

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ซึ่งทำการศึกษการปนเปื้อนของมลสารไมโครพลาสติกในแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาสำหรับการอุปโภค ได้แก่ สถานีสูบน้ำแรงต่ำบานทอ ตำบลปาดัน สถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์ ตำบลสุเทพ และสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด ตำบลป่าแดด จังหวัดเชียงใหม่ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนไมโครพลาสติกกับคุณภาพทางกายภาพและเคมีอื่น ๆ ในแหล่งน้ำนั้น ๆ โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 6 ครั้งต่อแหล่งน้ำ ในช่วงระหว่างเดือนมิถุนายน – กันยายน พ.ศ. 2563 ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 4.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา
- 4.2 จำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา
- 4.3 ชนิดของไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา
- 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา และจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างน้ำ

คุณภาพของน้ำทางกายภาพและเคมี จากแหล่งน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปาสำหรับการอุปโภค ทั้ง 3 แหล่งน้ำครั้งนี้ ประกอบด้วยพารามิเตอร์ที่สำคัญ ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้โดยจุลินทรีย์ (BOD) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) และค่าฟอสฟอรัสรวม (TP) โดยผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำตัวอย่างสามารถแสดงได้ในตารางที่ 4-1 ถึง ตารางที่ 4-3 นี้

ตารางที่ 4.1คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำตัวอย่างจากบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6
TSS (มก/ล.)	-	3.33±2.30	124.33±8.38	152.66±8.38	84.33±5.50	177.00±2.00	54.33±12.34
DO (มก/ล.)	* ไม่ต่ำกว่า 3	1.54±0.19	3.42±0.33	3.85±0.24	5.66±0.55	6.89±0.23	6.36±0.43
BOD (มก/ล.)	** ไม่เกิน 4	1.46±0.30	0.76±0.25	1.03±0.49	1.70±2.42	1.30±0.17	1.66±0.20
TKN (มก/ล.)	-	N/D	N/D	N/D	N/D	1.68±1.12	3.00±0.87
TP (มก/ล.)	-	0.44±0.05	0.76±0.39	0.92±0.08	0.64±0.11	0.61±0.23	0.66±0.57
ไมโครพลา สติก (ชิ้น/ลบ. ม.)	-	3,190	5,420	4,733	4,421	2,427	3,086

* เอกสารวิชาการ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ ฉบับที่ 75/2530 เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด ปัจจุบันสถาบันฯ เปลี่ยนเป็น สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด สังกัดกรมประมง

** มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 - 4 อ้างอิงจาก กรมควบคุมมลพิษ, (2558)

จากตารางที่ 4-1 แสดงถึงคุณภาพของน้ำทางกายภาพและเคมีของน้ำตัวอย่างจากสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั่วไปของแหล่งน้ำผิวดิน การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ในบางช่วงอาจเกิดจากสาเหตุการเปลี่ยนแปลงตามสภาพฤดูกาล และปริมาณน้ำในขณะเก็บตัวอย่างเพื่อทำการทดลอง

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำตัวอย่างจากบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน*	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6
TSS (มก/ล.)	-	1.12±0.23	4.41±1.21	6.86±2.24	5.73±1.40	6.93±0.95	6.06±0.78
DO (มก/ล.)	* ไม่ต่ำกว่า 3	1.47±0.30	1.60±0.70	2.06±1.30	3.70±0.90	4.00±0.00	2.23±2.10
BOD (มก/ล.)	** ไม่เกิน 4	3.33±1.22	3.25±2.21	3.08±1.21	4.21±1.44	1.83±0.33	4.53±2.14
TKN (มก/ล.)	-	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
TP (มก/ล.)	-	0.16±0.01	1.91±0.21	1.64±1.02	0.92±0.11	0.22±0.02	0.14±0.05
ไมโครพลาสติก (ชิ้น/ลบ.ม.)	-	3,058	2,203	4,023	6,208	3,364	4,006

* เอกสารวิชาการ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ ฉบับที่ 75/2530 เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด ปัจจุบันสถาบันฯ เปลี่ยนเป็น สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด สังกัดกรมประมง

** มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 - 4 อ้างอิงจาก กรมควบคุมมลพิษ, (2558)

จากตารางที่ 4-2 แสดงถึงคุณภาพของน้ำทางกายภาพและเคมีของน้ำตัวอย่างจากสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั่วไปของแหล่งน้ำผิวดิน การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ในบางช่วงอาจเกิดจากสาเหตุการเปลี่ยนแปลงตามสภาพฤดูกาล และปริมาณน้ำในขณะเก็บตัวอย่างเพื่อทำการทดลอง อย่างไรก็ตามหากพิจารณาเปรียบเทียบกับตัวอย่างน้ำจากสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ (ตารางที่ 4-1) จะพบว่า ถึงแม้จุดเก็บตัวอย่างจะเป็นส่วนบริเวณของแม่น้ำ แต่ทิศทางการไหลของน้ำจะไหลจากสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ ผ่านเขตตัวเมืองชุมชนเชียงใหม่ ไปยังฝายกั้นน้ำป่าแดด ซึ่งอยู่ในบริเวณของสถานีสูบน้ำป่าแดด ดังนั้น ค่า BOD จะมีแนวโน้มที่สูงกว่า ในขณะที่ปริมาณน้ำที่กักเก็บบริเวณนี้มากกว่าสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ จึงอาจส่งผลต่อค่า TSS ที่มีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำตัวอย่างจากบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน*	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6
TSS (มก/ล.)	-	95.00±4.25	640.0±9.21	409.36±15.22	45.22±8.33	93.00±2.56	27.21±4.56
DO (มก/ล.)	* ไม่ต่ำกว่า 3	1.90±0.14	3.90±0.24	7.2±0.50	6.20±0.50	6.30±0.23	6.30±0.33
BOD (มก/ล.)	** ไม่เกิน 4	4.80±0.40	3.80±0.50	4.30±0.30	1.70±2.42	1.10±0.20	4.00±0.50
TKN (มก/ล.)	-	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
TP (มก/ล.)	-	1.10±0.32	2.10±0.45	1.16±1.21	0.90±0.08	0.40±0.25	0.70±0.30
ไมโครพลาสติค (ชิ้น/ลบ.ม.)	-	3,820	3,462	4,162	3,086	2,236	3,312
หมายเหตุ		ปริมาณน้ำปกติ และมีการสูบน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำลดลง และมีการสูบน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น และมีการสูบน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำปกติ และมีการสูบน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำปกติ และมีการสูบน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ	ปริมาณน้ำปกติ และมีการสูบน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำ

* เอกสารวิชาการ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ ฉบับที่ 75/2530 เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด ปัจจุบันสถาบันฯ เปลี่ยนเป็น สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด สังกัดกรมประมง

** มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 - 4 อ้างอิงจาก กรมควบคุมมลพิษ, (2558)

จากตารางที่ 4-3 แสดงถึงคุณภาพของน้ำทางกายภาพและเคมีของน้ำตัวอย่างจากสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั่วไปของแหล่งน้ำผิวดิน การเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ในบางช่วงอาจจะเกิดจากสาเหตุการเปลี่ยนแปลงตามสภาพฤดูกาล และปริมาณน้ำในขณะเก็บตัวอย่างเพื่อทำการทดลอง อย่างไรก็ตามสิ่งที่สามารถสังเกตได้ ก็คือ ลักษณะทางภูมิศาสตร์ของสถานีผลิตน้ำแห่งนี้คือ เป็นลักษณะของอ่างเก็บน้ำที่ไม่ได้มีทางผ่านเข้าออกของน้ำ ใช้ประโยชน์จากน้ำโดยการสูบน้ำจากคลองชลประทาน ทำให้พารามิเตอร์บางช่วงเปลี่ยนแปลงไปไม่เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น ค่า DO ของการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ที่มีค่าต่ำ เนื่องจากการไหลเวียนของน้ำอาจจะน้อย เป็นต้น สอดคล้องกับ ค่า TSS ที่ต่ำกว่าในสภาวะที่ไม่มีการสูบน้ำเข้าในอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น

4.2 จำนวน และชนิดไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา

หลังจากได้นำตัวอย่างน้ำบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาทั้ง 3 แห่ง มาวิเคราะห์ด้วยวิธีและขั้นตอนมาตรฐาน ดังแสดงในบทที่ 3 แล้ว สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

4.2.1 บริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ

สถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ ตำบลป่าตัน อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่เป็นสถานีสูบน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาในความรับผิดชอบของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงใหม่ (ชั้นพิเศษ) อยู่ติดกับแม่น้ำปิง และใกล้บ้านเรือน ที่อยู่อาศัยของชุมชน (ภาพที่ 4-1)



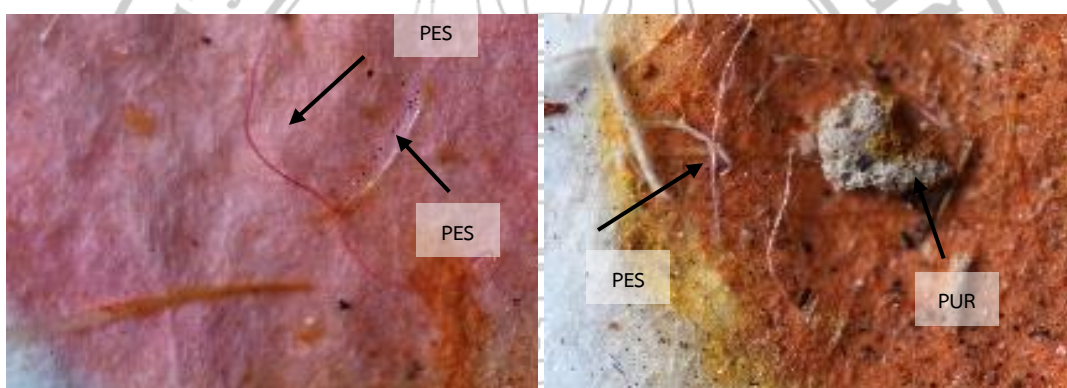
ภาพที่ 4.1 บริเวณและจุดเก็บตัวอย่าง ณ สถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ

