

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถบำบัดน้ำเสียโดยวิธี enrichment

จากการใช้ตะกอนดินจากบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตสีย้อม เป็นแหล่งของจุลินทรีย์ ที่สามารถบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมโดยใช้วิธีการถ่ายเชื้อในน้ำเสียเจือจางที่เพิ่มความเข้มข้นเป็นลำดับ เพื่อปรับสภาพให้จุลินทรีย์ที่สามารถบำบัดน้ำเสียเพิ่มจำนวนขึ้นพบว่าเมื่อทำการถ่ายเชื้อไป 2 - 3 ครั้ง จะสังเกตพบการเจริญของจุลินทรีย์ที่สามารถบำบัดน้ำเสียที่ไม่เจือจางได้ โดยน้ำเสียจะมีลักษณะใสขึ้นและมีตะกอน ซึ่งแตกต่างอย่างชัดเจนกับน้ำเสียที่ไม่มีการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย (ชุดการทดลองควบคุม) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียหลังการเลี้ยงเชื้อที่คัดแยกได้เป็นเวลา 3 วัน แสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 15

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมที่มีการเจริญของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียหลังจากบ่มเพาะเชื้อเป็นเวลา 3 วัน

ชุดการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงของน้ำเสีย
น้ำเสียที่เติมตะกอนดินบ่อเก็บน้ำเสียโรงงานผลิตสี	ใสขึ้นและมีตะกอน
น้ำเสียที่ไม่เติมแหล่งของจุลินทรีย์ (ชุดควบคุม)	สีดำ ไม่มีตะกอน



ภาพที่ 15 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียที่มีจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียเพิ่มจำนวน (พลาสติกขาวมือ) ซึ่งจะมีลักษณะใสขึ้นและมีตกตะกอน เปรียบเทียบกับน้ำเสียที่ไม่มีการเจริญของจุลินทรีย์ (พลาสติกซ้ายมือ)

จำนวนและชนิดของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย

จากการนับจำนวนของจุลินทรีย์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมที่มีจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียเจริญอยู่ เปรียบเทียบกับน้ำเสียชุดควบคุม โดยวิธี pour plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม พบว่าในน้ำเสียที่มีการเจริญของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียจะมีความหนาแน่นของแบคทีเรียและราเพิ่มขึ้นมากกว่าน้ำเสียที่ไม่มีจุลินทรีย์เจริญ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนแบคทีเรียและราในน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมหลังจากการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย โดยเปรียบเทียบกับน้ำเสียชุดควบคุม

น้ำเสีย	จำนวนจุลินทรีย์	
	แบคทีเรีย (CFU/ml)	รา (CFU/ml)
ชุดควบคุม	40	16
หลังการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์	20,000	400

จากการจำแนกจุลินทรีย์ที่เจริญในน้ำเสีย พบว่าประกอบด้วยแบคทีเรีย 6 สกุล และเชื้อราจำนวน 2 สกุล รวมทั้งมีเชื้อราอีก 1 ไฮโซเลทที่ไม่ทราบสกุล ผลการศึกษาดังตารางที่ 4 ตารางที่ 4 แสดงสกุลแบคทีเรียและราที่แยกได้จากตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานผลิตสีย้อม ชุดควบคุมและหลังทำการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย

ชุดควบคุม		หลังการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์	
สกุลของแบคทีเรีย	สกุลของรา	สกุลของแบคทีเรีย	สกุลของรา
<i>Bacillus</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp. (1)	<i>Flavobacterium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp. (1)
<i>Klebsiella</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Pseudomonas</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp. (2)
<i>Proteus</i> sp.		<i>Bacillus</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.
<i>Pseudomonas</i> sp.		<i>Acinetobacter</i> sp.	Unknown
		<i>Klebsiella</i> sp.	
		<i>Proteus</i> sp.	

การเปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการของน้ำเสียก่อนและหลังการเจริญของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย

จากการทำการศึกษเปรียบเทียบ ค่าพีเอช ซีโอดี บีโอดี และความเข้มข้นของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมก่อนและหลังการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย พบว่ามีการเปลี่ยนแปลง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าลักษณะทางเคมี กายภาพ และทางชีวภาพของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมของชุดควบคุมและหลังการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย

ลักษณะ	ชุดควบคุม	หลังการเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์
พีเอช	9.20	6.32
ซีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	9,024	2,290
บีโอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	513	115
ความเข้มข้น (หน่วย)	70	10

จากตาราง 5 จะเห็นว่าหลังจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนขึ้นในน้ำเสียจะทำให้ปริมาณของซีโอดีของน้ำเสียลดลงจาก 9,024 มิลลิกรัม/ลิตร เป็น 2,290 มิลลิกรัม/ลิตร (คิดเป็นปริมาณที่ลดลงร้อยละ 74.62) บีโอดีลดลงจาก 513 มิลลิกรัม/ลิตร เป็น 115 มิลลิกรัม/ลิตร (คิดเป็นปริมาณที่ลดลงร้อยละ 77.58) และความเข้มข้นลดลงจาก 70 หน่วยเหลือเพียง 10 หน่วย (คิดเป็นปริมาณที่ลดลงร้อยละ 85.71) ส่วนค่าพีเอชจะลดลงจาก 9.20 เป็น 6.32

ผลของปัจจัยทางกายภาพและทางสารอาหารต่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมโดยจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย

จากการศึกษาผลของปัจจัยบางประการ ได้แก่ สภาวะการเพาะเลี้ยง ความเข้มข้นของหัวเชื้อจุลินทรีย์ พีเอช และความเข้มข้นของเกลือโซเดียมคลอไรด์ รวมทั้งการเติมแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนต่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียที่คัดแยกได้ ได้ผลการศึกษาเป็นดังนี้

1. **ผลของสภาวะการเลี้ยงต่อการบำบัดน้ำเสีย** จากการศึกษาเปรียบเทียบผลของการเพาะเลี้ยงที่สภาวะต่าง ๆ ต่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย โดยเติมจุลินทรีย์ที่เตรียมเป็นหัวเชื้อผสมในน้ำเสียและเพาะเลี้ยงที่สภาวะต่าง ๆ ได้แก่ สภาวะที่มีการเขย่าตลอดเวลา สภาวะที่มีการเขย่าสลับกับไม่มีการเขย่าและสภาวะที่ไม่มีการเขย่าตลอดเวลา จากนั้นจึงทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำเสียโดยวัดเปอร์เซ็นต์การลดลงของสี (% decolourization) ของน้ำเสียที่เวลาต่าง ๆ จนครบกำหนดเวลา 9 วัน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 16 และวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ได้แก่ พีเอช ซีโอดี บีโอดี และความเข้มข้นของน้ำเสียหลังการเจริญของจุลินทรีย์ในสภาวะการบ่มต่าง ๆ กันในวันที่ 9 ให้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 6 แสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของสีของน้ำเสีย เมื่อเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย ในสภาวะที่มีการให้อากาศแบบต่าง ๆ

สภาวะการเพาะเลี้ยง	% Decolourization				
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5	วันที่ 7	วันที่ 9
เขย่าตลอดเวลา 9 วัน	0	25	25	25	50
ไม่เขย่าตลอดเวลา 9 วัน	0	0	0	25	25
เขย่าเป็นเวลา 1 วัน แล้วตามด้วยไม่เขย่าอีก 8 วัน	0	25	75	75	95
ไม่เขย่า 8 วัน แล้วตามด้วยเขย่าเป็นเวลา 1 วัน	0	0	0	25	50

หมายเหตุ ชุดควบคุมที่ไม่เติมจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย และชุดควบคุมที่เติมจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย ที่ทำให้ตายแล้ว ได้ค่า % decolourization เท่ากับ 0 ตลอดการทดลอง

