

การบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตสีย้อมและการย่อยสลายสีย้อม
กลุ่มอะไซบางชนิดโดยจุลินทรีย์ผสม

หนังสืออ้างอิง
ใช้เฉพาะในห้องสมุด

รุ่งโรจน์ วงศ์อนุรักษ์ชัย

28 ก.พ. 2546
162300

75 6662805

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

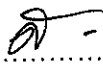
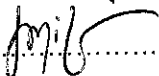
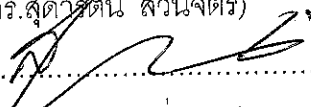
มีนาคม 2545

ISBN 914-616-078-8

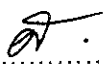
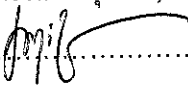
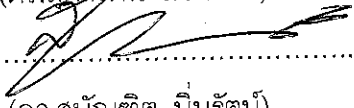
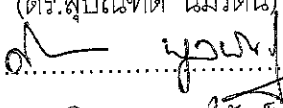
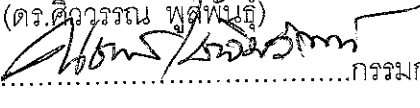
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

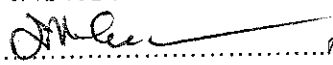
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์


.....ประธาน
(ดร.ศิริโนม ทุงแก้ว)

.....กรรมการ
(ดร.สุดารัตน์ สนวนจิตร)

.....กรรมการ
(ดร.สุบัณฑิต นิมรัตน์)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า


.....ประธาน
(ดร.ศิริโนม ทุงแก้ว)

.....กรรมการ
(ดร.สุดารัตน์ สนวนจิตร)

.....กรรมการ
(ดร.สุบัณฑิต นิมรัตน์)

.....กรรมการ
(ดร.ฉวีวรรณ พุดพันธ์)

.....กรรมการ
(รศ.ดร.คเชนทร เฉลิมวัฒน์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 19 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2545..

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษา และช่วยแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก ดร.ศิริโฉม พุงเก้า ซึ่งเป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.สุदारัตน์ สวณจิตร กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.สุบัณฑิต นิยมรัตน์ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และประสบการณ์อย่างกว้างขวางในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จึงกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณดร.ศิววรรณ พูลพันธุ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.คเชนทร เฉลิมวัฒน์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์สุดสายชล หอมทองที่ช่วยตรวจสอบ และอำนวยความสะดวกในการจัดทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจสำคัญอย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จด้วยดี

รุ่งโรจน์ วงศ์อนุรักษชัย

42911720 : สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ; วท.ม. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)

คำสำคัญ : การบำบัดน้ำเสีย/การย่อยสลาย/สีย้อมอะโซ

ผู้วิจัย วงศ์อนุรักษชัย : การบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตสีย้อมและการย่อยสลายสีย้อมกลุ่มอะโซบางชนิด โดยจุลินทรีย์ผสม (Industrial Dye Wastewater Treatment and Biodegradation of Some Azo Dyes by Mixed Microorganisms) อ.ที่ปรึกษา : ศิริโฉม พุงเก้า, Ph.D., สุดารัตน์ สอนจิตร, Ph.D., สุบัณฑิต นิมรัตน์, Ph.D. 125 หน้า.
ISBN 974-616-078-8

น้ำเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิตสีย้อมเป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ จากการศึกษาพบว่าจุลินทรีย์มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตสีย้อมได้ โดยใช้วิธี subcultivation พบว่ากลุ่มของจุลินทรีย์ผสมที่สามารถบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตสีย้อมได้ดี ได้แก่ สกุล *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Acinetobacter*, *Klebsiella* และ *Proteus* นอกจากนี้กลุ่มของราได้แก่ สกุล *Penicillium*, *Aspergillus* และราอีกบางชนิดที่ไม่ทราบจำแนก

จากการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสีย หลังจากเติมหัวเชื้อของจุลินทรีย์ผสมลงไป พบว่าปริมาณของหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมที่เหมาะสมในการบำบัดน้ำเสียคือ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำเสีย เมื่อทำการทดลองเลี้ยงในสภาวะเขย่าเป็นเวลา 1 วัน และเลี้ยงต่อในสภาวะไม่เขย่าอีก 8 วัน พบว่าปริมาณ COD จากเดิม 9,024 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดลงเหลือ 2,290 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ปริมาณ BOD จากเดิม 513 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดลงเหลือ 115 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยนอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณความเข้มของสีน้ำเสียจากเดิม 70 Pt/Co unit ลดลงเหลือ 10 Pt/Co unit และปริมาณของ Total Solid จากเดิม 716.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ลดลงเหลือ 352.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใต้อาการเลี้ยงเชื้อดังกล่าวข้างต้น สำหรับจุลินทรีย์ผสมสามารถเจริญได้ในช่วงความเป็นกรดต่าง ระหว่าง 5.0 – 9.0 และสามารถเจริญได้ในน้ำเสียที่มีปริมาณไฮเดียมคลอไรด์เข้มข้นสูงสุด 80 กรัมต่อลิตร

42911720 : MAJOR : BIOLOGICAL SCIENCE ;
M.SC. (BIOLOGICAL SCIENCE)

KEYWORD : WASTEWATER TREATMENT/BIODEGRADATION/AZO DYES
RONGROTE WONGANURAKCHAI : INDUSTRIAL DYE WASTEWATER
TREATMENT AND BIODEGRADATION OF SOME AZO DYES BY MIXED
MICROORGANISMS. THESIS ADVISOR : SIRICHOM THUNGKAO, PH.D., SUDARAT
SUANJIT, PH.D., SUBUNTITH NIMRAT, PH.D. 125 P. ISBN 974-616-078-8

Wastewater containing dyes obtained from the dye manufacturing industry causes serious environmental problems due to its extreme physical and chemical characteristics. In this report a microbial consortium capable of dye wastewater treatment was enriched by sequential subcultivation techniques. The mixed cultures consisted of genera *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Acinetobacter*, *Klebsiella* and *Proteus* as well as the fungi *Penicillium*, *Aspergillus* and an unknown genus. Factors effecting treatment of the dye wastewater were also studied.

It was found that when a 5% v/v mixed culture inoculum was used, wastewater COD was reduced from 9,024 mg/l to 2,290 mg/l while BOD was reduced from 513 mg/l to 115 mg/l after 1 day shaking followed by 8 days standing incubation. Moreover, colour of the dye wastewater was reduced from 70 Pt/Co units to 10 Pt/Co units while total solids was reduced from 716.5 mg/l to 352.4 mg/l under these incubation conditions. The mixed microbial cultures were active in the wastewater at a pH range of 5.0 – 9.0 and tolerated salinities up to 80 g/l NaCl.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ณ

บทที่

1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
สถานที่ทำการทดลอง.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
ลักษณะและโครงสร้างของสีย้อมอุตสาหกรรม.....	6
กระบวนการผลิตสีย้อมอุตสาหกรรม.....	15
อันตรายที่เกิดจากความเป็นพิษของสีย้อมอุตสาหกรรม.....	15
ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมของสีย้อมอุตสาหกรรม.....	17
การบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสีย้อม.....	19

กลไกและวิธีการย่อยสลายสีย้อมกลุ่มอะโซโดยจุลินทรีย์.....	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา.....	27
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา.....	27
ตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาการบำบัด.....	28
ตัวอย่างสีย้อมสังเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษา.....	28
การศึกษาคุณลักษณะทางเคมี กายภาพ และคุณลักษณะทางชีวภาพ ของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อม.....	29
การเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมโดยวิธี enrichment	33
การนับจำนวนและการจำแนกชนิดของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียที่เพิ่ม จำนวนได้.....	34
การศึกษาผลของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางสารอาหารต่อ การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อม โดยจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้.....	35
การศึกษาการย่อยสลายสีย้อมอุตสาหกรรมกลุ่มอะโซโดยจุลินทรีย์ บำบัดน้ำเสีย.....	37
การศึกษาสารประกอบและผลิตภัณฑ์บางชนิดที่เกิดจากการย่อยสลาย สีย้อมกลุ่มอะโซโดยจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย.....	39
4 ผลการทดลอง	40
การเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถบำบัดน้ำเสียโดยวิธี enrichment	40
จำนวนและชนิดของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย.....	41
การเปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการของน้ำเสียก่อนและหลังการเจริญ ของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย.....	42
ผลของปัจจัยทางกายภาพและทางสารอาหารต่อการบำบัดน้ำเสีย จากโรงงานผลิตสีย้อม โดยจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย.....	43

