

บทที่ 5

ผลการศึกษา

ในการศึกษาเปรียบเทียบจำนวนของแบคทีเรียและเชื้อราในดินบริเวณป่าดิบแล้ง ป่า
พื้นสภาพ และป่าทุ่งหญ้า ในพื้นที่โครงการสร้างป่าตามแนวพระราชดำริ และ ป่าพันธุกรรมพืช
อ. ครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2540 จนถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2542 โดย
ได้ทำการศึกษาจำนวนของแบคทีเรียและจำนวนเชื้อราในดิน ตลอดจนศึกษาคุณสมบัติทางเคมี
ของดินบางประการ การศึกษาปรากฏผลดังนี้

กำหนดการเก็บตัวอย่างดิน

- ครั้งที่ 1 วันที่ 5 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2540
- ครั้งที่ 2 วันที่ 20 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2541
- ครั้งที่ 3 วันที่ 6 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2541
- ครั้งที่ 4 วันที่ 19 เดือนกันยายน พ.ศ. 2541
- ครั้งที่ 5 วันที่ 5 เดือนมกราคม พ.ศ. 2542
- ครั้งที่ 6 วันที่ 21 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2542
- ครั้งที่ 7 วันที่ 6 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2542
- ครั้งที่ 8 วันที่ 19 เดือนกันยายน พ.ศ. 2542

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินทางกายภาพและเคมี

เปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน

การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในพื้นที่โครงการฯ พบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินที่สะสมในช่วงเวลา 2 ปีนั้น แปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าทุ่งหญ้าที่มีการปลูกกล้าไม้รวมกับการจุดคันดินกั้นน้ำในแนวที่ 7 ของพื้นที่เป็นแปลงศึกษามีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือร้อยละ 13.52 และแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าดิบแล้งที่มีลำห้วยธรรมชาติไหลผ่าน (DEGW) มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือร้อยละ 5.68 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับบริเวณที่ถูกใช้เป็นเส้นทางสัญจร (way) ในแนวที่ 7 และแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าทุ่งหญ้าที่มีการจุดคันดินกั้นน้ำขนาดใหญ่ (Check dam) ในขณะที่แปลงศึกษาที่เหลือทั้งหมดที่เป็นแปลงศึกษาที่เป็นป่าพื้นที่สภาพ (RF และ RFD) ในแนวที่ 6 ป่าทุ่งหญ้าที่มีการปลูกกล้าไม้ในแนวที่ 7 และป่าทุ่งหญ้าที่มีการจุดคันดินกั้นน้ำ (GLP) และที่ถูกปล่อยให้มีการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ (GLD) ระหว่างแนวที่ 10-11 มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นสะสมในดินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 3-4 และภาพที่ 17) และเมื่อพิจารณาเฉพาะแปลงศึกษาที่เป็นป่าทุ่งหญ้าแล้วพบว่า ป่าทุ่งหญ้าที่มีการปลูกกล้าไม้รวมกับการจุดคันดินกั้นน้ำมีการสะสมเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินสูงกว่าในแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าทุ่งหญ้าเช่นเดียวกัน แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งแปลงศึกษาที่อยู่ในแนวเดียวกันและในแนวอื่น ซึ่งพบว่าแปลงศึกษาที่เป็นป่าทุ่งหญ้าในแนวที่ 10-11 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในป่าทุ่งหญ้าในแนวที่ 3 และ 7 ส่วนในแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าพื้นที่สภาพทั้ง 2 แปลงมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นน้อยกว่าแปลงศึกษาที่เป็นป่าทุ่งหญ้า แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 3 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินของพื้นที่โครงการฯ

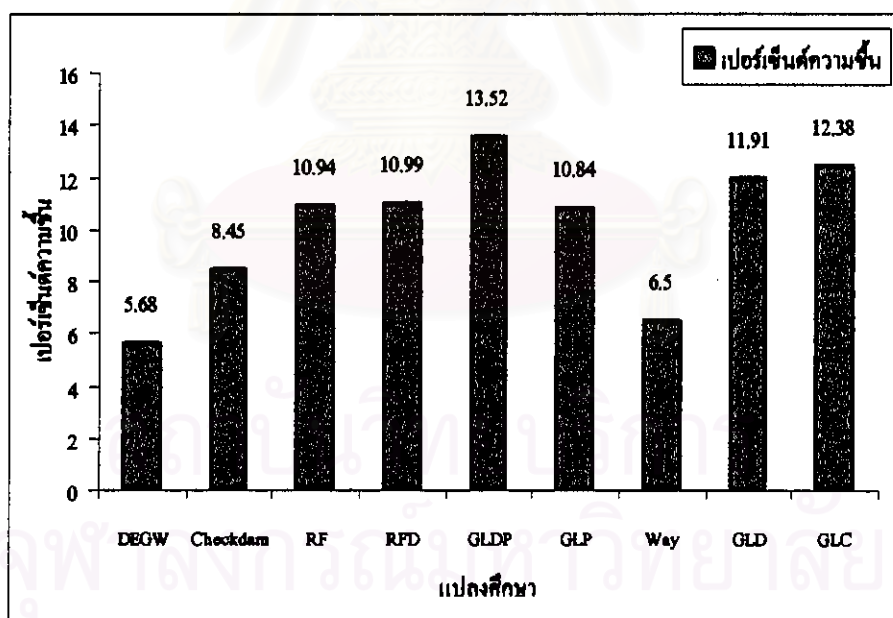
source of variation	DF	SS	MS	Observed F
Treatment	8	459.78	57.47	3.03**
Error	63	1196.50	18.99	
Total	71			

cv=43.0%

**=มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

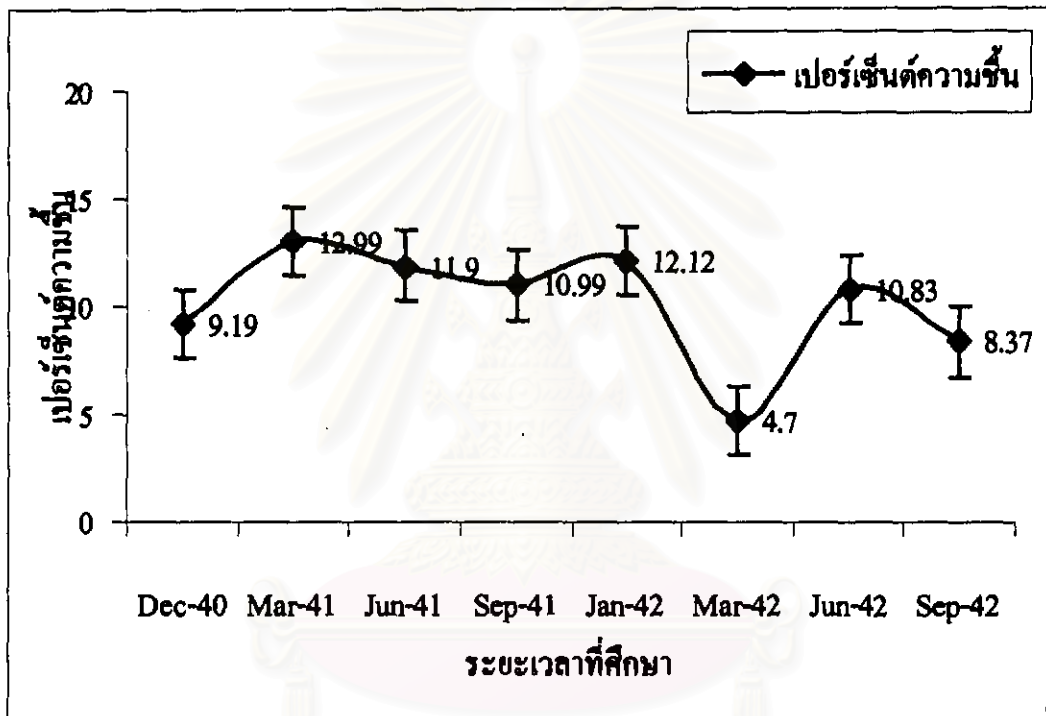
ตารางที่ 4 ผลเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินในพื้นที่โครงการฯ

แปลง	เปอร์เซ็นต์ความชื้น								ค่าเฉลี่ย
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42	
DEGW	7.94	6.51	2.93	5.79	6.82	2.82	6.98	5.61	5.68a
Checkdam	15.79	9.08	2.65	5.87	10.94	3.89	10.46	8.95	8.45abc
RF	5.33	16.16	14.36	11.95	7.38	12.16	9.96	10.25	10.94bcd
RFD	7.91	12.20	15.58	11.90	14.13	4.00	10.90	11.32	10.99bcd
GLDP	14.80	17.24	17.79	16.61	14.00	4.88	14.28	8.56	13.52d
GLP	6.60	16.71	14.01	12.44	13.09	2.51	12.60	8.75	10.84bcd
Way	2.94	0.58	13.27	5.60	20.26	0.83	6.18	2.36	6.50ab
GLD	10.01	20.03	11.60	13.88	13.81	4.03	12.68	9.26	11.91cd
GLC	11.42	18.40	14.92	14.91	8.61	7.16	13.42	10.23	12.38cd



ภาพที่ 17 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์เซ็นต์ความชื้นในแต่ละแปลงศึกษา

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินในช่วงเวลา 2 ปีของพื้นที่โครงการฯ พบว่าช่วงเวลาดังแต่เดือนธันวาคม 2540 ถึงเดือนธันวาคม 2541 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นไม่มีความเปลี่ยนแปลงมากนัก ต่อมาค่าเฉลี่ยลดลงในเดือนมีนาคม 2542 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งที่พบว่ามีค่าเฉลี่ยลดลงต่ำที่สุดในช่วง 2 ปีคือร้อยละ 4.7 และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าฤดูฝนในเดือนมิถุนายน 2542 และลดลงเล็กน้อยในเดือนกันยายน 2542 (ภาพที่ 18)



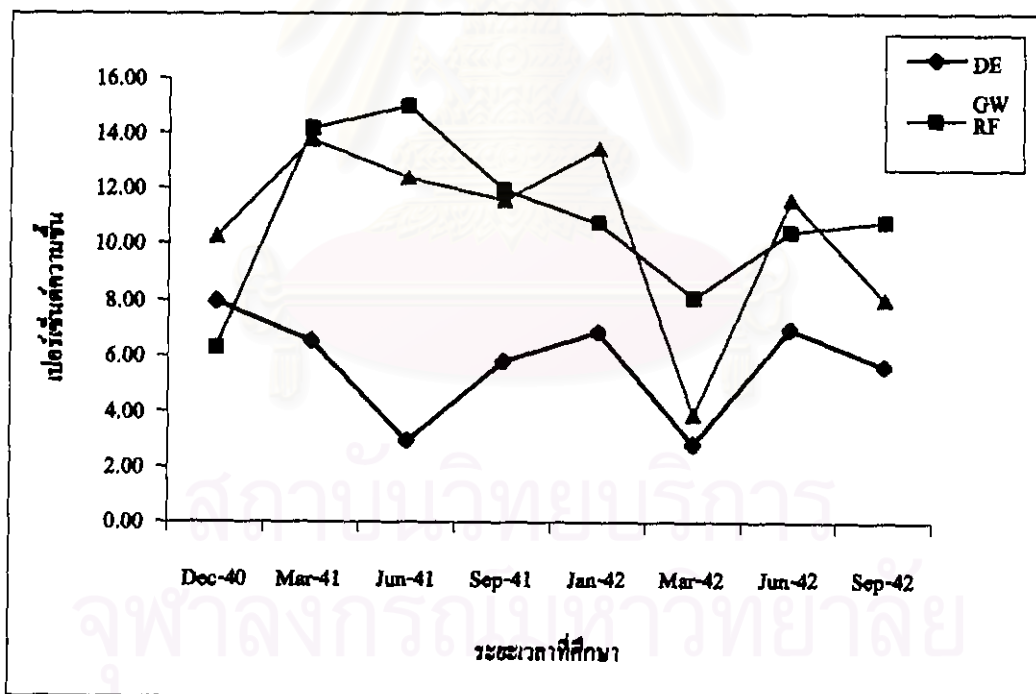
ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปอร์เซ็นต์ความชื้นของพื้นที่โครงการฯ

และเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดินในช่วงเวลา 2 ปี ของพื้นที่ที่แบ่งตามลักษณะป่า 3 ชนิด คือ ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าทุ่งหญ้า พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยสะสมของเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินของป่าพื้นที่สภาพและป่าทุ่งหญ้ามักมีความคล้ายคลึงกัน โดยจะมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 เช่นเดียวกัน ในขณะที่มีความแตกต่างจากป่าดิบแล้งที่มีการลดลงของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นถึง 2 ครั้งในช่วงเวลา 2 ปี โดยครั้งแรกค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นลดลงในเดือนมิถุนายน 2541

และครั้งที่ 2 ในเดือนมีนาคม 2542 ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งและจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝน (ตารางที่ 5 และภาพที่ 19)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความชื้น ระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นสภาพ และป่าทุ่งหญ้า

ชนิดป่า	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้น							
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42
DEGW	7.94	6.51	2.93	5.79	6.82	2.82	6.98	5.61
RF	6.26	14.18	14.97	11.92	10.76	8.08	10.43	10.79
GL	10.26	13.76	12.37	11.55	13.45	3.88	11.6	8.02



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปอร์เซ็นต์ความชื้น เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นสภาพ และป่าทุ่งหญ้า

เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดิน

การหาเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดินในพื้นที่โครงการฯ พบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุที่สะสมในดินในช่วงเวลา 2 ปี ในแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าพื้นสภาพที่มีการขุดคันดินกั้นน้ำ (RFD) มีการสะสมของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดคือ 22.27 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าทุ่งหญ้าที่มีการขุดคันดินกั้นน้ำขนาดใหญ่ (Check dam) ที่มีการสะสมของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุดคือ 8.049 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงศึกษาอื่นๆ ที่เหลือทั้งหมดที่เป็นแปลงศึกษาที่มีลักษณะของชนิดป่าต่างกัน คือ ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นสภาพ และป่าทุ่งหญ้านั้นมีการสะสมของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดินไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6-7 และ ภาพที่ 20) และเมื่อพิจารณาแปลงศึกษาที่มีลักษณะของชนิดป่าเป็นลักษณะเดียวกันพบว่า เฉพาะแปลงศึกษาที่เป็นป่าพื้นสภาพนั้น แปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าพื้นสภาพที่มีการขุดคันดินกั้นน้ำ (RFD) มีการสะสมของปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่า แปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าพื้นสภาพตามธรรมชาติ (RF) แต่การสะสมของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของทั้งสองแปลงศึกษานี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาเฉพาะแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าทุ่งหญ้าแล้วพบว่ามีการสะสมเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในแต่ละแปลงศึกษาไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีการสะสมของอินทรีย์วัตถุในบริเวณเส้นทางที่ใช้สัญจร (way) น้อยกว่าในบริเวณแปลงศึกษาที่เป็นป่าทุ่งหญ้าทั้งหมด

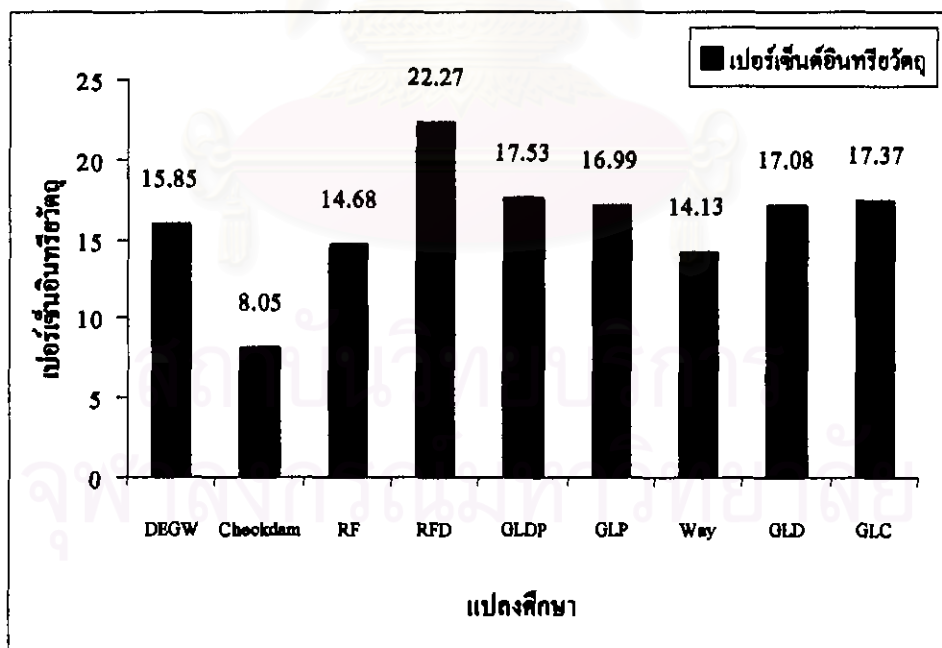
ตารางที่ 6 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน ของพื้นที่โครงการฯ

source of variation	DF	SS	MS	Observed F
Treatment	8	925.16	115.64	<1
Error	63	9229.52	146.50	
Total	71			

cv=75.9%

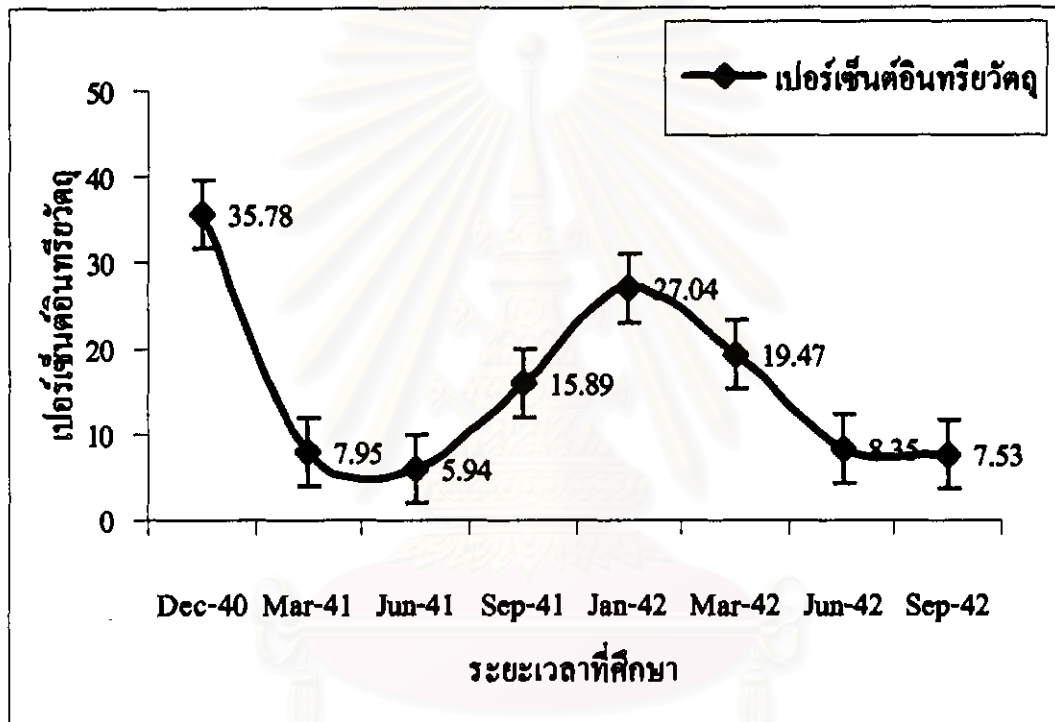
ตารางที่ 7 ผลเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดินในพื้นที่โครงการฯ

แปลง ทดลอง	เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ								ค่าเฉลี่ย
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42	
DEGW	40.39	3.58	2.81	15.59	29.64	19.29	8.22	7.26	15.85ab
Checkdam	1.78	1.97	5.61	3.12	26.74	11.44	8.11	5.62	8.05a
RF	32.79	5.55	5.05	14.46	26.53	17.48	6.64	8.95	14.68ab
RFD	44.74	30.42	6.40	27.19	27.52	27.27	6.92	7.68	22.27b
GLDP	45.06	7.76	6.83	12.36	26.63	21.57	9.70	10.36	17.53ab
GLP	38.76	5.49	7.64	17.30	25.94	19.46	8.77	12.56	16.99ab
Way	30.06	4.79	7.50	15.65	27.24	17.39	6.77	3.65	14.13ab
GLD	42.69	6.38	6.27	18.45	25.64	20.25	9.61	7.36	17.08ab
GLC	45.75	5.61	5.39	18.92	27.47	21.05	10.37	4.36	17.37ab



ภาพที่ 20 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในแต่ละแปลงศึกษา

สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดินในช่วงเวลา 2 ปี ของพื้นที่โครงการฯ พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 35.78 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนธันวาคม 2540 และลดลงในเดือนมีนาคมและมิถุนายน จนกระทั่งถึงเดือนกันยายน 2540 และเดือนธันวาคม 2540 ตามลำดับ หลังจากนั้นค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุที่สะสมในดินมีค่าลดลงอีกครั้งในเดือนมีนาคม 2541 เดือนมิถุนายน 2541 จนถึงเดือนกันยายน 2541 มีลักษณะเป็นวัฏจักรหมุนเวียนในแต่ละปีที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 21)

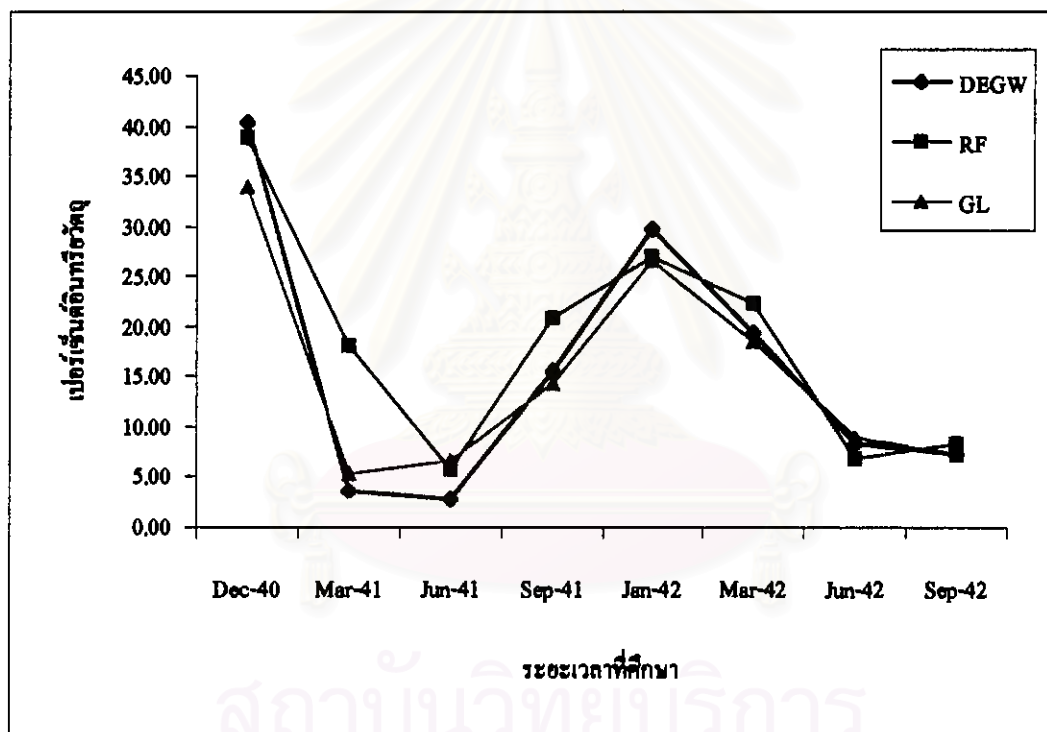


ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของพื้นที่โครงการฯ

และเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุของดินในช่วงเวลา 2 ปี ของพื้นที่ที่แบ่งตามลักษณะป่า 3 ชนิด คือ ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าทุ่งหญ้า พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุที่สะสมในดินของป่าทั้ง 3 ชนิดมีความคล้ายคลึงกัน (ตารางที่ 8 และภาพที่ 22)

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ ระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าทุ่งหญ้า

ชนิดป่า	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ							
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42
DEGW	40.39	3.58	2.81	15.59	29.64	19.29	8.22	7.26
RF	38.77	17.99	5.73	20.83	27.03	22.38	6.78	8.32
GL	34.02	5.33	6.54	14.3	26.61	18.53	8.89	7.32



ภาพที่ 22 เปรียบเทียบปริมาณเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ ระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าทุ่งหญ้า

ค่าความเป็นกรด-ด่าง

เมื่อนำค่าความเป็นกรด-ด่างในพื้นที่โครงการฯ และนำค่าความเป็นกรด-ด่างของดินไปวิเคราะห์ผลทางด้านสถิติ พบว่าความแปรปรวนของค่าความเป็นกรด-ด่างมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าทุ่งหญ้าที่มีการปลูกกล้าไม้ร่วม (GLDP) กับการขุดคันดินกั้นน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 7.05 ซึ่งแตกต่างจากแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าทุ่งหญ้าแปลงอื่นๆ ส่วนแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าดิบแล้งที่มีลำห้วยธรรมชาติไหลผ่าน (DEGW) และแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าพื้นที่สภาพ (RF) มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยแตกต่างจากแปลงศึกษาที่เป็นป่าทุ่งหญ้าทั้งหมดโดยมีค่าเท่ากับ 5.55 และ 5.74 ตามลำดับ (ตารางที่ 9-10 และภาพที่ 23) และเมื่อพิจารณาเฉพาะแปลงศึกษาที่เป็นป่าทุ่งหญ้าแล้วพบว่า ป่าทุ่งหญ้าที่มีการดำเนินงานตามวิธีการดำเนินงานของโครงการฯ แล้วพบว่าแต่ละแปลงศึกษามีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินไม่แตกต่างจากป่าทุ่งหญ้าธรรมชาติ (GLC) มีเพียงเฉพาะแปลงศึกษาที่เป็นป่าทุ่งหญ้าที่มีการปลูกกล้าไม้ร่วมกับการขุดคันดินกั้นน้ำ (GLDP) ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างแตกต่างออกไป ในแปลงศึกษาที่เป็นป่าพื้นที่สภาพ (RF) และแปลงศึกษาที่เป็นป่าพื้นที่สภาพที่มีการขุดคันดินกั้นน้ำ (RFD) มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 9 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างในดินของพื้นที่โครงการฯ