ตารางที่ 7 คุณสมบัติบางประการของน้ำเสียหลังการบำบัดด้วยจุลินทรีย์ผสม ที่สภาวะการเพาะเลี้ยงต่าง ๆ เป็นเวลา 9 วัน

ลักษณะ	สภาวะการเพาะเลี้ยง ^(ก)				ชุดควบคุม (ข)
	1	2	3	4	
พีเอช	7.95	8.12	6.28	7.53	9.20
ซีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	4,325	8,875	2,354	4,025	9,024
บีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	312	497	201	309	513
ความเข้มข้น (หน่วย)	30	50	10	30	70

หมายเหตุ

(ก)

- 1 หมายถึง การเพาะเลี้ยงในสภาวะเขย่าตลอดเวลา 9 วัน
- 2 หมายถึง การเพาะเลี้ยงในสภาวะไม่เขย่าตลอดเวลา 9 วัน
- 3 หมายถึง การเพาะเลี้ยงในสภาวะเขย่าเป็นเวลา 1 วัน แล้วตามด้วยสภาวะไม่เขย่าอีก 8 วัน

- 4 หมายถึง การเพาะเลี้ยงในสภาวะไม่เขย่าเป็นเวลา 8 วัน แล้วตามด้วย
สภาวะเขย่าอีกเป็นเวลา 1 วัน

(ข) หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่ได้จากชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม

ผลการทดลองพบว่าสภาวะที่มีการให้อากาศโดยการเขย่า 1 วัน ตามด้วยการวางไว้ โดยไม่มีการเขย่าอีก 8 วันเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ผสม เนื่องจากจุลินทรีย์ผสมสามารถลดความเข้มข้นของสีย้อมได้สูงสุด โดยค่าเปอร์เซ็นต์การลดของสี จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามเวลาที่ผ่านไปจนถึง 95 % ในวันที่ 9 ของการเลี้ยงเชื้อ ในขณะที่น้ำเสีย ที่เติมหัวเชื้อและวางไว้โดยไม่มีการเขย่าเลยเป็นเวลา 9 วัน จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของสี ต่ำสุด ซึ่งผลการทดลองจะสอดคล้องกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์น้ำเสียในตารางที่ 10 โดย จุลินทรีย์ในน้ำเสียที่เพาะเลี้ยงโดยมีการเขย่า 1 วัน ตามด้วยการไม่เขย่าอีก 8 วัน (แบบที่ 3) จะสามารถลดค่าซีไอดี บีไอดี และความเข้มข้นสีลงได้มากที่สุด คือ มีค่าพีเอช 8.12 ปริมาณซีไอดี 2,354 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณบีไอดี 201 มิลลิกรัม/ลิตร และความเข้มข้นสีเพียง 10 หน่วย เปรียบเทียบกับน้ำเสียที่เพาะเลี้ยงในสภาวะที่ไม่มีการเขย่าตลอด (แบบที่ 2) ซึ่งค่าเหล่านี้จะ ลดลงน้อยกว่ามาก

2. ผลของปริมาณหัวเชื้อ (inoculum) ต่อการบำบัดน้ำเสีย ในการทดสอบความเข้มข้นของหัวเชื้อจุลินทรีย์ต่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อม โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียโดยการวัดเปอร์เซ็นต์การลดลงของสีของน้ำเสีย พบว่าเมื่อเติมจุลินทรีย์ผสมในน้ำเสียในความเข้มข้นตั้งแต่ 5 - 10 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์จะมีความสามารถในการทำให้สีของน้ำเสียจางลงในอัตราที่เท่า ๆ กัน ในขณะที่ถ้าเติมหัวเชื้อลงในน้ำเสียในความเข้มข้นต่ำกว่านี้ คือ 1 และ 3 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์จะทำให้สีของน้ำเสียจางลงได้ในอัตราที่ช้ากว่า นอกจากนี้ จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำเสีย หลังจากการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ความเข้มข้นต่าง ๆ และเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 9 วัน ดังแสดงในตารางที่ 8, 9 และภาพที่ 16

ตารางที่ 8 ผลของปริมาณหัวเชื้อต่อการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตสีย้อม โดยจุลินทรีย์
บำบัดน้ำเสียผสม

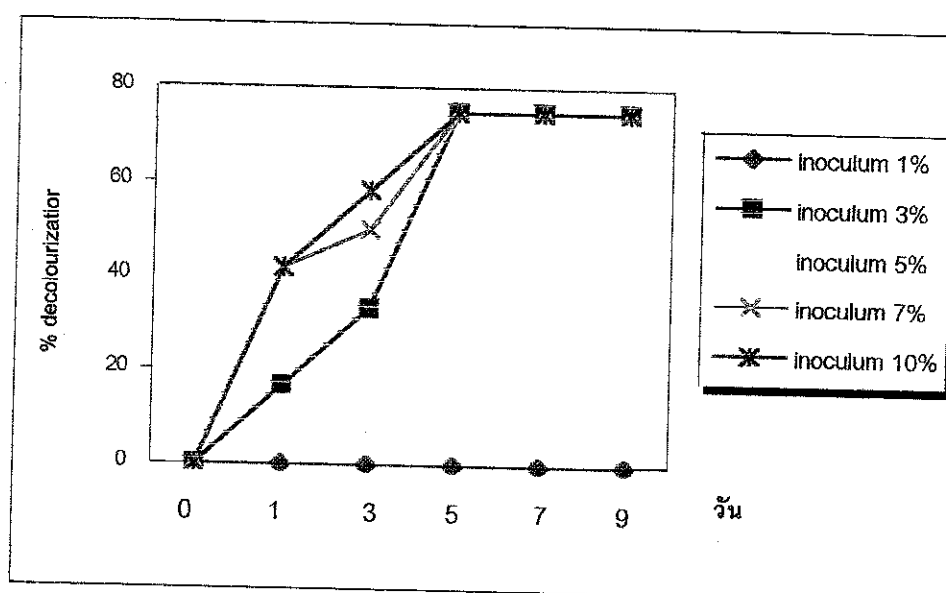
ปริมาณหัวเชื้อ (%โดยปริมาตร)	% Decolourization เฉลี่ย				
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5	วันที่ 7	วันที่ 9
0	0	0	0	0	0
1	0	16.67	33.33	41.67	41.67
3	0	33.33	41.67	50.00	58.33
5	0	75.00	75.00	75.00	75.00
7	0	75.00	75.00	75.00	75.00
10	0	75.00	75.00	75.00	75.00

ตารางที่ 9 ลักษณะทางเคมี กายภาพ และทางชีวภาพของน้ำเสียที่เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์
ความเข้มข้นต่างกัน หลังจากบำบัดด้วยจุลินทรีย์ผสมเป็นเวลา 9 วัน

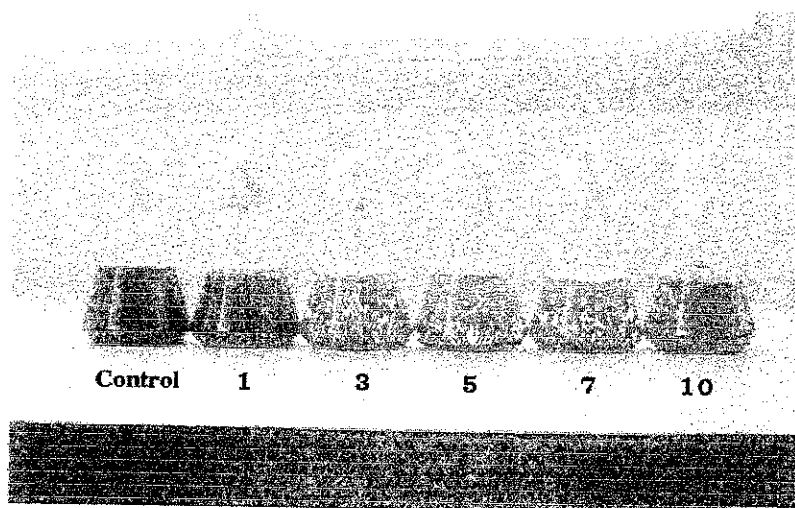
ลักษณะ	ปริมาณหัวเชื้อ (% โดยปริมาตร)					
	0	1	3	5	7	10
พีเอช	9.19	7.95	7.06	6.51	6.47	6.48
ซีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	9,025	4,361	4,123	2,309	2,568	2,554
บีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	520	425	403	242	234	231
ความเข้มข้น (หน่วย)	70	30	30	10	10	10

