บทความ: โรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล การปรับตัวสู่การผลิตที่ปลอดภัยและยั่งยืน

มงคลชัย อัศวดิษฐเลิศ [1] ภุมรินทร์ คำเดชศักดิ์ [2] สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ [2] ดนัย ทิพย์มณี [3] ลักษณา เหล่าเกียรติ [4]

[1] ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสารและของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[3] คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

[4] คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การอ้างอิง: มงคลชัย อัศวดิษฐเลิศ, ภุมรินทร์ คำเดชศักดิ์, สุทธิรัตน์ กิตติพงษ์วิเศษ, ดนัย ทิพย์มณี, ลักษณา เหล่าเกียรติ. (2565). โรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล การปรับตัวสู่การผลิตที่ปลอดภัยและยั่งยืน. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 26 (ฉบับที่ 2).

อุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญต่อการลดการใช้ทรัพยากรน้ำมันดิบเพื่อผลิตพลาสติกใหม่ซึ่งต้องใช้พลังงานและทรัพยากรสูงกว่ามากหลายเท่าตัว นอกจากนี้ ยังเป็นวิธีที่ลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นใหม่และลดปัญหาของหลุมฝังกลบ อย่างไรก็ตาม พบว่าอุตสาหกรรมรีไซเคิลพลาสติกและโรงงานพลาสติกมักมีอุบัติเหตุอย่างการระเบิดและอัคคีภัยบ่อยครั้ง ทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินรวมไปถึงสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องของฝุ่น ควัน และมลพิษทางอากาศอื่น ๆ อันเป็นอันตรายต่อสุขภาพต่อชุมชนใกล้เคียงซึ่งเป็นความเสียหายต่อสุขภาพในระยะยาว และอาจถูกลงโทษจากมาตรการที่เข้มงวด

เช่นจากกรณีที่ผ่านมา กรมควบคุมมลพิษได้ส่งทีมเก็บพยานหลักฐานจากโรงงานเม็ดพลาสติกที่เกิดเหตุไฟไหม้ และพบควันสีดำที่มีสารอินทรีย์ระเหยง่าย และฝุ่น PM 2.5 ซึ่งหากมีหลักฐานพียงพอ ก็สามารถฟ้องแพ่งข้อหาปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมตาม พ.ร.บ.สิ่งแวดล้อม มาตรา 96 และ 97 (หมวด 6 ความรับผิดทางแพ่ง) (ข่าวไทยพีบีเอส, 2564) โดยมาตราดังกล่าวมีรายละเอียดโดยสังเขป ดังนี้

มาตรา 96 แหล่งกำเนิดมลพิษใดก่อให้เกิดหรือเป็นแหล่งกำเนิดของการรั่วไหล หรือแพร่กระจายของมลพิษอันเป็นเหตุให้ผู้อื่นได้รับอันตราย แก่ชีวิต ร่างกายหรือสุขภาพอนามัย หรือเป็นเหตุให้ทรัพย์สินของผู้อื่นหรือของรัฐเสียหายด้วยประการใด ๆ เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษนั้นมีหน้าที่ต้องรับผิดชดใช้ค่าสินไหมทดแทนหรือค่าเสียหาย...

มาตรา 97 ผู้ใดกระทำหรือละเว้นการกระทำด้วยประการใดโดยมิชอบด้วยกฎหมายอันเป็นการทำลายหรือทำให้สูญหายหรือเสียหายแก่ทรัพยากรธรรมชาติซึ่งเป็นของรัฐ หรือเป็นสาธารณสมบัติของแผ่นดินมีหน้าที่ต้องรับผิดชอบชดใช้ค่าเสียหายให้แก่รัฐตามมูลค่าทั้งหมดของทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกทำลาย สูญหาย หรือเสียหายไปนั้น ...