ตัวอย่างวัตถุที่วิเคราะห์ได้ด้วยการมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์ขนาดกำลังขยาย 4x ถึง 40X สามารถจำแนกได้ด้วยการเปรียบเทียบ และทำการเทียบเคียงกับตัวอย่างไมโครพลาสติกจากงานวิจัยหลายชิ้นงาน (Di & Wang, 2018; Wang, Yuan, Chen, & Wang, 2018; Ziajahromi, Neale, Rintoul, & Leusch, 2017)

ตารางที่ 4.4 ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ

ครั้งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวน (ชิ้น/ลบ.ม.)	ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ					
		PES	PUR	Nylon	PE	PET	PP
1	3,190	✓	✓	✓	✓		
2	5,420	✓	✓	✓		✓	
3	4,733	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	4,421	✓		✓	✓	✓	
5	2,427			✓	✓		✓
6	3,086	✓	✓				✓

โพลีเอสเตอร์ (Polyester, PES) เป็นพลาสติกประเภทเส้นใยที่ผลิตจากปฏิกิริยา Polymerization ของ Dihydric alcohol และ Dicarboxylic acid เมื่อส่องภายใต้จากกล้องจุลทรรศน์มักมีลักษณะเป็นเส้นยาว บาง ๆ มีผิวเรียบสม่ำเสมอตลอดเส้น พบว่ามีสีเส้นที่แตกต่างกัน มักเห็นจุดเล็ก ๆ ในเส้นใย อันเนื่องจากฟิสิกเมนต์ที่เติมลงไปเพื่อลดความมันของเส้นใย PES ที่พบนี้มีความเป็นไปได้สูงที่จะหลุดออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจากการซักล้างเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มต่าง ๆ จากชุมชน อาคาร บ้านเรือนที่อยู่ติดริมน้ำ และผ่านทางจุดระบายน้ำเสีย คูคลองต่าง ๆ เพราะ เส้นใย PES นั้นได้รับความนิยมมากที่สุดในบรรดากลุ่มเส้นใยสังเคราะห์อื่น ๆ ในการผลิตเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม ซึ่งเห็นได้ว่าบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อน้ำสามารถพบการปนเปื้อนของ PES เกือบทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์



ภาพที่ 4.2 วัตถุ Polyester, PES ที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อน้ำ

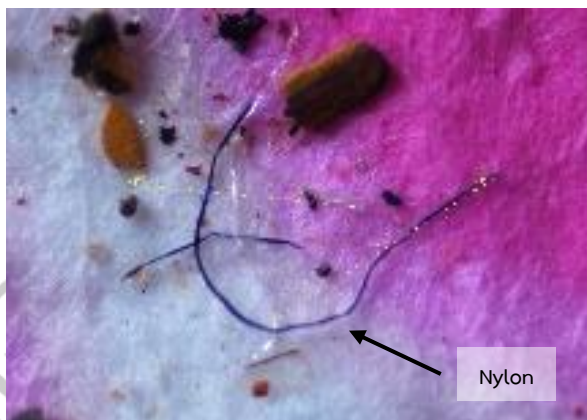
โพลียูรีเทน (Polyurethane, PUR) เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นวัสดุสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ วัสดุที่มี PUR เป็นส่วนประกอบนั้นจะมีลักษณะโดดเด่นของคุณสมบัติ ได้แก่ ความเหนียว ความแข็งแรง และความหนาแน่น ในกลุ่มเครื่องแต่งกาย PUR ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาเป็นเส้นใยสแปนเด็กซ์ (spandex fiber) ที่มีความทนทานและยืดหยุ่นได้ดี เป็นวัสดุใส่ในหมอน ที่นอน และเบาะนั่งรถยนต์ โฟมกันกระแทกในกล่องบรรจุภัณฑ์ วัสดุประกอบไม้ - พลาสติก กาว และสารผนึกต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังใช้ทำอุปกรณ์ทางการแพทย์ การทำเรือ และอิเล็กทรอนิกส์ด้วย PUR ที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำนั้น อาจมีการปนเปื้อนมาจากเศษขยะต่าง ๆ แสดงให้เห็นถึงขาดการจัดการขยะมูลฝอยอย่างมีคุณภาพ ทำให้เศษขยะเหล่านี้แตกตัวปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ



ภาพที่ 4.3 วัตถุ Polyurethane, PUR ที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ

โพลีเอไมด์ (Polyamide) หรือ ชื่อทางการค้าคือ ไนลอน (nylon) คือ พลาสติกที่ได้จากการกระบวนการ polymerization ของเอไมด์ (amide, CHONH) และกรดอินทรีย์ มีการเพิ่มสารแต่งเติม (filler & additives) ประเภทกราไฟต์ และโมลิบดีนัมไดซัลไฟต์ (graphite & molybdenum disulphite) ไนลอนนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยไนลอนที่เตรียมได้นี้ว่า เส้นใย 66 (Fiber 66) คุณสมบัติคือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่เป็นอันตราย ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี ใช้งานในอุณหภูมิที่สูงได้ 120°C เพราะมีจุดหลอมเหลว $180\text{--}200^{\circ}\text{C}$ แข็งแรงเหนียว ต้านทานแรงดึง และแรงฉีกขาดได้ดี ทนต่อการกัดกร่อนและการเสียดสี ไม่เสียรูปทรงง่ายเหมาะสำหรับงานรับแรงมาก ๆ สามารถยืดหยุ่นได้ และทนการบิดพับองได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดีมาก ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนและกลิ่นต่าง ๆ ได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้น้อย และดูดซับความชื้นจากสิ่งแวดล้อมได้

ไนลอนที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อนี้ ถูกตั้งสมมติฐานว่ามีแหล่งที่มาเช่นเดียวกับโพลีเอสเตอร์ เพราะไนลอนมีลักษณะเป็นเส้นใย ถูกนำมาใช้ประโยชน์โดยการถักทอเป็นผืนใช้ประโยชน์ในแง่ของเครื่องแต่งกาย และเครื่องนุ่งห่ม นอกจากนั้นบริเวณริมแม่น้ำปิงตลอดระยะทาง สังเกตเห็นว่ามีเรือหรือมีท่าสำหรับจับสัตว์น้ำ เช่น ปลาประเภทต่างๆ ซึ่งมีการใช้แห หรือ อวน รวมไปถึงเชือกพลาสติกเหนียวที่ใช้ผูกเรือไว้กับหลักข้างแม่น้ำเพื่อการคมนาคม ส่วนมากจะมีสีฟ้า หรือน้ำเงิน เป็นเส้นเหนียว ดังนั้นนอกจากปะปนมากับขยะมูลฝอยจากบ้านเรือนแล้ว กิจกรรมการประมง และคมนาคมดังกล่าวก็สามารถทำให้ไนลอนปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้ อย่างไรก็ตามความพยายามในการแก้ปัญหาของการปนเปื้อนไนลอนนี้ มีรายงานการวิจัยเบื้องต้นว่าสามารถสลายได้ด้วยกระบวนการ Photo-catalysis (Lee et al., 2020) ถือว่าเป็นการเริ่มต้นศึกษาเพื่อลดปริมาณไมโครพลาสติกในธรรมชาติ



ภาพที่ 4.4 วัตถุ Polyamide, Nylon ที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ

โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET) เป็นพลาสติกโพลิเมอร์ที่เกิดจากโมโนเมอร์ (monomer) หลายๆ ตัวซึ่งได้จากปฏิกิริยา Esterification ระหว่าง Terephthalic acid (TPA) กับ Ethylene glycol (EG หรือ Ethanediol) PET เป็นหนึ่งในชนิดของพลาสติกที่ใช้ครั้งเดียว (single used plastic) ที่ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ในวงกว้าง เพราะมีน้ำหนักเบา ราคาถูก ต้นทุนไม่แพง การแปรรูป PET อยู่ในการรีดขึ้นแผ่น การทอเป็นเส้นใย พิล์มบาง เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการบรรจุภัณฑ์ ประเภท อาหารและเครื่องดื่ม ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ยานยนต์ อุปกรณ์กีฬา รวมไปถึงเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มทั่วไป (Piccardo et al., 2020) โดยทั่วไปการพบ PET ในสภาพไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเกิดจากปฏิกิริยาการสลายด้วยแสง (Photo-oxidation) และการสลายด้วยน้ำ (Hydrolysis) (Gewert, Plassmann, & MacLeod, 2015) ของพลาสติก PET ชิ้นใหญ่ที่หลุดลอดไปสู่แหล่งน้ำ ซึ่งก็ถูกพบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 4.5 วัตถุ Polyethylene Terephthalate, PET ที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ

