บทที่ 4

การวางแผนการวิจัยและการดำเนินการทดลอง

4.1 การคัดเลือกสีสำหรับการวิจัย

การแบ่งสีย้อมโดยทั่วไปแล้วจะแบ่งได้เป็นหลายประเภท แต่ที่นิยมใช้มี 2 ลักษณะคือ แบ่งตามสูตรโดยสร้างของสีย้อม และแบ่งตามประเภทการใช้งาน (19,20) แต่เนื่องจากสูตรโครงสร้างของสีย้อมมีมากมายและไม่สามารถทราบได้อย่างแน่ชัด เพราะได้มีการคิดค้นสีประเภทใหม่ ๆ กันขึ้นเพื่อการแย่งชันในทางการค้าตลอดเวลา จึงทำให้วิธีนี้ไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร ส่วนการแบ่งประเภทของสีย้อมตามประเภทการใช้งานเป็นที่ยอมรับกันใช้อย่างแพร่หลาย (19,44,45)โดยจำแนกสีย้อมออกเป็น 11 ประเภท ดังได้กล่าวรายละเอียดในหัวข้อที่ 2.3.3 สำหรับงานวิจัยนี้จะเพ่งเล็งเฉพาะสีที่ใช้ย้อมฝ้าย ซึ่งมีอยู่ในเมืองไทยด้วยกัน 6 ประเภท คือ

1. สีย้อมรีแอคทีฟ
2. สีย้อมไดเรกท์
3. สีย้อมแวต
4. สีย้อมซัลเฟอร์
5. สีย้อมอะโซอิค
6. สีย้อมเมททัลลิค

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ถ้าทำการวิจัยโดยแบ่งประเภทของสีย้อมตามสูตรโครงสร้างจะไม่สามารถหาข้อมูลมาจัดแผนงานและสรุปได้อย่างทั่วถึง ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงเลือกการแบ่งประเภทของสีย้อมตามลักษณะการใช้งาน ซึ่งสามารถให้ความหมายและประโยชน์ของการใช้งานมากกว่าแบ่งตามสูตรโครงสร้างของสี การศึกษานี้จะทำการทดลองเฉพาะการกำจัดสีของน้ำเสียจากการย้อมฝ้ายทั้ง 6 ประเภทนี้เท่านั้น เนื่องจากไม่สามารถทดลองศึกษาให้ครอบคลุมสีทุกชนิดได้เพราะต้องใช้เวลานานมาก

สำหรับโทนสีของสีย้อมแต่ละประเภทที่นำมาทดลองนี้ได้พิจารณาจากความนิยมของตลาด

เป็นสำคัญ คืออาศัยข้อมูลจากฝ่ายผลิตของโรงงานย้อมผ้ายูเนียนอุตสาหกรรมสิ่งทอ ชนิดของสีย้อมที่นำมาใช้ในการทดลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 ตารางนี้ได้ดัดแปลงมาจากวิทยานิพนธ์ "การกำจัดสีของน้ำเสียจากการย้อมผ้าโดยใช้แมกนีเซียมคาร์บอเนตไฮเดรทเบสิค" ของ นายสมคิด วงค์ไชยสุวรรณ (46)

4.1.1 การเลือกผงถ่านที่ใช้ในการทดลอง

เนื่องจากมีบริษัทจำนวนมากได้ผลิตผงถ่านออกจำหน่าย ซึ่งแต่ละชนิดอาจมีคุณสมบัติแตกต่างหรือใกล้เคียงกัน จำเป็นต้องทำการศึกษาทดลองเลือกผงถ่านที่ดีที่สุดโดยใช้วิธี Adsorption Isotherm Test และใช้ค่าสีเป็นบันทัดฐานในการวิเคราะห์เพื่อหาความสามารถในการดูดติดสีของผงถ่านที่จะนำมาทดลอง

Adsorption Isotherm Test คือความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของสารที่ถูกดูดติดกับความเข้มข้นของสารนั้นที่ยังคงเหลืออยู่ ในการทดลองครั้งนี้จะเปรียบเทียบการดูดติดสีของผงถ่าน 5 ชนิด ได้แก่

1. ผงถ่านพีเอซีผลิตโดยบริษัท Merck
2. ผงถ่านพีเอซีผลิตโดยบริษัท Fluka
3. ผงถ่านพีเอซีผลิตโดยบริษัท M & B
4. ผงถ่านพีเอซีผลิตโดยบริษัท Riedel-De Haenag
5. ผงถ่านพีเอซีผลิตโดยบริษัท BDH

ในงานวิจัยนี้ได้ทำ Isotherm test โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

1. เติมน้ำผสมสีที่เตรียมโดยการใช้สีย้อมไดเร็กท์ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 250 ลบ.ซม. 6 ใบ ใบละ 100 ลบ.ซม.จากนั้นเติมผงถ่านปริมาณ 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 กรัม ลงไปตามลำดับวิธีนี้จะทำให้ได้ความเข้มข้นผงถ่านเท่ากับ 0, 1000, 2000, 3000, 4000 และ 5000 มก./ลบ.ดม.