ดังนั้นการควบคุมความเสี่ยง หรือการลดความเสี่ยงของอุตสาหกรรมเหล่านี้ จึงเป็นสิ่งสำคัญ และควรตระหนักในฐานะผู้ผลิตที่มีมาตรฐานในเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) คณะวิจัยเล็งเห็นว่าการพัฒนาศักยภาพผู้ผลิตเป็นสิ่งที่สำคัญต่อการพัฒนายุทธศาสตร์ประเทศตามหลักเศรษฐกิจโมเดลเศรษฐกิจแบบใหม่ หรือ BCG โมเดล ซึ่งเป็นการพัฒนาเศรษฐกิจแบบองค์รวม โดยเฉพาะ C ย่อมาจาก Circular economy คือ ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนที่คำนึงถึงการนำวัสดุต่าง ๆ กลับมาใช้ประโยชน์ให้มากที่สุด และ G ย่อมาจาก Green economy คือ ระบบเศรษฐกิจสีเขียวซึ่งมุ่งแก้ไขปัญหามลพิษเพื่อลดผลกระทบต่อโลกอย่างยั่งยืน จึงได้มีการศึกษาในโรงงานผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล ซึ่งแม้ว่าอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกและรีไซเคิลพลาสติกมีแนวโน้มเติบโตมากขึ้น แต่มักเป็นกิจการขนาดเล็กหรือระดับครัวเรือน ที่มีองค์ความรู้ด้านความปลอดภัยและด้านสิ่งแวดล้อมค่อนข้างน้อยหรือไม่มีเลย บทความนี้เป็นผลการเก็บรวบรวมข้อมูลในเชิงลึกโดยเฉพาะกระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลชนิด พอลิโพรพิลีน (Polypropylene; PP) และพอลิเอทิลีน (Polyethylene; PE) และการวิเคราะห์ความเสี่ยงอันเกิดขึ้นต่อผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม เพื่อนำไปสู่การสร้างวิธีการควบคุมและป้องกันที่เหมาะสม

กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล โดยสังเขป

1) การรวบรวมเศษพลาสติก โรงงานทำเม็ดพลาสติกจากเศษพลาสติกเก่าที่ใช้งานแล้ว จะรับซื้อเศษพลาสติกตามแหล่งต่าง ๆ เช่น ร้านรับซื้อของเก่า หรือจากโรงงานอุตสาหกรรมอื่น ๆ ซึ่งพลาสติกเหล่านี้มักจะคัดแยกประเภทมาแล้ว เป็นการลดภาระของโรงงานในการคัดแยกพลาสติกอีกครั้ง

2) การคัดแยกประเภทของพลาสติก กรณีที่พลาสติกที่รับซื้อมาไม่ผ่านการคัดแยกมาก่อน ทางโรงงานจะทำการคัดแยกพลาสติกตามประเภทที่กล่าวไว้ข้างต้น รวมทั้งคัดแยกสิ่งเจือปนที่ไม่ใช่พลาสติกออกไป บางโรงงานอาจทำการคัดแยกตามสีของพลาสติกด้วย