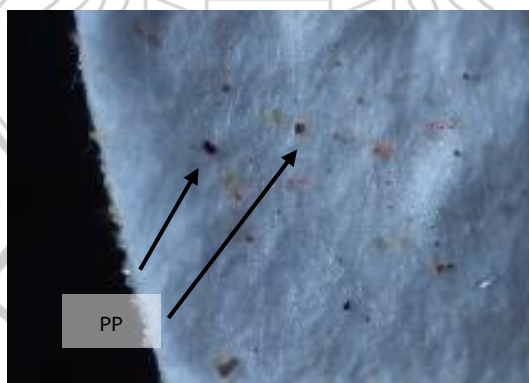
โพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE) มีคุณสมบัติ คือ ลักษณะโปร่งแสงหรือโปร่งใส จะขึ้นกับความหนา และความหนาแน่นผิวไม่มีขั้วจึงใช้ติดกับกาวและหมึกพิมพ์ได้ยาก ยึดตัวได้มาก ฉีกขาดยาก ต้านทานไขมันได้น้อย ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีแต่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและ

กลืนได้น้อย PE เป็นอีกหนึ่งประเภทของพลาสติกที่นิยมใช้ทั่วไป ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามคุณสมบัติของความหนาแน่น ได้แก่ LDPE (Low-density PE) ซึ่งถูกใช้ประโยชน์เป็นถุงพลาสติกแบบบางที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ฟิล์มห่ออาหาร ถาด ถ้วย เป็นต้น และ HDPE (High-density PE) สามารถผลิตเป็นส่วนประกอบของของเล่น ขวดน้ำ ท่อน้ำ อุปกรณ์สำหรับซ่อมแซมตกแต่งบ้าน และอื่นๆ (Europe, 2015) ตัวอย่างไมโครพลาสติก PE ถูกพบในทะเล และ/หรือ มหาสมุทร ถึง 79% ของพลาสติกที่พบ (Kalogerakis et al., 2017) PE ที่พบมากบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อนี้จะมีลักษณะเป็นแผ่น ไม่หนามาก ซึ่งอาจเกิดจากการแตกตัวของถุงพลาสติกบรรจุภัณฑ์ทั่วไปที่หลุดลอดลงแหล่งน้ำ



ภาพที่ 4.6 วัตถุ Polyethylene, PE ที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อน

โพลิโพรไพลีน (Polypropylene, PP) เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นวัสดุสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร ขวดนมเด็ก มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ ความหนาแน่น $0.90-0.91 \text{ g/cm}^3$ มีจุดหลอมเหลว $160-170^\circ\text{C}$ ขึ้นรูปโดยการหลอมเม็ดพลาสติก PP Food Grade หลังจากการขึ้นรูปจะมีความแข็งและเหนียว คงรูปดี ทนต่อการหักงอได้ปานกลาง ทนต่อความร้อนและสารเคมี ไฮโดรเจนมากกว่า HDPE ป้องกันการผ่านของความชื้นได้ดีป้องกันการผ่านของอากาศได้ดี ไม่ทนต่อความเย็น



ภาพที่ 4.7 วัตถุ Polypropylene, PP ที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อน

4.2.2 บริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด

สถานีผลิตน้ำประปา ตำบลป่าแดด อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่เป็นสถานีสูบน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาในความรับผิดชอบของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาเชียงใหม่ (ชั้นพิเศษ) อยู่ติดกับฝายกั้นน้ำป่าแดด ซึ่งกั้นแม่น้ำปิง และใกล้บ้านเรือน ที่อยู่อาศัยของชุมชน (ภาพที่ 4-1)



ภาพที่ 4.8 บริเวณและจุดเก็บตัวอย่าง ณ สถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด

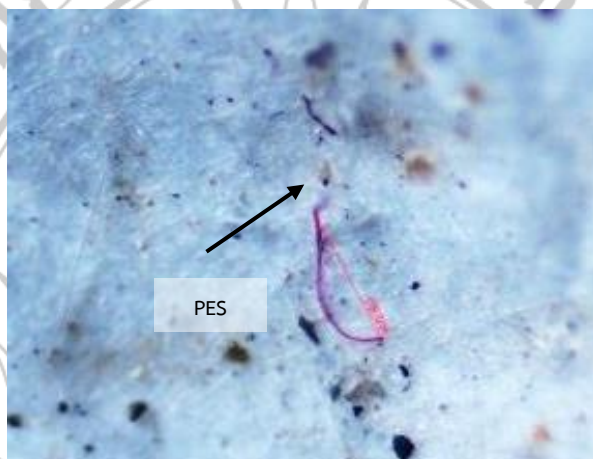
ตัวอย่างวัตถุที่วิเคราะห์ได้ด้วยการมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์ขนาดกำลังขยาย 4x ถึง 40X สามารถจำแนกได้ด้วยการเปรียบเทียบ และทำการเทียบเคียงกับตัวอย่างไมโครพลาสติกจากงานวิจัยหลายชิ้นงาน (Di & Wang, 2018; Wang, Yuan, Chen, & Wang, 2018; Ziajahromi, Neale, Rintoul, & Leusch, 2017) และ วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ FT-IR

ตารางที่ 4-5 ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด

ครั้งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวน (ชิ้น/ลบ.ม.)	ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด				
		PES	Nylon	PE	PET	PP
1	3,058		✓	✓	✓	✓
2	2,203	✓		✓	✓	✓
3	4,023	✓	✓	✓	✓	✓
4	6,208	✓	✓	✓	✓	✓
5	3,364	✓	✓	✓		✓
6	4,006	✓	✓	✓	✓	✓

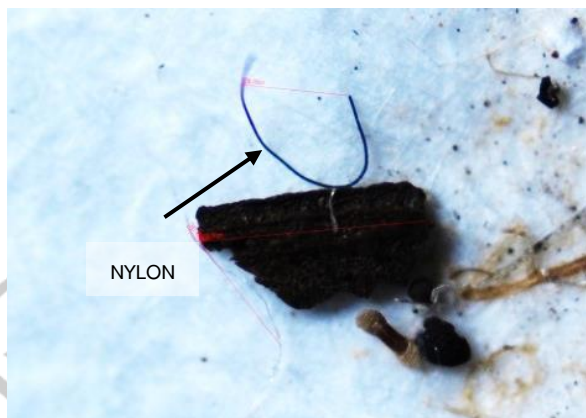
โพลีเอสเตอร์ (Polyester, PES) เป็นพลาสติกประเภทเส้นใยที่ผลิตจากปฏิกิริยา Polymerization ของ Dihydric alcohol และ Dicarboxylic acid เมื่อส่องภายใต้จากกล้อง

จุลทรรศน์มักมีลักษณะเป็นเส้นยาว บาง ๆ มีผิวเรียบสม่ำเสมอตลอดเส้น พบว่ามีสีที่แตกต่างกัน มักเห็นจุดเล็ก ๆ ในเส้นใย อันเนื่องจากฟิสิกเมนต์ที่เติมลงไปเพื่อลดความมันของเส้นใย PES ที่พบนี้มีความเป็นไปได้สูงที่จะหลุดออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจากการซักล้างเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มต่าง ๆ จากชุมชน อาคาร บ้านเรือนที่อยู่ติดริมน้ำ และผ่านทางจตุระบายน้ำเสีย คูคลองต่าง ๆ เพราะ เส้นใย PES นั้นได้รับความนิยมมากที่สุดในบรรดากลุ่มเส้นใยสังเคราะห์อื่น ๆ ในการผลิตเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม PES ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดดนี้ จะมีลักษณะเป็นเส้นใยสั้น และยาวปะปนกัน สีต่าง ๆ เช่น แดง ม่วง เทา หรือใส เป็นต้น



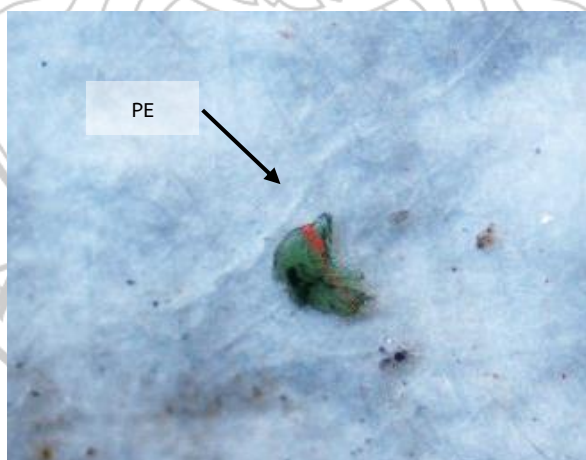
ภาพที่ 4.9 วัตถุ Polyester, PES ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด

โพลีเอไมด์ (Polyamide) หรือ ชื่อทางการค้าคือ ไนลอน (nylon) คือ พลาสติกที่ได้จากการกระบวนการ polymerization ของเอไมด์ (amide, CHONH) และกรดอินทรีย์ มีการเพิ่มสารแต่งเติม (filler & additives) ประเภทกราฟไฟต์ และโมลิบเดนัมไดซัลไฟต์ (graphite & molybdenum disulphite) ไนลอนนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยไนลอนที่เตรียมได้นี้ว่า เส้นใย 66 (Fiber 66) คุณสมบัติคือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่เปื้อนอันตราย ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี ใช้งานในอุณหภูมิที่สูงได้ 120°C เพราะมีจุดหลอมเหลว $180-200^{\circ}\text{C}$ แข็งแรงเหนียว ต้านทานแรงดึง และแรงฉีกขาดได้ดี ทนต่อการกัดกร่อนและการเสียดสี ไม่เสียรูปทรงง่ายเหมาะสำหรับงานรับแรงมาก ๆ สามารถยืดหยุ่นได้ และทนการบิดพับองได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดีมาก ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนและกลิ่นต่าง ๆ ได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้น้อย และดูดซับความชื้นจากสิ่งแวดล้อมได้