2. นำไปใส่ในเครื่องเขย่า (shaker) แล้วเขย่าขวดนาน $2\frac{1}{2}$ ชั่วโมง โดยให้อุณหภูมิของน้ำในขวดคงที่ (กรณีนี้เป็นอุณหภูมิของห้องซึ่ง $\approx$ 28° C)

ตารางที่ 4.1 ชนิดของสีย้อมที่ใช้ในการทดลอง

ประเภทของสีย้อมที่ใช้ทดลอง	โทนสี	ชนิดของสีย้อมที่นำมาใช้ในการทดลอง			
		Commercial Name	CI.Generic Name	CI. Constitution Number	Additive
สีย้อมไดเรกท์	แดง	Kayarus Light Scarlet FZG	CI.Direct Red 224	*	G-Salt
	เหลือง	Kayarus yellow GLS	-	*	Soda ash
	น้ำเงิน	Kayarus Blue FF.RL	-	*	Polytergent B-350 (100 %)
สีย้อมแวต	แดง	Indanthrene Red FBB	CI.Vat Red 10	67000	Tamanori SA-25
	เหลือง	Indanthrene yellow 5GF	CI.Vat yellow 46	*	Acetic acid 90 %
	น้ำเงิน	Indanthrene Blue RS	CI.Vat Blue 4	69800	Sodium hydrosulfite, sodium hydroxide Sodium Chloride, Hydrogen per oxide 50 %
สีย้อมรีแอคตีฟ	แดง	Remazol Red F3B	-	*	Soda arh,G-Salt, Imacol J
	เหลือง	Remazol Yellow R	-	*	Sancowad Co., Kierlon OLS
	น้ำเงิน	Remazol Brill Blue RN	CI. Reactive Blue 19:1	61200	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประเภทของสีย้อมที่ใช้ทดลอง	โทนสี	ชนิดของสีย้อมที่นำมาใช้ในการทดลอง			
		Commercial Name	CI.Generic Name	CI. Constitution Number	Additive
สีย้อมซัลเฟอร์	เขียว	Sodyesul Green	CI.Reaetre Blue		Sodium Sulfide,Sodyeco
		NYFC	Green 2	53571	penetrant EH
	น้ำเงิน	Sodyesul Blue 2G	CI.LEUCO Sulpher		
		BCF	Blue 13	53450	Soap agent,$Na_2Cr_2O_7$
	น้ำตาล	Sodyesul Brown	CI.Sulphur Brown		
		FCF	37	*	
สีย้อมอะโซอิค	ไม่มีสี	Naphtol AS	CI.Azolc Coupling		Caustic Soda (45° BE), Cargon
			Component 2	37505	PT
	แดง	Fast Red B Salt	CI.Azoic Diazo		
			Component 5	37125	CH_3COOH, Remol ASN
สีย้อมเมทัลลิค	น้ำเงิน	Phthalogen Brill	CI.Ingrain Blue		Levasol TR, Emulsifer PHN, Urea
		IF3GM	2:1	74160	Sodium nitrite, Soda ash,Hydro Chloric â
					Polytergent B-350 (25 %)

หมายเหตุ เครื่องหมาย "-" ในช่อง CI. Generic Name หมายถึง สีที่ใช้เป็นสีใหม่ ยังไม่มีการจัดหมวดหมู่

เครื่องหมาย "*" ในช่อง CI. Constitution Number หมายถึง ว่ายังไม่ทราบโครงสร้างของตัวสี จึงไม่สามารถจะจัดแบ่งตัวสีเข้ากลุ่มได้

3. ทิ้งให้ถ่านจมตัวลงแล้วนำน้ำที่ผ่านการตกตะกอนแล้วไปทำการวัดสีในหน่วยเอดีเอ็มไอ

4. ทำการทดลองกับผงถ่านแต่ละชนิดเหมือนข้างต้น นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อเลือกผงถ่านที่เหมาะสมที่สุดไปใช้ทดลองกำจัดสีต่อไป

