

แบบตรวจประเมินศักยภาพของการใช้เคมีอย่างยั่งยืน (Sustainable Chemistry)

สำหรับโรงงาน.....

วัตถุประสงค์

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อประเมินระดับของการบูรณาการแนวคิดการใช้เคมีอย่างยั่งยืน (sustainable chemistry) โดยอาศัยหลักการจากเคมีสีเขียวในกระบวนการหรือกิจกรรมทางเคมี เช่น การสังเคราะห์สาร การวิเคราะห์ หรือการผลิตในระดับห้องปฏิบัติการหรืออุตสาหกรรม

ลำดับ	หลักการ	ประเด็นการตรวจประเมิน	มี	ไม่มี	รายละเอียด (ระบุตัวอย่าง)
1	การป้องกันการเกิดของเสียสารเคมี (Waste Prevention)	- มีการกำหนดเป้าหมายการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัสดุและมีการทบทวนเป็นระยะหรือไม่			
		- มีการตรวจติดตามของเสียที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซหรือไม่			
		- กระบวนการผลิตได้รับการออกแบบเพื่อลดการเกิดของเสียตั้งแต่ต้นหรือไม่			
		- มีการนำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ใหม่ภายในกระบวนการผลิตหรือไม่			
		- มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตเมื่อพบว่ามีของเสียเกินเกณฑ์หรือไม่			
		- มีการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้วัตถุดิบเพื่อลดของเสียหรือไม่			
		- มีการคำนวณค่า Environmental Factor หรือไม่			
2	เศรษฐศาสตร์เชิงอะตอม (Atom Economy)	- มีกระบวนการเลือกวิธีสังเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพการใช้อะตอมสูงสุดหรือไม่			
		- มีการลดปฏิกิริยาข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์หรือไม่			

ลำดับ	หลักการ	ประเด็นการตรวจประเมิน	มี	ไม่มี	รายละเอียด (ระบุตัวอย่าง)
		- มีการวัดปริมาณและตรวจสอบผลพลอยได้ที่ไม่ต้องการหรือไม่			
		- มีการออกแบบกระบวนการใหม่เพื่อเพิ่มผลผลิตและความเลือกจำเพาะหรือไม่			
		- มีการคำนวณตัวชี้วัด เช่น ร้อยละเศรษฐกิจศาสตร์อะตอมหรือไม่			
		- มีการพิจารณาทางเลือกของปฏิกิริยาเคมีสีเขียวเป็นประจำหรือไม่			
3	การเลือกวิธีการสังเคราะห์แบบเป็นอันตรายน้อยลง (Less Hazardous Synthesis)	- มีการประเมินข้อมูลความเป็นอันตรายของสารตั้งต้นและสารตัวกลางก่อนทำการผลิตหรือไม่			
		- มีการค้นหาสารเคมีชนิดอื่นที่ปลอดภัยกว่าหรือไม่			
		- มีการลดหรือเลิกใช้สารพิษหรือสารก่อมะเร็งหรือไม่			
		- มีการเลือกใช้กระบวนการที่มีลดความเสี่ยงลงได้ เช่น ระบบน้ำ (wet process) หรือไม่			
		- มีการประเมินความเสี่ยงตั้งแต่ระยะเริ่มต้นของการพัฒนากระบวนการผลิตหรือไม่			
		- มีการควบคุมขนาดการผลิตเพื่อลดการใช้สารอันตรายหรือไม่			
4	การออกแบบผลิตภัณฑ์เคมีที่ปลอดภัย (Safer Chemicals)	- มีการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางเคมีให้มีความเป็นพิษลดลงหรือไม่			
		- มีการประเมินความสามารถในการสะสมชีวภาพและการคงอยู่ของสารหรือไม่			

ลำดับ	หลักการ	ประเด็นการตรวจประเมิน	มี	ไม่มี	รายละเอียด (ระบุตัวอย่าง)
		- มีการพิจารณาทางเลือกที่มีโครงสร้างโมเลกุลที่ปลอดภัยกว่าหรือไม่			
		- มีการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือไม่			
		- มีการประเมินการสัมผัสของผู้ใช้งานในระหว่างการใช้ผลิตภัณฑ์หรือไม่			
5	การใช้ตัวทำละลายและสารช่วยที่ปลอดภัย (Safer Solvents and Auxiliaries)	- มีการส่งเสริมกระบวนการที่ไม่ใช้ตัวทำละลายหรือไม่			
		- หากจำเป็นต้องใช้ตัวทำละลาย มีการเลือกจากกลุ่มตัวทำละลายสีเขียว (green solvent) หรือไม่			
		- มีระบบการ recycle ตัวทำละลายกลับมาใช้ใหม่หรือไม่			
		- มีการติดตามปริมาณการใช้ตัวทำละลายและมีการใช้ที่ลดลงอย่างต่อเนื่องหรือไม่			
6	การเลือกใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ (Energy Efficiency)	- มีกระบวนการประเมินการใช้พลังงานเชิงความร้อนและไฟฟ้าหรือไม่			
		- มีการดำเนินการผลิตที่อุณหภูมิและความดันปกติเท่าที่เป็นไปได้หรือไม่			
		- มีการนำพลังงานความร้อนเหลือกลับมาใช้ใหม่หรือไม่			
		- มีการทบทวนขั้นตอนที่ใช้พลังงานสูงและหาทางเลือกที่มีประสิทธิภาพกว่าหรือไม่			
		- มีการใช้แหล่งพลังงานทางเลือกหรือไม่			