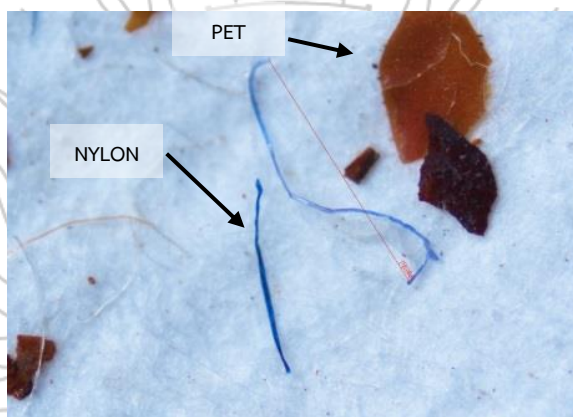
ภาพที่ 4.10 วัตถุ Polyamide, Nylon ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด

โพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE) มีคุณสมบัติ คือ ลักษณะโปร่งแสงหรือโปร่งใส จะขึ้นกับความหนา และความหนาแน่นผิวไม่มีขั้วจึงใช้ติดกับกาวและหมึกพิมพ์ได้ยาก ยึดตัวได้มาก ฉีกขาดยาก ต้านทานไขมันได้น้อย ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีแต่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและกลิ่นได้น้อย PE เป็นอีกหนึ่งประเภทของพลาสติกที่นิยมใช้ทั่วไป ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามคุณสมบัติของความหนาแน่น ได้แก่ LDPE (Low-density PE) ซึ่งถูกใช้ประโยชน์เป็นถุงพลาสติกแบบบางที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ฟิล์มห่ออาหาร ถาด ถ้วย เป็นต้น และ HDPE (High-density PE) สามารถผลิตเป็นส่วนประกอบของของเล่น ขวดน้ำ ท่อน้ำ อุปกรณ์สำหรับซ่อมแซมตกแต่งบ้าน และอื่นๆ (Europe, 2015) ตัวอย่างไมโครพลาสติก PE ถูกพบในทะเล และ/หรือ มหาสมุทร ถึง 79% ของพลาสติกที่พบ (Kalogerakis et al., 2017) PE ที่พบมากบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดดนี้จะมีลักษณะเป็นแผ่น เป็นเกร็ดบาง ๆ โปร่งแสง ขนาดชิ้นเล็กๆ คล้ายเม็ดปัสต์สีฟ้า ซึ่งอาจเกิดจากการแตกตัวของถุงพลาสติกบรรจุภัณฑ์ทั่วไปที่หลุดลอดลงแหล่งน้ำ หรืออาจเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ดูแลบำรุงร่างกาย เช่น ยาสีฟัน โฟมล้างหน้า เป็นต้น



ภาพที่ 4.11 วัตถุ Polyethylene, PE ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด

โพลิเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET) เป็นพลาสติกโพลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์ (monomer) หลายๆ ตัวซึ่งได้จากปฏิกิริยา Esterification ระหว่าง Terephthalic acid (TPA) กับ Ethylene glycol (EG หรือ Ethanediol) PET เป็นหนึ่งในชนิดของพลาสติกที่ใช้ครั้งเดียว (single used plastic) ที่ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ในวงกว้าง เพราะมีน้ำหนักเบา ราคาถูก ต้นทุนไม่แพง การแปรรูป PET อยู่ในรูปการรีดขึ้นแผ่น การทอเป็นเส้นใย ฟิล์มบาง เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการบรรจุภัณฑ์ ประเภท อาหารและเครื่องดื่ม ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ยานยนต์ อุปกรณ์กีฬา รวมไปถึงเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มทั่วไป (Piccardo et al., 2020) โดยทั่วไปการพบ PET ในสภาพไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเกิดจากปฏิกิริยาการสลายด้วยแสง (Photo-oxidation) และการสลายด้วยน้ำ (Hydrolysis) (Gewert, Plassmann, & MacLeod, 2015) ของพลาสติก PET ชิ้นใหญ่ที่หลุดลอยไปสู่แหล่งน้ำ ซึ่งก็ถูกพบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 4.12 วัตถุ Polyethylene Terephthalate, PET ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด

โพลิโพรไพลีน (Polypropylene, PP) เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นวัสดุสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร ขวดนมเด็ก มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ ความหนาแน่น $0.90-0.91 \text{ g/cm}^3$ มีจุดหลอมเหลว $160-170^\circ\text{C}$ ขึ้นรูปโดยการหลอมเม็ดพลาสติก PP Food Grade หลังจากการขึ้นรูปจะมีความแข็งและเหนียว คงรูปดี ทนต่อการหักงอได้ปานกลาง ทนต่อความร้อนและสารเคมี ไสโปรงแสงมากกว่า HDPE ป้องกันการผ่านของความชื้นได้ดีป้องกันการผ่านของอากาศได้ดี ไม่ทนต่อความเย็น



ภาพที่ 4.13 วัตถุ Polypropylene, PP ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด

เมื่อพิจารณาแนวโน้มของจำนวนชิ้นต่อปริมาตรของไมโครพลาสติกในแต่ละครั้งที่พบบริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อในช่วงแรกจะมากกว่าสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด อาจมีสาเหตุจากสภาพภูมิอากาศในขณะทำการเก็บตัวอย่างที่เป็นช่วงต้นของฤดูฝน กระแสน้ำมีความนิ่งกว่า ทำให้ขยะมูลฝอยทั้งเล็กและใหญ่เคลื่อนตัวไปอย่างช้า ๆ แต่เมื่อช่วงหลังของเก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่เข้าสู่ฤดูฝน ปริมาณน้ำในแม่น้ำเพิ่มขึ้น กระแสน้ำเร็วขึ้นทำให้พบไมโครพลาสติกบริเวณต้นน้ำ ซึ่งก็คือ บริเวณสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อน้อยกว่าสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ปลายทาง ติดกับฝายกั้นน้ำป่าแดด อัตราไหลของกระแสน้ำช่วงแรกที่มีสูงก็ชะลอตัวลง เกิดการสะสมตัวของขยะพลาสติกชิ้นใหญ่จำนวนมาก หากแยกหรือคัดออกไม่หมดก็เกิดการสะสมตัว อีกทั้งรวมไปถึงระยะทางที่เส้นแม่น้ำนี้ผ่านกลางเมือง จ.เชียงใหม่ ซึ่งบางจุดก็มีการรั่วไหลของขยะมูลฝอยจากอาคารบ้านเรือนมารวมตัวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างทางน้ำมีจุดปล่อยระบายน้ำจากคลองแม่ข่า ซึ่งเป็นคลองระบายน้ำที่รองรับน้ำเสียครัวเรือนทั้งที่ผ่าน และไม่ผ่านการบำบัด (Ziajahromi, Neale, Rintoul, & Leusch, 2017) ผ่านใจกลางเมืองเชียงใหม่ที่สำคัญอีกคลองหนึ่ง เมื่อพบกับสภาวะตามธรรมชาติที่มีอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงดังกล่าว ก็จะทำให้ขยะพลาสติกที่ปะปนกับขยะมูลฝอยทั่วไปบางส่วนแตกตัวออกเป็นพลาสติกชิ้นเล็กหรือเล็กไปกว่านั้น นั่นก็คือ ไมโครพลาสติก ดังนั้นแนวโน้มของจำนวนชิ้นต่อปริมาตรของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดดจึงมากกว่าสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจำนวนเฉลี่ยของไมโครพลาสติกตลอดการเก็บตัวอย่างในระยะเวลา 3 เดือน พบว่า สถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อพบ $3,880 \pm 1,149.7$ ชิ้น/ลบ.ม. และสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดดพบ $3,810 \pm 1,355.1$ ชิ้น/ลบ.ม. ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก (ตารางที่ 4-5, 4-6)

จำนวนชิ้นของไมโครพลาสติกที่พบทั้งสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ และสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดดมีความสอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้น เช่น แม่น้ำ Pearl River ในประเทศจีน ที่ผ่านเมือง Guangzhou พบการปนเปื้อนของไมโครพลาสติกเฉลี่ย 19,860 ชิ้น/ลบ.ม. และ 8,902 ชิ้น/ลบ.ม. ในช่วงที่ผ่านเขตเมือง และช่วงปากแม่น้ำ ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่าแหล่งกำเนิดการปนเปื้อนหลักก็คือ น้ำเสียจากแหล่งต่างๆ มากกว่า 80% มีขนาดเล็กกว่า 0.5 มม. มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์ม ชิ้นสะเก็ด เส้นใย ส่วนมากเป็นสีฟ้าโปร่งแสง ถูกระบุว่าเป็นไมโครพลาสติกชนิดโพลีเอไมด์ (26.2%) และ cellophane (23.1%) (Yan et al., 2019) หรือแม้กระทั่ง ปากแม่น้ำแยงซีก็สามารถ

พบไมโครพลาสติกจำนวน $4,137.3 \pm 2,461.5$ ชิ้น/ลบ.ม. อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับทวีปยุโรปกลับพบว่า จำนวนชิ้นโดยเฉลี่ยของไมโครพลาสติกต่อปริมาตรน้อยกว่าทวีปเอเชีย ยกตัวอย่างเช่น Lechner et al. รายงานเรื่องการปนเปื้อนไมโครพลาสติกที่ไหลลงสู่ทะเลดำ จำนวนเฉลี่ย $316.8 \pm 4,664.6$ ชิ้นต่อ 1,000 ลบ.ม. ผ่านแม่น้ำดานูป ซึ่งเป็นแม่น้ำขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 2 ในทวีปยุโรป (Lechner et al., 2014)