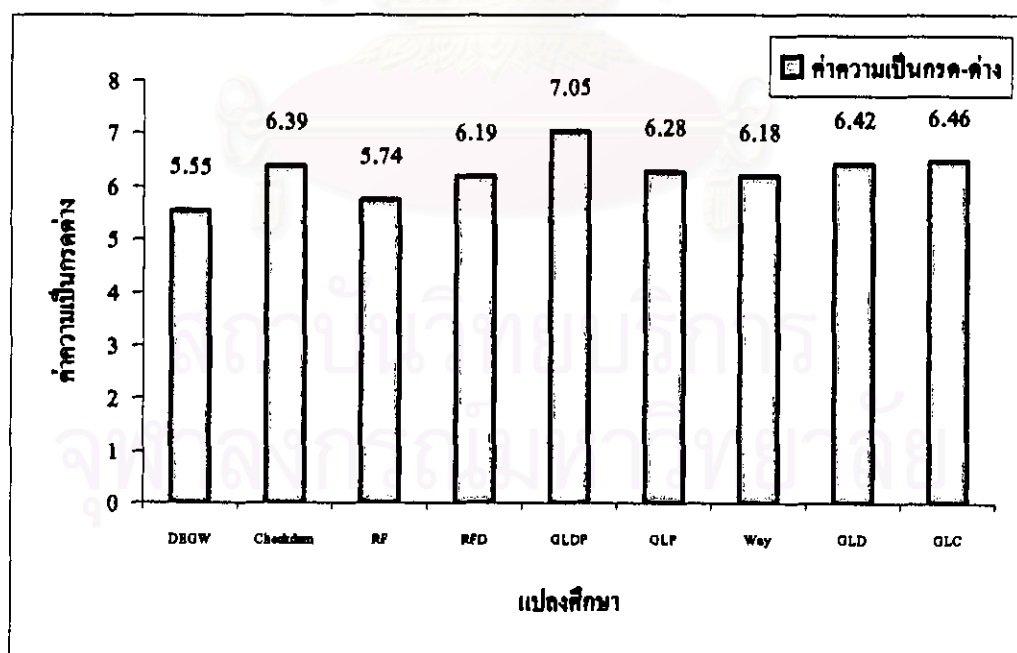
source of variation	DF	SS	MS	Observed F
Treatment	8	11.90	1.48	16.16**
Error	63	5.80	0.09	
Total	71			

cv=4.8%

**=มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

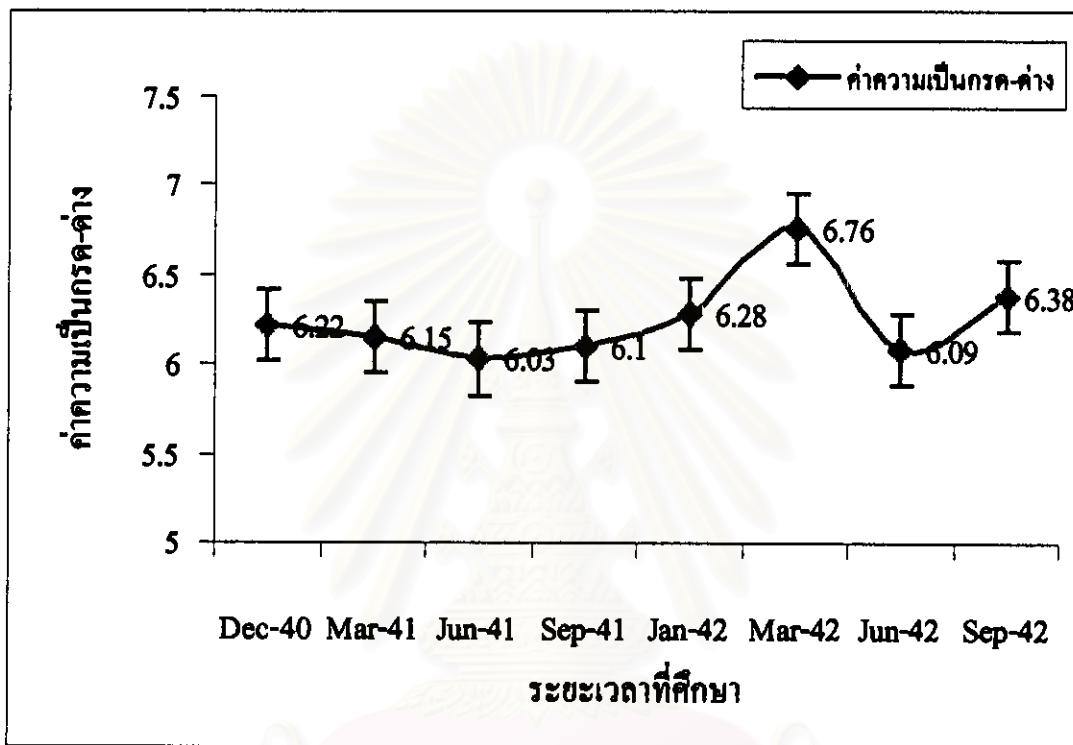
ตารางที่ 10 ผลค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในพื้นที่โครงการฯ

แปลง ทดลอง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง								ค่าเฉลี่ย
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42	
DEGW	5.55	5.57	5.27	5.46	5.42	6.05	5.39	5.67	5.55a
Checkdam	6.22	6.14	6.55	6.35	6.23	6.90	6.23	6.52	6.39b
RF	5.02	6.19	5.74	5.32	5.98	6.25	5.58	5.87	5.74a
RFD	6.29	6.06	5.76	6.04	6.32	6.69	6.03	6.31	6.19b
GLDP	7.40	6.60	6.94	6.98	6.88	7.56	6.89	7.18	7.05c
GLP	6.26	6.27	5.99	6.17	6.25	6.79	6.12	6.41	6.28b
Way	5.87	6.15	6.10	6.04	6.29	6.69	6.02	6.31	6.18b
GLD	6.83	6.15	5.94	6.31	6.35	6.95	6.26	6.54	6.42b
GLC	6.56	6.22	6.01	6.26	6.78	6.97	6.30	6.59	6.46b



ภาพที่ 23 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในแต่ละแปลงศึกษา

สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในช่วงเวลา 2 ปี ของพื้นที่โครงการฯ พบว่ามีค่าเป็นกรดอ่อนๆ อยู่ในช่วง 6.0-6.8 โดยในช่วงปีที่ 2 ของการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างมีความแปรปรวนมากกว่าในปีแรกของการศึกษา (ภาพที่ 24)

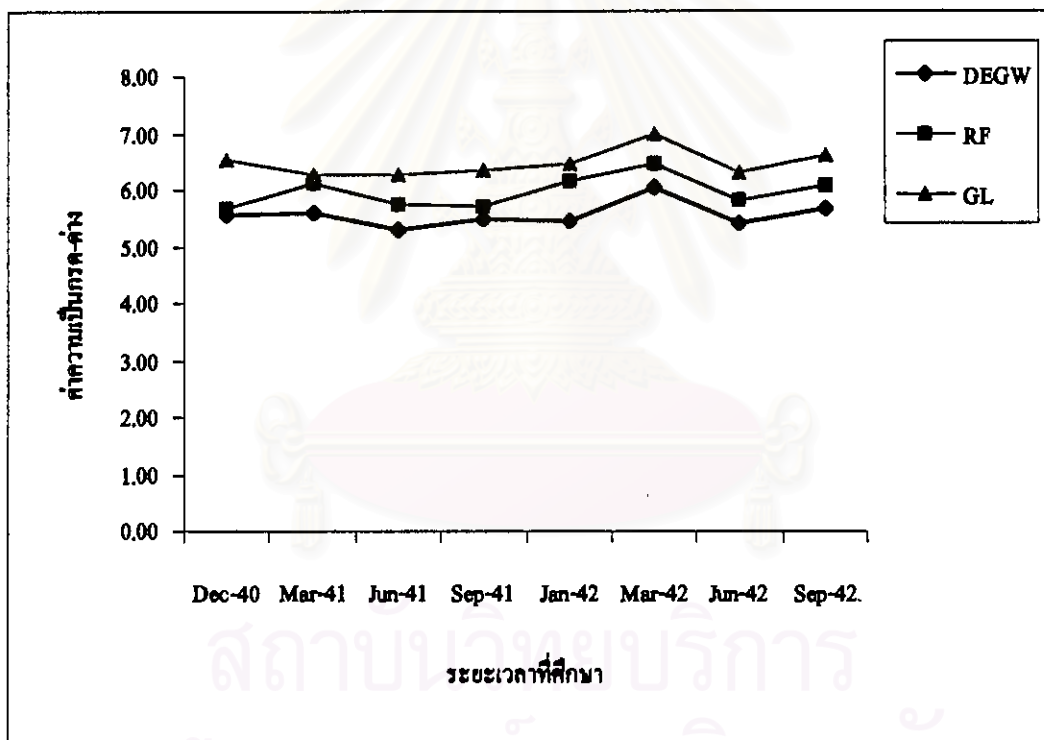


ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของดินของพื้นที่โครงการฯ

และเมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในช่วงเวลา 2 ปีในพื้นที่ที่แบ่งตามลักษณะป่า 3 ชนิดคือ ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าทุ่งหญ้า พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยของค่าความเป็นกรด-ด่างในดินคล้ายคลึงกัน (ตารางที่ 11 และภาพที่ 25)

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าหุบหญ้า

ชนิดป่า	ค่าความเป็นกรด-ด่าง							
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42
DEGW	5.55	5.57	5.27	5.46	5.42	6.05	5.39	5.67
RF	5.66	6.13	5.75	5.68	6.15	6.47	5.81	6.09
GL	6.52	6.26	6.26	6.35	6.46	6.98	6.3	6.59



ภาพที่ 25 เปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน ระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าหุบหญ้า

2. ผลการนับจำนวนแบคทีเรียและเชื้อราในตัวอย่างดิน

จำนวนแบคทีเรียในดิน

ผลการนับจำนวนแบคทีเรียของแต่ละแปลงศึกษาตลอดระยะเวลา 2 ปีโดยใช้วิธี Soil Dilution Plate Method ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2540 ถึงเดือนกันยายน 2542 และนำข้อมูลที่ได้มาศึกษาความแปรปรวนของจำนวนแบคทีเรียทางสถิติ แสดงในตารางที่ 12-13 และภาพที่ 26 พบว่าจำนวนจุลินทรีย์เฉลี่ยมีค่ามากที่สุดคือ 4.16×10^8 CFU/ 1 กรัมดิน ซึ่งเป็นแปลงศึกษาที่มีลักษณะเป็นป่าทุ่งหญ้าที่มีการปลูกกล้าไม้ร่วมกับการขุดคันดินกั้นน้ำ (GLDP) และในแปลงศึกษาที่เป็นป่าดิบแล้งที่มีแหล่งน้ำธรรมชาติ (DEGW) มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.36×10^8 CFU/ 1 กรัมดิน และเมื่อพิจารณาเฉพาะแปลงศึกษาที่เป็นป่าทุ่งหญ้าพบว่าแปลงศึกษาที่มีการขุดคันดินกั้น หรือมีการปลูกกล้าไม้ จะมีจำนวนแบคทีเรียเฉลี่ยสูงกว่า แปลงศึกษาที่เป็นป่าทุ่งหญ้าธรรมชาติ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ตารางผนวกที่ 12 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนแบคทีเรียในดิน ของพื้นที่โครงการฯ

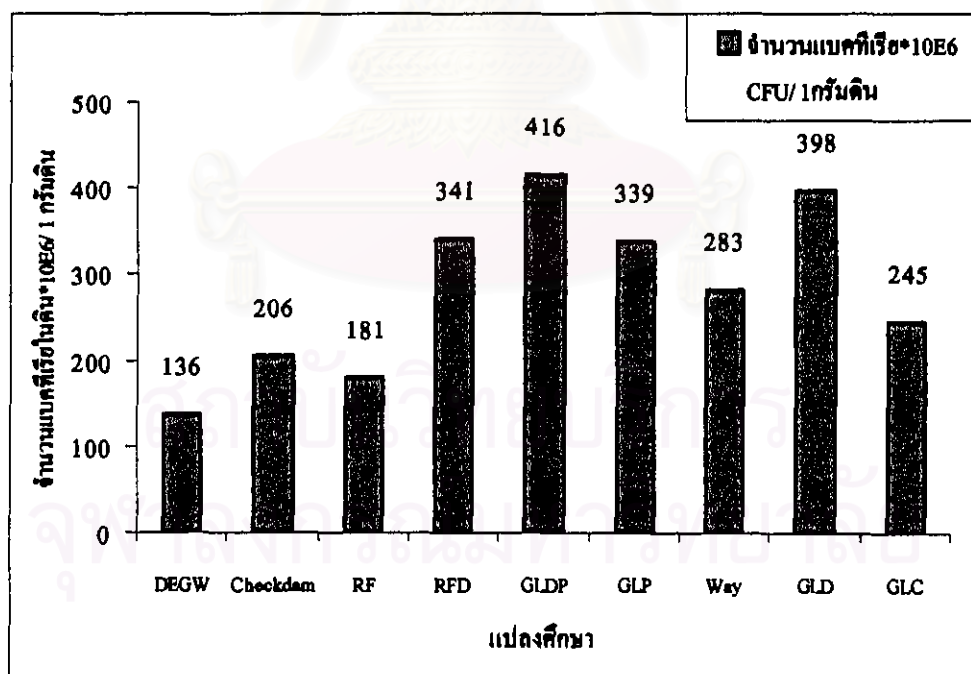
source of variation	DF	SS	MS	Observed F
Treatment	8	613437.5	76679.68	1.2ns
Error	63	4021392.5	63831.62	
Total	71			

cv=89.4%

ns= ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

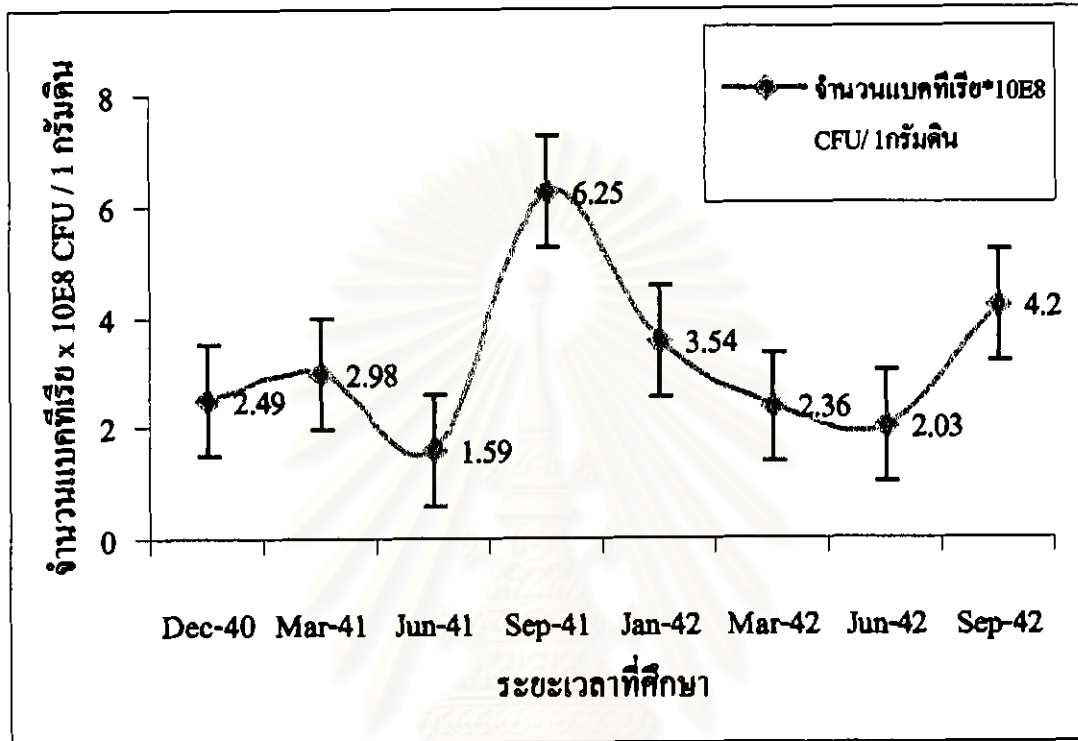
ตารางที่ 13 จำนวนแบคทีเรียดินในพื้นที่โครงการฯ