จากตาราง 8 และ 9 จะพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของหัวเชื้อจุลินทรีย์จะทำให้อัตราเร็วในการบำบัดน้ำเสียเพิ่มขึ้น โดยเมื่อเติมหัวเชื้อตั้งแต่ 5 % ขึ้นไปจะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์การลดลงของสีสูงสุด (75%) ภายในเวลา 3 วัน ในขณะที่เมื่อใช้ปริมาณหัวเชื้อน้อยกว่านี้ เช่น 3 % จะทำให้ได้เปอร์เซ็นต์การลดสีสูงสุดเพียง 58.33 % ในวันที่ 9 นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมลงไปในน้ำเสียในอัตราส่วนตั้งแต่ 5 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปจะทำให้ปริมาณซีไอดี บีไอดี และความเข้มข้นของน้ำเสียลดลงในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อเติมหัวเชื้อความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณซีไอดีจากเดิม 9,024 มิลลิกรัม/ลิตร ลดเหลือ 2,309

มิลลิกรัม/ลิตร ความเข้มข้นหัวเชื้อ 7 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณซีไอดีลดลงเหลือ 2,568 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ความเข้มข้นของหัวเชื้อ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณซีไอดีลดลงเหลือ 2,554 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับการลดลงของค่าบีไอดีก็มีลักษณะเช่นเดียวกันกล่าวคือ ที่ความเข้มข้นหัวเชื้อ 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าบีไอดีลดลงจากเดิม 513 มิลลิกรัม/ลิตร ลดเหลือ 242 มิลลิกรัม/ลิตร ความเข้มข้นหัวเชื้อ 7 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณบีไอดีลดลงเหลือ 234 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ความเข้มข้นของหัวเชื้อ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณบีไอดีลดลงเหลือ 231 มิลลิกรัม/ลิตร



ภาพที่ 16 กราฟแสดงการลดลงของความเข้มข้นของน้ำเสีย เมื่อเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ ความเข้มข้นต่าง ๆ ในน้ำเสีย



ภาพที่ 17 แสดงลักษณะของน้ำเสียที่เกิดจากการเติมหัวเชื้อความเข้มข้นต่าง ๆ คือ 1, 3, 5, 7 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (ที่เวลา 9 วัน)

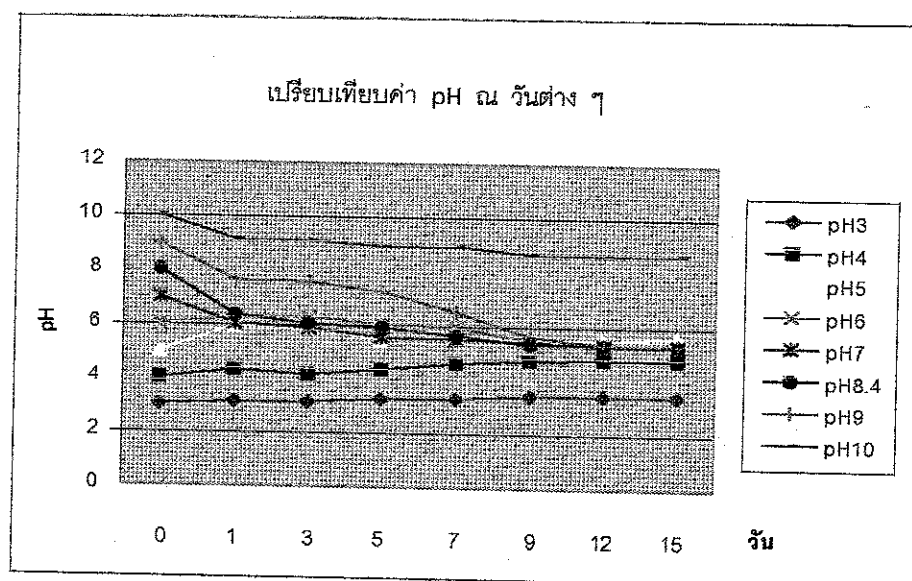
3. ผลของพีเอชต่อการบำบัดน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ผสม จากการทดสอบผลของพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมที่มีต่อการบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ผสม เพื่อทดสอบถึงความสามารถของจุลินทรีย์ในการเจริญและบำบัดน้ำเสีย เมื่อมีพีเอชเริ่มต้นต่าง ๆ กัน รวมทั้งศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชของน้ำเสียหลังจากที่จุลินทรีย์มีการเจริญ โดยเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ 5 เปอร์เซ็นต์ลงในน้ำเสีย และเพาะเลี้ยงในสภาวะที่มีการเขย่าเป็นเวลา 1 วัน ตามด้วยสภาวะที่ไม่มีการเขย่าอีกเป็นเวลา 8 วัน ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 10 และภาพที่ 18

ตารางที่ 10 ผลของพีเอชของน้ำเสียต่อการลดสีของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อม
โดยจุลินทรีย์ผสม

pH เริ่มต้น ของน้ำเสีย	% Decolourization เฉลี่ย				
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5	วันที่ 7	วันที่ 9
3.0	0	0	0	0	0
4.0	0	0	0	0	0
5.0	0	0	0	0	0
6.0	0	50	75	75	75
7.0	0	75	75	75	75
8.4*	0	75	75	75	75
9.0	0	50	75	75	75
10	0	0	0	0	0

* : เป็นค่าความเป็นกรด - ด่างเฉลี่ยของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมที่ใช้ศึกษา

จากตาราง 10 จะพบว่าจุลินทรีย์ผสมสามารถลดความเข้มข้นของน้ำเสียได้ในช่วงพีเอชของน้ำเสียระหว่าง 6 - 9 แต่ในน้ำเสียที่มีช่วงพีเอชที่เป็นกรดมาก (ระหว่าง 3 - 5) หรือด่างมาก (พีเอช 10) จุลินทรีย์ไม่สามารถลดความเข้มข้นของน้ำเสียได้



ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียหลังการเพาะเลี้ยงด้วยจุลินทรีย์

จากการติดตามค่าพีเอชของน้ำเสียที่เปลี่ยนแปลงไป ขณะการเลี้ยงจุลินทรีย์พบว่า ในระยะเวลาของการทดลองทั้งหมด 9 วัน จะเห็นได้ว่าในระยะวันหลัง ๆ ความเป็นกรดต่างของน้ำเสียจะถูกปรับเข้ามาอยู่ในช่วงความกลาง ๆ ตัวอย่างเช่น ถ้าเริ่มต้นมีค่าเป็นกรด เมื่อมีการเลี้ยงจุลินทรีย์ไประยะหนึ่งความเป็นกรดต่างของน้ำเสียจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนอยู่ในช่วงประมาณ 5 – 6 ในขณะเดียวกัน ถ้าพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียเป็นด่าง เมื่อจุลินทรีย์เจริญ ค่าพีเอชของน้ำเสียจะค่อย ๆ ลดลงจนอยู่ในช่วงความเป็นกรดต่างประมาณ 5 – 6 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 11 ลักษณะทางเคมี กายภาพ และทางชีวภาพของน้ำเสียที่มีค่าพีเอชเริ่มต้นต่าง ๆ กัน หลังจากการบำบัดด้วยจุลินทรีย์ผสมเป็นเวลา 9 วัน