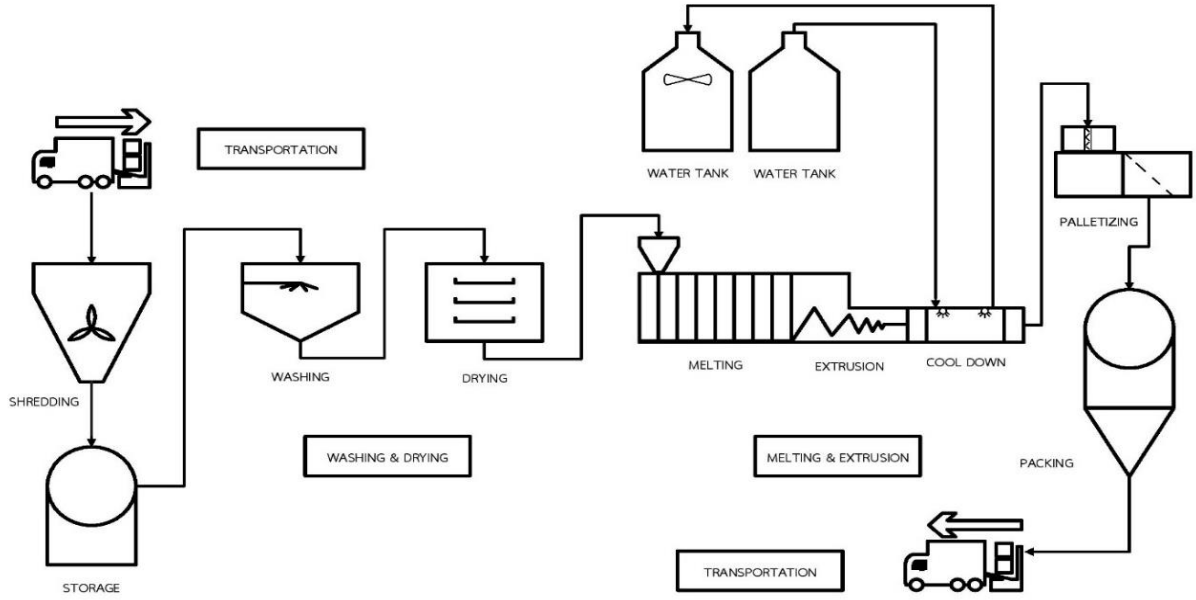
3) การล้างทำความสะอาดเศษพลาสติก เป็นการล้างทำความสะอาดเศษพลาสติกเก่า เพื่อชะล้างสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่อาจติดอยู่บนเศษพลาสติก เนื่องจากสิ่งสกปรกเหล่านี้จะทำให้คุณภาพของเม็ดพลาสติกรีไซเคิลลดลง ซึ่งในการล้างอาจใช้น้ำธรรมดาเพียงอย่างเดียว หรือใช้ผงซักฟอก โซดาไฟ หรือสารทำความสะอาดชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับประเภทของพลาสติกและสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนเศษพลาสติก หลังจากล้างเศษพลาสติกแล้ว

จะต้องทำให้เศษพลาสติกแห้งก่อนเข้าเครื่องบด โดยนำเข้าเครื่องสลัดแห้ง แล้วนำไปตากกลางแจ้งหรือเป่าด้วยลมร้อน

4) การบดหยาบ และการบดละเอียด หลังจากคัดแยกประเภทของพลาสติกแล้ว ก็จะนำพลาสติกมาเข้าเครื่องบด พลาสติกขนาดใหญ่จะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องบดหยาบก่อนที่จะเข้าสู่เครื่องบดละเอียด ส่วนพลาสติกขนาดเล็กสามารถป้อนเข้าสู่เครื่องบดละเอียดได้เลย หลังจากผ่านเครื่องบดแล้ว จะได้เกล็ดพลาสติก (Plastic scrap) ซึ่งสามารถนำไปหลอมและรีดเป็นเส้นพลาสติก แผ่นพลาสติก หรือเม็ดพลาสติกต่อไปได้

5) การล้างเกล็ดพลาสติก หลังจากการบดหยาบและบดละเอียดเศษพลาสติกจนได้เกล็ดพลาสติกแล้ว บางโรงงานอาจนำเกล็ดพลาสติกมาเข้าเครื่องล้างอีกครั้ง เพื่อกำจัดฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกอื่น ๆ ออกจากเกล็ดพลาสติก รวมทั้งมีการทำให้เกล็ดพลาสติกแห้งโดยนำเข้าเครื่องสลัดแห้ง แล้วนำไปตากกลางแจ้งหรือเป่าด้วยลมร้อน

