

ข้อมูลด้านเคมี

สูตรเคมี: C₁₂H₁₈Br₆

ชื่อย่อ: HBCD, HBCDD

ชื่อทั่วไป: เฮกซะโบรมไซโคลโดเดเคน (hexabromocyclododecane)

ชื่อตามโครงสร้างทางเคมี: 1,2,5,6,9,10-hexabromocyclododecane

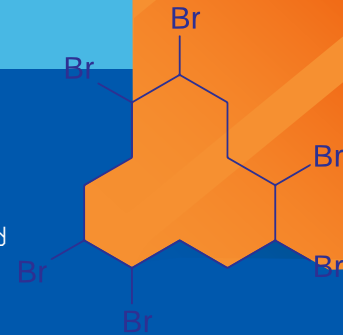
ชื่อทางการค้า: Bromkal 73-6CD, Nikkafainon CG 1, Pyroguard F 800, Pyroguard SR 103, Pyroguard SR 103A, Pyrovatex 3887, Great Lakes CD-75P™, Great Lakes CD-75, Great Lakes CD75XF, Great Lakes CD75PC (compacted), Dead Sea Bromine Group Ground FR 1206 I-LM, Dead Sea Bromine Group Standard FR 1206 I-LM, Dead Sea Bromine Group Compacted FR 1206 I-CM, FR-1206, HBCD ILM และ HBCD IHM (UNEP 2021)

ไอโซเมอร์: สาร HBCD มีสเตอริโอไอโซเมอร์ได้ 16 แบบ ซึ่งแต่ละแบบมีสมบัติที่แตกต่างกัน แต่สเตอริโอไอโซเมอร์ที่พบมากในเกรดอุตสาหกรรมมี 3 คู่ (6 แบบ) ได้แก่ (+/-) α -HBCD, (+/-) β -HBCD, (+/-) γ -HBCD โดย γ -HBCD มีสัดส่วนมากที่สุด (70%) แต่เมื่อได้รับความร้อนหรือพลังงานสูง จะสามารถเปลี่ยนเป็น α -HBCD ได้ ซึ่ง α -HBCD สามารถสะสมในสิ่งมีชีวิต ขณะที่ γ -HBCD มีความเป็นพิษสูงกว่า

CAS Number: 25637-99-4, 3194-55-6, 134237-50-6 (α form), 134237-51-7 (β form) และ 134237-52-8 (γ form)

EC Number: 247-148-4, 221-695-9

เฮกซะโบรมไซโคลโดเดเคน HBCD



สมบัติที่สำคัญ

ความดันไอต่ำ (6.3X10⁻⁵ Pa ที่ 21 °C)

ความสามารถในการละลายน้ำต่ำ (66 µg/L ที่ 20 °C)

เลือกละลายในตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำ เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ (Log K_{ow}, n-octanol/water เท่ากับ 5.62)

สลายตัวที่อุณหภูมิ >190 °C

เปลี่ยนเป็นไอโซเมอร์ที่อุณหภูมิ ≥ 160 °C

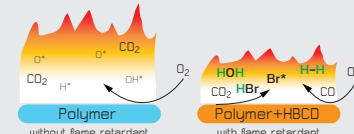
ค่าครึ่งชีวิตในการสลายตัวในอากาศและน้ำจากการจำลองทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 3 วัน และ 2025 วัน ตามลำดับ

การนำไปใช้งาน

1 สาร HBCD เป็นสารหน่วงการติดไฟกลุ่มโบรมีน (Brominated flame retardant) ที่ใช้ในโฟมพอลิสไตรีน (PS) เกรดไม่ลามไฟ ทั้งแบบ EPS และ XPS (Expanded และ Extruded PS) เพื่อใช้เป็นฉนวนในอาคาร

2 สารนี้อาจใช้ในสิ่งทอ เช่น ม่าน และ พรม ชิ้นส่วนของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นพลาสติกประเภท HIPS (high impact polystyrene) เป็นต้น

3 สาร HBCD มีกลไกการหน่วงการติดไฟโดยเมื่อถูกเผาไหม้ สาร HBCD จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่ว่องไว เกิดเป็นอนุมูลอิสระที่เชื่องช้าลง ซึ่งสามารถชะลอการติดไฟได้



สารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน (POPs) และการควบคุม

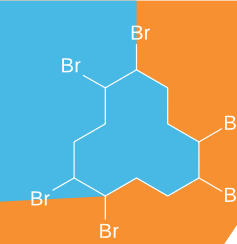
POPs

Persistent Organic Pollutants

- สาร POPs มีลักษณะสำคัญ 4 ด้านประกอบกัน ได้แก่ เป็นสารพิษ สลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ยาก แพร่กระจายได้ไกล และสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต
- ในปี ค.ศ. 2013 สาร HBCD จัดเป็นสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน (POPs) ในภาคผนวกเอ ภายใต้อนุสัญญาสตอกโฮล์ม ที่ประเทศไทยเป็นภาคีสมาชิก ซึ่งต้องติดตามและควบคุม เพื่อปกป้องสิ่งแวดล้อมและรักษาสุขภาพอนามัย
- ในปี ค.ศ. 2018 ประเทศไทยหยุดการนำเข้าสาร HBCD แต่คาดว่าจะยังมีสาร HBCD ที่อยู่ในระหว่างการใช้งานเป็นฉนวนอาคารแบบผนังฉนวนฉนวน

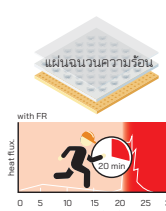
สารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน

เฮกซะโบรมไซโคลโดเดเคน HBCD



HBCD คืออะไร และสำคัญอย่างไร?

- สาร HBCD หรือ HBCDD (Hexabromocyclododecane) มีชื่อทางเคมีว่า 1, 2, 5, 6, 9, 10-hexabromocyclododecane และมีสูตรเคมี C₁₂H₁₈Br₆
- เป็นสารที่สลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ยาก เป็นพิษ สะสมในสิ่งมีชีวิตและเพิ่มปริมาณจากการกินเป็นทอดๆ ภายในห่วงโซ่อาหาร และเคลื่อนย้ายได้ไกลในบรรยากาศ ทำให้จำเป็นต้องควบคุมการใช้งาน



- เป็นสารหน่วงการติดไฟกลุ่มโบรมีนที่ใช้มากในโฟมพอลิสไตรีน เช่น โฟมไม่ลามไฟ ได้แก่ โฟมขาว EPS และ XPS รวมถึงผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น สิ่งทอ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อหน่วงการติดไฟของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเพิ่มเวลาในการหนีไฟได้นานถึง 20 นาทีในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้

สาร HBCD ถูกใช้งานที่ใดบ้าง?



การปนเปื้อนของสาร HBCD ที่อยู่ในโฟมไม่ลามไฟสู่สิ่งแวดล้อมและผลกระทบที่เกิดขึ้น



จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อใช้งานไม่ระวัง?

เราจะมีวิธีป้องกันอันตรายจากสาร HBCD ได้อย่างไร?



วงจรชีวิตของสาร HBCD ในสิ่งแวดล้อม

สาร HBCD รั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตได้ โดยไปพร้อมกับผงฝุ่นของโฟมไม่ลามไฟ ในขั้นตอนการผลิต การประกอบ การติดตั้ง การรื้อถอน การกำจัด และการนำมาใช้ใหม่ หรือแม้กระทั่งการเกิดเพลิงไหม้ ผงฝุ่นของโฟมอาจค่อยๆ แตกเป็นไมโครพลาสติก ทำให้สาร HBCD ที่ไม่ได้สร้างพันธะเคมีกับพลาสติกหลุดออกมา และปนเปื้อนไปในอากาศ น้ำ ดิน/ตะกอนดิน และภาคตะกอน เนื่องจากผงฝุ่นของโฟมที่เบาทำให้สาร HBCD กระจายไปได้ไกลจนพบในสิ่งมีชีวิตแถบอาร์กติก นอกจากนั้น สารนี้ยังสามารถเปลี่ยนเป็นไอโซเมอร์อื่นหรือสารอื่นในช่วงต่างๆ ของวงจรชีวิตเมื่อได้รับความร้อนหรือพลังงานสูง ซึ่งทำให้มีสมบัติและความเป็นพิษที่แตกต่างกันไป

ช่องทางที่ HBCD เข้าสู่มนุษย์

สาร HBCD ที่อยู่ในรูปผงฝุ่นสามารถเข้าสู่ผู้สัมผัสโดยตรงได้ทางจมูกผ่านการหายใจ ผิวหนัง ตา และปาก ส่วนสาร HBCD ที่เล็ดลอดและสะสมภายในบ้าน จะเข้าสู่ร่างกายของเด็กเล็กที่มีสัมผัสผงฝุ่นจากการคลาน ส่วนสาร HBCD ที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ยังสะสมในสิ่งมีชีวิตและอาจเพิ่มขึ้นตามลำดับชั้นในห่วงโซ่อาหาร ทั้งในพืชและสัตว์ เมื่อมนุษย์กินอาหารหรือดื่มน้ำ สาร HBCD ก็เข้าสู่ร่างกาย