4.2.3 บริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์

สถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์นี้ เป็นสถานีผลิตน้ำที่มีลักษณะเป็นอ่างเก็บน้ำที่มีการสูบน้ำดิบจากคลองชลประทานที่รับน้ำมาจากสาขาของแม่น้ำปิง อำเภอแม่แตง โดยช่วงระยะเวลาการสูบน้ำจะเป็นการสูบน้ำแบบช่วง ๆ ข้อมูลแสดงในตารางที่ 4-5 แสดงชนิดและจำนวนของไมโครพลาสติกที่เก็บได้ โดยครั้งที่ 1 – 3 ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงที่มีการสูบน้ำเข้า และ ครั้งที่ 4 – 6 เป็นช่วงที่ไม่มีการสูบน้ำเข้า ตัวอย่างวัตถุที่วิเคราะห์ได้ด้วยการมองภายใต้กล้องจุลทรรศน์ขนาดกำลังขยาย 4x ถึง 40X สามารถจำแนกได้ด้วยการเปรียบเทียบ และทำการเทียบเคียงกับตัวอย่างไมโครพลาสติกจากงานวิจัยหลายชิ้นงาน (Di & Wang, 2018; Wang, Yuan, Chen, & Wang, 2018; Ziajahromi, Neale, Rintoul, & Leusch, 2017) และ วิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ FT-IR

ตารางที่ 4.6 ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์

ครั้งที่เก็บ ตัวอย่าง	จำนวน (ชิ้น/ลบ. ม.)	ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์					
		PES	PUR	Nylon	PE	PET	PP
1	3,820	✓		✓	✓		✓
2	3,462	✓	✓	✓		✓	✓
3	4,162	✓		✓	✓	✓	✓
4	3,086*	✓		✓	✓	✓	
5	2,236*			✓	✓		✓
6	3,156*	✓	✓	✓		✓	✓

* ช่วงที่มีการสูบน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำของสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์

จำนวนชิ้นของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์ ในช่วงเวลาที่ไม่มีการสูบน้ำเข้าจะมีค่าเฉลี่ยที่ $3,815 \pm 350$ ชิ้น/ลบ.ม. ในขณะที่ช่วงที่มีการสูบน้ำเข้าอ่างจะมีปริมาณไมโครพลาสติกเฉลี่ย $2,826 \pm 512$ ชิ้น/ลบ.ม. จะพบว่ามีความแตกต่างระหว่างช่วงที่ไม่มีการสูบน้ำเข้า และช่วงที่มีการสูบน้ำเข้า ซึ่งช่วงที่มีการสูบน้ำเข้าอ่างเก็บน้ำปริมาณไมโครพลาสติกพบน้อยกว่า ซึ่งอาจจะเกิดจากความปั่นป่วนของกระแสน้ำที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง ในขณะที่ช่วงน้ำนิ่ง การลอยตัวของไมโครพลาสติกจะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าจึงทำให้มีปริมาณที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม

ตามเมื่อเทียบกับการศึกษาจำนวนไมโครพลาสติกที่พบในแหล่งน้ำผิวดินจาก Three Gorges Reservoir ซึ่งรับน้ำที่ผ่านชุมชนเมือง Chongqing และจังหวัด Hubei ประเทศจีนที่พบในช่วง 1597 ถึง 12,611 ชิ้น/ลบ.ม. (Di & Wang, 2018) หรือแม้กระทั่ง Dongting Lake และ Hong Lake ที่รับน้ำมาจากแม่น้ำ Yangzi ที่พบปริมาณไมโครพลาสติกจากน้ำผิวดินที่ 900 ถึง 2,800 และ 1,250 ถึง 4,650 ชิ้น/ ลบ.ม. ตามลำดับ (Wang, Yuan, Chen, & Wang, 2018) จะเห็นได้ว่าแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็นอ่างเก็บน้ำมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 4.14 บริเวณใกล้ที่เก็บตัวอย่างสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์ช่วงไม่มีการสูบน้ำเข้า



ภาพที่ 4.15 บริเวณใกล้ที่เก็บตัวอย่างสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์ช่วงมีการสูบน้ำเข้า

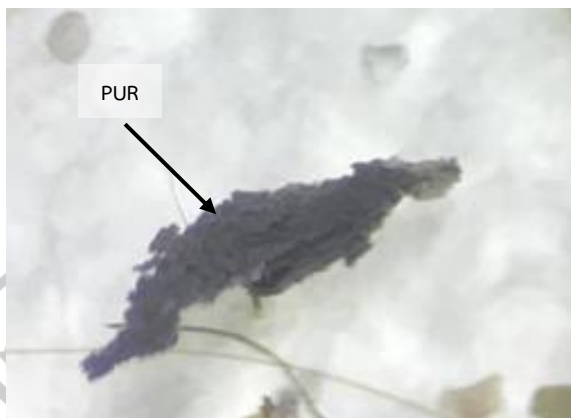
เมื่อพิจารณาชนิดของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์แล้วจะพบว่าชนิดที่พบบมากที่สุดคือ Polyester, Nylon และ Polypropylene แต่ละชนิดที่พบสามารถแยกแยะได้ ดังนี้

โพลีเอสเตอร์ (Polyester, PES) เป็นพลาสติกประเภทเส้นใยที่ผลิตจากปฏิกิริยา Polymerization ของ Dihydric alcohol และ Dicarboxylic acid เมื่อส่องภายใต้จากกล้องจุลทรรศน์มักมีลักษณะเป็นเส้นยาว บาง ๆ มีผิวเรียบสม่ำเสมอตลอดเส้น พบว่ามีสีที่ต่างกัน มักเห็นจุดเล็ก ๆ ในเส้นใย อันเนื่องจากฟิสิกเมนต์ที่เติมลงไปเพื่อลดความมันของเส้นใย PES ที่พบนี้มีความเป็นไปได้สูงที่จะหลุดออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติจากการซักล้างเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มต่าง ๆ จากชุมชน อาคาร บ้านเรือนที่อยู่ติดริมน้ำ และผ่านทางจุดระบายน้ำเสีย คูคลองต่าง ๆ เพราะ เส้นใย PES นั้นได้รับความนิยมมากที่สุดในบรรดากลุ่มเส้นใยสังเคราะห์อื่น ๆ ในการผลิตเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม PES ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์นี้ จะมีลักษณะเป็นเส้นเล็ก ๆ บางส่วนที่พบอาจจะเป็นชิ้นบาง ๆ มีสีต่าง ๆ เช่น เขียว ฟ้ำ ใส เป็นต้น



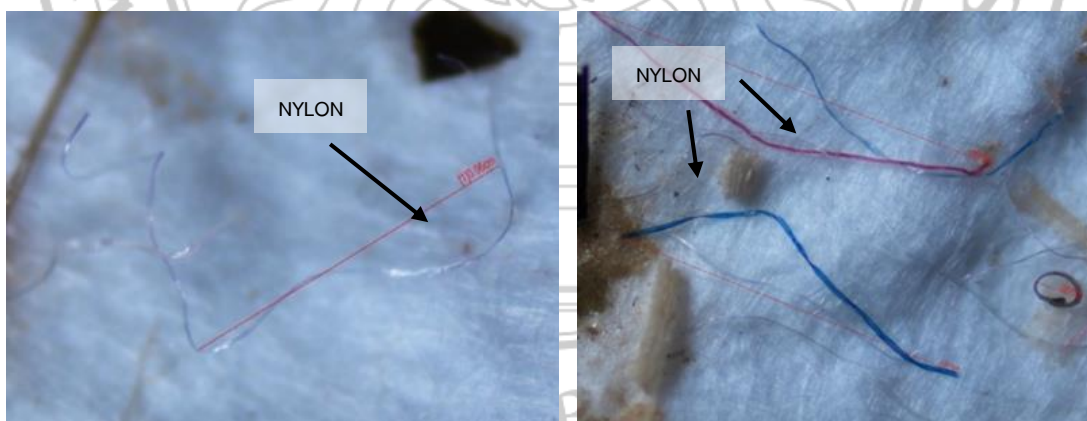
ภาพที่ 4.16 วัตถุ Polyester, PES ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์

โพลียูรีเทน (Polyurethane, PUR) เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นวัสดุสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ วัสดุที่มี PUR เป็นส่วนประกอบนั้นจะมีลักษณะโดดเด่นของคุณสมบัติ ได้แก่ ความเหนียว ความแข็ง และความหนาแน่น ในกลุ่มเครื่องแต่งกาย PUR ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาเป็นเส้นใยสแปนเด็กซ์ (spandex fiber) ที่มีความทนทานและยืดหยุ่นได้ดี เป็นวัสดุใสในหมอน ที่นอน และเบาะนั่งรถยนต์ โฟมกันกระแทกในกล่องบรรจุภัณฑ์ วัสดุประกอบไม้ - พลาสติก กาว และสารผนึกต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังใช้ทำอุปกรณ์ทางการแพทย์ การทำเรือ และอิเล็กทรอนิกส์ด้วย PUR ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์นี้ก็มีโอกาสหลุดลอดมาจากแหล่งน้ำที่ไหลผ่านอาคารบ้านเรือนหรือตัวเมือง ในกรณีนี้ก็คือคลองชลประทาน มีลักษณะเป็นโฟมสีดำ ยืดหยุ่นดี