แปลง ทดลอง	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด*10E6/กรัมดิน								ค่าเฉลี่ย
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42	
DEGW	30	44	49	412	11	114	175	256	136a
Checkdam	62	30	100	198	160	498	221	375	206a
RF	52	391	81	528	32	82	58	225	181a
RFD	134	30	100	783	730	180	195	575	341a
GLDP	144	353	179	662	780	710	329	173	416a
GLP	245	30	85	861	710	57	92	628	339a
Way	30	863	40	753	270	44	26	235	283a
GLD	937	414	540	275	59	134	370	453	398a
GLC	355	230	101	526	83	68	155	442	245a



ภาพที่ 26 เปรียบเทียบจำนวนแบคทีเรียในดินของแต่ละแปลงศึกษา

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของจำนวนแบคทีเรียพบว่าในเดือนกันยายนจะมีจำนวนแบคทีเรียมากที่สุด และมีจำนวนน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายน (ภาพที่ 27)



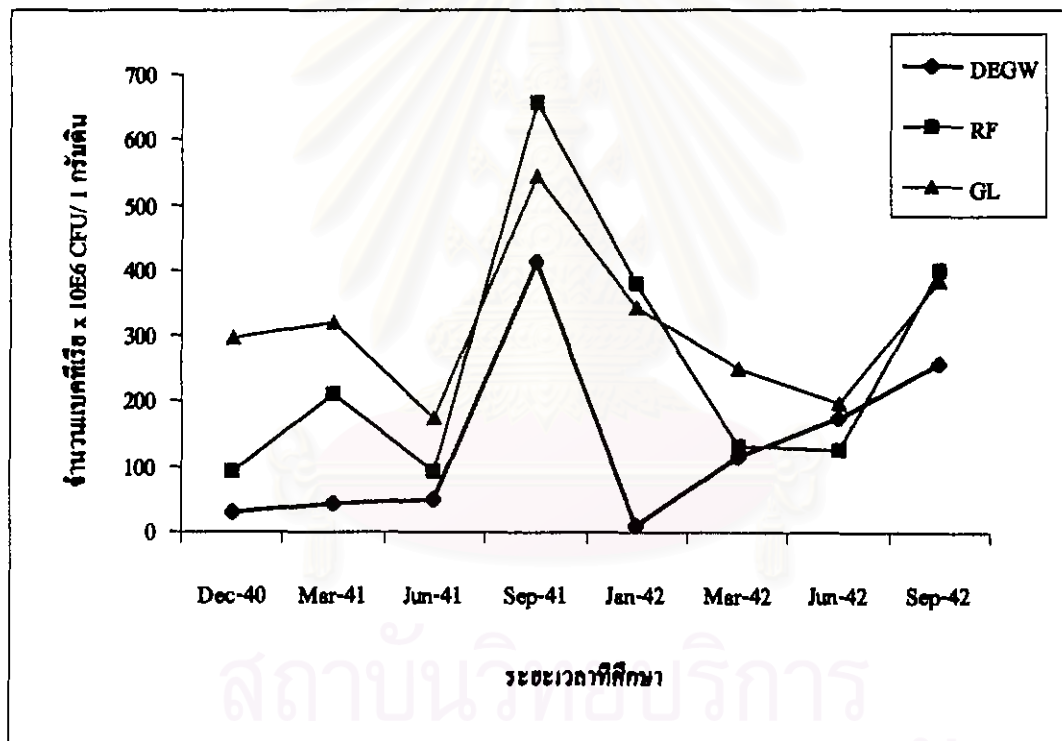
ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนแบคทีเรียในดิน ของพื้นที่โครงการฯ

และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนแบคทีเรียกับชนิดของป่าแล้วพบว่าจำนวนแบคทีเรียในพื้นที่ที่เป็นป่าทุ่งหญ้านั้นมีแนวโน้มที่จะมีจำนวนแบคทีเรียเฉลี่ยสูงกว่าป่าที่เป็นป่าพื้นที่สภาพ และป่าดิบแล้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 14 และภาพที่ 28)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแบคทีเรียในดิน ระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าทุ่งหญ้า

ชนิดป่า	จำนวนแบคทีเรีย x 10E6 CFU/ 1กรัมดิน							
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42
DEGW	30	44	49	412	11	114	175	256
RF	93	211	91	656	381	131	127	400
GL	296	320	174	546	344	252	199	384



ภาพที่ 28 เปรียบเทียบจำนวนของแบคทีเรียในดิน ระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าทุ่งหญ้า

จำนวนเชื้อราในดิน

ผลการนับจำนวนเชื้อราโดยใช้วิธี Soil Dilution Plate Method เช่นเดียวกันแสดงในตารางที่ 15-16 และภาพที่ 29 พบว่าจำนวนเชื้อราเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดคือ 1.09×10^7 CFU/ 1 กรัมดิน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขุดคันดินกั้นน้ำขนาดใหญ่ (check dam) และมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 1.8×10^4 CFU/ 1 กรัมดิน ที่บริเวณทางที่ใช้สัญจร (way) แตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาเฉพาะป่าทุ่งหญ้า พบว่าป่าทุ่งในบริเวณแนวที่ 10-11 (GLD และ GLP) มีจำนวนเชื้อรามากกว่าในบริเวณแนวที่ 7 (GLDP และ GLP) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และในแปลงที่มีลักษณะเป็นป่าพื้นสภาพ (RF) และป่าที่มีลักษณะเป็นป่าพื้นสภาพที่มีการขุดคันดินกั้นน้ำ (RFD) ก็มีจำนวนเชื้อราไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน

ตารางที่ 15 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยจำนวนเชื้อราในดิน ของพื้นที่โครงการฯ

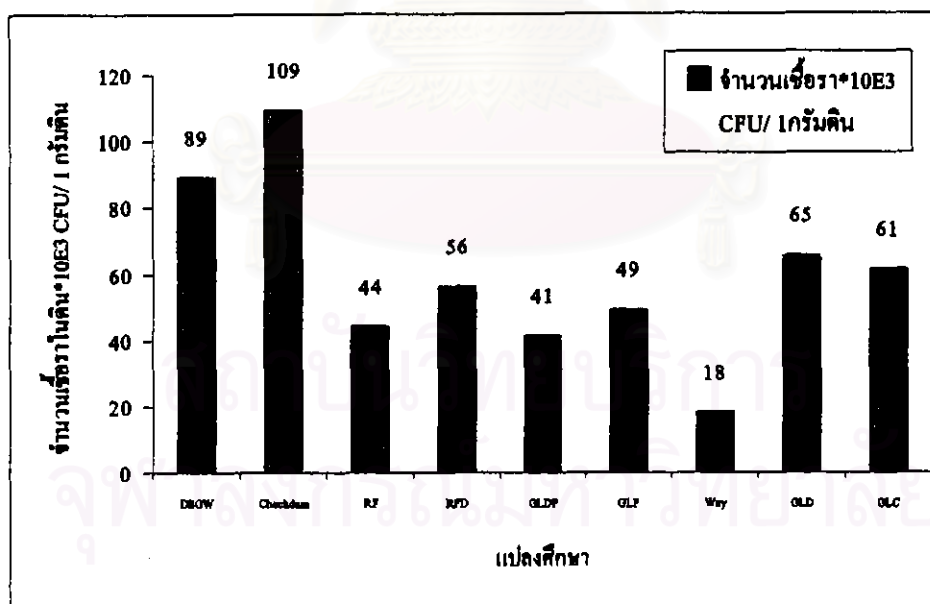
source of variation	Df	SS	MS	Observed F
Treatment	8	46603.25	5825.40	5.19**
Error	63	70680.62	1121.91	
Total	71	117283.87		

cv=56.6%

**=มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

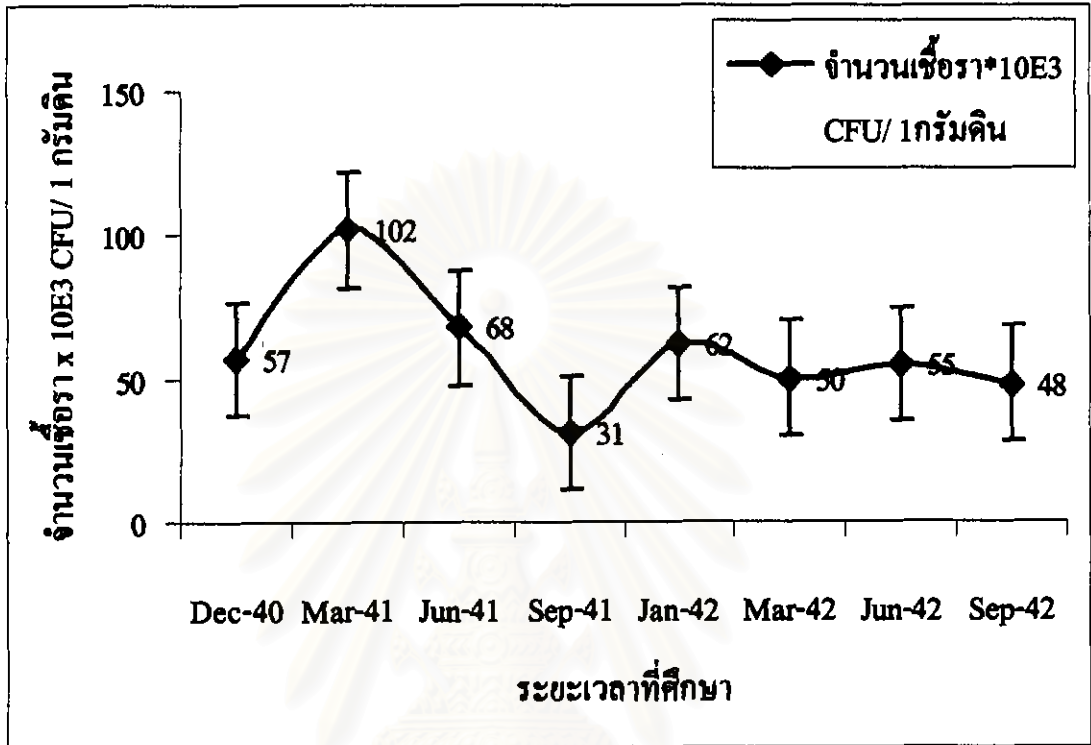
ตารางที่ 16 จำนวนเชื้อราในพื้นที่โครงการ

แปลง ทดลอง	จำนวนเชื้อรา*10E3 CFU/กรัมดิน								ค่าเฉลี่ย
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42	
DEGW	51	132	114	70	78	114	89	68	89cd
Checkdam	112	182	193	44	130	52	65	94	109d
RF	6	144	17	11	73	22	42	37	44ab
RFD	29	100	48	18	89	32	56	75	56bc
GLDP	67	52	18	17	58	71	29	17	41ab
GLP	63	37	72	14	37	57	68	46	49ab
Way	4	34	13	28	12	11	24	16	18a
GLD	116	89	74	45	48	50	64	37	65bc
GLC	65	149	62	36	34	45	55	42	61bc



ภาพที่ 29 เปรียบเทียบจำนวนเชื้อราในดินของแต่ละแปลงศึกษา

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของเชื้อราพบว่าในเดือนมีนาคม 2540 มีจำนวนเชื้อราเฉลี่ยมากที่สุด ซึ่งในปีถัดมาพบจำนวนเชื้อรามากที่สุดในเดือนธันวาคม 2541 (ภาพที่ 30)



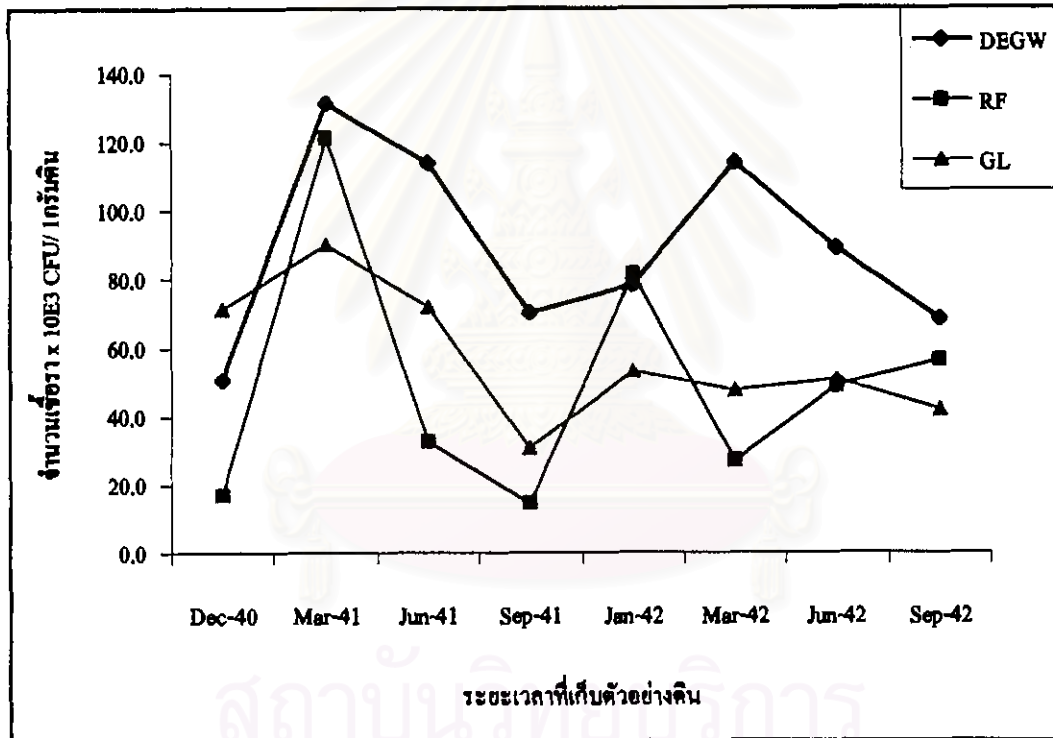
ภาพที่ 30 การเปลี่ยนแปลงของจำนวนเชื้อราในดินของพื้นที่โครงการฯ

และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนเชื้อรากับชนิดของป่าแล้วพบว่าโดยส่วนใหญ่มีความเปลี่ยนแปลงคล้ายคลึงกันในทุกชนิดป่า โดยป่าดิบแฉ่งเป็นบริเวณที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนเชื้อรามากที่สุด (ตารางที่ 17 และภาพที่ 31)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบจำนวนเชื้อราในดิน ระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นสภาพ และป่าทุ่งหญ้า

ชนิดป่า	จำนวนเชื้อรา x 10E3 CFU/ 1 กรัมดิน							
	Dec-40	Mar-41	Jun-41	Sep-41	Jan-42	Mar-42	Jun-42	Sep-42
DEGW	50.5	131.5	114.0	70.0	78.0	114.0	89.0	68.0
RF	17.0	121.5	32.5	14.5	81.0	27.0	49.0	56.0
GL	71.1	90.3	72.0	30.7	53.2	47.7	50.8	42.0



ภาพที่ 31 เปรียบเทียบจำนวนเชื้อราในดิน ระหว่างพื้นที่ป่าดิบแล้ง ป่าพื้นสภาพ และป่าทุ่งหญ้า

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและเคมีกับจำนวนของแบคทีเรียและเชื้อรา

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพและเคมีของดิน ที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของจำนวนแบคทีเรียและเชื้อราในดิน โดยใช้ค่า Sample correlation coefficient (r) เป็นค่าที่วัดความสัมพันธ์แบบเส้นตรง ค่า r จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 และ $+1$ ถ้า r มีค่าเท่ากับ $+1$ หรือเกือบเท่ากับ $+1$ แสดงว่าทั้งสองสัมพันธ์กันมาก คือถ้าข้อมูลหนึ่งเปลี่ยนอีกข้อมูลจะเปลี่ยนตาม (ในกรณีนี้คือถ้าข้อมูลทางกายภาพและเคมีเปลี่ยนข้อมูลปริมาณจุลินทรีย์ก็จะเปลี่ยนตาม) แต่ถ้า r มีค่าเท่ากับ -1 หรือเกือบเท่า -1 แสดงว่าทั้งสองข้อมูลมีความสัมพันธ์แบบตรงกันข้ามกัน คือถ้าข้อมูลหนึ่งเพิ่มอีกข้อมูลหนึ่งจะลดลง ถ้า r มีค่าเท่ากับ 0 หรือใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูล 2 ชุดนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 18

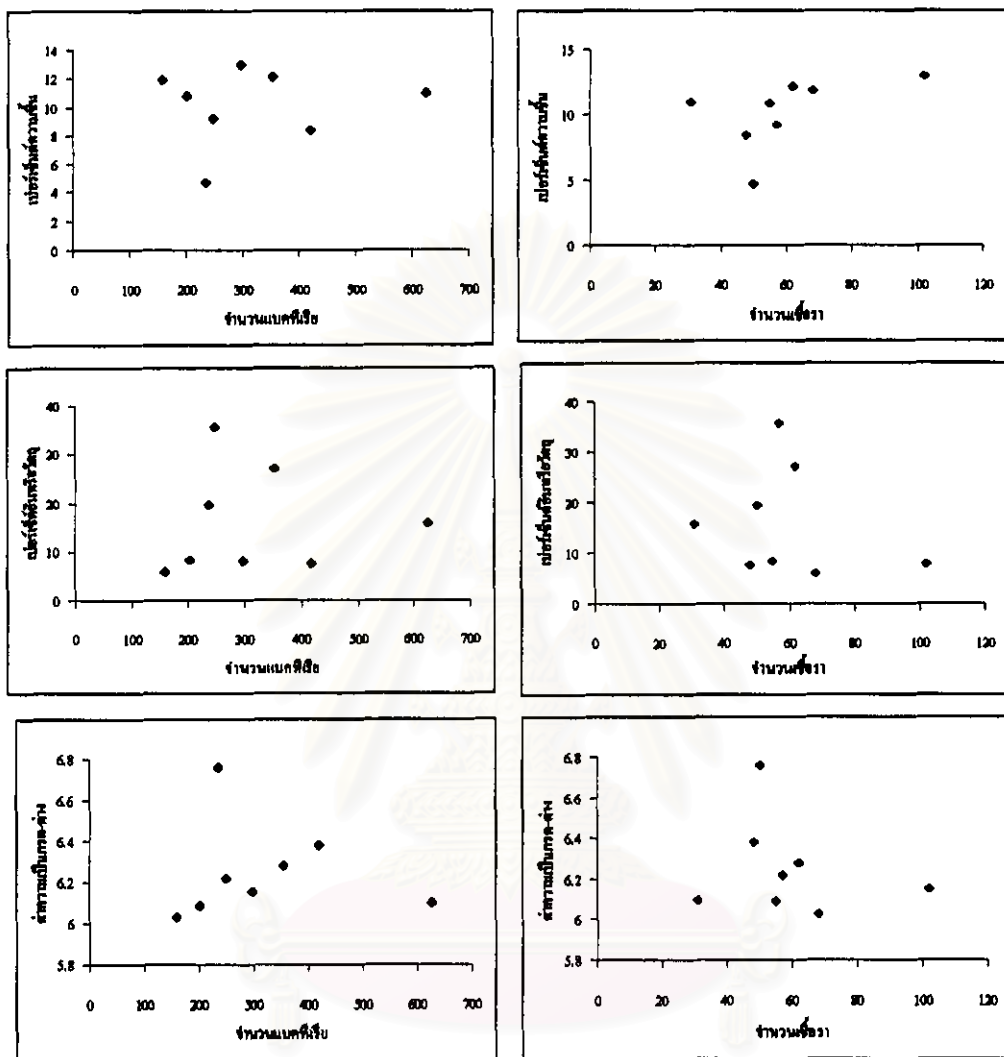
ตารางที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดิน ในพื้นที่โครงการฯ กับจำนวนแบคทีเรียและเชื้อรา

Correlation matrix	% ความชื้น	% อินทรีย์วัตถุ	pH	จำนวนแบคทีเรีย	จำนวนเชื้อรา
% ความชื้น	1.000	-0.091ns	0.079ns	0.115ns	-0.010ns
% อินทรีย์วัตถุ		1.000	0.175ns	0.080ns	-0.143ns
pH			1.000	0.251*	-0.061ns
จำนวนแบคทีเรีย				1.000	-0.106ns
จำนวนเชื้อรา					1.000

* = มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ns = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์ผลสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและเคมี เช่น เปอร์เซ็นต์ความชื้น เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่มีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ในดินและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ กับจำนวนแบคทีเรียและเชื้อรา พบว่ามีเพียงเฉพาะค่าความเป็นกรด-ด่างของดินเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับจำนวนแบคทีเรียอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ปัจจัยอื่นๆ ถึงแม้จะไม่มีความสำคัญแต่ก็พอมีความสัมพันธ์กันอยู่บ้างเนื่องจากค่า r ไม่เท่ากับ 0 และเมื่อนำชุดข้อมูลที่ศึกษาความสัมพันธ์มาเขียนเป็น scatter diagram ได้ดังภาพที่ 32



ภาพที่ 32 Scatter diagram แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนแบคทีเรียและเชอราในดิน (◆ แบคทีเรีย ◆ เชอรา)

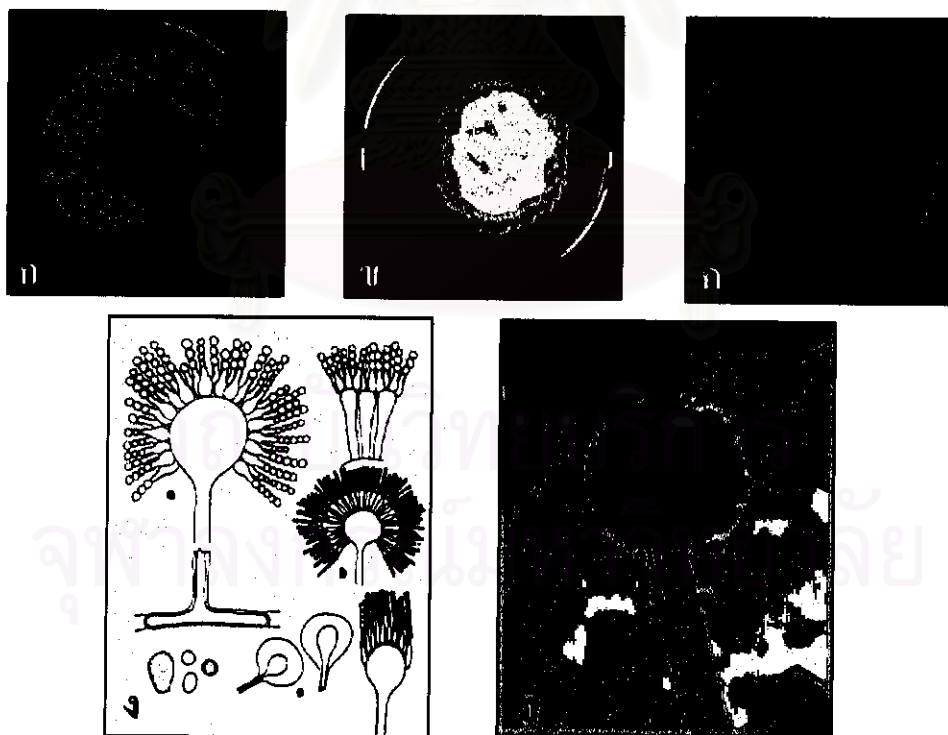
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการจัดจำแนกเชื้อราที่แยกได้ดินของพื้นที่โครงการฯ

การศึกษาและการจัดจำแนกเชื้อราในดินที่แยกได้จากวิธี Soil dilution plate ตามวิธีการของ Barnett (1960) ปรากฏผลดังนี้

Aspergillus sp.

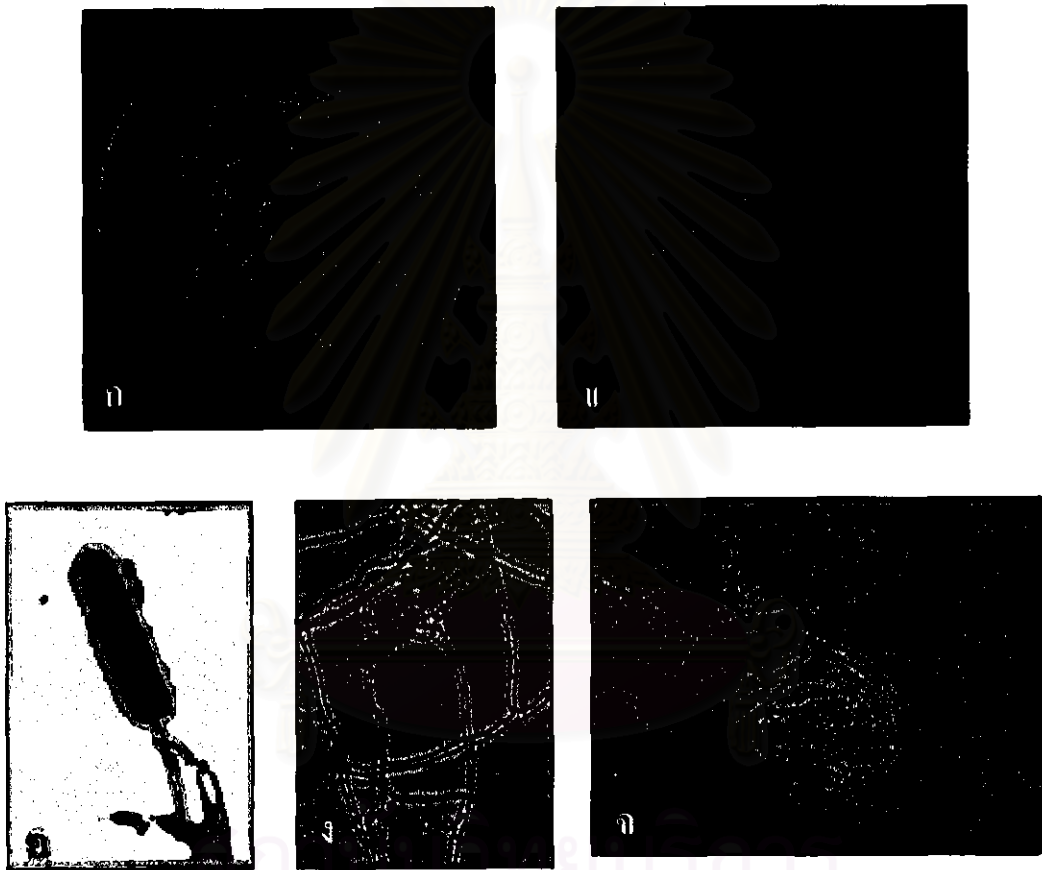
ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดี มีการสร้างสปอร์หลายสี ได้แก่ สีเขียว สีเทา จนถึงสีดำ บางชนิดมีการสร้าง sclerotium เห็นเป็นเม็ดเล็กๆ สีน้ำตาลถึงดำกระจายอยู่บนส่วนกลางผิวหน้าโคโลนี เชื้อราบางชนิดมีการ exudate สารที่มีสีหรือไม่มีสี หรือบางชนิดไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ ลักษณะตั้งฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์เป็นเชื้อราชนิดที่มีผนังกัน สร้างก้านชูสปอร์ (conidiophore) ต้นหรือยาว มีผิวเรียบหรือหยาบแล้วแต่สายพันธุ์ ส่วนปลายของก้านชูสปอร์พองออกเป็นรูปกลมหรือกระบอก เรียกว่า vesicle บน vesicle มี phialides หรือ sterigma เรียงเป็นแถว บางชนิดมีแถวเดียวเรียกว่า uniseriate ถ้าเป็นสองแถวซ้อนกันเรียกว่า biseriate ที่ปลายเป็นที่เกิดของ phialoconidia รูปกลมหรือรี ผนังเรียบหรือหยาบเรียงคั่นกันเป็นสาย ดังภาพที่ 33



ภาพที่ 33 เชื้อรา *Aspergillus spp.* ที่แยกได้จากดินในพื้นที่โครงการฯ (ก-ค) ลักษณะโคโลนี (ง) ภาพวาดลักษณะใต้กล้องจุลทรรศน์ (Barnett และ Hunter, 1972) (จ) ลักษณะ conidial head กำลังขยาย 400 เท่า

Emericella sp.

