexaclorobenzè



CQEDTC 2000-2002

5.5 Ingesta diària estimada per grups de població

A la taula 46 es presenta la ingesta diària estimada per als diferents grups de població. La ingesta diària estimada per a un home adult és de 166 ng/dia.

Taula 46. Ingesta diària d'hexaclorobenzè (HCB) per grups de població

| Grups de població | Ingesta d'HCB (ng/dia) |
|-------------------------------|------------------------|
| Homes | 166,16 |
| Dones | 135,99 |
| Nens i nenes | 153,04 |
| Adolescents | 167,86 |
| Persones més grans de 65 anys | 117,24 |

CQEDTC 2000-2002

5.6 Avaluació del risc

Tal com s'ha vist en altres contaminants, si comparem les ingestes diàries en relació amb el pes corporal els nens i nenes presenten una ingesta estimada de 6,38 ng/kg/dia, superior a la d'un home adult (2,37 ng/kg/dia), ja que els infants fan un consum d'aliments en relació amb el seu pes molt superior als adults (taula 47).

La ingesta diària estimada en un home adult de 2,37 ng/kg/dia representa el 0,29% de la dosi oral de referència establerta per l'EPA, i el 0,4% de la ingesta diària admissible. Pel que fa als nens i nenes, el valor observat representa el 0,8% de la dosi de referència i l'1,1% de la ingesta diària admissible.

Taula 47. Ingesta diària d'hexaclorobenzè (HCB) relativa al pes corporal

| Grups de població | ingesta d'HCB (ng/kg/dia) |
|-------------------------------|---------------------------|
| Homes | 2,37 |
| Dones | 2,47 |
| Nens i nenes | 6,38 |
| Adolescents | 3,08 |
| Persones més grans de 65 anys | 1,89 |

CQEDTC 2000-2002

Tenint en compte que el valor de potència carcinogènica de l'HCB és d'1,6 mg/kg/dia, el risc carcinogènic estimat per a un individu adult durant un període de vida de setanta anys és d' $1,5 \cdot 10^{-6}$.

Aquesta xifra indica un valor de probabilitat d'increment de càncer, durant setanta anys de vida d'una persona, atribuïble a l'exposició per via alimentària a l'HCB, d'1,5 casos per 1.000.000 persones.

5.7 Altres estudis d'ingesta

A la taula 48 es presenten les ingestes diàries estimades d'HCB obtingudes en diferents estudis. Malgrat la dificultat que presenta comparar dades —ateses les diferències metodològiques de cada estudi—, s'observen ingestes similars.

Taula 48. Ingesta diària d'hexaclorobenzè (HCB). Resultats d'altres estudis

| Territori | Any | Ingesta diària d'HCB (µg/kg/dia)* | Referències |
|------------------------|------|--------------------------------------|----------------------------|
| Holanda | 1986 | 0,0143 | Greve |
| Finlàndia | 1986 | 0,0242 | Molairen <i>et al.</i> |
| Gran Bretanya | 1987 | 0,003 | Burton and Bennett |
| Suècia | 1995 | 0,005 | Vaz |
| Holanda | 1996 | 0,0014-0,0031 | Brussaard JH <i>et al.</i> |
| País Basc | 1990 | 0,0029 | Urieta <i>et al.</i> |
| Regió de Shangai, Xina | 2002 | 0,008 | Nakata <i>et al.</i> |
| Catalunya | | 0,0024** | |

* Es va estimar un pes de 70 kg, excepte en l'estudi xinès, que va ser de 60 kg.

** 2,37 ng/kg/dia.

CQEDTC 2000-2002