

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลดสีน้ำทิ้งโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษด้วย
เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi)

Possibility Study of Color Removal from Pulp and Paper Mill Effluent Using
White-rot Fungi

โดย

นางสาวสาริกา กาญจนสุวรรณ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
พ.ศ. 2550

สาริกา กาญจนสุวรรณ 2550: การศึกษาความเป็นไปได้ในการลดสีน้ำโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษด้วยเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ปรินญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม) สาขาวิชาวิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม ปรธานกรรมการที่ปรึกษา:รองศาสตราจารย์วิทยา ปิ่นสุวรรณ, Ph.D. 141 หน้า

การศึกษาความเป็นไปได้ในการลดปริมาณ COD และลดความเข้มข้นของน้ำทิ้งโรงงานผลิตเยื่อและกระดาษด้วยเชื้อราเส้นใยสีขาว พบว่า เชื้อราเส้นใยสีขาวสายพันธุ์เดี่ยวที่สามารถลดปริมาณ COD และลดความเข้มข้นได้ดีที่สุด คือ สายพันธุ์ *Trichaptum* sp. ลดปริมาณ COD ได้ 65.93-67.60% ลดความเข้มข้นได้ 57.00-70.55% , *Datronia* sp. ลดปริมาณ COD ได้ 64.73-67.07% ลดความเข้มข้นได้ 56.59-69.14% , *Hexagonia* sp. ลดปริมาณ COD ได้ 64.80-66.00% และลดความเข้มข้นได้ 53.80-69.10% , *Stereum* sp. ลดปริมาณ COD ได้ 64.00-64.40% และลดความเข้มข้นได้ 54.00-69.00%

ในการศึกษาประสิทธิภาพในการลดปริมาณ COD และลดความเข้มข้นของเชื้อราเส้นใยสีขาวผสมสายพันธุ์ พบว่าเชื้อราเส้นใยสีขาวผสมสายพันธุ์มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ COD และลดความเข้มข้นได้ดีกว่าเชื้อราเส้นใยสีขาวสายพันธุ์เดี่ยว ได้แก่ ผสมสายพันธุ์ *Datronia* sp. , สายพันธุ์ *Stereum* sp. และสายพันธุ์ *Trichaptum* sp. สามารถลดปริมาณ COD ได้ 74.04% และลดความเข้มข้นได้ 86.59% ที่สภาวะแบบเดิมอาหารและถ้านำบดที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหารเชื้อราเส้นใยสีขาวผสมสายพันธุ์ *Datronia* sp.+*Stereum* sp.+*Trichaptum* sp. สามารถลดปริมาณ COD ได้ 31.67% และลดความเข้มข้นได้ 82.50%

การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดปริมาณ COD และลดความเข้มข้นของเชื้อราเส้นใยสีขาวสายพันธุ์ผสมในน้ำทิ้งที่สภาวะแบบเดิมอาหารและที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหารพบว่า ที่สภาวะแบบเดิมอาหารมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ COD ได้ดีกว่าที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหาร แต่การลดความเข้มข้นพบว่าทั้งสองสภาวะมีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นได้ใกล้เคียงกัน

Sarika Kanjanasuwan 2007: Possibility Study of Color Removal from Pulp and Paper Mill Effluent using White-rot Fungi. Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, College of Environmental. Thesis Advisor: Associate Professor Vittaya Punsuvon, Ph D. 141 pages.

The possibility of COD and color removal from pulp and paper industry effluent by twenty types of white rot fungi was studied. The results showed that four types of white rot fungi could remove COD and color after four days of treatment. All of them were *Trichaptum* sp. , *Datronia* sp. , *Hexagonia* sp. And *Stereum* sp. . *Trichaptum* sp. removed 65.93-67.60% of COD and 57.00-70.55% of color, *Datronia* sp. removed 64.73-67.07% of COD and 56.59-69.14% of color, *Hexagonia* sp. removed 64.80-66.00% of COD and 53.80-69.10% of color, and *Stereum* sp. removed 64.00-64.40% of COD and 54.00-69.00% of color.

The efficiency of COD and color removal by mixed culture of white rot fungi was also evaluated. The results showed that the mixed culture had higher efficiency in COD and color removal than the single culture. The mixed culture of *Datronia* sp. , *Stereum* sp. and *Trichaptum* sp. down strated the highest efficiency in COD and color removal when compured with other mixed cultures. The mixed culture of *Datronia* sp. , *Stereum* sp. and *Trichaptum* sp. removed 74.04% of COD and 86.59% of color after four days of treatment. The treatment without nutrients showed that the mixed culture of *Datronia* sp. , *Stereum* sp. and *Trichaptum* sp. removed 31.67% of COD and 82.50% of color after four days of treatment.