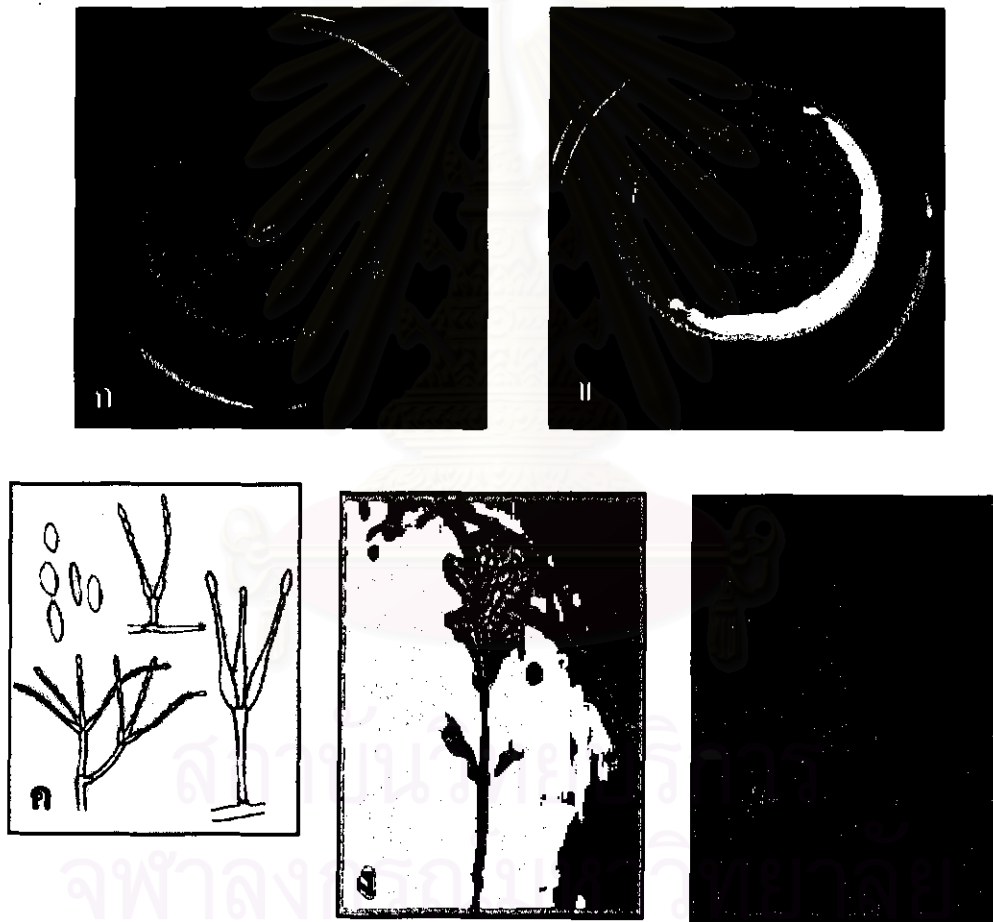
ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมาก ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะเห็นมีรอยยับเป็นแฉกออกจากศูนย์กลางโคโลนี สีของโคโลนีมีสีตามสีของสปอร์ เช่น สีเหลือง สีเขียว หรือไม่มีสี เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะแบบ *Aspergillus* สีเข้มและบางสายพันธุ์มีลักษณะเป็น column ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมาก ผิวของ สปอร์เรียบและมีลักษณะกลม ดังภาพที่ 34



ภาพที่ 34 เชื้อรา *Emericella spp.* ที่แยกได้จากดินในพื้นที่โครงการฯ (ก-ข) ลักษณะโคโลนี (ค-ง) ลักษณะ conidial head (จ) ลักษณะเส้นใยที่มีการสร้าง fruit body

Paecilomyces sp.

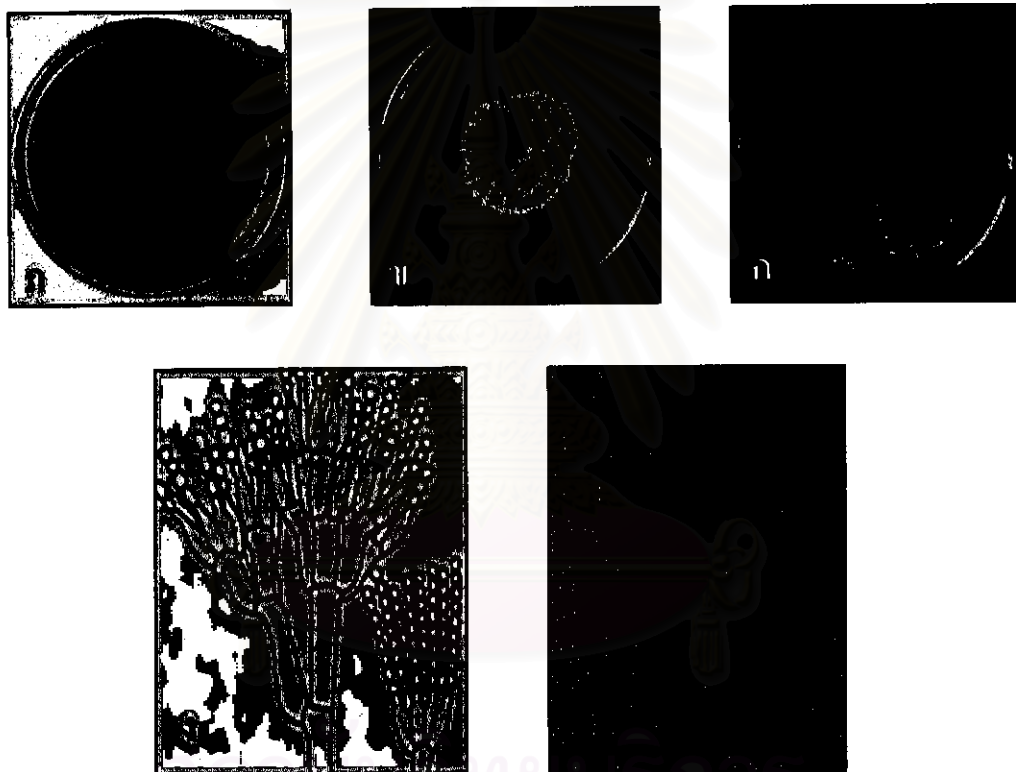
ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมาก ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะเรียบคล้ายผ้ากำมะหยี่ โคโลนีมีสีเทา ถึงชมพูเข้มจนถึงสีขาว มีรอยยับเป็นวงชั้นออกมาจากศูนย์กลางโคโลนี เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะแบบ penicillinate ใสไม่มีสี ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ แตกกิ่งออกคล้ายไม้กวาดรูป flask มีการสร้าง conidiospore จำนวนมากเป็นสายต่อกันยาวคล้ายโซ่ ผิวของสปอร์เรียบและมีลักษณะกลมรี ดังภาพที่ 35



ภาพที่ 35 เชื้อรา *Paecilomyces spp.* ที่แยกได้จากดินในพื้นที่โครงการฯ (ก-ข) ลักษณะโคโลนี (ค) ภาพวาดลักษณะได้กตั้งจุลทรรศน์ (Barnett และ Hunter, 1972) (ง) ลักษณะ conidial head (จ) ลักษณะสปอร์ที่ต่อกันเป็นสายยาว

Penicillium sp.

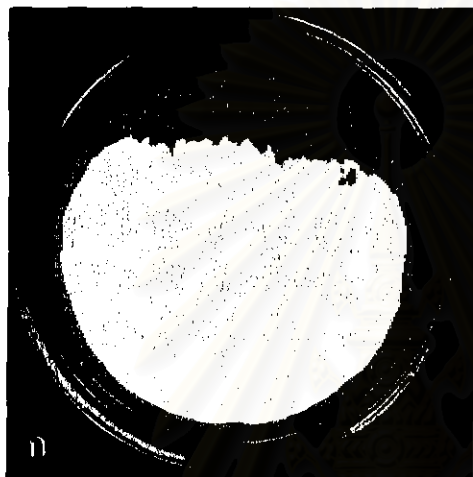
ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมาก ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะฟูเห็นเป็นเส้นใยสีขาว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีตามสีของสปอร์ เช่น สีเหลือง สีเขียว สีเขียวปนเทา หรือสีเทา เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ บางสายพันธุ์มีการ excudate สารมีสีหรือไม่มีสีก็ได้ conidial head มีลักษณะแบบ penicillinate สีเข้ม ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมากเป็นลักษณะคล้ายไม้กวาด ผิวของสปอร์เรียบ และมีลักษณะกลมรี ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 เชื้อรา *Penicillium spp.* ที่แยกได้จากดินในพื้นที่โครงการฯ (ก-ค) ลักษณะโคโลนี (ง) ภาพวาดลักษณะไม้กวาดของจุลทรรศน์ (Barnett และ Hunter, 1972) (จ) ลักษณะ conidial head

Rhizomucor sp.

ลักษณะโคโคโคนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมาก ผิวหน้าโคโคโคนีมีลักษณะฟูเห็นเป็นเส้นใยสีขาว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลปนเทา เส้นใยเป็นแบบไม่มีผนังกัน เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ มีการสร้าง sporangium บน sporangiophore มีการแตกแขนง 2-3 กิ่ง มีการสร้าง rhizoid ระหว่าง stolon ผิวของ สปอร์เรียบ และมีลักษณะกลม ดังภาพที่ 37



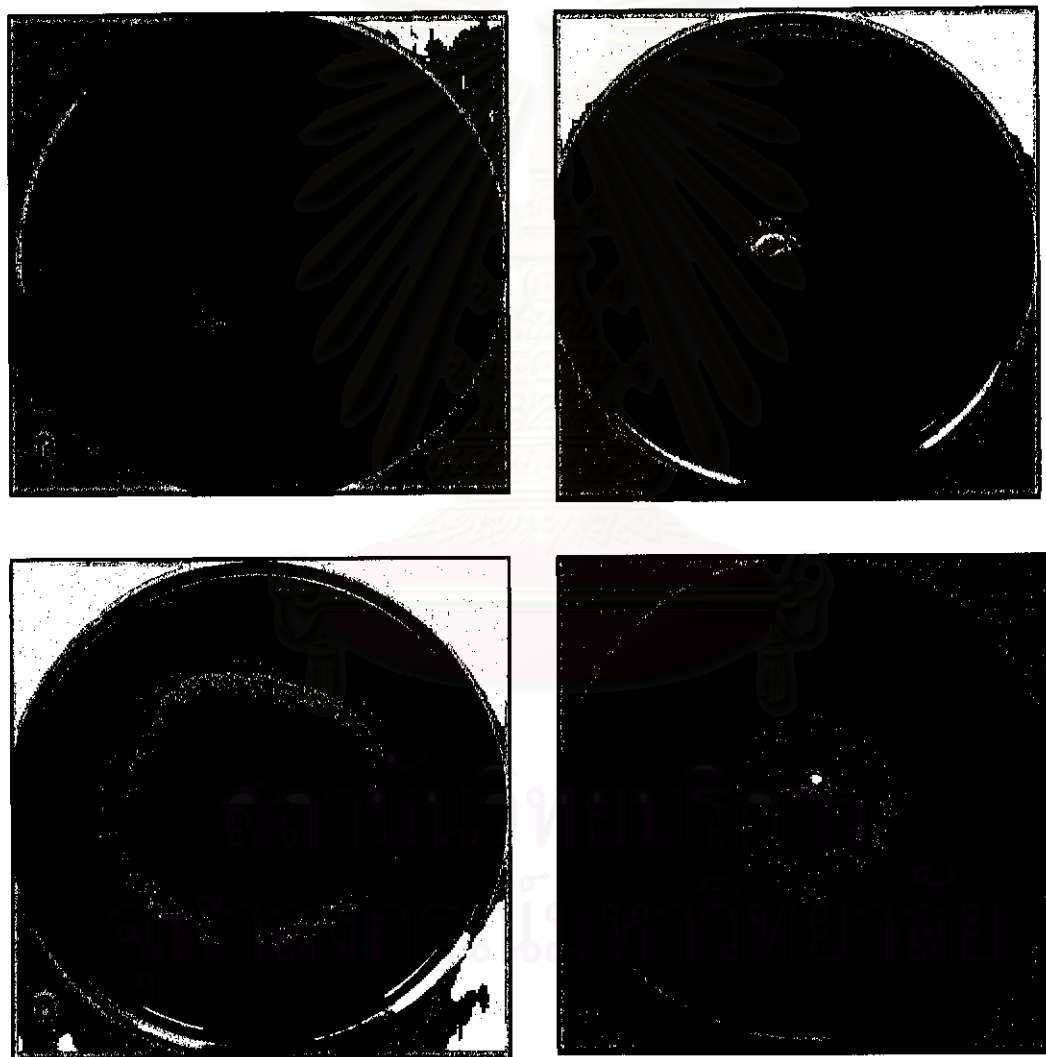
ภาพที่ 73 เชื้อรา *Rhizomucor* spp. ที่แยกได้จากดินในพื้นที่โครงการฯ (ก) ลักษณะโคโคโคนี (ข) ลักษณะ sporangium (ค) การแตกกิ่งของ sporangiophore (ง) ลักษณะ rhizoid

mycellum sterile

ลักษณะเป็นเส้นใยสีขาวฟู ไม่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่จะนำไปใช้ในการจัดจำแนกเชื้อราชนิดนี้ แต่สามารถขยายพันธุ์ด้วยการใช้ส่วนของเส้นใย