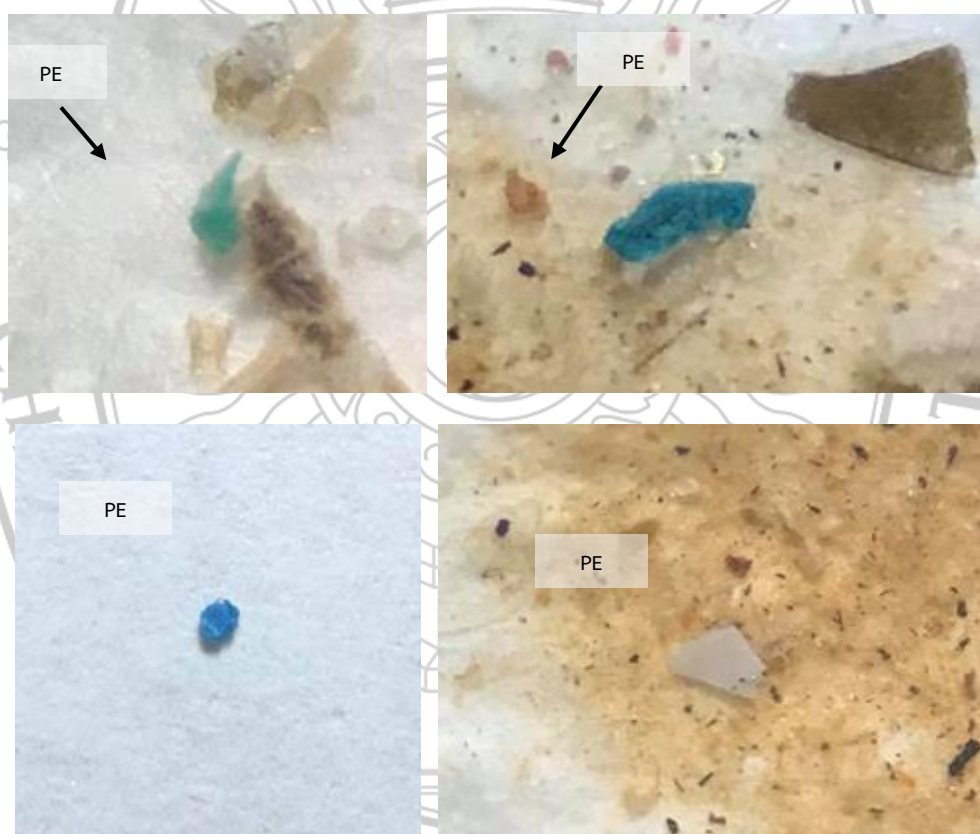
ภาพที่ 4.17 วัตถุ Polyurethane, PUR ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์

โพลีเอไมด์ (Polyamide) หรือ ชื่อทางการค้าคือ ไนลอน (nylon) คือ พลาสติกที่ได้จากการกระบวนการ polymerization ของเอไมด์ (amide, CHONH) และกรดอินทรีย์ มีการเพิ่มสารแต่งเติม (filler & additives) ประเภทกราไฟต์ และโมลิบดีนัมไดซัลไฟต์ (graphite & molybdenum disulphite) ไนลอนนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนเส้นใยธรรมชาติ เส้นใยไนลอนที่เตรียมได้นี้ว่า เส้นใย 66 (Fiber 66) คุณสมบัติคือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่เป็นอันตราย ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี ใช้งานในอุณหภูมิที่สูงได้ $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ เพราะมีจุดหลอมเหลว $180\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$ แข็งแรงเหนียว ต้านทานแรงดึง และแรงฉีกขาดได้ดี ทนต่อการกัดกร่อนและการเสียดสี ไม่เสียรูปทรงง่ายเหมาะสำหรับงานรับแรงมาก ๆ สามารถยืดหยุ่นได้ และทนการบิดพับได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดีมาก ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนและกลิ่นต่าง ๆ ได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้น้อย และดูดซับความชื้นจากสิ่งแวดล้อมได้ เส้นใยไนลอนที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์นี้ โดยส่วนมากที่พบมีลักษณะเป็นเส้นเล็กๆที่มีความเหนียว ยืดหยุ่นสูง มี สีน้ำเงิน สีแดง และ สี มีความขุ่นเล็กน้อย



ภาพที่ 4.18 วัตถุ Polyamide, Nylon ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์

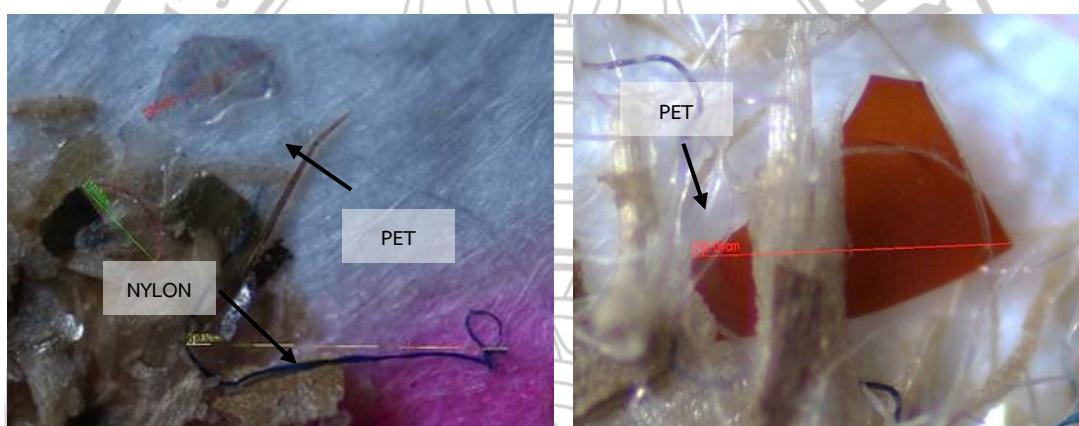
โพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE) มีคุณสมบัติ คือ ลักษณะโปร่งแสงหรือโปร่งใส จะขึ้นกับความหนา และความหนาแน่นผิวไม่มีขั้วจึงใช้ติดกับกาวและหมึกพิมพ์ได้ยาก ยึดตัวได้มาก ฉีกขาดยาก ต้านทานไขมันได้น้อย ป้องกันการซึมผ่านของความชื้นได้ดีแต่ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและกลิ่นได้น้อย PE เป็นอีกหนึ่งประเภทของพลาสติกที่นิยมใช้ทั่วไป ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามคุณสมบัติของความหนาแน่น ได้แก่ LDPE (Low-density PE) ซึ่งถูกใช้ประโยชน์เป็นถุงพลาสติกแบบบางที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ฟิล์มห่ออาหาร ถาด ถ้วย เป็นต้น และ HDPE (High-density PE) สามารถผลิตเป็นส่วนประกอบของของเล่น ขวดน้ำ ท่อน้ำ อุปกรณ์สำหรับซ่อมแซมตกแต่งบ้าน และอื่นๆ (Europe, 2015) ตัวอย่างไมโครพลาสติก PE ถูกพบในทะเล และ/หรือ มหาสมุทร ถึง 79% ของพลาสติกที่พบ (Kalogerakis et al., 2017) PE ที่พบมากบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์นี้จะมีลักษณะเป็นชิ้นเล็กๆ ทรงกลม เป็นแผ่นเรียบ หรือเกร็ดบาง ๆ โปร่งแสง มีความเปราะ ซึ่งขนาดชิ้นเล็กๆ คล้ายเม็ดบิสต์สีฟ้า ซึ่งอาจเกิดจากการแตกตัวของถุงพลาสติกบรรจุภัณฑ์ทั่วไปที่หลุดลอดลงแหล่งน้ำ หรืออาจเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกาย เช่น ยาสีฟัน โฟมล้างหน้า เป็นต้น



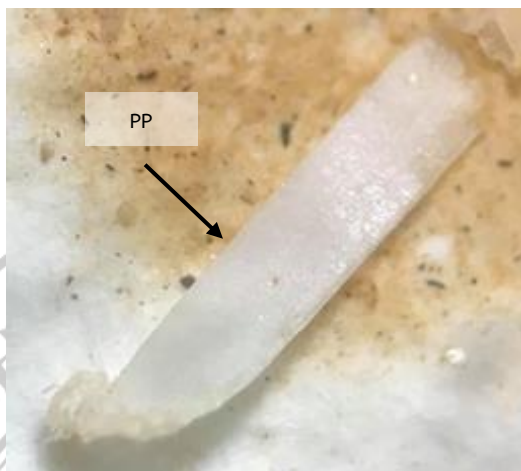
ภาพที่ 4.19 วัตถุ Polyethylene, PE ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์

โพลีเอทิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene Terephthalate, PET) เป็นพลาสติกโพลิเมอร์ที่เกิดจากมอนอเมอร์(monomer) หลายๆ ตัวซึ่งได้จากปฏิกิริยา Esterification ระหว่าง Terephthalic acid (TPA) กับ Ethylene glycol (EG หรือ Ethanediol) PET เป็นหนึ่งในชนิดของ