The efficiency in COD and color removal by the mixed culture of white rot fungi in the presence and absence of and nutrients was defermined the result showed that in the presence of nutrients the efficiency in COD removal was higher than in absence of nutrients whereas for the color removal the efficiency of both treatment were very similar after four days of treatment.

Student' s signature

Thesis Advisor' s signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากข้าพเจ้าได้รับความอนุเคราะห์และการสนับสนุนจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน และได้รับความช่วยเหลือทั้งกำลังกาย กำลังใจ และพลังความคิดจนกระทั่งสำเร็จได้ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคโนโลยีทางเอนไซม์และการจัดการของเสีย สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และเจ้าหน้าที่ที่ช่วยเหลือและให้ความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอบคุณนายธนัฐ จันทเขต นายณวัฒน์ จันทเขต และนางนันทรัตน์ จันทเขต ที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นที่ปรึกษา ให้กำลังใจ และชี้แนะ จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดี

คุณงามความดีและประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะพึงมีและพึงได้ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณอย่างสูงสุดจนหาที่เปรียบมิได้และอยู่เบื้องหลังความสำเร็จในครั้งนี้

สาริกา กาญจนสุวรรณ

มกราคม 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลและการวิจารณ์	27
สรุป	98
ข้อเสนอแนะ	99
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	100
ภาคผนวก	105

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเยื่อและกระดาษ	14
2	พารามิเตอร์และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเสีย	24
3	ประเภทของเชื้อราเส้นใยสีขาว(White-rot Fungi) สัมพันธ์กับ หมายเลขในการทดลอง	27
4	การคัดเลือกเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดียว ในการลดปริมาณ CODและการลดความเข้มข้นที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	29
5	การคัดเลือกเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดียว ในการลดปริมาณ CODและความเข้มข้นที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหาร	30
6	เปอร์เซ็นต์ความสามารถของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดียวในการลดปริมาณCOD ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	48
7	เปอร์เซ็นต์ความสามารถของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดียวในการลดปริมาณ COD และการลดความเข้มข้น ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	49
8	การคัดเลือกเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ ในการลดปริมาณ COD และการลดความเข้มข้นที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	69
9	เปอร์เซ็นต์การคัดเลือกเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ในการลดปริมาณ COD และการลดความเข้มข้น ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	73
10	การคัดเลือกเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ใน การลดปริมาณ COD และการลดความเข้มข้น ที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหาร	79
11	เปอร์เซ็นต์การคัดเลือกเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ ในการลดปริมาณ COD และความเข้มข้นที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหาร	83
12	การเปรียบเทียบการลดปริมาณ COD และการลดความเข้มข้นของน้ำทิ้งโดยใช้ เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์หมายเลข 03+39+25 ในน้ำทิ้งที่สภาวะแบบเดิมอาหารและที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหาร	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดปริมาณ COD และการลดความ ความเข้มข้นของน้ำทิ้งโดยใช้เชื้อราเส้นใยสีขาวผสมสายพันธุ์ 03+39+25 ที่สภาวะแบบเดิมอาหารและไม่เดิมอาหาร	92
ตารางผนวกที่		
1	มาตรฐานน้ำทิ้งกำหนดโดย WTO Consultant และกระทรวง อุตสาหกรรม	82
2	มาตรฐานน้ำดิบกำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขสหรัฐอเมริกา	83
3	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 1	117
4	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 2	118
5	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 3	119
6	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 4	120
7	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 5	121
8	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ ไม่เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 1	122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
9	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ ไม่เติมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 2	123
10	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ ไม่เติมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 3	124
11	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ ไม่เติมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 4	125
12	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวที่สภาวะแบบ ไม่เติมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 5	126
13	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบ เติมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 1	127
14	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบ เติมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 2	128
15	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบ เติมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 3	129
16	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อรา เส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบ เติมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 4	130

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
17	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบเดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 5	131
18	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 1	132
19	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 2	133
20	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 3	134
21	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 4	135
22	ผลการวิเคราะห์ปริมาณ COD และความเข้มข้นของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) ผสมสายพันธุ์ที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหารที่ระยะเวลาของการบำบัดในน้ำทิ้งวันที่ 5	136