6) การหลอม/รีดเกล็ดพลาสติก เป็นการให้ความร้อนกับเกล็ดพลาสติกจนอ่อนตัวเป็นเนื้อเดียวกันแล้วป้อนเข้าสู่เครื่องรีดโดยใช้พลังงานกล ซึ่งจะรีดพลาสติกออกมาเป็นเส้นผ่านน้ำเย็นเพื่อลดอุณหภูมิ แล้วตัดพลาสติกเป็นเม็ดตามขนาดที่ต้องการ โดยกระบวนทั้งหมดแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล

ขั้นตอนของกระบวนการผลิตที่ได้จากการลงพื้นที่สังเกตการณ์ในสถานประกอบการ เริ่มต้นตั้งแต่กระบวนการรับและเก็บกองวัตถุดิบ การคัดแยกเศษพลาสติก การล้างเศษพลาสติก การบดตัดพลาสติก การหลอมรีด หล่อเย็นและการตัดเม็ด ตลอดจนการจัดเก็บผลิตภัณฑ์เม็ดพลาสติก โดยการระบุสิ่งคุกคามที่พบในแต่ละกระบวนการผลิตข้างต้นจะครอบคลุมทุกประเภทภัยคุกคาม ได้แก่ สิ่งคุกคามด้านกายภาพ เช่น เสียง ความร้อน แสงสว่าง ทั้งนี้ ระดับของความเสี่ยงในแต่ละภัยคุกคามแตกต่างกันขึ้นกับโอกาสที่สิ่งคุกคามจะทำให้เกิดอันตราย ความรุนแรงของอันตรายที่จะเกิดขึ้น โดยผลการศึกษามีการเปรียบเทียบกับค่าตามที่กฎหมายกำหนด ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 รายละเอียดสถานประกอบการที่ศึกษาจำนวน 4 แห่ง

รหัสโรงงาน/สถานประกอบการ*	**ที่ตั้ง**	**ชนิดวัตถุดิบ**	**ลักษณะวัตถุดิบ**
โรงงานที่ 1	อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	HDPE, LDPE และ PP	เศษพลาสติกจากอุตสาหกรรมและร้านรับซื้อของเก่า
โรงงานที่ 2	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	HDPE	ถุงสะอาดและเศษพลาสติกจากอุตสาหกรรมและร้านรับซื้อของเก่า
โรงงานที่ 3	เขตบางบอน กรุงเทพมหานคร	HDPE, LDPE, LLDPE และ PP	ถุงสะอาดและเศษพลาสติกจากอุตสาหกรรมและร้านรับซื้อของเก่า
โรงงานที่ 4	อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	PE	ถุงสะอาดและเศษพลาสติกจากอุตสาหกรรม

หมายเหตุ

* ขอสงวนชื่อโรงงาน/สถานประกอบการเป็นข้อมูลลับ

**พอลิโพรพิลีน (Polypropylene; PP), พอลิเอทิลีน (Polyethylene; PE), พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene; PE), พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene; LDPE)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์แสงสว่าง เสียง และความร้อนของโรงงานที่ศึกษาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

สิ่งคุกคาม	เสียง	ความร้อน	แสงสว่าง (ลักซ์)	
	(TWA8)	อุณหภูมิเวตบัลบ์โกลบ (WBGT)	จุด	พื้นที่
โรงงานที่ 1	/	x	/	x
โรงงานที่ 2	/	x	x	x
โรงงานที่ 3	/	x	x	x
โรงงานที่ 4	/	x	/	/

(/ หมายถึงผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และX หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน)

ผลการตรวจวัดระดับความเข้มเสียงในพื้นที่ปฏิบัติงานของสถานประกอบการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล พบว่าทุกจุดของการตรวจวัดมีค่าไม่เกินมาตรฐานระดับเสียงเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน (TWA8 = 85 เดซิเบลเอ) และพนักงานได้รับสัมผัสเสียงในบริเวณสถานประกอบกิจการที่มีระดับเสียงสูงสุดไม่เกิน 140 เดซิเบลเอ เป็นไปตามค่ามาตรฐานที่ระบุไว้ในกฎกระทรวงฯ แต่อย่างไรก็ตามจุดบดตัด ดังรูปที่ 2 (ก) เป็นจุดที่ค่าระดับเสียงสูงสุด 97.7-102.2 เดซิเบลเอ ซึ่งหากมีพนักงานทำงานในจุดนี้ ควรมีการจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลให้แก่พนักงาน ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 2 (ข)