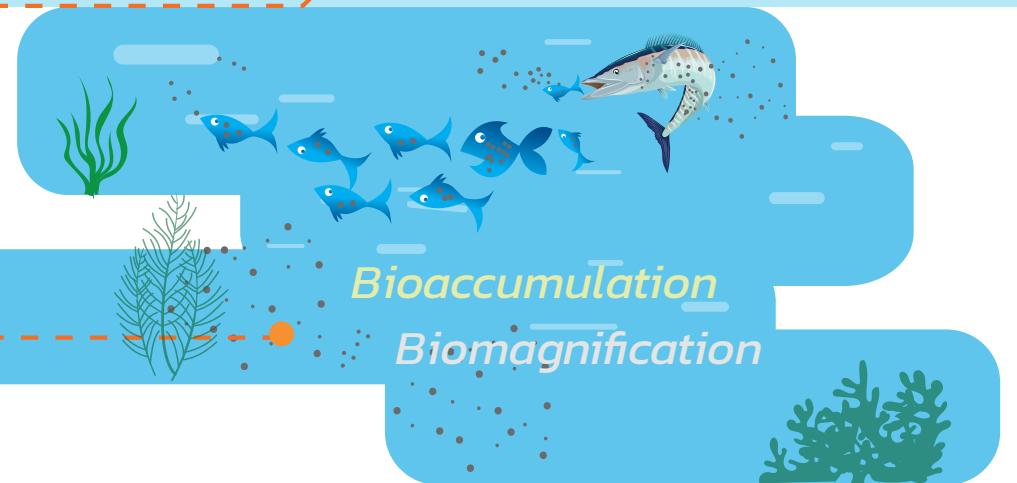
ผู้ที่มีความเสี่ยง

ผู้สัมผัสโดยตรง ได้แก่ ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิต การประกอบ การติดตั้ง การรื้อถอน การกำจัดและการนำกลับมาใช้ใหม่ นักดับเพลิง

ผู้สัมผัสทางอ้อม ได้แก่ ผู้คนรอบข้างและผู้ใกล้ชิดกับผู้สัมผัสโดยตรง โดยเฉพาะทารกและสตรีมีครรภ์และอาจได้รับผ่านการรับประทานอาหาร

ผลกระทบที่ได้รับ

สาร HBCD ทำให้เกิดภาวะไทรอยด์เป็นพิษ ตับโต มีลูกยาก แท้งบุตร เด็กและทารกในครรภ์มีความบกพร่องของพัฒนาการสมอง สาร HBCD ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทั้งในน้ำและบนดิน เช่น พืช นก สัตว์บกที่เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์น้ำ



มาตรการ/การดำเนินการที่เกี่ยวข้องของภาครัฐ

การดำเนินการของต่างประเทศ

- สหรัฐอเมริกาบรรจุสาร HBCD เป็นหนึ่งในสารเคมี 10 ชนิดที่ต้องประเมินความเสี่ยงภายใต้กฎหมายว่าด้วยการควบคุมสารเคมี (TSCA) ใหม่ ให้ควบคุม จัดทำบัญชีการปล่อยสารมลพิษ และหาแนวทางด้วยเคมีสีเขียว (green chemistry) และประเมินความเสี่ยงของสารเคมีแบบ whole chemical approach ที่พิจารณาจากการใช้งานต่างๆ ไปที่เดียวพร้อมๆ กัน โดยกฎระเบียบการจัดการความเสี่ยงของสารนี้จะประกาศในปี ค.ศ. 2024
- แคนาดาวางมาตรการโดยใช้แนวทางการจัดการความเสี่ยง
- สหภาพยุโรปใช้มาตรการตามมติอนุสัญญาสตอกโฮล์ม โดยกำหนดค่าสูงสุดในการปนเปื้อนในสินค้าและผลิตภัณฑ์ เป็น 100 ppm และที่เป็นขยะเป็น 1000 ppm
- สาธารณรัฐประชาชนจีนใช้มาตรการตามมติอนุสัญญาสตอกโฮล์ม

การดำเนินการที่กำลังจะเกิดในประเทศไทย

- สร้างความรู้ความเข้าใจแก่ผู้ปฏิบัติงาน ประชาชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการป้องกันและควบคุมการเล็ดลอดของสาร HBCD
- วางมาตรการเพื่อการติดตามและการจัดการหลังการใช้งานโฟม EPS และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีสาร HBCD อย่างปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัย สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

Reference

- UNEP (2021). Guidance on preparing inventories of hexabromocyclododecane (HBCD). Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm conventions. United Nations Environment Programme, Geneva.
- US EPA (2014). Flame retardant alternatives for hexabromocyclododecane (HBCD) [https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-06/documents/hb-cd_report.pdf].
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), Schrenk, D., Bignami, M., Bodin, L., Chipman, J. K., del Mazo, J., ... & Vleminckx, C. (2021). Update of the risk assessment of hexabromocyclododecanes (HBCDD s) in food. EFSA Journal, 19(3), e06421.
- Marvin et al. (2011). Environmental science & technology, 45(20), 8613-8623.
- Feiteiro et al. (2021). Environmental Pollution, 285, 117475.