ลักษณะ	พีเอช								ชุดควบคุม ⁽¹⁾
	3	4	5	6	7	8.4	9	10	
พีเอช	3.25	4.68	5.94	5.96	5.91	5.96	5.97	8.35	9.11
ซีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	9,025	9,021	8,965	2,404	2,321	2,341	2,395	8,968	8,997
บีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	520	495	498	259	257	240	239	489	511
ความเข้มข้น (หน่วย)	70	70	70	10	10	10	10	70	70

หมายเหตุ (1) เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองไม่เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม

4. ผลของความเข้มข้นของไฮเดียมคลอไรด์ จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของเกลือไฮเดียมคลอไรด์ในน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมต่อการบำบัดน้ำเสียของจุลินทรีย์ผสม โดยปรับความเข้มข้นของเกลือในน้ำเสียให้มีค่าตั้งแต่ 5 – 8 เปอร์เซ็นต์ และเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และเพาะเลี้ยงในสภาวะที่มีการเขย่า 1 วัน ตามด้วยไม่เขย่าอีก 8 วัน และติดตามการเปลี่ยนแปลงโดยวัดการลดลงของความเข้มข้น ได้ผลดังตารางที่ 12 และ 13

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของน้ำเสีย เมื่อมีความเข้มข้นของเกลือไฮเดียมคลอไรด์ในน้ำเสียต่างกัน

ความเข้มข้น NaCl เริ่มต้น(%)	% Decolourition เกลือ				
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5	วันที่ 7	วันที่ 9
5	0	75	91.67	100	100
6 *	0	66.67	100	100	100
7	0	58.33	75	91.67	100
8	0	41.67	66.67	66.67	75

หมายเหตุ * เป็นความเข้มข้นของ NaCl เกลือในน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อม

ตารางที่ 13 ลักษณะทางเคมี กายภาพ และทางชีวภาพของน้ำเสียที่มีไฮเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างกัน หลังจากเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในน้ำเสียเป็นเวลา 9 วัน

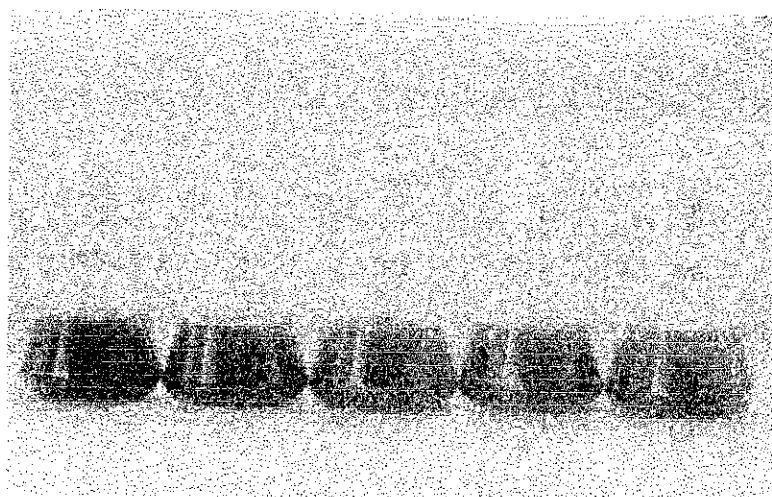
ลักษณะ	ความเข้มข้น NaCl (%)				ชุดควบคุม
	5	6	7	8	
พีเคช	6.31	6.32	6.32	6.42	9.32
ซีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	2,291	2,302	2,302	2,389	9,035
บีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	115	119	127	242	521
ความเข้มข้น (หน่วย)	10	10	10	10	70

จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อน้ำเสียมีความเข้มข้นของ NaCl เพิ่มขึ้น จะทำให้จุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียได้ช้าลงเล็กน้อย ซึ่งจุลินทรีย์ผสมสามารถบำบัดน้ำเสียได้ดี เมื่อมี NaCl ความเข้มข้น 5 - 7 เปอร์เซ็นต์ โดยจะทให้ซีไอดี บีไอดี และความเข้มข้น ลดลงใกล้เคียงกัน ในแต่ละความเข้มข้น กล่าวคือ สามารถลดค่าซีไอดีจาก 9,035 มิลลิกรัม/ลิตร เหลือ 2,291 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าบีไอดีจาก 521 มิลลิกรัม/ลิตร เหลือ 115 มิลลิกรัม/ลิตร และความเข้มข้นจาก 70 หน่วย เหลือ 10 หน่วย แต่เมื่อน้ำเสียมีปริมาณไฮเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้นเป็น 7 เปอร์เซ็นต์ จุลินทรีย์จะสามารถลดปริมาณซีไอดีของน้ำเสียได้น้อยลง

5. ผลของการเติมแหล่งคาร์บอนต่อการบำบัดน้ำเสีย จากการศึกษาผลของการเติมแหล่งคาร์บอนให้กับจุลินทรีย์ผสมต่อการบำบัดน้ำเสีย โดยในการศึกษาเลือกแหล่งคาร์บอน 2 ชนิด คือ ชูโครส และกากน้ำตาล โดยใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น 5 % และเพาะเลี้ยงในสภาวะเขย่าเป็นเวลา 1 วัน และเลี้ยงต่อในสภาวะไม่เขย่าอีกเป็นเวลา 8 วัน ได้ผลดังตารางที่ 14 และภาพที่ 19

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ เมื่อเติมชูโครส ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในน้ำเสีย

ความเข้มข้นของชูโครส เริ่มต้น (%)	% Decolourization เจลลี่				
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5	วันที่ 7	วันที่ 9
0	0	75	100	100	100
1	0	50	75	100	100
2	0	25	50	50	50
5	0	25	25	25	25
10	0	0	0	0	0

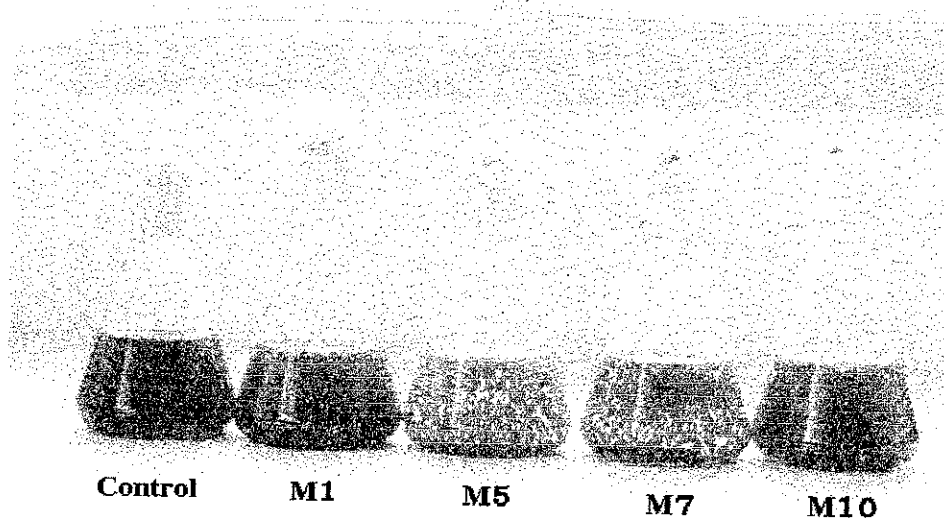


ภาพที่ 19 แสดงลักษณะของน้ำเสียที่มีการเติมชูโครสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

จากผลการทดลองเติมซูโครสในน้ำเสีย จะเห็นได้ว่าการทดลองชุดที่ไม่มีการเติมซูโครสเลยจุลินทรีย์ผสมจะสามารถย่อยสลายน้ำเสียได้ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลาเพียง 5 วัน แต่ในขณะเดียวกันถ้ามีการเติมซูโครสเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จะพบว่าการย่อยสลายน้ำเสียของจุลินทรีย์ผสมจะมีความสามารถลดลงเรื่อย ๆ

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ เมื่อเติมกากน้ำตาล ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในน้ำเสีย