(ก) จุดที่มีกระบวนการบดตัด

(ข) อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (ที่มา: mssengineering)

รูปที่ 2 การตรวจวัดระดับความเข้มเสียงในพื้นที่ปฏิบัติงานของสถานประกอบการ

ผลการตรวจวัดระดับความร้อนในพื้นที่ปฏิบัติงานของโรงงาน/สถานประกอบการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิล พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 31.90-34.63 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานระดับความร้อนภายในสถานประกอบกิจการตามลักษณะของ “งานหนัก” ตามที่ระบุไว้ในมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559 ตามกฎกระทรวงแรงงานซึ่งไม่ควรเกิน 30 องศาเซลเซียส ดังนั้น สถานประกอบการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลควรพิจารณาหาแนวทางในการปรับปรุงหรือแก้ไขสภาวะทำงาน หรือลดภาระงาน รวมถึงปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรอุปกรณ์ กระบวนการผลิต วิธีการทำงานหรือการดำเนินการใด ๆ ที่อาจมีผลต่อการลดระดับความร้อนในพื้นที่ทำงานอย่างเหมาะสม เช่น จัดหาพัดลมระบายอากาศ จัดหาตู้กดน้ำในสถานที่ใกล้เคียงที่เหมาะสม สลับพนักงานลดการทำงานต่อเนื่องในจุดที่มีแหล่งกำเนิดความร้อน เช่น จุดหลอม เป็นต้น โดยเฉพาะฤดูร้อนที่มีอุณหภูมิสูงมาก ๆ

ผลการตรวจวัดค่าความเข้มแสงในบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานของโรงงานต่าง ๆ รายงานตามผลตรวจวัดสภาวะการทำงานเกี่ยวกับแสงสว่างแบบใช้สายตามองเฉพาะจุด (Spot measurement) และผลการตรวจวัดสภาวะการทำงานเกี่ยวกับแสงสว่างแบบพื้นที่ (Area measurement) ตามลำดับ เมื่อเทียบผลการตรวจวัดกับค่ามาตรฐานความเข้มแสงสว่างที่ระบุไว้ในประกาศสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานฯ พ.ศ. 2561 ตั้งแต่ จุดสายพานลำเลียงวัตถุดิบก่อนหลอมและจุดหลอม รีดเป็นเส้น หล่อเย็น และตัดเม็ดพลาสติกพบค่าความเข้มแสงที่ต่ำกว่า 200-300 ลักซ์ ตามที่กำหนดไว้ภายใต้ลักษณะงานหยาบ โดยแสงสว่างแบบเฉพาะจุด ต่ำสุดที่พบคือ 29 ลักซ์ คือ จุดหลอม รีดเป็นเส้นและหล่อเย็น ส่วนแสงสว่างแบบพื้นที่ ต่ำสุดที่พบคือ 22 ลักซ์ คือ บริเวณจัดเก็บผลิตภัณฑ์ ดังรูปที่ 3

(ก) บริเวณจัดเก็บผลิตภัณฑ์

(ข) จุดที่มีกระบวนการจุดหลอม รีดเป็นเส้นและหล่อเย็น

รูปที่ 3 การตรวจวัดระดับแสงสว่างแบบพื้นที่และแบบเฉพาะจุดของสถานประกอบการ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามดัชนีคุณภาพน้ำ ได้แก่ pH, TDS, BOD, COD, Alkalinity และ TOC ในโรงงานที่ 1 จากกระบวนการล้างพลาสติกที่ตัดละเอียดแล้ว และกระบวนการหล่อเย็น แล้วนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560 (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2560)