ผลการคัดเลือกเชื้อราที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลส

การคัดเลือกเชื้อราที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลส ตัดสินจากการพิจารณาความสามารถในการสร้างเอนไซม์ โดยทำการหมักคัดเลือกเชื้อราจากแปลงศึกษา แปลงละ 5 ไอโซเลท เพื่อนำมาทดสอบความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลสโดยใช้สูตรอาหารที่มี carboxymethyl cellulose เป็นแหล่งคาร์บอนเพียงอย่างเดียว แล้วทดสอบปฏิกิริยาการย่อยสลาย carboxymethyl cellulose ด้วย 0.1% สารละลาย congo red (ภาพที่ 38) บันทึกผลดังตารางที่ 19



ภาพที่ 38 การทดสอบการย่อยสลายเซลลูโลสโดยการใช้สารละลาย congo red

(ก) *Aspergillus niger* (ข) unknown (ค) *A. flavus* (ง) ไม่เกิดวงใส (clear zone)

ตารางที่ 19 การทดสอบความสามารถในการย่อยสลายเซลล์โกลของเชื้อราที่แยกได้

รหัส*	เส้นผ่านศูนย์กลาง กลางโคโคนี	เส้นผ่านศูนย์กลาง โคโคนี+วงใส	ความกว้างวง ใส	ค่าความสามารถใน การสร้างเอนไซม์เซลล์ลีส
DEGW01	4.00	0.00	0.00	0.0000
DEGW02	3.63	4.00	0.37	0.1019
DEGW03	1.60	6.36	4.76	2.9750
DEGW04	5.60	5.80	0.20	0.0357
DEGW05	3.40	0.00	0.00	0.0000
CD01	4.33	4.73	0.40	0.0924
CD02	2.83	4.40	1.57	0.5548
CD03	3.73	4.26	0.53	0.1421
CD04	3.66	4.76	1.10	0.3005
CD05	5.13	5.36	0.23	0.0448
RF01	4.63	4.80	0.17	0.0367
RF02	2.76	5.13	2.37	0.8587
RF03	1.33	1.46	0.13	0.0977
RF04	3.96	0.00	0.00	0.0000
RF05	5.53	0.00	0.00	0.0000
RFD01	2.46	3.13	0.67	0.2724
RFD02	1.26	0.00	0.00	0.0000
RFD03	4.13	4.36	0.23	0.0557
RFD04	6.03	6.23	0.20	0.0332
RFD05	3.36	3.60	0.24	0.0714
GLDP01	5.43	0.00	0.00	0.0000
GLDP02	1.53	3.23	1.70	1.1111
GLDP03	1.16	1.33	0.17	0.1466
GLDP04	2.33	2.50	0.17	0.0730

ตารางที่ 19 ต่อ

รหัส*	เส้นผ่าศูนย์กลาง กลางโคโตนี	เส้นผ่าศูนย์กลาง โคโตนี+วงใส	ความกว้างวง ใส	ค่าความสามารถใน การสร้างเอนไซม์เซลลูเลส
GLDP05	5.13	5.83	0.70	0.1365
GLP01	1.73	2.00	0.27	0.1561
GLP02	4.83	5.06	0.23	0.0476
GLP03	0.76	0.00	0.00	0.0000
GLP04	1.46	3.53	2.07	1.4178
GLP05	2.96	3.23	0.27	0.0912
Way01	5.13	5.26	0.13	0.0253
Way02	2.30	2.43	0.13	0.0565
Way03	3.43	0.00	0.00	0.0000
GLD01	4.20	4.43	0.23	0.0548
GLD02	6.30	6.63	0.33	0.0524
GLD03	5.03	5.46	0.43	0.0855
GLD04	4.33	4.43	0.10	0.0231
GLD05	2.63	0.00	0.00	0.0000
GLC01	5.56	6.23	0.67	0.1205
GLC02	1.10	0.00	0.00	0.0000
GLC03	4.13	4.36	0.23	0.0557
GLC04	2.83	3.13	0.30	0.1060
GLC05	5.23	5.56	0.33	0.0631

หมายเหตุ รหัสของเขื่อนแบ่งตามแปลงศึกษาที่เก็บตัวอย่างดิน

DEGW = ป่าดิบแล้งที่มีถ้ำห้วยธรรมชาติไหลผ่าน

GLP = ป่าทุ่งหญ้าที่มีการปลูกกล้าไม้

CD = คันดินกั้นน้ำขนาดใหญ่ (Check dam)

way = บริเวณทางที่ใช้สัญจร

RF = ป่าพื้นที่สภาพ

GLD = ป่าทุ่งหญ้าที่มีการขุดคันดินกั้นน้ำ

RFD = ป่าพื้นที่สภาพที่มีการขุดคันดินกั้นน้ำ

GLC = ป่าทุ่งหญ้าธรรมชาติ

GLDP = ป่าทุ่งหญ้าที่มีการปลูกกล้าไม้ร่วมกับการขุดคันดินกั้นน้ำ

โดยเชื้อที่คัดเลือกไว้เพื่อทำการทดลองต่อไปได้แก่ CD02, CD03, CD04, RF02, RFD01, GLDP02, GLDP03, GLP01, GLP04 และ GLC01 หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกพิจารณาจากความสามารถในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลส อัตราการเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อและที่สำคัญต้องเป็นเชื้อใน species เดียวกันหรือใกล้เคียง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการจัดจำแนกเชื้อราที่คัดเลือกไว้

ในการคัดเลือกเชื้อราในดินบริเวณป่าดิบแล้ง ป่าพื้นที่สภาพ และป่าทุ่งหญ้า ในพื้นที่โครงการสร้างป่าตามแนวพระราชดำริ และป่าพันธุกรรมพืช อ. ครบุรี จังหวัดนครราชสีมา ที่มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลส ได้ทำการจัดจำแนกเชื้อราที่คัดเลือกไว้ ตามวิธีการของ Barnett (1960) และ Klich และ Pitt (1988) เพื่อนำมาศึกษาแบบแผนไอโซไซม์ปรากฏผลดังนี้

Aspergillus flavus GLC01

ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมาก ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะฟูเล็กน้อย มีการสร้างสปอร์สีเขียวมะกอก มีการสร้าง sclerotium เห็นเป็นเม็ดเล็กๆ สีน้ำตาลกระจายอยู่บนผิวหน้าโคโลนี เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะพองออกเป็นรูปกลมแบบ *Aspergillus* สีเข้ม ก้าน conidiophore มีผิวขรุขระ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมาก ผิวของสปอร์เรียบและมีลักษณะกลม และมองเห็น footcell ได้ อย่างชัดเจน ดังภาพที่ 39

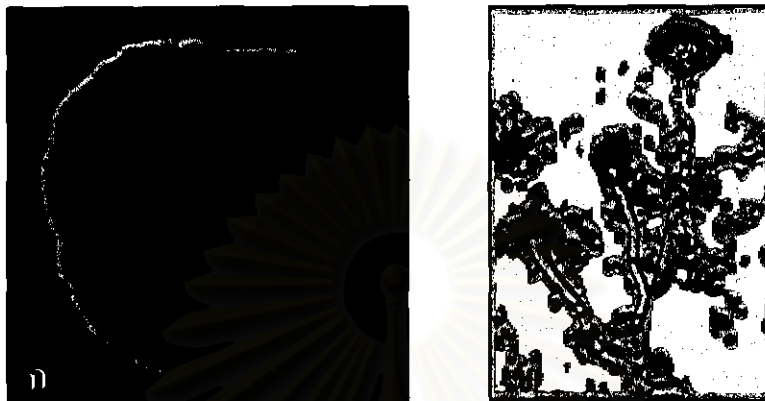


ภาพที่ 39 ลักษณะวิทยาของเชื้อรา *Aspergillus flavus* GLC01. (ก) ลักษณะโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ข) ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (conidial head) กำลังขยาย 200 เท่า

Aspergillus fumigatus GLDP03 และ GLP04

ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก มีการเจริญเติบโตดี ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะเห็นเป็นโคโลนีสีเขียวปนน้ำเงิน เห็นส่วนของสันไข่เมื่ออ่อนเป็นสีขาวฟูเมื่อแก่เปลี่ยนเป็นสีเขียวปนน้ำเงินจนถึงเขียวปนเทา เชื้อรา

ไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะพองออกเป็นรูปกลมแบบ *Aspergillus* ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมาก ผิวของสปอร์เรียบและมีลักษณะกลม ดังภาพที่ 40



ภาพที่ 34 ถังฐานวิทยาของเชื้อรา *Aspergillus fumigatus* GLDP03 และ GLP04 (ก) ลักษณะด้านบนโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ข) ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (conidial head) กำลังขยาย 400 เท่า

Aspergillus niger RF02

ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมากผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะเห็นเป็นโคโลนีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ เห็นส่วนของเส้นใยเป็นสีขาวมีการแยก sector ของโคโลนี เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะพองออกเป็นรูปกลมแบบ *Aspergillus* สีเข้ม ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมาก ผิวของสปอร์เรียบและมีลักษณะกลม ดังภาพที่ 41



ภาพที่ 41 ถังฐานวิทยาของเชื้อรา *Aspergillus niger* RF02 (ก) ลักษณะด้านบนโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ข) ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (conidial head) กำลังขยาย 400 เท่า

***Aspergillus niger* NO.GLDP02**

ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมากผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะเห็นเป็นโคโลนีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ เห็นส่วนของเส้นใยฟูเล็กน้อย ขอบโคโลนีเห็นเป็นเส้นใยสีขาว เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะพองออกเป็นรูปกลมแบบ *Aspergillus* สีเข้ม ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมาก ผิวของสปอร์เรียบและมีลักษณะกลม ดังภาพที่ 42



ภาพที่ 42 สัตถฐานวิทยาของเชื้อรา *Aspergillus niger* GLDP02 (ก) ลักษณะโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ข) ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (conidial head) กำลังขยาย 400 เท่า

***Aspergillus niger* GLP04**

ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมากผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะเห็นเป็นโคโลนีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำ เห็นส่วนของเส้นใยฟูเล็กน้อย ขอบโคโลนีเห็นเป็นเส้นใยสีขาว เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะพองออกเป็นรูปกลมแบบ *Aspergillus* สีเข้ม ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมาก ผิวของสปอร์เรียบและมีลักษณะกลม ดังภาพที่ 43



ภาพที่ 43 สัตถฐานวิทยาของเชื้อรา *Aspergillus niger* GLP04 (ก) ลักษณะโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ข) ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (conidial head) กำลังขยาย 400 เท่า

*Aspergillus sp.*RFD06

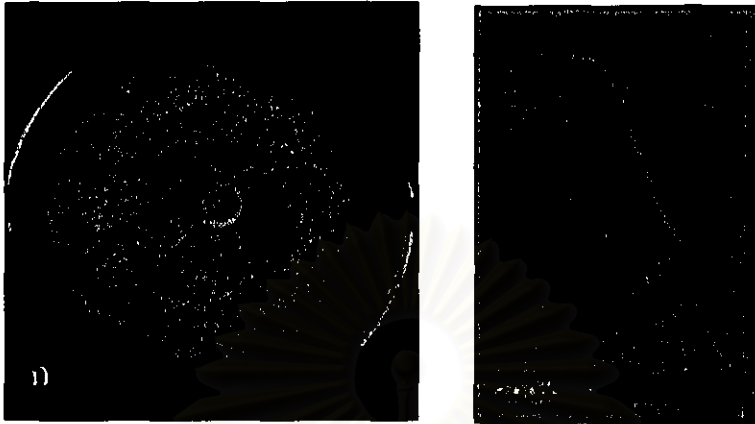
ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมาก ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะเห็นเป็นโคโลนีสีขาวนวล เห็นส่วนของเส้นใยเป็นสีขาวมีการสร้างสปอร์เห็นเป็นชั้นเป็นวงสีดำ มีการสร้าง sclerotium สีครีมอมส้ม เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะพองออกเป็นรูปกลมแบบ *Aspergillus* สีเข้ม ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมาก ผิวของสปอร์เรียบและมีลักษณะกลม ดังภาพที่ 44



ภาพที่ 44 ลักษณะภายนอกของเชื้อรา *Aspergillus sp.* RFD06 (ก) ลักษณะด้านบนโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ข) ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (conidial head) กำลังขยาย 400 เท่า

*Emericella sp.*CD02

ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมาก ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะเห็นเป็นเส้นใยสีเหลือง มีรอยยับเป็นแฉกออกมาจากศูนย์กลางโคโลนี เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะพองออกเป็นรูปกลมแบบ *Aspergillus* สีเข้มและมีลักษณะเป็น column ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมาก ผิวของ สปอร์เรียบและมีลักษณะกลม ดังรูปที่ 45