ลำดับ	หลักการ	ประเด็นการตรวจประเมิน	มี	ไม่มี	รายละเอียด (ระบุตัวอย่าง)
7	การเลือกใช้วัตถุดิบที่หมุนเวียนได้ (Use of Renewable Feedstocks)	- มีการประเมินความยั่งยืนและความสามารถในการหมุนเวียนของวัตถุดิบหรือไม่			
		- มีการให้ความสำคัญกับวัตถุดิบจากชีวมวลหรือวัสดุรีไซเคิลมากกว่าวัตถุดิบจากปิโตรเลียมหรือไม่			
		- มีการทำการวิเคราะห์วัฏจักรชีวิต (LCA: Life Cycle Assessment) ในการเลือกวัตถุดิบหรือไม่			
8	การลดการใช้สารอนุพันธ์โดยไม่จำเป็น (Reduce Derivatives)	- มีการวิเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์เพื่อหลีกเลี่ยงการปรับเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชันที่ไม่จำเป็นหรือไม่ (เช่น หมู่คาร์บอกซิล อัลดีไฮด์ เอมีน ไฮดรอกซิล)			
		- มีการลดความซับซ้อนของกระบวนการตั้งแต่ระยะออกแบบหรือไม่			
		- มีการประเมินทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในกรณีจำเป็นต้องมีอนุพันธ์หรือไม่			
9	การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต (Catalysis)	- มีการเลือกใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาหรือไม่			
		- มีการเลือกตัวเร่งปฏิกิริยาที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือไม่			
		- มีการศึกษาใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเชิงชีวภาพหรือเอนไซม์เป็นทางเลือกสีเขียวหรือไม่			
10	การออกแบบผลิตภัณฑ์ทางเคมีที่ย่อยสลายตามธรรมชาติได้ (Design for Degradation)	- มีการศึกษาเส้นทางการย่อยสลายของผลิตภัณฑ์ภายใต้สภาวะธรรมชาติหรือไม่			
		- ผลิตภัณฑ์ออกแบบมาให้อย่อยสลายเป็นสารที่ไม่เป็นพิษหรือไม่			

ลำดับ	หลักการ	ประเด็นการตรวจประเมิน	มี	ไม่มี	รายละเอียด (ระบุตัวอย่าง)
		- ผลิตภัณฑ์ออกแบบมาให้อยู่สลายเป็นสารที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติหรือไม่			
11	การวิเคราะห์แบบเรียลไทม์เพื่อป้องกันมลพิษ (Real-time Analysis)	- มีการติดตั้งเทคโนโลยีการติดตามแบบเรียลไทม์ (real-time monitoring) หรือไม่			
		- มีการวัดการปล่อยของเสียหรือมลพิษในระหว่างกระบวนการอย่างต่อเนื่องหรือไม่			
		- มีระบบเตือนภัยสำหรับการเกิดความผิดปกติของกระบวนการหรือไม่			
12	การเลือกใช้สารเคมีที่ปลอดภัยเพื่อลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุทางเคมี (Inherently Safer Chemistry for Accident Prevention)	- มีการเลือกใช้สารและกระบวนการที่มีความเสี่ยงต่ำที่อาจก่อให้เกิดไฟไหม้หรือการระเบิดหรือไม่			
		- มีการประเมินความไวต่อปฏิกิริยาและความเข้ากันได้ของสารเคมีก่อนการขยายขนาดหรือไม่			
		- มีการลดปริมาณสารเคมีในกระบวนการ (Process Intensification) หรือไม่			
		- มีการเน้นระบบความปลอดภัยแบบ Passive (เช่น การระบายความดัน, การทำให้เฉื่อย) มากกว่าระบบ Active หรือไม่			
		- มีการอบรมพนักงานเกี่ยวกับความปลอดภัยทางเคมีหรือไม่			
13	การดำเนินการที่เป็นการช่วยส่งเสริมความเป็นกลางทาง	- มีการดำเนินการที่ช่วยให้บรรลุเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอน (Carbon Neutrality) หรือไม่			

ลำดับ	หลักการ	ประเด็นการตรวจประเมิน	มี	ไม่มี	รายละเอียด (ระบุตัวอย่าง)
	คาร์บอนและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Carbon Neutrality and Net Zero Emission)	- มีการดำเนินการที่ช่วยให้บรรลุเป้าหมายการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Emission) หรือไม่			