การย่อยสลายสีย้อมอุตสาหกรรมกลุ่มอะโซโดยจุลินทรีย์ผสม	56
การวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอล	64
5 สรุป อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	66
สรุปผลการวิจัย.....	66
อภิปรายผลการวิจัย.....	67
บรรณานุกรม.....	74
ภาคผนวก.....	81
ภาคผนวก ก.....	82
ภาคผนวก ข.....	84
ภาคผนวก ค.....	87
ภาคผนวก ง.....	89
ภาคผนวก จ.....	95
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	117

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงประสิทธิภาพในการกำจัดสีย้อมในน้ำทิ้งด้วยวิธีการต่าง ๆ.....	18
2	การเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมหลังการถ่ายเชื้อเป็นลำดับ.....	40
3	จำนวนแบคทีเรียและราในน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมก่อนและหลังการเจริญของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย.....	41
4	แสดงสกุลงแบคทีเรียและราที่แยกได้จากตัวอย่างน้ำเสียของโรงงานผลิตสีย้อม.....	42
5	แสดงค่าลักษณะทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมก่อนและหลังการเจริญของจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย.....	42
6	แสดงเปอร์เซ็นต์การลดลงของสีของน้ำเสีย เมื่อเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียในสภาวะที่มีการให้อากาศแบบต่าง ๆ.....	44
7	คุณสมบัติบางประการของน้ำเสียหลังบำบัดด้วยจุลินทรีย์ผสม.....	44
8	ผลของปริมาณหัวเชื้อต่อการบำบัดน้ำเสียจากอุตสาหกรรมผลิตสีย้อม.....	46
9	ลักษณะทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของน้ำเสียที่เติมหัวเชื้อจุลินทรีย์ความเข้มข้นต่างกัน.....	46
10	ผลของพีเอชของน้ำเสียต่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อมโดยจุลินทรีย์ผสม...	49
11	ลักษณะทางเคมี กายภาพ และชีวภาพที่ค่าพีเอชต่าง ๆ กัน.....	50
12	ผลของความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ต่อการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตสีย้อม.....	51
13	ลักษณะทางเคมี กายภาพ และชีวภาพที่มีโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่าง ๆ กันของจุลินทรีย์ผสม.....	51
14	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเมื่อเติมซูโครสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน.....	52
15	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นเมื่อเติมกากน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน.....	53
16	แสดงลักษณะทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของน้ำเสียหลัง 9 วัน.....	55
17	แสดงลักษณะสีของสารละลายสีย้อมก่อนเติมและหลังเติมหัวเชื้อ.....	57
18	แสดงปริมาณการลดลงของความเข้มข้นสีหลังเวลา 9 วัน.....	63

19	แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลเมื่อเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ resocinol...	65
20	แสดงการเตรียมสารละลายมาตรฐานคลอริเนตติน.....	84
21	แสดงการเตรียมตัวอย่างน้ำเสียที่เจือจางเพื่อใช้เปรียบเทียบหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของสีของน้ำเสีย.....	85
22	แสดงค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตรของ resorcinol ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ.....	87
23	แสดงผลการทดสอบทางชีวเคมีของแบคทีเรีย <i>Flavobacterium</i> sp. RW-1.....	89
24	แสดงผลการทดสอบทางชีวเคมีของแบคทีเรีย <i>Pseudomonas</i> sp. RW-2.....	90
25	แสดงผลการทดสอบทางชีวเคมีของแบคทีเรีย <i>Bacillus</i> sp. RW-3.....	90
26	แสดงผลการทดสอบทางชีวเคมีของแบคทีเรีย <i>Acinetobacter</i> sp. RW-4.....	91
27	แสดงผลการทดสอบทางชีวเคมีของแบคทีเรีย <i>Klebsilla</i> sp. RW-5.....	91
28	แสดงผลการทดสอบทางชีวเคมีของแบคทีเรีย <i>Proteus</i> sp. RW-6.....	92