4.1.2 การเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

เพื่อให้ได้น้ำเสียที่เข้าสู่ระบบมีลักษณะคงที่ทั้งในด้านสารอินทรีย์และสี น้ำเสียที่จะนำมาใช้ในการทดลองจึงเป็นน้ำเสียสังเคราะห์ ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดสี และเพื่อขจัดปัญหาความเข้มข้นของสีในน้ำเสียที่จะมามีอิทธิพลต่อขบวนการลดสี โดยกำหนดให้น้ำเสียมีปริมาณบีโอดี บีโอดี และสารแขวนลอยประมาณ 500, 200 และ 80 มก./ลบ.ดม. ตามลำดับ ซึ่งจะใกล้เคียงกับน้ำเสียจากโรงงานทอผ้าและย้อมผ้าส่วนใหญ่ (1) ส่วนเรื่องการกำหนดสีจะได้กล่าวต่อไปในย่อหน้าถัดไป

น้ำเสียสังเคราะห์ในรูปของสารอินทรีย์จะกระทำโดยการเติมน้ำตาล เพื่อให้ได้บีโอดี ประมาณ 200 มก./ลบ.ดม. สูตรส่วนผสมน้ำเสียสังเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.2 จากนั้นนำสีย้อมแต่ละประเภทมาละลายให้ได้ความเข้มของสีเป็นระดับ "กลาง" (Medium)

สำหรับความเข้มข้นระดับ "กลาง" ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญในด้านการย้อมสีของ บริษัท ยูเนียมอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นผู้วิเคราะห์และคิดสูตรผสมให้ โดยได้ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับสถิติการใช้วัตถุดิบในการย้อมสีแต่ละประเภท ตลอดจนความสามารถของสีในการติดลงบนเส้นใยของฝ้ายมาเป็นบันทัดฐาน ในการคำนวณหาส่วนประกอบต่าง ๆ ของสีที่ควรหลงเหลืออยู่ในน้ำเสีย

สูตรส่วนประกอบของสีย้อมแบ่งตามประเภทมีดังต่อไปนี้

4.1.2.1 สีย้อมรีแอคทีฟ

ตารางที่ 4.2 ส่วนประกอบของน้ำเสียสังเคราะห์ในรูปของสารอินทรีย์

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (มก.)
1. น้ำตาล	200
2. ยูเรีย (Urea)	54
3. $FeCl_3\ 6H_2O$	0.1
4. $CaCl_2\ 2H_2O$	1.5
5. K_2HPO_4	16
6. น้ำประปา	เจือจางและทำให้มีปริมาตรเป็น 1 ลบ.ดม.

หมายเหตุ น้ำเสียสังเคราะห์ที่ได้จากส่วนประกอบนี้มีค่าซีโอดีประมาณ 200 มก./ลบ.ดม. เมื่อทำการใส่สีลงไปจะทำให้ค่าซีโอดีที่ได้เปลี่ยนแปลงไปตามประเภทของสี

สีย้อม

1. Remazol Brill Blue RN = 0.022 กรัม/ลบ.ดม.
2. Remazol Yellow R = 0.022 กรัม/ลบ.ดม.
3. Remazol Red F3B = 0.022 กรัม/ลบ.ดม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารช่วยย้อม

1. Soda Ash = 1.72 กรัม/ลบ.ดม.
2. G-Salt = 5.70 กรัม/ลบ.ดม.
3. Imacol J = 0.11 กรัม/ลบ.ดม.
4. Sancowad Co = 0.29 กรัม/ลบ.ดม.
5. Kierlon OLS = 0.29 กรัม/ลบ.ดม.

4.1.2.2 สีย้อมไดเรกท์

สีย้อม

1. Kayarus Light Scarlet F2G= 0.029 กรัม/ลบ.ดม.
2. Kayarus Blue FF.RL = 0.029 กรัม/ลบ.ดม.
3. Kayarus Yellow GLS = 0.029 กรัม/ลบ.ดม.

สารช่วยย้อม

1. G-Salt = 5.15 กรัม/ลบ.ดม.
2. Soda Ash = 2.06 กรัม/ลบ.ดม.
3. Polytergent B-350(100%) = 0.074 กรัม/ลบ.ดม.

4.1.2.3 สีย้อมแวต

สีย้อม

1. Indanthrene Blue RS. = 0.015 กรัม/ลบ.ดม.
2. Indanthrene Red FBB = 0.015 กรัม/ลบ.ดม.
3. Indanthrene Yellow 5GF = 0.015 กรัม/ลบ.ดม.