ความเข้มข้นของกากน้ำตาล เริ่มต้น (%)	% Decolourization เฉลี่ย				
	วันที่ 1	วันที่ 3	วันที่ 5	วันที่ 7	วันที่ 9
0	0	75	100	100	100
1	0	75	100	100	100
2	0	0	0	0	25
5	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0



ภาพที่ 20 แสดงลักษณะของน้ำเสียที่มีการเติมกากน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

จากข้อมูลที่ได้ในการทดลองที่ทำการเติมแหล่งคาร์บอนเป็นซูโครสในชุดที่ไม่มีการเติม ซูโครสจุลินทรีย์ผสมสามารถบำบัดน้ำเสียได้ 100 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 5 ของการทดลองในขณะที่ ถ้ามีการเติมซูโครสเข้มข้นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จุลินทรีย์จะมีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียได้ลดลง ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันในชุดทดลองที่ใช้แหล่งคาร์บอนเป็นกากน้ำตาลก็พบว่าให้ผล การทดลองในลักษณะเดียวกับชุดทดลองที่ให้ซูโครสเป็นแหล่งคาร์บอน

6. ผลของการเติมแหล่งไนโตรเจนต่อการบำบัดน้ำทิ้ง จากการศึกษาผลของ การเติมแหล่งไนโตรเจนให้กับจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย โดยในการศึกษาเลือกแหล่งไนโตรเจน 2 ชนิดสำหรับใช้ในการศึกษา คือ ยูเรีย (urea) และ แอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) โดยเลือกทำการทดลองภายใต้สภาวะที่เหมาะสมต่อการบำบัดน้ำเสียที่ได้จากการทดลอง ที่ผ่านมา คือ เลี้ยงในสภาวะเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 วัน และ เลี้ยงต่อในสภาวะไม่เขย่าอีกเป็นเวลา 8 วัน โดยใช้ปริมาณหัวเชื้อเริ่มต้น 5 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า เมื่อมีแหล่งไนโตรเจนแต่ละชนิดจุลินทรีย์ผสมไม่สามารถทำให้ความเข้มข้น ของน้ำเสียเปลี่ยนแปลง (ไม่ได้แสดงข้อมูลไว้)

7. คุณสมบัติของน้ำเสียหลังการบำบัดด้วยจุลินทรีย์ผสมในสภาวะที่เหมาะสม จากการศึกษาทดลองที่ผ่านมาทั้งหมดเมื่อทำการรวบรวมปัจจัยและสภาวะต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลอง ข้างต้น ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ โดยสภาวะในการบำบัดที่เลือกใช้ คือ เติมหักเชื้อจุลินทรีย์ผสมในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำเสีย และไม่มีการเติม แหล่งคาร์บอนหรือไนโตรเจน และเพาะเลี้ยงในสภาวะที่มีการเขย่า 1 วัน ตามด้วยการวางไว้ โดยไม่มีการเขย่าอีก 8 วัน และวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ ของน้ำเสียเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ไม่มีการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสม ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 16 และภาพที่ 21

ตารางที่ 16 แสดงค่าลักษณะทางเคมี กายภาพ และทางชีวภาพของน้ำเสียหลังจาก
ทำการเลี้ยงโดยจุลินทรีย์ผสมในสภาวะการเขย่า 1 วัน แล้วตามด้วยไม่เขย่าอีก
เป็นเวลา 8 วัน และใช้หัวเชื้อความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

ลักษณะ	ก่อนการบำบัด	หลังการบำบัด
พีเอช	9.20	6.84
ซีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	9,024	1,912
บีไอดี (มิลลิกรัม/ลิตร)	513	104
ของแข็งทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)	716.5	349.4
ไนโตรเจนทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร)	329	603
ปริมาณเกลือ (กรัม/ลิตร)	60	45
ความเข้มข้น (หน่วย)	70	10
ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)	86	111
ไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	28	34
แอมโมเนีย (มิลลิกรัม/ลิตร)	35	44



ภาพที่ 21 ลักษณะของน้ำเสียหลังจากการบำบัดโดยจุลินทรีย์ผสมในสภาวะการเขย่า 1 วัน
แล้วตามด้วยไม่เขย่าอีกเป็นเวลา 8 วัน

การย่อยสลายสีย้อมอุตสาหกรรมกลุ่มอะโซโดยจุลินทรีย์ผสม

จากการทดลองนำเชื้อจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียที่คัดแยกได้ใช้เป็นหัวเชื้อเพื่อย่อยสลายสีย้อมอุตสาหกรรมจำนวน 22 ที่ผลิตจากโรงงานผลิตสีย้อม ซึ่งเป็นสีย้อมกลุ่มแอซิด 14 สีย้อมกลุ่มไดเรกต์ 4 สีย้อมกลุ่มรีแอคทีฟ 4 สีย้อม โดยเตรียมสารละลายสีย้อมแต่ละชนิดในน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 0.5 กรัม / 100 มิลลิลิตร (หรือ 5 เปอร์เซ็นต์) โดยไม่มีการเติมสารอาหารอื่นและเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมลงไป 5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และเพาะเลี้ยงในสภาวะที่เหมาะสมคือ เชื้อ 1 วัน ตามด้วยไม่เชื้ออีก 8 วัน สังเกตผลการย่อยสลายสีย้อมด้วยตาเปล่าโดยสังเกตการจางลงหรือการเปลี่ยนสีของสารละลายสีย้อม ได้ผลดังตารางที่ 17 และภาพที่ 22 - 25

ตารางที่ 17 แสดงลักษณะสีของสารละลายสีย้อมก่อนเติมหัวเชื้อและหลังเติมหัวเชื้อและ
เพาะเลี้ยงในสภาวะเขย่า 1 วัน แล้วตามด้วยไม่เขย่าอีก 8 วัน

รหัสของสีย้อม	กลุ่มของสีย้อมแบ่งตาม ลักษณะโครงสร้าง	ลักษณะของสารละลาย ก่อนเติมหัวเชื้อ	ลักษณะของสารละลายหลัง เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 9 วัน
A3c	Monoazo	ใส สีน้ำตาลแดง	ใสไม่มีสี มีตะกอน
A3n	Monoazo	ใส สีเลือดหมู	ใสไม่มีสี มีตะกอน
A54	Monoazo	ใส สีม่วง	ใสไม่มีสี มีตะกอน
A100	Monoazo	ใส สีเหลืองทอง	ใสไม่มีสี มีตะกอน
A210	Monoazo	ใส สีส้มเข้ม	ใสไม่มีสี มีตะกอน
L13	Monoazo	ใส สีแดง	ใสไม่มีสี มีตะกอน
L9c	Monoazo	ใส สีเขียว	ใสไม่มีสี มีตะกอน
L11	Monoazo	ใส สีเหลืองทอง	ใสไม่มีสี มีตะกอน
L49	Monoazo	ใส สีน้ำตาล	ใสไม่มีสี มีตะกอน
L7Y	Monoazo	ใส สีแสด	ใสไม่มีสี มีตะกอน
L9b	Diazo	ใส สีดำ	ใสสีขาว มีตะกอน
L52	Diazo	ใส สีม่วง	ใสสีน้ำตาลอ่อน มีตะกอน
L78	Diazo	ใส สีแสด	ใสสีแสด มีตะกอน
L61	Diazo	ใส สีเขียว	ใสสีขาว มีตะกอน
R51	-	ใส สีน้ำเงิน	ใสไม่มีสี มีตะกอน
R300	-	ใส สีชมพูเข้ม	ใสไม่มีสี มีตะกอน
R106	-	ใส สีเหลืองทอง	ใสไม่มีสี มีตะกอน
R81	-	ใส สีน้ำเงินเข้ม	ใสไม่มีสี มีตะกอน
D100	Bisazo	ใส สีส้มเข้ม	ใสไม่มีสี มีตะกอน
D200	Triazo	ใส สีส้มเข้ม	ใสสีขาว มีตะกอน
D12	Monoazo	ใส สีเหลือง	ใสไม่มีสี มีตะกอน
D33	Polyazo	ใส สีชมพูเข้ม	ใสสีน้ำตาลอ่อน มีตะกอน