พลาสติกที่ใช้ครั้งเดียว (single used plastic) ที่ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ในวงกว้าง เพราะมีน้ำหนักเบา ราคาถูก ต้นทุนไม่แพง การแปรรูป PET อยู่ในการรีดขึ้นแผ่น การทอเป็นเส้นใย พิล์มบาง เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการบรรจุภัณฑ์ ประเภท อาหารและเครื่องดื่ม ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ยานยนต์ อุปกรณ์กีฬา รวมไปถึงเสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่มทั่วไป (Piccardo et al., 2020) โดยทั่วไปการพบ PET ในสภาพไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อมเกิดจากปฏิกิริยาการสลายด้วยแสง (Photo-oxidation) และการสลายด้วยน้ำ (Hydrolysis) (Gewert, Plassmann, & MacLeod, 2015) ของพลาสติก PET ชิ้นใหญ่ที่หลุดลอยไปสู่แหล่งน้ำ ซึ่งก็ถูกพบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์ เช่นเดียวกัน PET ที่พบนี้จะมีลักษณะเป็นแผ่นหรือเกล็ดเรียบ ทึบแสง และโปร่งแสง มีทั้งสีขุ่นใสไปจนถึงสีทึบร้อน



ภาพที่ 4.20 วัตถุ Polyethylene Terephthalate, PET ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด
 โพลีโพรไพลีน (Polypropylene, PP) เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่ใช้เป็นวัสดุสำหรับผลิตบรรจุภัณฑ์สำหรับอาหาร ขวดนมเด็ก มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ ความหนาแน่น 0.90-0.91 g/cm³ มีจุดหลอมเหลว 160-170 °C ขึ้นรูปโดยการหลอมเม็ดพลาสติก PP Food Grade หลังจากการขึ้นรูปจะมีความแข็งและเหนียว คงรูปดี ทนต่อการหักงอได้ปานกลาง ทนต่อความร้อนและสารเคมี ใส่โปร่งแสงมากกว่า HDPE ป้องกันการผ่านของความร้อนได้ดีป้องกันการผ่านของอากาศได้ดี ไม่ทนต่อความเย็น PP ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์จะมีลักษณะเป็นชิ้นเล็กสีขุ่น มีความยืดหยุ่นดี



ภาพที่ 4.21 วัตถุ Polypropylene, PP ที่พบบริเวณสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์

4.3 การวิเคราะห์ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบด้วยเทคนิค Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR)

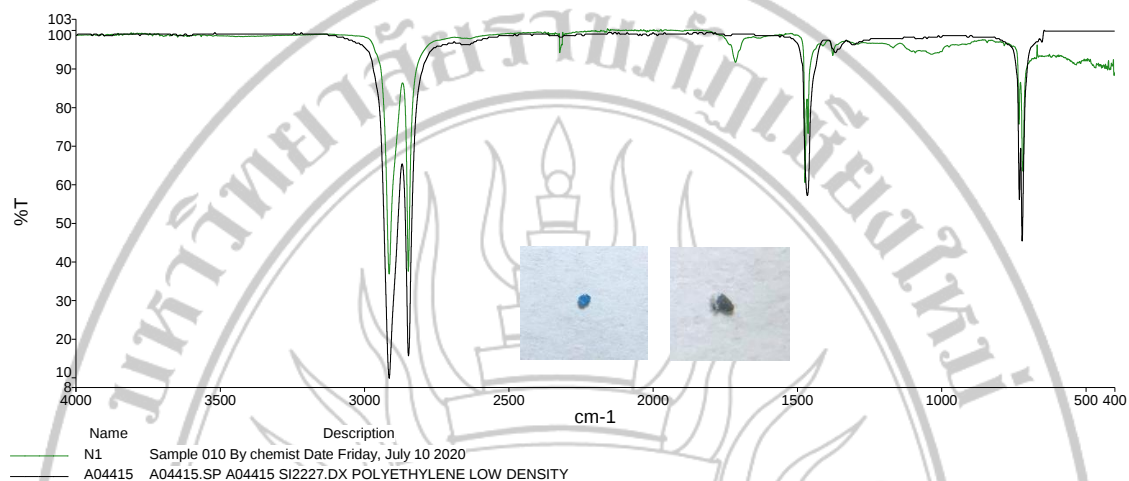
การวิเคราะห์ชนิดของไมโครพลาสติกที่พบบริเวณแหล่งผลิตน้ำประปาทั้งสามนั้น นอกเหนือจากการวิเคราะห์ชนิดด้วยสายตาผ่านกล้องจุลทรรศน์ (Naked Eyes) ซึ่งเป็นการจำแนกด้วยการจัดกลุ่มดูความคล้ายคลึง ลักษณะเด่น ความเหมือน ความต่าง ตามที่แสดงในหัวข้อก่อนหน้านี้แล้วนั้น คณะผู้วิจัยได้สุ่มเอาชิ้นไมโครพลาสติกที่พบไปตรวจสอบด้วย เครื่อง Perkin Elmer FT-IR spectrometer



ภาพที่ 4.22 การวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติกด้วย FT-IR

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติกบางส่วนสามารถแสดงเส้น Spectrum และเทียบความคล้ายคลึงจากข้อมูลใน Library ของตัวเครื่องได้ ดังนี้

4.3.1 ไมโครพลาสติกประเภท Polyethylene

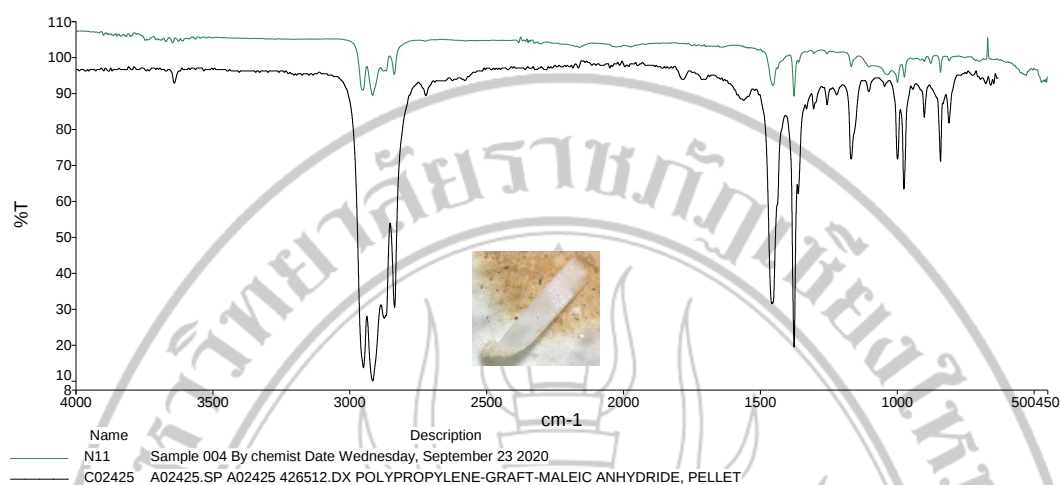


ภาพที่ 4.23 Spectra ของไมโครพลาสติกชนิด PE ที่พบในแหล่งน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปา

การวิเคราะห์ Spectra ของตัวอย่างไมโครพลาสติกนี้ สามารถเทียบเคียงความคล้ายคลึงกับพลาสติกประเภท Low Density Polyethylene ถึงร้อยละ 97.61 ดังแสดงในตาราง Search Score ดังนี้

Search Score	Search Reference Spectrum Description
0.976074	A04415.SP A04415 SI2227.DX POLYETHYLENE LOW DENSITY
0.97597	A03127.SP A03127 NIC08674.DX POLYETHYLENE
0.973425	A02823.SP A02823 181897.DX POLYETHYLENE, LOW DENSITY

4.3.2 ไมโครพลาสติกประเภท Polypropylene

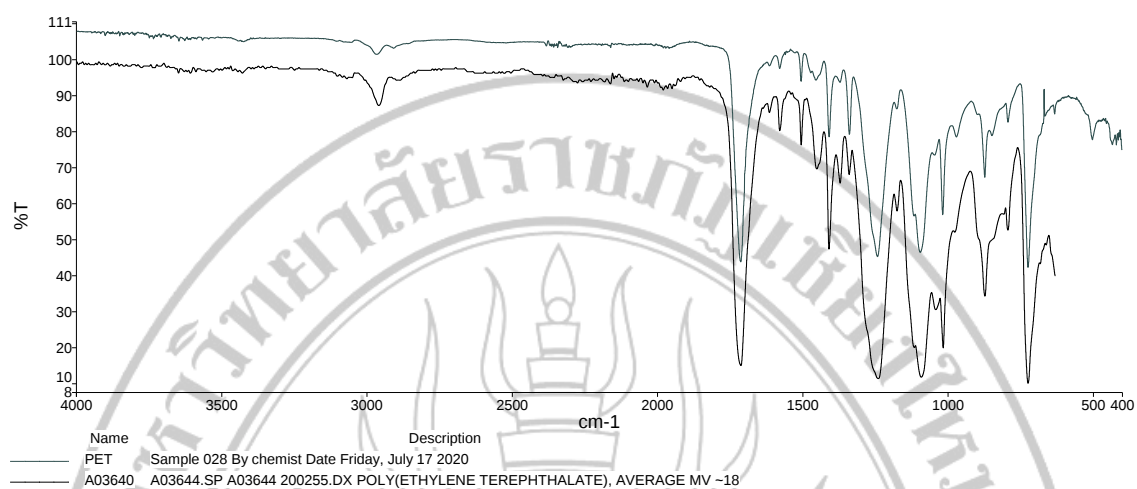


ภาพที่ 4.24 Spectra ของไมโครพลาสติกชนิด PP ที่พบในแหล่งน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปา

การวิเคราะห์ Spectra ของตัวอย่างไมโครพลาสติกนี้ สามารถเทียบเคียงความคล้ายคลึงกับ พลาสติกประเภท Polypropylene ถึงร้อยละ 92.70 ดังแสดงในตาราง Search Score นี้