สารช่วยย้อม

1. Tamanori SA-25 = 0.110 กรัม/ลบ.ดม.
2. Acetic acid (90 %) = 0.006 กรัม/ลบ.ดม.
3. Sodium Hydrosulfite = 0.220 กรัม/ลบ.ดม.
4. Sodium Hydroxide = 0.187 กรัม/ลบ.ดม.
5. Sodium Chloride = 0.110 กรัม/ลบ.ดม.
6. Hydrogen Per Oxide (50%) = 0.022 กรัม/ลบ.ดม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. Polytergent B-350 (25%) = 0.015 กรัม/ลบ.ดม.

8. Soda Ash = 0.015 กรัม/ลบ.ดม.

4.1.2.4 สีย้อมซัลเฟอร์

สีย้อม

1. Sodyesul Green NYFC = 0.333 กรัม/ลบ.ดม.

2. Sodyesul Blue 2GBCF = 0.333 กรัม/ลบ.ดม.

3. Sodyesul Brown FCF = 0.333 กรัม/ลบ.ดม.

ส่วยช่วยย้อม

1. Sodium Sulfide = 0.38 กรัม/ลบ.ดม.

2. Sodyeco Penetrant EH = 0.006 กรัม/ลบ.ดม.

3. Soap Agent = 0.06 กรัม/ลบ.ดม.

4. $Na_2Cr_2O_7$ = 0.05 กรัม/ลบ.ดม.

4.1.2.5 สีย้อมเมทัลลิก

สีย้อม

1. Phthalogen Br. Blue IF-3GM = 0.0892 กรัม/ลบ.ดม.

ส่วยช่วยย้อม

1. Levasol TR = 0.446 กรัม/ลบ.ดม.

2. Emulsifier PHN = 0.89 กรัม/ลบ.ดม.

3. Urea = 1.45 กรัม/ลบ.ดม.

4. Sodium Nitrite = 0.41 กรัม/ลบ.ดม.

5. Soda Ash = 0.82 กรัม/ลบ.ดม.

6. Hydrochloric Acid = 0.41 กรัม/ลบ.ดม.

7. Polytergent B-350 (25%) = 0.82 กรัม/ลบ.ดม.

4.1.2.6 สีย้อมอะโซอิค

สีย้อม I

1. Naphtol AS = 0.037 กรัม/ลบ.ดม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารช่วยย้อม

1. Ofnapon ASN = 0.019 กรัม/ลบ.ดม.
2. Caustic Soda (45 Be) = 0.026 ลบ.ซม./ลบ.ดม.
3. Cargon PT = 0.004 กรัม/ลบ.ดม.

สีย้อม II

1. Fast Red B Salt = 0.110 กรัม/ลบ.ดม.

สารช่วยย้อม

1. CH_3COOH = 0.009 ลบ.ซม./ลบ.ดม.
2. Remol ASN = 0.007 กรัม/ลบ.ดม.

กรรมวิธีการย้อมสีอะโซอิคแตกต่างจากสีย้อมประเภทอื่น กล่าวคือนำสีย้อม I พร้อมทั้งสารช่วยย้อมมาละลายในน้ำที่ร้อน 100° C จากนั้นนำมาผสมกับสีย้อม II ซึ่งมีสารช่วยย้อมแล้ว จึงเติมสารช่วยย้อมอีก 2 ชนิด ได้แก่

Polytergent B-350 (25 %) = 0.015 ลบ.ซม./ลบ.ดม.

Soda Ash = 0.015 กรัม/ลบ.ดม.

ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ น้ำเสียสังเคราะห์ควบคุม (ไม่ใส่สารช่วยย้อม) และน้ำเสียสังเคราะห์ปกติ (ใส่สารช่วยย้อม) ยกเว้นสีย้อมอะโซอิค ซึ่งจะมีเฉพาะน้ำเสียสังเคราะห์ชนิดปกติ (ใส่สารช่วยย้อม) เท่านั้น

4.2 การทดลอง

4.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองได้กระทำในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเนื่องจากการวิจัยนี้ต้องการเน้นการกำจัดสีและสารอินทรีย์ในน้ำเสียมากกว่าการคิดค้นหากระบวนการยูนิตที่เหมาะสม การศึกษานี้จึงเลือกใช้ระบบแอคติเวเต็ดสลัดจ์ ชนิดการใช้งานเป็นแบบ SBR หรือ Sequence Batch Reactor โดยใช้ระบบ 24 ชั่วโมงต่อ 1 วงจร ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ทดลองประกอบด้วย

1. ถังปฏิกิริยาขนาดจุน้ำเสีย 2 ลบ.ดม. (ไม่รวมส่วนที่เหลือไว้สำหรับกันน้ำล้น) เป็นภาชนะทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 16 ซม. สูง 35 ซม.