หมายเหตุ A, L : สีแอซิด

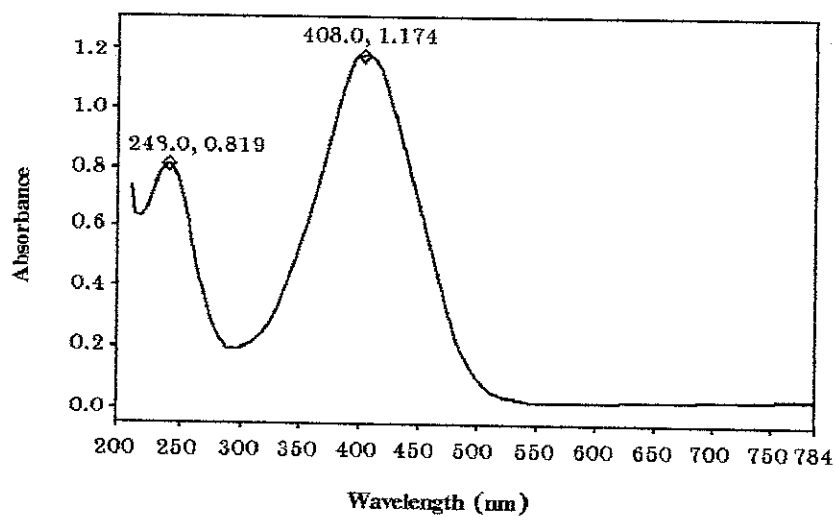
R : สิริแอคทีฟ

D : สีไดเรกต์

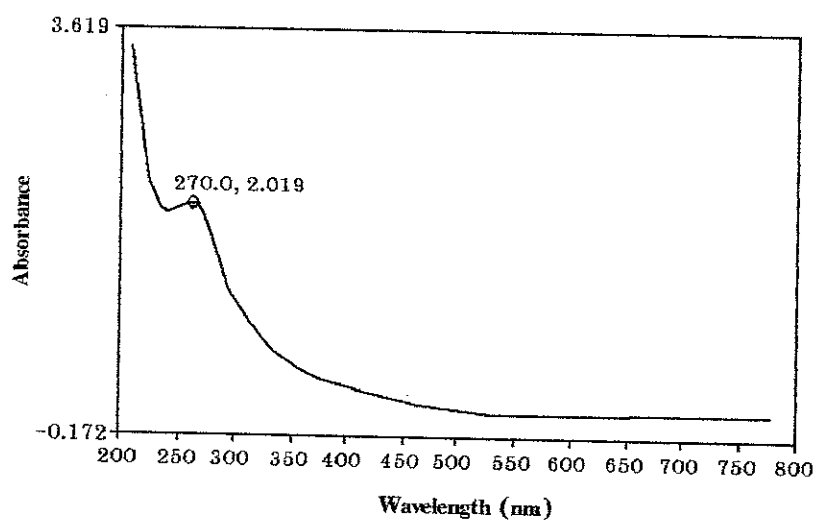
- : ไม่สามารถจัดกลุ่มได้

จากตาราง 17 จะเห็นได้ว่าหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมสามารถเจริญและทำให้สีย้อม
อุตสาหกรรมทุกชนิดที่นำมาศึกษาเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยสังเกตจากความเข้มของสีที่ลดลง
และเกิดตะกอนของจุลินทรีย์ จากการศึกษาลักษณะของสเปกตรัมของสารละลายสีย้อมแต่ละ
ชนิดก่อนการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์เปรียบเทียบกับหลังการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เป็นเวลา 9 วัน พบว่า
มีลักษณะแตกต่างกัน กล่าวคือ สเปกตรัมของสารละลายสีย้อมก่อนการเติมหัวเชื้อจะพบ พีก
(peak) ของการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของสีย้อม
ในขณะที่จะไม่พบพีกดังกล่าวหรือพบพีกดังกล่าวที่มีความสูงลดลงหลังการเจริญของจุลินทรีย์
ผสมในหัวเชื้อดังตัวอย่างในภาพที่ 22 - 25

จากการศึกษาลักษณะของสเปกตรัมของสารละลายสีย้อม A100 จะพบว่าก่อน
การเจริญของโดยจุลินทรีย์ผสมจะพบพีกที่ความยาวคลื่น 248 และ 408 นาโนเมตร โดยมี
ค่าการดูดกลืนแสง 0.819 และ 1.174 ตามลำดับ และหลังจากทำการเลี้ยงจุลินทรีย์แล้ว 9 วัน
จะพบพีกที่ความยาวคลื่น 270 นาโนเมตรและมีค่าการดูดกลืนแสงที่ 2.019 เพียงพีกเดียวแต่
ไม่พบพีกที่ความยาวคลื่น 248 และ 408 นาโนเมตร นอกจากนั้นในกรณีของสารละลายสีย้อม
L61 จะเห็นได้ว่าลักษณะของสเปกตรัมทั้งก่อนและหลังการเลี้ยงโดยจุลินทรีย์ จะยังคงมีลักษณะ
ของสเปกตรัมที่คล้ายกับสเปกตรัมในชุดสีย้อมก่อนการเลี้ยงโดยจุลินทรีย์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ
ลักษณะสีที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าก็มีลักษณะคล้ายกัน แต่ค่าการดูดกลืนแสงที่
ความยาวคลื่นต่าง ๆ จะลดลงจากเดิม อย่างไรก็ตามจะพบว่าหลังเลี้ยงเชื้อจะมีพีกที่
ความยาวคลื่น 230 และ 265 นาโนเมตร เพิ่มขึ้นมาจากก่อนเลี้ยงเชื้อ สำหรับสารละลาย
สีย้อม R81 นั้นก่อนการเจริญของจุลินทรีย์จะพบพีกที่ความยาวคลื่น 256, 310, 392 และ
596 นาโนเมตร และหลังจากการเลี้ยงเชื้อโดยจุลินทรีย์ผสมจะพบพีกเหลือเพียงพีกเดียว คือ
พีกที่ความยาวคลื่น 256 นาโนเมตร ส่วนสารละลายสีย้อม D100 พบพีกที่ความยาวคลื่น 242
และ 412 นาโนเมตร ก่อนการเลี้ยงเชื้อและหลังจากเลี้ยงเชื้อโดยจุลินทรีย์จะพบพีกใหม่เพียง
พีกเดียว คือ ที่ความยาวคลื่น 360 นาโนเมตรและมีความการดูดกลืนแสงเท่ากับ 1.086



