Looduslikud ja tehislikud halogeeniühendid

Orgaanilised halogeeniühendid on meid ümbritsevas maailmas väga laialt levinud. On mõnevõrra üllatav, et väga paljud neist ainetest on loodusliku päritoluga ning nende biosüntees toimub bakterites, seentes, taimedes ja loomades, samuti ka inimese organismis. Eriti palju halogeeniühendeid on leitud vetikatest, kus neil on kaitsefunktsioon ja nad toimivad looduslike insektitsiididena. Sellise aine näiteks on **telfairiin**, mille molekul sisaldab kolme kloori ja ühte broomi aatomit. Tuntud on kaldale uhutud adru eriline ?mere lõhn?, mis pärineb nende organismide lagunemisel vabanevatest lenduvatest halogeeniühenditest. Inimese elutegevuse jaoks omab suurt tähtsust **dijodotürosiin** ja sellest sünteesitav **türoidhormoon**.

Tehislike halogeeniühendite struktuur ja omadused varieeruvad veelgi laiemalt. **Kloroeteeni** ehk vinüülkloriidi liitumispolümerisatsiooni produkt on **polüvinüülkloriid** (lühendine PVC). Selle polümeeri toodang maailmas on 2015 aastal ca 60 miljonit tonni. PVC leiab kasutamist ehitusmaterjalides (kaablite isolatsioon, torud), tarbekaupades, aparaatides ja masinates. Seda polümeeri peetakse ohutuks ning kasutatakse toiduainete säilitamiseks mõeldud nõude valmistamiseks. Samas ei tohi seda materjali lõkkes põletada, sest kõrgel temperatuuril eralduvad sellest mürgised laguproduktid. **Tetrafluoroeteeni** liitumispolümerisatsioonil saadud **teflon** on unikaalsete omadustega pinnakatte materjal, mida igapäevaelus kohtame teflonkattega kööginõude korral.

Kloori ja fluori sisaldavaid süsivesinike analooge kasutatakse ulatuslikult lahustitena, külmikute külmutussegudes (freoonid) ning tulekustutites. Nii on halogeeniühendid $CBrClF_2$ ja $CBrF_3$ palju efektiivsemad tuld kustutavad ained kui CO_2. Freoonina oli kaua kasutusel **CCl_3F** (freoon-11) ja tema analoogid. Sattudes atmosfääri põhjustavad need ained aga osooniaukude teket. Selle tõttu on tänapäeval freoonidena kasutusel vesiniku aatomit sisaldavad halogeeniühendid, näiteks **$CHClF_2$** (HCFC-21). Need ained ei ole loodusele kahjulikud ja ei põhjusta osoonikihi lagunemist

Enam kui 3/4 kasutusel olevatest ravimitest ja sünteetilistest vitamiinidest on orgaanilised halogeeniühendid, eelkõige kloori sisaldavad orgaanilised ained. Näiteks on antibiootikum **vankomütsiin** efektiivne põletikuvastane ravim neil juhtudel, kui seda põletikku tekitavad bakterid ei ole enam tundlikud penitsilliini suhtes. Rinnavähi ravimiseks on kasutusel **toremifreen**, mille molekul sisaldab kloori aatomit. Eetrite klassi kuuluvat **enfluraani** kasutatakse sissehingatava anesteetikumina haiglates ning see molekul sisaldab ühte kloori aatomit ja 5 fluori aatomit. **Perfluorotributüülamiini** kasutatakse aga ?kunstliku verena? ehk verd asendava ainena kirurgias.

Halogeeniõhendid on tuntud taimekaitsevahenditena ja putukamürkidena (herbitsiidid ja insektitsiidid) ning neid kasutatakse massiliselt põllumajanduses. Kurikuulus putukamürk on **DDT**, mille insektitsiide toime avastati 1939 aastal ning mida kasutati II Maailmasõja ajal sõdurite ja elanikkonna kaitseks tüüfuse ja malaaria vastu. Peale sõda levis see kemikaal laialt ka põllumajanduses. Alles 1962 aastal teadvustati selle aine kahjulikud omadused ning hiljem keelustati selle aine kasutamine täielikult. Samas on tema analoog **mitotaan** (tehnoloogiline nimetus DDD) efektiivne vähiravim. Paljude loomade jaoks on väga tugevad mürgid **dioksiinid.** **Dioksiini** molekulis on hapnikusildadega seotud kloreeritud aromaatsed tuumad, kus võib kokku

olla kuni 4 kloori aatomit. Need ained tekivad halogeeniühendite mittetäielikul põlemisel ning on tunnistatud keskkonnaohtlikuks.

Nagu näeme, muutub orgaaniliste halogeeniühendite aktiivsus ja toksilisus väga laiades piirides. Ülimalt reaktsioonivõimeline on **karbonüüldikloriid**, mida tunneme sõjamürgi *fosgeen* nime all. Teine ajaloost tuntud sõjamürk on **bis(2kloroetüülsulfiid** ehk sinepigaas, mida tunneme nimetuse *ipriit* järgi. Samas ei ole paljud halogeeniühendid praktiliselt üldse toksilised ja on kasutuses igapäevases elus. Seega oleneb orgaaniliste halogeeniühendite toksilisus nende molekuli struktuurist ja kindlasti ka aine kogusest, mis organismile toimib.

Õppematerjalid on valminud Eesti Teadusagentuuri programm TeaMe raames ning rahastatud Euroopa Sotsiaalfondist. TeaMe on teadust ja tehnoloogiat populariseeriv programm, mille üheks eesmärgiks on uute loodus-, täppis- ja tehnikateaduste valdkonna õppematerjalide väljatöötamine üldhariduskoolile. Lisainfo: www.etag.ee/teame

Eesti Teadusagentuur
Estonian Research Council
TeaMe
Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond
Eesti tuleviku heaks
CC BY SA