2. เครื่องเติมอากาศ (air pump) ชนิดใช้กับอ่างเลี้ยงปลา โดยใช้จำนวน 3 ชุดต่อถังปฏิกิริยาล่องใบ และควบคุมมิให้ค่าดีโอต่ำกว่า 5 มก./ลบ.ดม.

3. ถุงน้ำเกลือขนาด 1 ลบ.ดม. พร้อมสายน้ำเกลือทำหน้าที่เป็นชุดเติมน้ำเสียเข้าสู่ถังปฏิกิริยา โดยการเติมน้ำเสียลงในถุงน้ำเกลือจนครบ 1 ลบ.ดม. และปล่อยน้ำเสียลงในถังปฏิกิริยาโดยปรับปุ่มที่สายน้ำเกลือซึ่งต่อจากถุงน้ำเกลืออีกที ปุ่มปรับน้ำเกลือจะใช้ให้ทำหน้าที่ปรับปริมาณน้ำเสียให้เข้าสู่ระบบได้ตามที่ต้องการ

อุปกรณ์เครื่องมือในการทดลองแสดงไว้ในรูปที่ 4.1

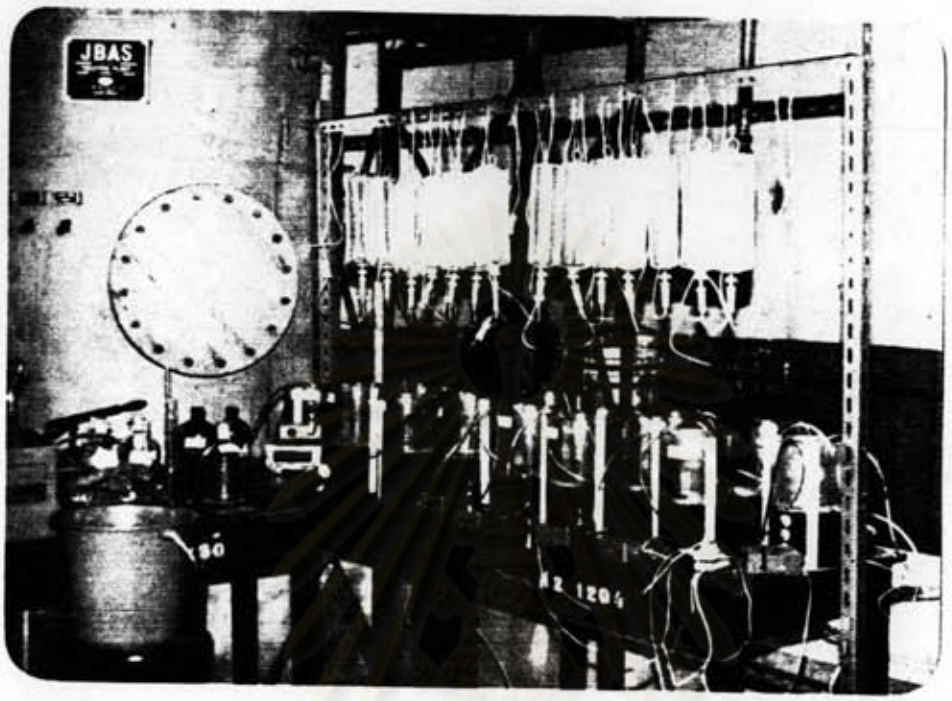
4.2.2 ขอบเขตการทดลอง

ได้กำหนดอายุของเลนตะกอน (Sludge Age, θ_c) = 10 วัน โดยวัดจากตะกอนโวลาไทล์เป็นตัวควบคุมระบบโดยมีค่าตัวแปร คือ ปริมาณผงถ่านที่ใส่ลงในถังเติมอากาศในแต่ละวัน โดยเติมทันทีหลังจากเติมน้ำเสียเสร็จเรียบร้อย ส่วนค่าคงที่อื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ถังปฏิกิริยาในอัตรา 1 ลบ.ดม./วัน อัตราการป้อนน้ำเสีย 33 ลบ.ซม./นาที ช่วงเวลาเติมอากาศ 22.5 ชม./วัน การตกตะกอน 1.5 ชม./วัน และการระบายน้ำส่วนใสหลังจากตกตะกอนประมาณ 5 นาที ขั้นตอนการทดลองในแต่ละวันแสดงในตารางที่ 4.3