ก

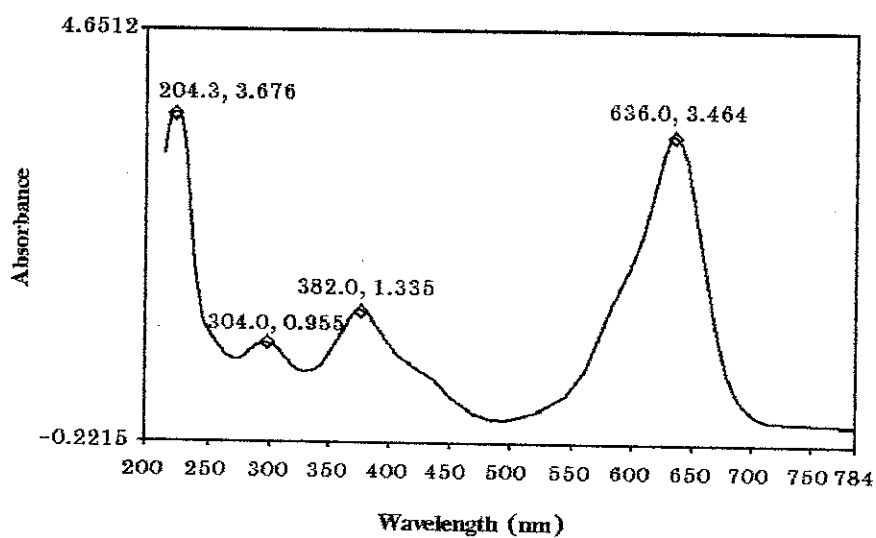


ข

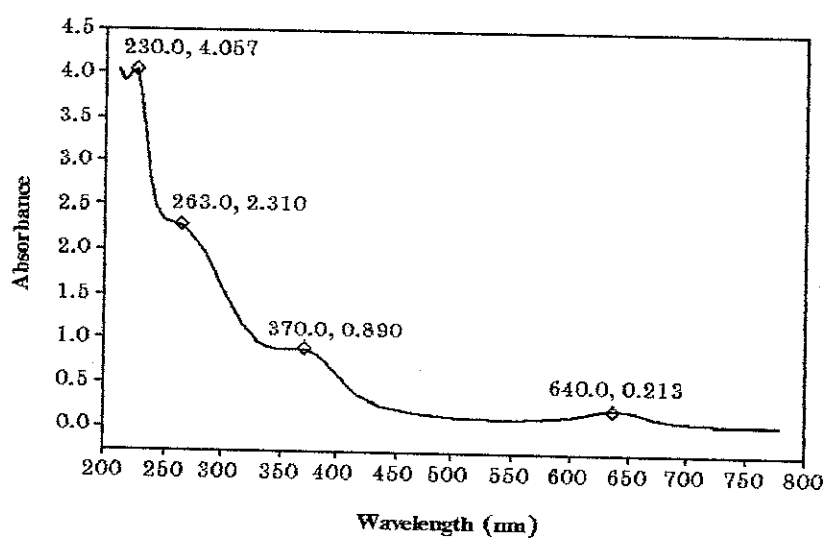
ภาพที่ 22 ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม A100

(ก) ก่อนการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

(ข) หลังการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์



ก

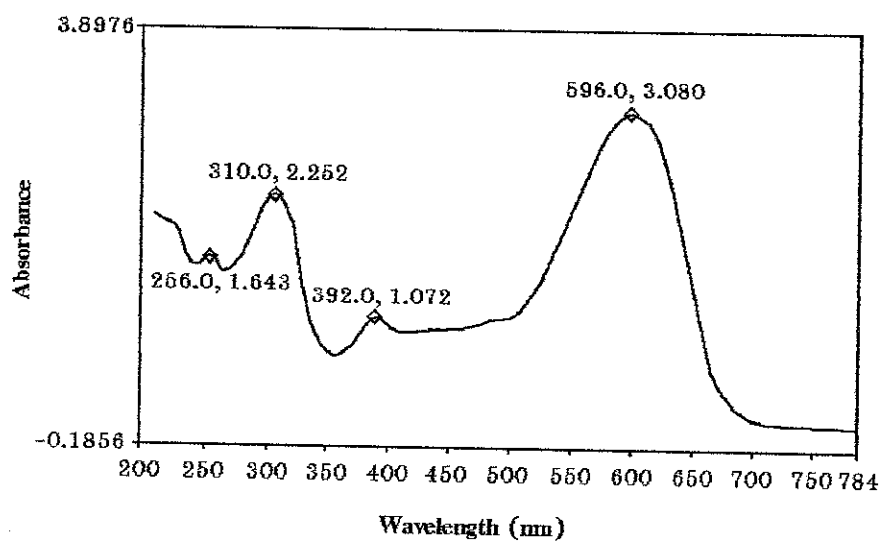


ข

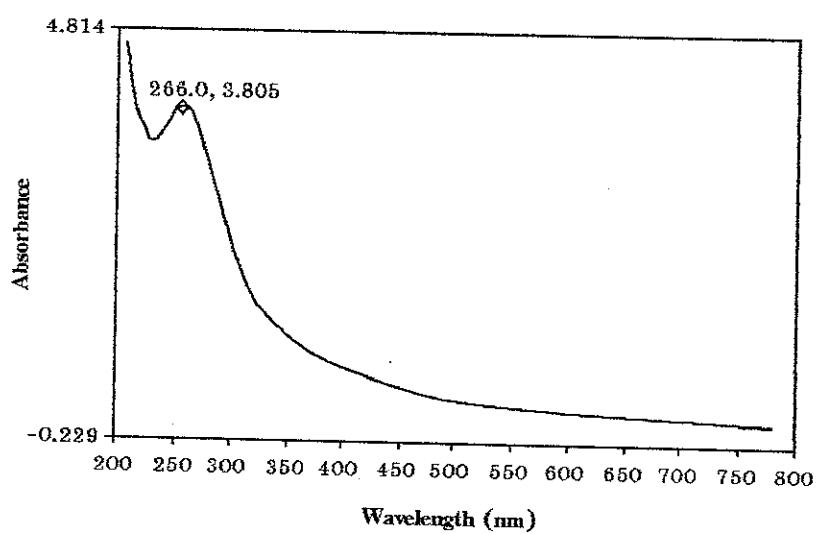
ภาพที่ 23 ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L61

(ก) ก่อนการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

(ข) หลังการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์



ก

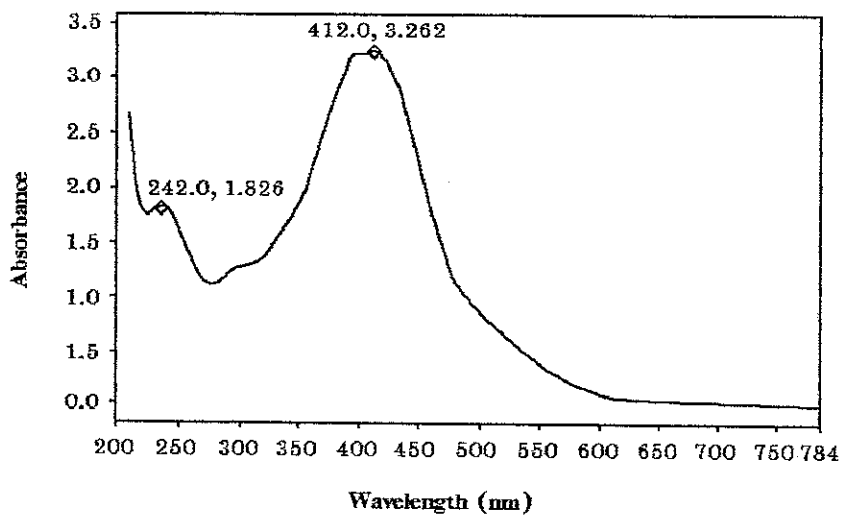


ข

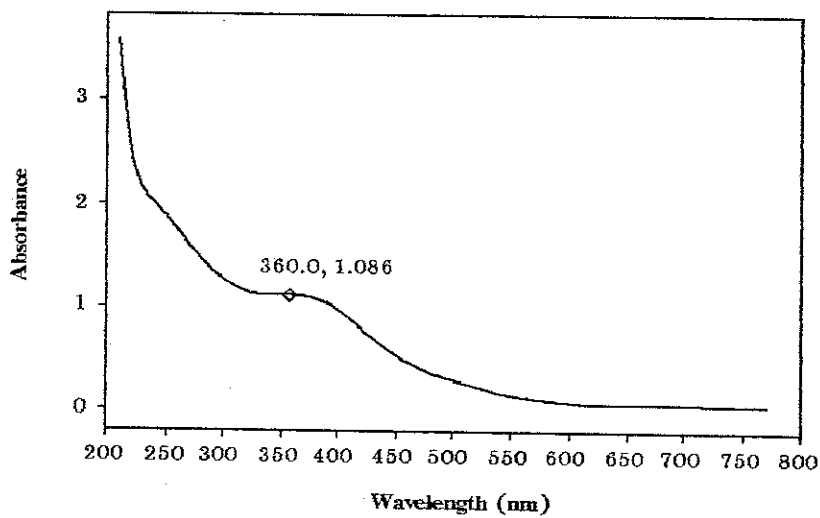
ภาพที่ 24 ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม R81