จากตารางที่ 3 พบว่า pH และ COD ของน้ำล้างมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่น้ำทิ้งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบค่า BOD พบว่าในน้ำตัวอย่างทั้งน้ำทิ้งและน้ำล้างมีค่าสูงกว่าที่มาตรฐานกำหนด ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ BOD อาจเป็นเพราะส่วนปลายของสารลดแรงตึงผิวจากสารซักล้างในการล้างพลาสติกเพื่อทำความสะอาดขวดที่ผ่านการใช้แล้ว ผลิตมาจากน้ำมันพืช เช่น น้ำมันปาล์ม และน้ำมันมะพร้าว เป็นต้น ส่วน Alkalinity ที่เพิ่มขึ้นมา เป็นเพราะการใช้โซดาไฟ (NaOH) จากกระบวนการล้าง ทำให้น้ำเสียมีความเป็นด่างสูง ส่วนน้ำเสียของโรงงานทั้งหมดจะถูกนำเข้าบ่อพักน้ำเสียเพื่อรอเวลาบำบัดและการระบายทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์น้ำล้างและน้ำทิ้งจากกระบวนการล้างพลาสติกจากโรงงานที่ 1

พารามิเตอร์	**<u>น้ำล้าง</u> จาก ตัวอย่าง ครั้งที่ 1**	**<u>น้ำทิ้ง</u> จาก ตัวอย่าง ครั้งที่ 1**	**<u>น้ำทิ้ง</u> จาก ตัวอย่าง ครั้งที่ 2**	**ค่า มาตรฐาน**	**วิธีวิเคราะห์**
pH	7.8	9.8	7.5	5.5-9.0	Electrometric method 4500-H^+ B
TDS	602	900	468	3,000	Total dissolved solid dries at 180°C 2540 C
BOD_5 (mg/L)	22.2	39.6	31.5	20	5-Day BOD test 5210 B
COD (mg/L)	102	224	752	120	Open reflux method 5220 B
Alkalinity (mg/L)	382	653	319	-	Titration method 2320 B

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์สารอินทรีย์ที่ตรวจพบในน้ำทิ้ง น้ำหล่อเย็น และน้ำบำบัดไอระเหย

น้ำทิ้ง โรงงานที่ 1	**น้ำหล่อเย็น โรงงานที่ 1**	**น้ำหล่อเย็น โรงงานที่ 2**	**น้ำหล่อเย็นและน้ำบำบัดไอระเหย โรงงานที่ 3**	**น้ำหล่อเย็น โรงงานที่ 4**
- Butane, 2-methyl - Pentane, 2 methyl - Pentane, 3 methyl - Hexane - Cyclopentane, methyl - Cyclohexane	- Pentane, 2 methyl - Pentane, 3 methyl - Cyclopentane, methyl - Cyclohexane - Silane - Cyclononasiloxane	- Butane, 2-methyl - Propane - Pentane, 2 methyl - Pentane, 3 methyl - n-Hexane - Cyclopentane, methyl - Cyclohexane	- Butane, 2-methyl - Pentane, 2 methyl - Pentane, 3 methyl - n-Hexane - Cyclopentane, methyl - Cyclohexane	- Butane, 2-methyl - Propane - Pentane, 2 methyl - Pentane, 3 methyl - n-Hexane - Cyclopentane, methyl - Cyclohexane

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สารอินทรีย์ที่ตรวจพบในอากาศบริเวณกระบวนการหลอมพลาสติก

โรงงานที่ 1 (PE, PP)	**โรงงานที่ 2 (PE)**	**โรงงานที่ 3 (PE, PP)**	**โรงงานที่ 4 (PE)**
- 1-Propane - Pentane - n-Hexane - Cyclopentane	- 1-Propane - Pentane - n-Hexane - Cyclopentane - Styrene - Formaldehyde	- 1-Propane - Pentane - n-Hexane - Cyclopentane - Styrene	- 1-Propane - Pentane - n-Hexane - Cyclopentane