Search Score	Search Reference Spectrum Description
0.927041	A02425.SP A02425 426512.DX POLYPROPYLENE-GRAFT-MALEIC ANHYDRIDE, PELLET
0.925309	A02451.SP A02451 427888.DX POLYPROPYLENE, AVERAGE MW ~250,000 AVERAGE M
0.925191	A02453.SP A02453 428116.DX POLYPROPYLENE, AVERAGE MW ~12,000 AVERAGE MN
0.922082	A02452.SP A02452 427896.DX POLYPROPYLENE, AVERAGE MW ~190,000 AVERAGE M
0.920744	A02836.SP A02836 182389.DX POLYPROPYLENE, AVERAGE MW ~250,000 BY GPC, I
0.920515	A02450.SP A02450 427861.DX POLYPROPYLENE, AVERAGE MW ~340,000 AVERAGE M

4.3.3 ไมโครพลาสติกประเภท Polyethylene Terephthalate

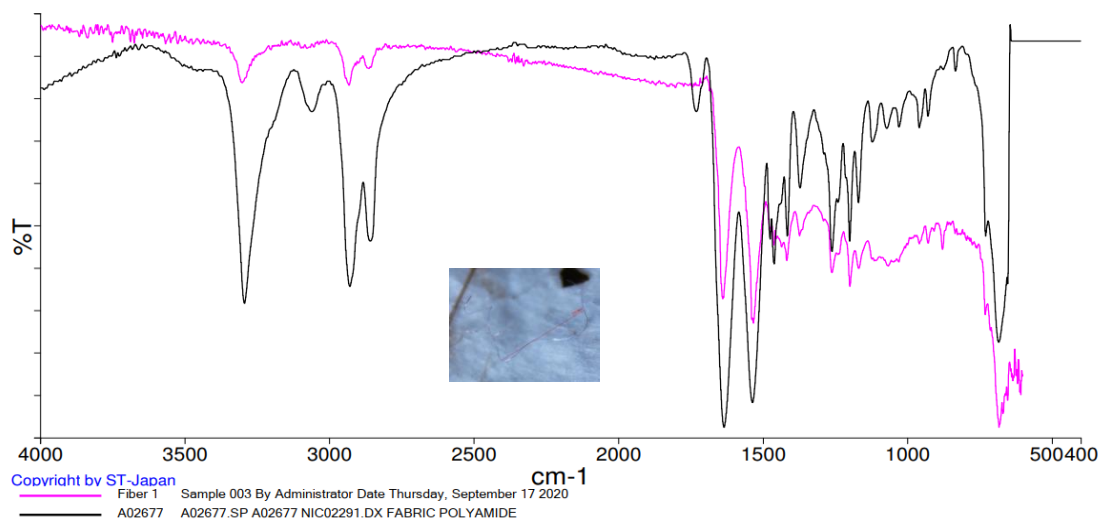


ภาพที่ 4.25 Spectra ของไมโครพลาสติกชนิด PET ที่พบในแหล่งน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปา

การวิเคราะห์ Spectra ของตัวอย่างไมโครพลาสติกนี้ สามารถเทียบเคียงความคล้ายคลึงกับ พลาสติกประเภท Polyethylene Terephthalate ถึงร้อยละ 97.20 ดังแสดงในตาราง Search Score นี้

Search Score	Search Reference Spectrum Description
0.972033	A03644.SP A03644 200255.DX POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE), AVERAGE MV ~18

4.3.4 ไมโครพลาสติกประเภท Nylon



ภาพที่ 4.26 Spectra ของไมโครพลาสติกชนิด Nylon ที่พบในแหล่งน้ำเพื่อการผลิตน้ำประปา

การวิเคราะห์ Spectra ของตัวอย่างไมโครพลาสติกนี้ สามารถเทียบเคียงความคล้ายคลึงกับพลาสติกประเภท Nylon ถึงร้อยละ 93.24 ดังแสดงในตาราง Search Score นี้

Search Score	Search Reference Spectrum Description
0.932366	A02677.SP A02677 NIC02291.DX FABRIC POLYAMIDE
0.919424	A00292.SP A00292 MP0055.DX NYLON 6
0.919424	A02292.SP A02292 MP0055.DX NYLON 6

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและเคมีของตัวอย่างน้ำและจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปริมาณไมโครพลาสติกกับคุณภาพน้ำในน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปา โดยใช้ค่าสถิติการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS การพิจารณาว่าระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และสัมพันธ์กันในระดับใดพิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation: r) การจะแปลความหมายว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใดต้องนำค่าไปเทียบกับตารางการแปลความหมายซึ่งสามารถกำหนดได้ตามตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4.7 เกณฑ์ช่วงค่าการแปลผลความหมายค่าสัมประสิทธิ์ (Best JW., 1977)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์
0.81-1.00	มีความสัมพันธ์กันมาก
0.51-0.80	มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
0.21-0.50	มีความสัมพันธ์กันน้อยหรือต่ำ
0.01-0.20	มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก
0.00	ไม่มีความสัมพันธ์กัน

4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ และจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน

จากสมมติฐานว่า คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อมีความสัมพันธ์กับจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำนั้น สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4.8 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อ กับจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน

Correlation		TSS	DO	BOD	TN	TP	MPs
TSS	Pearson	1	.465	-.549	-.011	-.184	.175
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)		.353	.259	.984	.727	.741
	N	6	6	6	6	6	6
DO	Pearson	.465	1	.375	.693	-.173	-.384
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.353		.464	.127	.743	.453
	N	6	6	6	6	6	6
BOD	Pearson	-.549	.375	1	.422	-.205	-.587
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.259	.464		.404	.697	.221
	N	6	6	6	6	6	6
TN	Pearson	-.011	.693	.422	1	-.172	-.656
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.984	.127	.404		.745	.157
	N	6	6	6	6	6	6
TP	Pearson	-.184	-.173	-.205	-.172	1	.791
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.727	.743	.697	.745		.061
	N	6	6	6	6	6	6
MPs	Pearson	.175	-.384	-.587	-.656	.791	1
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.741	.453	.221	.157	.061	
	N	6	6	6	6	6	6

จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson พบว่า ค่า Significant level ของพารามิเตอร์ คุณภาพน้ำที่ตรวจวัด ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้โดยจุลินทรีย์ (BOD) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) และค่าฟอสฟอรัสรวม (TP) ต่อจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีสูบน้ำแรงดันต่ำบ้านท่อจตุรพักตรพิมานจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำนั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน



4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดดและจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน

จากสมมติฐานว่า คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดดมีความสัมพันธ์กับจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำนั้น สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดด กับจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน

Correlation		TSS	DO	BOD	TN	TP	MPs
TSS	Pearson	1	.597	-.104	. ^a	.170	.361
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)		.210	.845	.	.747	.483
	N	6	6	6	6	6	6
DO	Pearson	.597	1	-.255	. ^a	-.295	.586
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.210		.626	.	.570	.222
	N	6	6	6	6	6	6
BOD	Pearson	-.104	-.255	1	. ^a	-.027	.483
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.845	.626		.	.959	.332
	N	6	6	6	6	6	6
TN	Pearson	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.	.	.	.	.	.
	N	6	6	6	6	6	6
TP	Pearson	.170	-.295	-.027	. ^a	1	-.132
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.747	.570	.959	.		.803
	N	6	6	6	6	6	6
MPs	Pearson	.361	.586	.483	. ^a	-.132	1
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.483	.222	.332	.	.803	
	N	6	6	6	6	6	6

^a. Cannot be computed because at least one of the variables is constant.

จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson พบว่า ค่า Significant level ของพารามิเตอร์ คุณภาพน้ำที่ตรวจวัด ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้โดยจุลินทรีย์ (BOD) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) และค่าฟอสฟอรัสรวม (TP) ต่อจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีผลิตน้ำประปาป่าแดดและจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำนั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน



4.4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์และจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน

จากสมมติฐานว่า คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์มีความสัมพันธ์กับจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำนั้น สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์ กับจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน

Correlation		TSS	DO	BOD	TN	TP	MPs
TSS	Pearson	1	.597	-.104	. ^a	.170	.361
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)		.210	.845	.	.747	.483
	N	6	6	6	6	6	6
DO	Pearson	.597	1	-.255	. ^a	-.295	.586
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.210		.626	.	.570	.222
	N	6	6	6	6	6	6
BOD	Pearson	-.104	-.255	1	. ^a	-.027	.483
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.845	.626		.	.959	.332
	N	6	6	6	6	6	6
TN	Pearson	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a	. ^a
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.	.	.	.	.	.
	N	6	6	6	6	6	6
TP	Pearson	.170	-.295	-.027	. ^a	1	-.132
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.747	.570	.959	.		.803
	N	6	6	6	6	6	6
MPs	Pearson	.361	.586	.483	. ^a	-.132	1
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.483	.222	.332	.	.803	
	N	6	6	6	6	6	6

^a. Cannot be computed because at least one of the variables is constant.

จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Pearson พบว่า ค่า Significant level ของพารามิเตอร์ คุณภาพน้ำที่ตรวจวัด ได้แก่ ของแข็งแขวนลอย (TSS) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ปริมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้โดยจุลินทรีย์ (BOD) ค่าไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) และค่าฟอสฟอรัสรวม (TP) ต่อจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อน มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำดิบเพื่อการผลิตน้ำประปาจากสถานีผลิตน้ำประปาอุโมงค์และจำนวนไมโครพลาสติกที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำนั้นไม่มีความสัมพันธ์กัน

