

Stanovení polychlorovaných naftalenů v pevných a vodných matricích

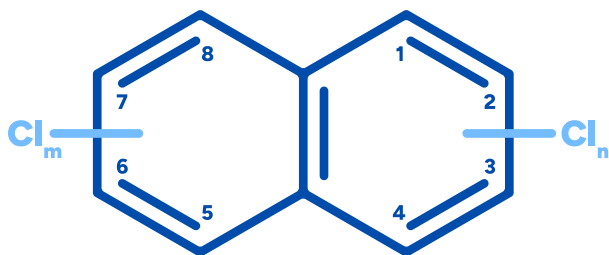
Polychlorované naftaleny (PCN) jsou klasifikovány jako perzistentní organické látky (POPs) - toxické látky, které se vyznačují dlouhou perzistencí v životním prostředí a tendencí k bioakumulaci v živých organismech. V důsledku toho jsou POPs obecně, včetně PCN, regulovány nařízením EU 2019/1021 o POPs. Laboratoře ALS nabízejí analytické služby pro stanovení těchto sloučenin v různých vzorcích životního prostředí.



Obrázek 1: Ilustrační obrázek

Úvod do PCN

PCN jsou skupinou sloučenin, ve kterých jsou atomy vodíku v naftalenovém kruhu nahrazeny atomy chloru. Celkem bylo identifikováno 75 kongenerů podle počtu a umístění atomů chloru (pozice 1 až 8), jejich obecný vzorec je $C_{10}H_{8-n}Cl_n$. Jednotlivé kongenery se liší stupněm chlorace a fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Vzhledem k jejich perzistenci a toxicitě jsou PCN považovány za významné kontaminanty životního prostředí.



Obrázek 2: Obecná struktura polychlorovaných naftalenů

PCN mají mnoho společných chemických vlastností s polychlorovanými bifenylly (PCB), například vysokou chemickou a tepelnou stabilitu, nízkou hořlavost a lipofilitu. Díky těmto vlastnostem byly PCN po celé 20. století atraktivní pro širokou škálu průmyslových aplikací.

PCN byly poprvé syntetizovány v roce 1833 a komerčně byly používány prakticky celé minulé století.

Díky své vysoké tepelné stabilitě, hydrofobním vlastnostem a inertnosti sloužily PCN jako dielektrické kapaliny v kondenzátorech, izolační materiály pro vodiče a kabely, konzervační prostředky na dřevo, retardanty hoření, přísady do motorových olejů a jako suroviny pro výrobu barviv. Odhadovaná produkce technických PCN činila 150,000 - 400,000 tun. Historická výroba a nesprávná likvidace těchto látek představují významné zdroje znečištění životního prostředí. PCN rovněž vznikají jako neúmyslné vedlejší produkty při různých průmyslových procesech, jako jsou spalování tuhého komunálního odpadu, spékání železné rudy, sekundární tavení mědi a další metalurgické procesy. Přestože výroba a používání PCN jsou nyní přísně regulovány nebo zakázány, pozůstatky dlouhodobé produkce a současné neúmyslné úniky vedly k jejich detekci v různých složkách životního prostředí a v potravinách.

Protože jsou PCN velmi odolné vůči chemickému i biologickému rozkladu, přetrvávají v půdě, sedimentech, vodě a atmosféře po celá desetiletí. Jejich nízká rozpustnost ve vodě a vysoká afinita k organickým rozpouštědlům jim umožňuje bioakumulaci v živých organismech a nárůst koncentrace v potravním řetězci. PCN s nižším obsahem chloru (mononaftaleny a dichloronaftaleny) jsou obvykle olejovité kapaliny, které se nacházejí v plynné fázi, zatímco vysoce chlorované kongenery (jako jsou hexa-, hepta- nebo oktachloronaftaleny) jsou voskovité pevné látky, které mají tendenci ulpívat na částicích a hromadit se v sedimentech.