อย่างไรก็ตามค่าคุณลักษณะน้ำพื้นฐานดังกล่าวนี้ ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น อัตราการผลิต ความสกปรกของพลาสติก ชนิดของสารทำความสะอาด สารเคมีที่ใช้ เป็นต้น แต่เมื่อวิเคราะห์ชนิดสารอินทรีย์ที่พบในน้ำเสีย น้ำหล่อเย็น และน้ำบำบัดไอระเหย ด้วยเครื่อง Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) และ Gas chromatography-flame ionization detector (GC-FID) พบว่าเป็นไฮโดรคาร์บอนและสารอินทรีย์ระเหยง่าย ดังแสดงในตารางที่ 4 นอกจากนี้ทางคณะวิจัยยังคาดว่าจะพบพลาสติกขนาดเล็กที่เกิดจากการบดตัดก่อนล้าง ทำให้มีเศษพลาสติกปนเปื้อนลงสู่น้ำทิ้ง ซึ่งจะทำการศึกษาต่อไป

สอดคล้องกับผลที่ได้จากน้ำเสียและน้ำหล่อเย็น จากการวิเคราะห์คุณภาพอากาศพบสารอินทรีย์ที่คล้ายกัน แต่พบว่ายังพบสารอันตราย ได้แก่ ฟอร์มัลดีไฮด์ อีกด้วย (ตารางที่ 5) อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้เป็นเพียงการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ จึงไม่สามารถระบุถึงปริมาณได้ นอกจากนี้การรับสัมผัสผ่านการสูดดมสารมลพิษความเข้มข้นต่ำเป็นระยะเวลานาน เช่น เฮกเซน เป็นต้น อาจจะทำให้เกิดการชาที่แขนขา กล้ามเนื้ออ่อนแรง ตาพร่ามัว ปวดหัว และเมื่อยล้าได้ (EPA, 2016) อันส่งผลต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของพนักงานขณะปฏิบัติงาน

จากการศึกษาโรงงานที่หลอม PP และ PE อื่น ๆ พบว่ามีการพบสารอินทรีย์ระเหยได้ชนิดโทลูอีนอีกด้วย (Ansar และคณะ, 2564)

รูปที่ 4 ปัจจัยอื่นที่สำคัญและต้องคำนึงถึงความปลอดภัยขณะทำงาน

นอกจากนี้ยังมีหลายปัจจัยที่คณะผู้วิจัยทำการศึกษาในภาพรวมและเห็นว่าเป็นประเด็นที่สำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 4 ได้แก่

- เครื่องจักรในบางแห่งมีความเสี่ยงในการก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ โดยเฉพาะเครื่องบดและเครื่องขบ ที่ต้องมีการดำเนินการแก้ไขในส่วนของความปลอดภัยขณะใช้งาน (รูปที่ 2 (ก))
- การทำงานของพัดลมดูดควันจากกระบวนการหลอม หากพิจารณาถึงสามเหลี่ยมไฟอันประกอบด้วย เชื้อเพลิง ออกซิเจน และประกายไฟพบว่า ไอระเหยจากกระบวนหลอมมีอุณหภูมิสูง อีกทั้งเป็นไฮโดรคาร์บอนสายสั้น จุดเดือดต่ำ ติดไฟง่าย หากท่อมีการรั่วดึงอากาศจากภายนอกท่อเข้ามา สามารถลุกติดไฟลามท่อได้ รวมไปถึงอันตรายของการเดินสายไฟที่ไม่เหมาะสม (รูปที่ 4)