(ก) ก่อนการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

(ข) หลังการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์



(ก)



(ข)

ภาพที่ 25 ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีม่วง D100

(ก) ก่อนการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

(ข) หลังการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

จากการหาค่าเปอร์เซ็นต์การลดลงของความเข้มสีของสีย้อมแต่ละชนิด เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ผสม โดยหาค่าได้จากค่าของการดูดกลืนแสงสูงสุดของสีย้อมแต่ละชนิด ก่อน และหลังการเจริญของเลี้ยงจุลินทรีย์ ได้ผลดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แสดงปริมาณการลดลงของความเข้มสีของสีย้อมอุตสาหกรรมหลังจากเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์เป็นเวลา 9 วัน

รหัสของสีย้อม	ความยาวคลื่น ⁽¹⁾	ค่าการดูดกลืนแสง ⁽²⁾		การลดลงของความเข้มสี (%)
		ก่อนการเลี้ยงจุลินทรีย์	หลังการเลี้ยงจุลินทรีย์	
A3c	525.0	0.459	0.025	94.6
A3n	516.0	0.756	0.059	92.2
A54	552.0	4.312	0.102	97.6
A100	408.0	1.174	0.054	95.4
A210	470.0	4.066	0.134	96.7
L9b	622.0	3.513	0.101	97.1
L9c	602.0	0.966	0.058	94.0
L11	396.0	3.018	0.042	98.6
L49	438.0	2.479	0.032	98.7
L7Y	430.0	1.143	0.045	96.1
L52	552.0	2.396	0.036	98.5
L78	444.0	1.695	0.459	72.9
L61	636.0	3.464	0.213	93.9
L13	506.1	1.058	0.023	97.8
R51	602.0	1.145	0.080	93.0
R300	534.0	1.777	0.045	97.5
R106	394.0	3.959	1.310	66.9
R81	596.0	3.080	0.039	98.7
D100	412.0	3.262	0.184	94.4
D200	394.0	4.078	1.429	65.0
D12	394.0	4.333	0.101	97.7
D33	524.0	2.994	1.138	62.0

หมายเหตุ (1) : เป็นความยาวคลื่นที่ให้ค่าดูดกลืนแสงสูงสุดของสารละลายสีย้อมแต่ละชนิด

(2) : เป็นค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น (1)

จากตาราง 18 จะเห็นได้ว่าจุลินทรีย์ผสมสามารถทำให้สีย้อมทั้ง 28 สี ที่นำมาศึกษา มีความเข้มลดลง โดยลดลงอยู่ในช่วง 62.0 – 98.7 เปอร์เซ็นต์ โดยมีสีย้อมจำนวน 18 ชนิด (คิดเป็นร้อยละ 81.82) ถูกทำให้สีจางลงในปริมาณมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสีย้อมที่มี เปอร์เซ็นต์การลดลงของความเข้มสีมากที่สุด คือ สี L49 และ R81 โดยมีเปอร์เซ็นต์การลดลงของสีเท่ากับ 98.7 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสีที่มีเปอร์เซ็นต์การลดลงของสีต่ำที่สุด คือ สี D33 โดยมี เปอร์เซ็นต์การลดลงของสีเท่ากับ 62 เปอร์เซ็นต์

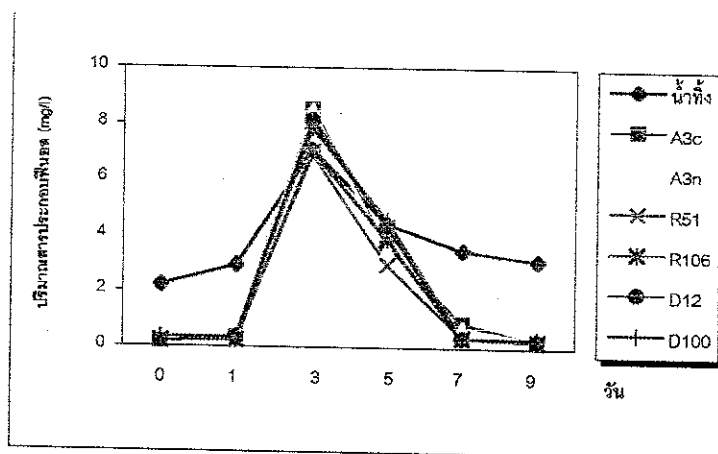
การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอล

จากการศึกษาการย่อยสลายสีย้อมอุตสาหกรรมกลุ่มอะโซโดยจุลินทรีย์ผสม พบว่า จุลินทรีย์ผสมสามารถย่อยสลายสีย้อมที่นำมาศึกษาซึ่งเป็นสีย้อมกลุ่มอะโซได้ เนื่องจากหลังการเจริญของจุลินทรีย์ผสมแล้วพบว่าบางสีมีพีคของการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้น จึงทำการเลือกสารละลายสีย้อมมาจำนวนหนึ่งรวมทั้งน้ำเสียจากกระบวนการผลิตสีย้อม มาทำการวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลที่เกิดขึ้นหลังจากเติมจุลินทรีย์ผสมและเพาะเลี้ยงที่ระยะเวลาต่าง ๆ เนื่องจากพบว่าโดยส่วนใหญ่โครงสร้างของสีย้อมกลุ่มอะโซจะประกอบไปด้วยสารประกอบกลุ่มอะโรมาติกเป็นโครงสร้างสำคัญ ดังนั้นเมื่อสีย้อมถูกย่อยสลายก็น่าจะเป็นสารประกอบกลุ่มอะโรมาติกขึ้น สีย้อมที่เลือกมาศึกษาเป็นตัวแทนของสีย้อมแต่ละกลุ่ม โดยเลือกสีย้อมที่จางลงได้ดีที่สุด 2 ชนิดจากสีกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ สีแอซิด A3c และ A3n สีรีแอคทีฟ R51 และ R106 และสีไดเรกต์ D12 และ D100 ซึ่งเมื่อทำการวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลที่เกิดจากการย่อยสลายเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ resocinol จะได้ปริมาณของสารประกอบฟีนอลดังตารางที่ 19 และภาพที่ 26

ตารางที่ 19 แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลที่พบในตัวอย่งน้ำเสียและสารละลายสีย้อม
หลังการเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมและเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลาต่าง ๆ

ชนิดตัวอย่าง	ปริมาณสารประกอบฟีนอล (มิลลิกรัม / ลิตร)					
	0 วัน	1 วัน	3 วัน	5 วัน	7 วัน	9 วัน
น้ำเสีย	2.207	2.943	7.088	4.429	3.486	3.122
A3c	0.123	0.333	8.512	3.588	0.879	0.214
A3n	0.119	0.266	8.423	3.458	0.687	0.280
R51	0.210	0.249	6.875	2.961	0.364	0.249
R106	0.186	0.228	7.022	3.868	0.347	0.245
D12	0.168	0.312	8.143	4.348	0.336	0.259
D100	0.319	0.385	7.866	4.559	0.382	0.347

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณของสารประกอบฟีนอลที่วัดได้ในน้ำเสียและ
ในสารละลายสีย้อมจะเพิ่มขึ้นและสูงสุดในวันที่ 3 ของการเลี้ยงเชื้อ หลังจากนั้นวันที่ 3 เป็นต้นไป
ปริมาณของสารประกอบฟีนอลก็จะค่อย ๆ ลดต่ำลงเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 9 จะเห็นได้ว่าจะมี
ปริมาณใกล้เคียงกับปริมาณของสารประกอบฟีนอลที่วัดได้ในช่วงเริ่มต้นของการทดลอง



ภาพที่ 26 กราฟแสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลในน้ำเสียและสารละลายสีย้อมหลังการเพาะ
เลี้ยงด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมเป็นระยะเวลาต่าง ๆ