PCN: Rizika pro lidské zdraví

Expozice PCN je spojována s řadou škodlivých účinků na zdraví, včetně neurotoxicity, poškození jater, oslabení imunitního systému a narušení hormonální rovnováhy, což může vést k problémům s reprodukcí a vývojem. Nejvíce toxické jsou silně chlorované formy, zejména hexachlor-naftalen, které se mohou chovat podobně jako dioxiny. Kvůli své perzistenci, toxicitě a schopnosti bioakumulace byly PCN v roce 2015 zařazeny do seznamu látek Stockholmské úmluvy.

Pro účinné řízení rizik a tvorbu environmentální politiky je nezbytné přesně kvantifikovat množství emisí PCN. Přestože dosud existuje jen omezené množství globálních údajů, nové studie identifikují klíčové zdroje emisí, jako je výroba železa a oceli, spalování odpadů a průmysl neželezných kovů. Pro sestavení spolehlivé globální evidence emisí PCN jsou zásadní modelovací metody, které kombinují data z měření, odhady emisních faktorů a analýzy atmosférického přenosu. Tyto přístupy umožňují lépe porozumět globálnímu rozšíření PCN a navrhnout cílené strategie ke snížení jejich dopadů na životní prostředí a zdraví lidí.



Obrázek 3: Zdroje PCN v životním prostředí

Stanovení PCN v laboratořích ALS

V laboratořích ALS používáme nejmodernější analytickou metodu pro stanovení PCN, která zahrnuje stanovení chlorovaných skupin od monochlor-naftalenů po oktachlor-naftaleny a v případě potřeby také vybraných kongenerů (Tabulka 1) v odpadech, vodných a pevných matricích.

Tabulka 1: Seznam sloučenin PCN analyzovaných laboratořemi ALS

Cílové analyty

Kongener a jeho identifikace		Chromohomologická skupina
1-Chlor-naftalen	PCN #1	Mono-CN
1,4-Dichlor-naftalen	PCN #5	Di-CN
1,4,6-Trichlor-naftalen	PCN #24	Tri-CN
2,3,6,7-Tetrachlor-naftalen	PCN #48	Tetra-CN
1,2,3,6,7-Pentachlor-naftalen	PCN #54	Penta-CN
1,2,4,5,7,8-Hexachlor-naftalen	PCN #72	Hexa-CN
1,2,3,4,5,6,7-Heptachlor-naftalen	PCN #73	Hepta-CN
Oktachlor-naftalen	PCN #75	Octa-CN

Pro tyto účely používáme plynovou chromatografii ve spojení s hmotnostní spektrometrií s vysokým rozlišením (GC-HRMS) nebo plynovou chromatografií spojenou s tandemovou hmotnostní spektrometrií s trojitým kvadrupólem (GC-MS/MS). Obě techniky využívají elektronovou ionizaci a jsou založeny na metodě izotopového ředění s použitím izotopově značených standardů, což zajišťuje vysokou přesnost a spolehlivost výsledků. Analytická metoda stanovení splňuje meze kvantifikace definovaných nařízením EU 2019/1021 o perzistentních organických polutantech, což ji činí vhodnou pro porovnání výsledků s legislativně stanovenými limity.



Obrázek 4: Přístrojové vybavení GC-MS/MS (QqQ) používané pro analýzu PCN

Literatura

Lee Ha-Hyun, Lee Sunggyu, Lee Jung Suk, Moon Hyo-Bang: Distribution of Polychlorinated Naphthalenes in Sediment From Industrialized Coastal Waters of Korea With the Optimized Cleanup and GC-MS/MS Methods, *Frontiers in Marine Science* 8 (2021) DOI: 10.3389/fmars.2021.754278.

Technická norma ISO/TS 16780.

Nařízení EU 2019/1021 o perzistentních organických znečišťujících látkách.

Alwyn R. Fernandes, Anna Kilanowicz, Joanna Stragierowicz, Michał Klimczak, Jerzy Falandysz: The toxicological profile of polychlorinated naphthalenes (PCNs), *Science of The Total Environment* 837 (2022) DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155764.

SKENUJTE QR KÓD

Kontaktujte naše
ODBOŘNÍKY