การทดลองนี้ทำให้ห้องปฏิบัติการเปิดโล่งและไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและข้อมูลทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ซีโอดี, พีเอช, ดีโอ, ตะกอนแขวนลอย (SS), ตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ (VSS) และสี ขั้นตอนการวิเคราะห์ใช้ตาม standard Methods ส่วนการวัดสีใช้วิธีทินโทมิเตอร์

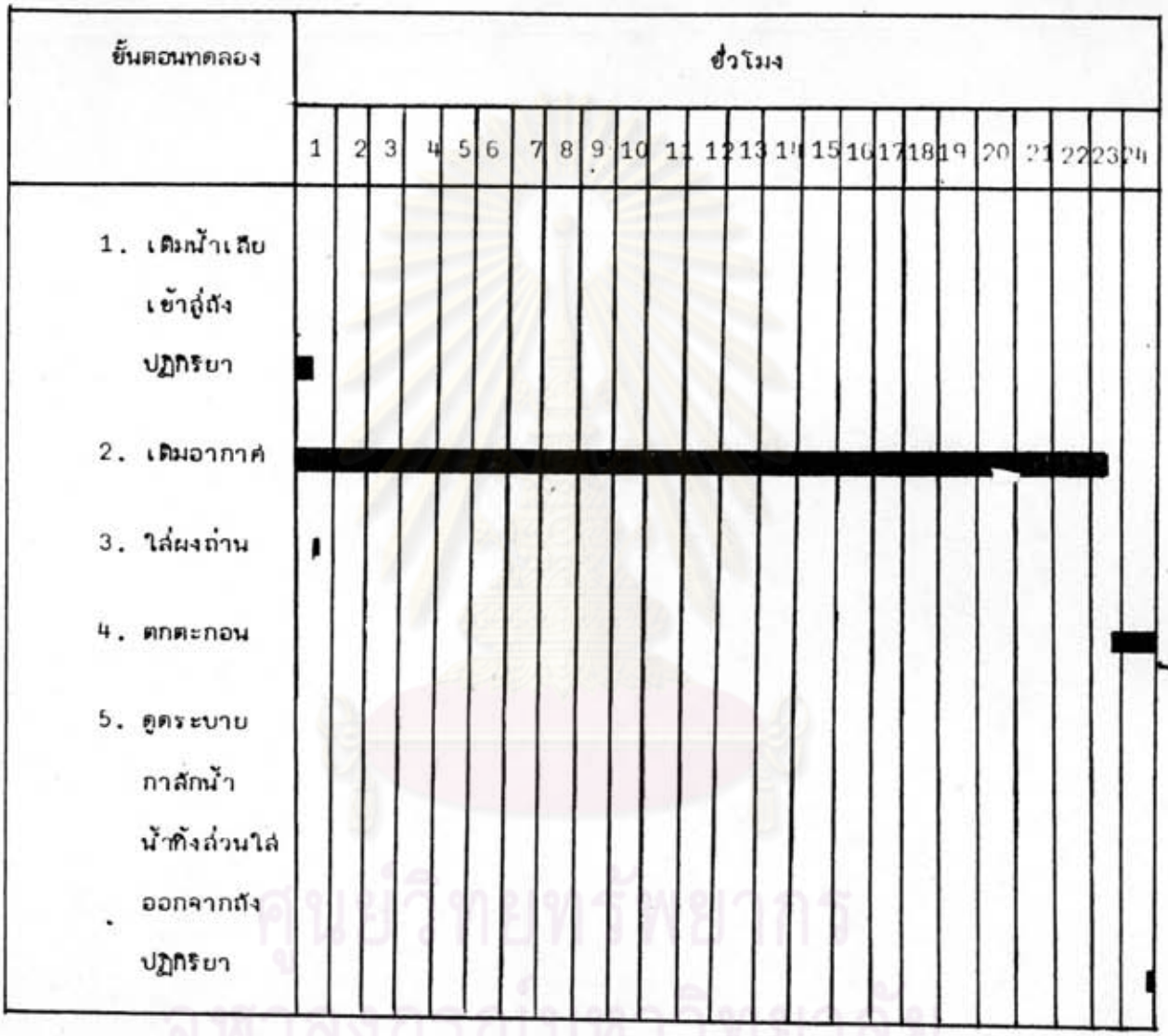
4.2.3 ขั้นตอนการทดลอง

1. เริ่มต้นด้วยการทำการเพาะเลี้ยงเชื้อในถังปฏิกิริยาขนาด 2 ลบ.ดม. จนได้น้ำตะกอน (Mixed liquor) ในรูปของตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ (VSS) ประมาณ 1,500 - 2,000 มก./ลบ.ดม. จากนั้นจึงเติมน้ำเสียสังเคราะห์ลงไปวันละ 100, 200, 250, 300, 350, 400, 500 ลบ.ซม. ตามลำดับ เพื่อปรับสภาพจุลชีพให้คุ้นเคย งานช่วงนี้จะใช้เวลาประมาณ 1 อาทิตย์



รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ขั้นตอนทดลองในแต่ละวัน



2. เริ่มทำการรักษาอายุของตะกอนเลน = 10 วัน โดยการถ่ายน้ำตะกอนออกจากถังปฏิกิริยาโดยตรงในขณะที่ยังมีการผสมอย่างสมบูรณ์ในถังปฏิกิริยา วันละ 200 ลบ.ซม. $\theta_C = \frac{2000}{200} = 10$ จากนั้นหยุดเป่าอากาศ $1\frac{1}{2}$ ชั่วโมง เพื่อให้ตะกอนเลนจมตัวลง แล้วจึงระบายน้ำส่วนใสออก 800 ลบ.ซม. (เหลือปริมาตรในถังปฏิกิริยาทั้งหมดเท่ากับ 1 ลบ.ดม.) ทำการเปิดเครื่องเป่าอากาศพร้อมกับเติมน้ำเสียสังเคราะห์ซึ่งบรรจุในถุงน้ำเกลือขนาด 1 ลบ.ดม. ด้วยอัตรา 33 ลบ.ซม./นาที อันจะใช้เวลา 30 นาทีจึงจะหมดช่วงเวลาป้อน