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1 คำจำกัดความของสี สีย้อม และพิกเมนต์.....	1
2 แสดงลักษณะโครงสร้างของสีย้อม congo red 1.....	7
3 ตัวอย่างโครงสร้างของสีแอซิดกลุ่ม monoazo (สีแอซิด).....	9
4 ตัวอย่างโครงสร้างของสีแอซิดกลุ่ม diazo (สีแอซิด).....	9
5 ตัวอย่างโครงสร้างของสีไดเรกต์กลุ่ม monoazo.....	10
6 ตัวอย่างโครงสร้างของสีไดเรกต์กลุ่ม biazo.....	11
7 ตัวอย่างโครงสร้างของสีไดเรกต์กลุ่ม triazo.....	11
8 ตัวอย่างโครงสร้างของสีไดเรกต์กลุ่ม polyazo.....	11
9 ตัวอย่างโครงสร้างของสีไดเรกต์กลุ่ม stilbene.....	12
10 ตัวอย่างโครงสร้างของสีไดเรกต์กลุ่ม triazole.....	12
11 ตัวอย่างโครงสร้างของสีไดเรกต์กลุ่ม phthalocyanine.....	13
12 โครงสร้างทั่วไปของสีย้อมกลุ่มรีแอคทีฟ.....	14
13 แสดงกระบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงงานผลิตสีย้อม.....	20
14 ขั้นตอนการถ่ายเชื้อเพื่อเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสีย.....	34
15 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของน้ำเสียที่มีจุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียเพิ่มจำนวนซึ่งมีลักษณะ ใสขึ้นและมีการตกตะกอน เปรียบเทียบกับน้ำเสียที่ไม่มีการเจริญของจุลินทรีย์.....	41
16 กราฟแสดงการลดลงของความเข้มข้นของน้ำเสีย เมื่อเติมหัวเชื้อความเข้มข้นต่าง ๆ ...	47
17 แสดงลักษณะของน้ำเสียที่เกิดจากการเติมหัวเชื้อความเข้มข้นต่าง ๆ	48
18 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด - ด่างของน้ำเสียหลังการเพาะเลี้ยงด้วยจุลินทรีย์..	49
19 แสดงลักษณะของน้ำเสียที่มีการเติมจุลินทรีย์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน.....	52
20 แสดงลักษณะของน้ำเสียที่มีการเติมกากน้ำตาลที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน.....	53
21 ลักษณะของน้ำเสียหลังจากการบำบัดโดยจุลินทรีย์ผสมในสภาวะการเลี้ยง ที่เหมาะสม	55
22 ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีย้อม A100.....	59
23 ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีย้อม L61.....	60

24	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม R81.....	61
25	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม D10Q.....	62
26	แสดงปริมาณสารประกอบฟีนอลเมื่อเทียบกับกราฟมาตรฐานของ resocinol ที่เกิดขึ้น ณ วันต่าง ๆ	65
27	แสดงตัวอย่างน้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียสำหรับเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดลงของสี ...	85
28	แสดงกราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ resorcinol กับค่าดูดกลืนแสงที่ 750 นาโนเมตร	88
29	ลักษณะโคโลนีของ <i>Penicillium</i> sp. RW-7 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	93
30	ลักษณะโคโลนีของ <i>Penicillium</i> sp. RW-8 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	93
31	ลักษณะโคโลนีของ <i>Aspergillus</i> sp. RW-9 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	94
32	ลักษณะโคโลนีของ Unknown RW-10 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์	94
33	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม A3C.....	95
34	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม A3n	96
35	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม A54	97
36	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม A10Q.....	98
37	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม A210.....	99
38	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L9b	100
39	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L9c	101
40	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L11	102
41	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L49	103
42	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L7Y	104
43	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L52	105
44	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L78	106
45	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L61	107
46	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม L13.....	108
47	ลักษณะสเปกตรัมของสารละลายสีส้ม R51	109

48	ลักษณะสเปคตรัมของสารละลายสีส้ม R300.....	110
49	ลักษณะสเปคตรัมของสารละลายสีส้ม R106.....	111
50	ลักษณะสเปคตรัมของสารละลายสีส้ม R81.....	112
51	ลักษณะสเปคตรัมของสารละลายสีส้ม D100.....	113
52	ลักษณะสเปคตรัมของสารละลายสีส้ม D200.....	114
53	ลักษณะสเปคตรัมของสารละลายสีส้ม D12.....	115
54	ลักษณะสเปคตรัมของสารละลายสีส้ม D300.....	116