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างโมเลกุลของลิกนินในไม้เนื้ออ่อน	16
2	สรุปแผนผังการทดลองการลดปริมาณ COD และความเข้มข้นด้วยเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยวและสายพันธุ์ผสม	25
3	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ COD และระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (01 , 02 , 03 , 09 , 10) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	31
4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ COD และระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (11 , 12 , 13 , 15 , 16) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	32
5	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ COD และระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (25 , 26 , 30 , 39 , 41) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	33
6	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ COD และระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (50 , 51 , 52 , 55 , 56) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	34
7	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (01 , 02 , 03 , 09 , 10) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	35
8	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (11 , 12 , 13 , 15 , 16) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	36
9	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (25 , 26 , 30 , 39 , 41) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	37
10	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (50 , 51 , 52 , 55 , 56) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
11	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ COD และระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้ง ของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (01 , 02 , 03 , 09 , 10) ที่สภาวะแบบไม่เติมอาหาร	39
12	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ COD และระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้ง ของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (11 , 12 , 13 , 15 , 16) ที่สภาวะแบบไม่เติมอาหาร	40
13	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ COD และระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้ง ของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (25 , 26 , 30 , 39 , 41) ที่สภาวะแบบไม่เติมอาหาร	41
14	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ COD และระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้ง ของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (50 , 51 , 52 , 55 , 56) ที่สภาวะแบบไม่เติมอาหาร	42
15	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้ง ของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (01 , 02 , 03 , 09 , 10) ที่สภาวะแบบไม่เติมอาหาร	43
16	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้ง ของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (11 , 12 , 13 , 15 , 16) ที่สภาวะแบบไม่เติมอาหาร	44
17	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้ง ของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (25 , 26 , 30 , 39 , 41) ที่สภาวะแบบไม่เติมอาหาร	45
18	ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้ง ของการคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (50 , 51 , 52 , 55 , 56) ที่สภาวะแบบไม่เติมอาหาร	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดปริมาณ COD และระยะเวลา ในการบำบัดน้ำทิ้งของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (01 , 02 , 03 , 09 , 10) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	50
20	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดปริมาณ COD และระยะเวลา ในการบำบัดน้ำทิ้งของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (11 , 12 , 13 , 15 , 16) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	51
21	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดปริมาณ COD และระยะเวลา ในการบำบัดน้ำทิ้งของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (25 , 26 , 30 , 39 , 41) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	52
22	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดปริมาณ COD และระยะเวลา ในการบำบัดน้ำทิ้งของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (50 , 51 , 52 , 55 , 56) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	53
23	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดความเข้มข้นและระยะเวลา ในการบำบัดน้ำทิ้งของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (01 , 02 , 03 , 09 , 10) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	54
24	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดความเข้มข้นและระยะเวลา ในการบำบัดน้ำทิ้งของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (11 , 12 , 13 , 15 , 16) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	55
25	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดความเข้มข้นและระยะเวลา ในการบำบัดน้ำทิ้งของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (25 , 26 , 30 , 39 , 41) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	56
26	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดความเข้มข้นและระยะเวลา ในการบำบัดน้ำทิ้งของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (50 , 51 , 52 , 55 , 56) ที่สภาวะแบบเดิมอาหาร	57
27	ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การลดปริมาณ COD และระยะเวลา ในการบำบัดน้ำทิ้งของเชื้อราเส้นใยสีขาว (White-rot Fungi) สายพันธุ์เดี่ยว (01 , 02 , 03 , 09 , 10) ที่สภาวะแบบไม่เดิมอาหาร	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
46	ความสัมพันธ์การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดปริมาณ COD และ ระยะเวลาในการบำบัดน้ำทิ้งของเขื่อนราศสมสายพันธุ์หมายเลข 03+39+25 ที่สภาวะแบบเต็มอาหารและที่สภาวะแบบไม่เต็มอาหาร	93
47	ความสัมพันธ์การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การลดความขุ่นสีและระยะ ในการบำบัดน้ำทิ้งของเขื่อนราศสมสายพันธุ์หมายเลข 03+39+25 ที่สภาวะแบบเต็มอาหารและที่สภาวะแบบไม่เต็มอาหาร	95
ภาพผนวกที่		
1	ลักษณะของเขื่อนราศสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่เลี้ยงใน GYE ระยะเวลา 5 วัน	137