3. เมื่อเติมน้ำเสียสังเคราะห์หมดแล้ว ใส่ปริมาณผงถ่านที่ต้องการศึกษาลงเป็นประจำทุกวันในถังปฏิกิริยาเพื่อหาปริมาณผงถ่านที่เหมาะสมในการกำจัดสีและสารอินทรีย์ โดยการเปรียบเทียบกับหน่วยควบคุม (Control Unit) ซึ่งเป็นระบบแอคติเวเต็ดสลัดจ์แบบเอสบีอาร์ปกติ ที่ไม่มีการเติมผงถ่านจนกระทั่งถึงสภาวะคงตัว (Steady State) คือ สามารถทำการกำจัดบีโอดีและสีรวมทั้งมีน้ำตะกอนแขวนลอยโวลาไทล์ (VSS) ในถังปฏิกิริยาคงที่ เก็บตัวอย่างน้ำทำการวิเคราะห์หาค่าของตัวแปรต่าง ๆ ตามต้องการ ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลของผลการทดลองครั้งนั้น ๆ จึงหยุดทำการทดลองครั้งนี้และเริ่มทำการทดลองชุดต่อไป

4. นำน้ำตะกอนมาหาค่าความเร็วจมตัว (Settling Velocity) โดยการใส่น้ำตะกอนลงในกระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 1 ลบ.ดม. จับเวลาการจมตัวของยีนเลนในช่วง 15, 30, 45 วินาที และ 1, 1.5, 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20 นาที พร้อมกับอ่านระยะทางที่ตกตะกอนควบคู่กันไปเพื่อนำไปคำนวณหาอัตราเร็วการจมตัว

5. สำหรับน้ำเสียสังเคราะห์ปกติหรือที่ใส่สารช่วยย้อม ทำการทดลองเหมือนข้างต้นทั้งหมด

อนึ่งการทดลองครั้งนี้ได้มีการเติมอาหารเสริมคือ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสลงไปจนเกินพอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้มีข้อจำกัดทางด้านอาหารเสริม อันอาจเป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของจุลชีพ และก่อให้เกิดปัญหาในการประเมินผลรวมทั้งมีการปรับพีเอชให้อยู่ในช่วง6.5-8 เสมอ สำหรับดีโอได้ทำการเติมอากาศมากจนอยู่ในระดับสูง คืออยู่ในช่วง 5-7 มก./ลบ.ดม. เสมอ

ข้อมูลปฏิบัติงานการทดลองแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลปฏิบัติงานการทดลอง

	สีย้อมรีแอคทีฟ		สีย้อมไดเรกท์		สีรวม		สีแวต		สีซัลเฟอร์		สีเมทัลลิค		สีอะโซอิค
	ไม่มีสารช่วยย้อม	มีสารช่วยย้อม	ไม่มีสารช่วยย้อม	มีสารช่วยย้อม	ไม่มีสารช่วยย้อม	มีสารช่วยย้อม	ไม่มีสารช่วยย้อม	มีสารช่วยย้อม	ไม่มีสารช่วยย้อม	มีสารช่วยย้อม	ไม่มีสารช่วยย้อม	มีสารช่วยย้อม	มีสารช่วยย้อม
1. อายุตะกอนเลน (วัน)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2. ปริมาณมงถ่าน กรัม/ลบ.ดม.	0,0.1, 0.2, 0.25 0.3, 0.35 0.4	0,0.1 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4	0,0.1, 0.2 0.25, 0.3 0.35 0.4	0,0.1, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4	0,0.1, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4	0,0.1, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4	0,0.2	0,0.3	0,0.2	0,0.3	0,0.2	0,0.3	0,0.3
3. ปริมาตรน้ำในถังทดลอง (ลบ.ดม.)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4. ปริมาตรน้ำเสียที่ป้อนในแต่ละวัน (ลบ.ดม.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5. ระยะเวลาป้อนน้ำเสีย (ลบ.ซม./นาที)	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
6. ปริมาตรน้ำตะกอนที่ดูดออก (ลบ.ซม.)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
7. ระยะเวลาเติมอากาศ (ชม./วัน)	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$
8. ระยะเวลาตกตะกอนและระบายน้ำทิ้ง (ชม./วัน)	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
9. ปริมาตรน้ำทิ้งที่ระบายออกไป (ลบ.ซม.)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
10. วัฏจักรของการกำจัดน้ำเสีย (ครั้ง/วัน)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

4.2.4 การวัดสี

เครื่องมือที่ใช้วัดสีในการวิจัยนี้คือ ทินโทมิเตอร์ (Tintometer) ผลิตโดยบริษัทโลวิบอนด์ในประเทศอังกฤษ อุปกรณ์ทินโทมิเตอร์มีฟิลเตอร์มาตรฐานซึ่งกำหนดค่าที่แน่นอนไว้ 3 สี คือ สีแดง เหลือง และน้ำเงิน มีการปรับแสงเพื่อให้เกิดความสว่างหรือทึบซึ่งจะสัมพันธ์กับการเทียบสี ทำการวัดสีโดยการผสมของสี 2 ใน 3 สี กับปรับความสว่างในการมอง เพื่อปรับให้ได้สีที่เหมือนกับตัวอย่างสีที่นำมาวัด นำผลที่ได้จากการวัดเทียบจากฝ่นฟิลเตอร์มารวมกัน ค่าที่ได้เรียกว่า "ค่าผลรวมของหน่วยโลวิปอนด์" จากนั้นจะนำไปแปลงค่าเป็นหน่วยเอดีเอ็มไอ (ADMI) ซึ่งเป็นหน่วยมาตรฐานกำหนดโดย U.S. Environmental Protection Agency ก่อนที่จะนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การตรวจวัดเทียบสีที่มีความเข้มข้นมาก ๆ ด้วยวิธีนี้ควรทำการเจือจางด้วยน้ำก่อน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แต่การวัดสีในการวิจัยครั้งนี้ไม่มีการกรองตัวอย่างน้ำเสียก่อน เนื่องจากมีตัวอย่างน้ำเสียหลายชนิดโดยเฉพาะตัวอย่างน้ำเสียของสีย้อมซัลเฟอร์ การกรองจะมีผลกระทบต่อการมองเห็นของสีในน้ำเสียมาก เพราะอาจกรองเอาอนุภาคสีออกไปได้มาก ดังนั้นเมื่อทำการกรองแล้วตัวอย่างน้ำที่ผ่านการกรองจะไม่มีสีออกมาเลย ทำให้ค่าที่ได้ผิดแผกไปจากที่เป็นจริง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะไม่กรองตัวอย่างน้ำก่อนการวัดสี

รายละเอียดเรื่องการวัดสีด้วยทินโทมิเตอร์ และการแปลงค่าที่ได้ให้เป็นหน่วยเอดีเอ็มไอ ดูรายละเอียดได้จาก บทความอื่น ๆ (47, 48, 49, 50, 51, 52)