- เครื่องทุ่นแรง เนื่องจากกระบวนการผลิตมีหลายขั้นตอน การใช้รถโฟล์คลิฟท์ ถือว่าทุกโรงงาน/สถานประกอบการมีการใช้งาน แต่ไม่ค่อยมีการให้ความสำคัญเท่าที่ควรตั้งแต่การเติมเชื้อเพลิงจนถึงการเดินรถ โดยเฉพาะเรื่องอัคคีภัย ควรมีแนวทางการจัดการที่ชัดเจน (รูปที่ 4)
- การยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงาน เป็นปัญหาที่ต้องใช้เวลาในการปรับทัศนคติของคนงาน รวมถึงการที่โรงงาน/สถานประกอบการต้องมีงบประมาณเพื่อจัดสรรตำแหน่งที่วางสิ่งของ เก้าอี้ ที่เก็บของให้เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ (รูปที่ 4)

สำหรับแนวทางจัดการความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในอุตสาหกรรมรีไซเคิลพลาสติก สามารถสืบค้นได้เพิ่มเติมจากหนังสือคู่มือ “แนวทางปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในกิจการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลขนาดเล็กชนิด PE และ PP” ซึ่งสามารถดาวน์โหลดผ่านเว็บไซต์ https://eric.chula.ac.th/research# หรือ QR code ในรูปที่ 5

หากภาครัฐมีการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอันเป็นประโยชน์สูงสุด โดยเปลี่ยนจากขยะมาเป็นวัสดุทดแทนวัสดุปฐมภูมิแล้ว ควรมีการส่งเสริมองค์ความรู้เพื่อพัฒนาการผลิตที่ปลอดภัยต่อทั้งสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอย่างยั่งยืน เพราะผลกระทบดังกล่าวแม้ไม่ใช่ผลกระทบที่รุนแรง แต่เป็นผลกระทบในระยาวที่เป็นภาระต่อการรักษาโรคของแรงงานซึ่งอาจเป็นทั้งแรงงานไทยหรือประเทศเพื่อนบ้านที่เป็นบุคคลสำคัญที่ขับเคลื่อนกลไกเศรษฐกิจหมุนเวียนได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกจากนี้ภาคเอกชนในฐานะผู้ผลิตแม้จะเป็นขนาดเล็กก็จำเป็นต้องปรับตัวตามองค์ความรู้และเศรษฐกิจของท่านเองด้วย เช่น ท่านได้กำไรจากการขายแล้ว อาจมีการจัดตั้งคณะทำงาน หรือจัดเตรียมวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ เพื่อลดความเสี่ยงต่อความเสียหายทางธุรกิจ และทรัพยากรบุคคล รวมไปถึงการรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

รูปที่ 5 หนังสือคู่มือ "แนวทางปฏิบัติที่ดีด้านการจัดการความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในกิจการผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลขนาดเล็กชนิด PE และ PP"

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะวิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัย โครงการจัดการความรู้เพื่อการใช้ประโยชน์เชิงนโยบายสาธารณะ (Public Policy) จาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2562 ในการสนับสนุนกิจกรรมต่าง ๆ ภายใต้โครงการผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของอุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติกรีไซเคิลชนิด PE และ PP

บรรณานุกรม

Ansar AM., Assawadithalerd M., Tipmanee D., L., Khamdahsag P., and Kittipongvises S., (2021) Occupational exposure to hazards and volatile organic compounds in small-scale plastic recycling plants in Thailand by integrating risk and life cycle assessment concepts
Journal of Cleaner Production: 329

Mssengineering (2021) Safety Ear Protection สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2565 จาก https://mssengineering.in/product/safety-ear-protection/

US Environmental Protection Agency (2016) Hexane สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2565 จาก https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/hexane.pdf

ข่าวไทยพีบีเอส (2564) คพ.เก็บหลักฐานจ่อฟ้องแพ่งโรงงานพลาสติกปล่อย "ควันพิษ" สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2565 จาก https://news.thaipbs.or.th/content/304423