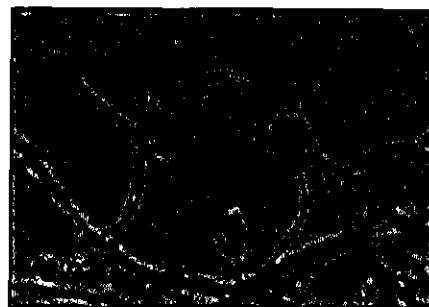
ภาพที่ 45 ลักษณะวิทยาของเชื้อรา *Emericella sp.* CD02 (ก) ลักษณะด้านบนโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ข) ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (conidial head) กำลังขยาย 200 เท่า

Penicillium sp. CD03

ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดีมาก ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะฟูเห็นเป็นเส้นใยสีขาว เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวปนเทา เชื้อราไม่เปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อ conidial head มีลักษณะแบบ penicillinate สีเข้ม ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมากเป็นลักษณะคล้ายไม้กวาด ผิวของสปอร์เรียบ และมีลักษณะกลมรี ดังภาพที่ 46



ภาพที่ 46 ลักษณะวิทยาของเชื้อรา *Penicillium* CD03 (ก) ลักษณะด้านบนโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ข) ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (conidial head) กำลังขยาย 400 เท่า



***Penicillium purpurogenum* CD04**

ลักษณะโคโลนีที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีการเจริญเติบโตดี ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะเรียบเห็นเป็นริ้วเขียวเข้ม มีรอบพับของโคโลนีแผ่ออกมาจากจุดศูนย์กลาง เชื้อราเปลี่ยนสีอาหารเลี้ยงเชื้อจากการ exudate สารสีแดงปริมาณมาก conidial head มีลักษณะแบบ penicillinate สีเข้ม ก้าน conidiophore มีผิวเรียบ มีการสร้าง conidiospore จำนวนมาก เป็นลักษณะคล้ายไม้กวาด ผิวของสปอร์เรียบ และมีลักษณะกลมรี ดังภาพที่ 47



ภาพที่ 47 ลักษณะของเชื้อรา *Penicillium purpurogenum* CD04 (ก) ลักษณะด้านบนโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ข) ลักษณะด้านล่างโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (ค) ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (conidial head) กำลังขยาย 400 เท่า

ผลการศึกษาแบบแผนไอโซไซม์เพื่อประโยชน์ในการจัดจำแนกเชื้อรา

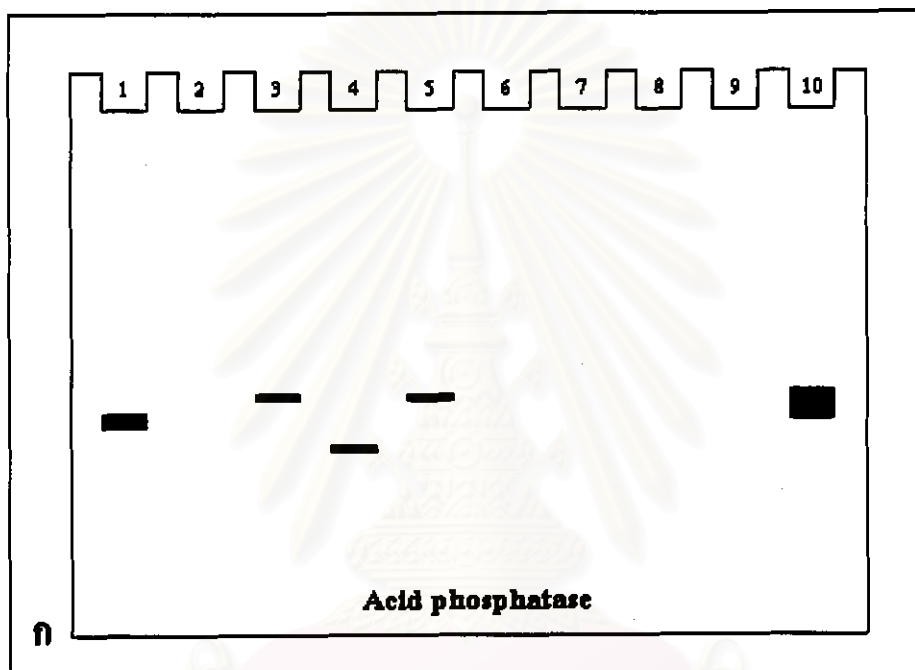
ในการหาระบบเอนไซม์ที่เหมาะสมสำหรับการจัดจำแนกสายพันธุ์ของ *Aspergillus sp.* และเชื้อราชนิดอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้อง ทั้ง 10 สายพันธุ์ โดยศึกษาเอนไซม์ 8 ระบบ คือ Acid phosphatase (ACP), Alcohol dehydrogenase (ADH), Esterase (EST), Glutamate oxaloacetate transaminase (GOT), Malate dehydrogenase (MDH), Peroxidase (PRX), Phosphogluconate dehydrogenase (PGD) และ Shikimate dehydrogenase (SKD) เอนไซม์แต่ละระบบให้ผลแตกต่างกัน โดยเอนไซม์ GOT ไม่ปรากฏแถบสี เอนไซม์ ACP (ตารางที่ 21 และภาพที่ 48), ADH (ตารางที่ 22 และภาพที่ 49), EST (ตารางที่ 123 และภาพที่ 50), PGD (ตารางที่ 24 และภาพที่ 48) และ PRX (ตารางที่ 25 และภาพที่ 52) ปรากฏแถบไอโซไซม์เฉพาะบางไอโซเลท ส่วนเอนไซม์ MDH (ตารางที่ 26 และภาพที่ 53) และ SKD (ตารางที่ 27 และภาพที่ 48) ปรากฏแถบสีต่างกันทุกไอโซเลท

เชื้อราที่นำมาศึกษาแบบแผนไอโซไซม์

- | | |
|---------|--|
| Lane 1 | = <i>Penicillium sp.</i> CD3. |
| Lane 2 | = <i>Emericella sp.</i> CD2. |
| Lane 3 | = <i>Aspergillus fumigatus</i> GLDP03. |
| Lane 4 | = <i>Aspergillus sp.</i> RFD06. |
| Lane 5 | = <i>Aspergillus fumigatus</i> GLP01. |
| Lane 6 | = <i>Aspergillus niger</i> RF02. |
| Lane 7 | = <i>Aspergillus niger</i> GLDP02. |
| Lane 8 | = <i>Aspergillus niger</i> GLP04. |
| Lane 9 | = <i>Aspergillus flavus</i> GLC01. |
| Lane 10 | = <i>Penicillium purpurogenum.</i> CD04. |

ตารางที่ 20 ค่า Relative fraction (Rf) ของแถบที่ปรากฏของเอนไซม์ Acid phosphatase (ACP)

ค่า Relative fraction (Rf) จากไซโมแกรมของเอนไซม์ Acid phosphatase									
lane1	lane2	lane3	lane4	lane5	lane6	lane7	lane8	lane9	lane10
0.5504		0.5229	0.5871	0.5229					0.5412

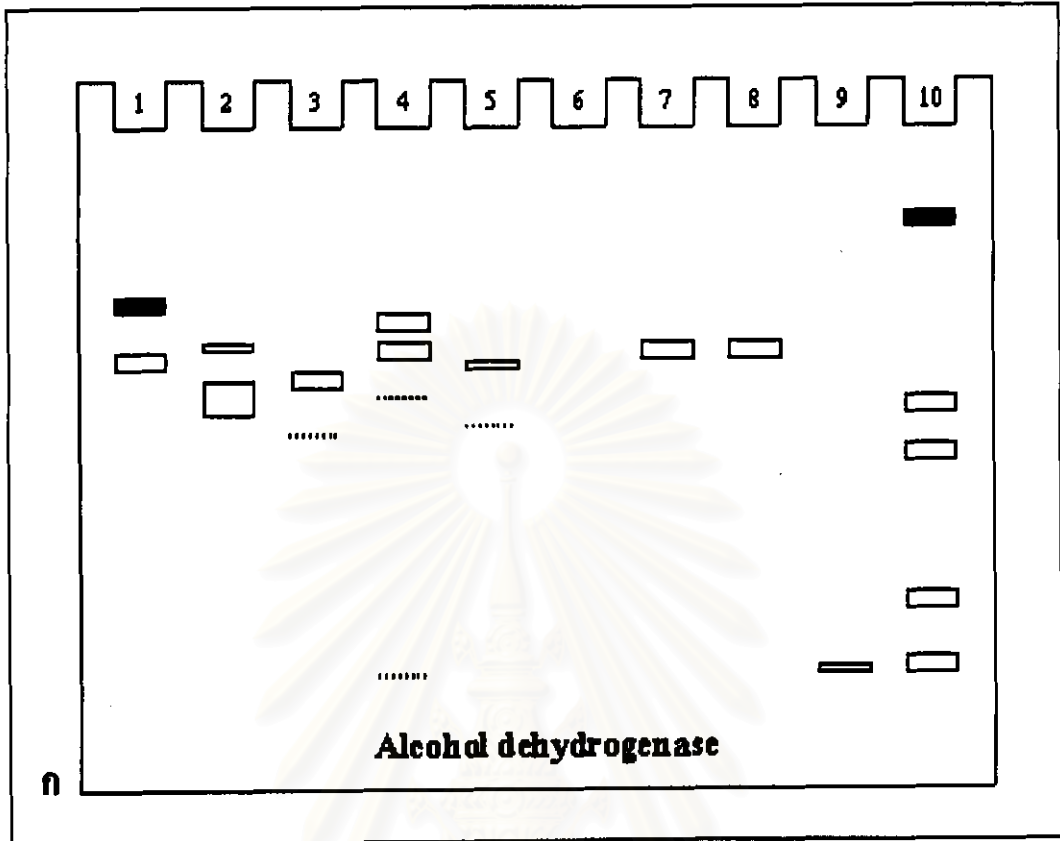


ภาพที่ 48 ไซโมแกรมที่ได้จากเอนไซม์ ACP ของเชื้อราทั้ง 10 ไอโซเลท
(ก) โคอะแกรม และ (ข) ลักษณะแผ่นเจล

ตารางที่ 21 ค่า Relative fraction (Rf) ของแถบที่ปรากฏของเอนไซม์ Alcohol dehydrogenase (ADH)

ค่า Relative fraction (Rf) จากไซโมแกรมของเอนไซม์ Alcohol dehydrogenase									
lane1	lane2	lane3	lane4	lane5	lane6	lane7	lane8	lane9	lane10
0.2767	0.3482	0.3928	0.3125	0.3839		0.3660	0.3660	0.8303	0.2500
0.375	0.4017	0.4464	0.3571	0.4375					0.4017
			0.4017						0.4642
			0.8303						0.7321
									0.8214

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

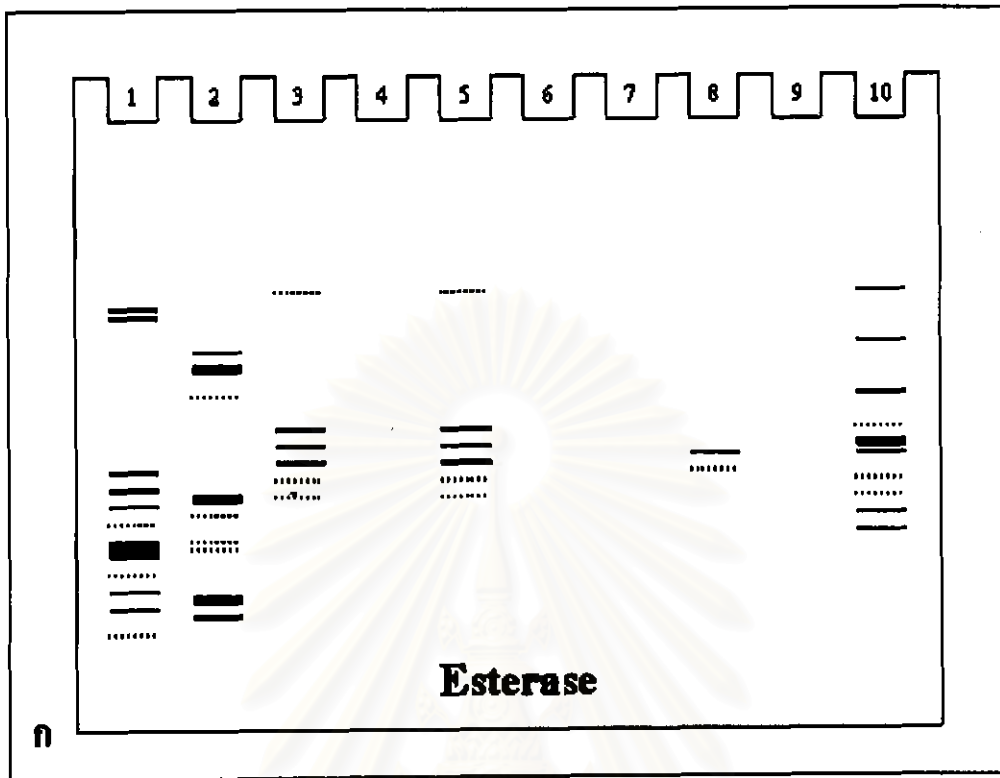


ภาพที่ 49 โซโมแกรมที่ได้จากเอนไซม์ ADH ของเซ็ร่าทั้ง 10 ไอโซเลท

ตารางที่ 22 ค่า Relative fraction (Rf) ของแถบที่ปรากฏของเอนไซม์ Esterase (EST)

ค่า Relative fraction (Rf) จากไซโมแกรมของเอนไซม์ Esterase									
lane1	lane2	lane3	lane4	lane5	lane6	lane7	lane8	lane9	lane10
0.4210	0.5000	0.3947		0.3947			0.6315		0.3947
0.4385	0.5175	0.6052		0.6052			0.6578		0.4912
0.6666	0.5526	0.6228		0.6228					0.5701
0.7192	0.7017	0.6491		0.6491					0.5964
0.7456	0.7368	0.6754		0.6666					0.6143
0.7719	0.7894	0.7017		0.7105					0.6315
0.8070	0.8070								0.6842
0.8508	0.8947								0.7152
0.8771	0.9210								1.7456
0.9122									0.7894
0.9385									

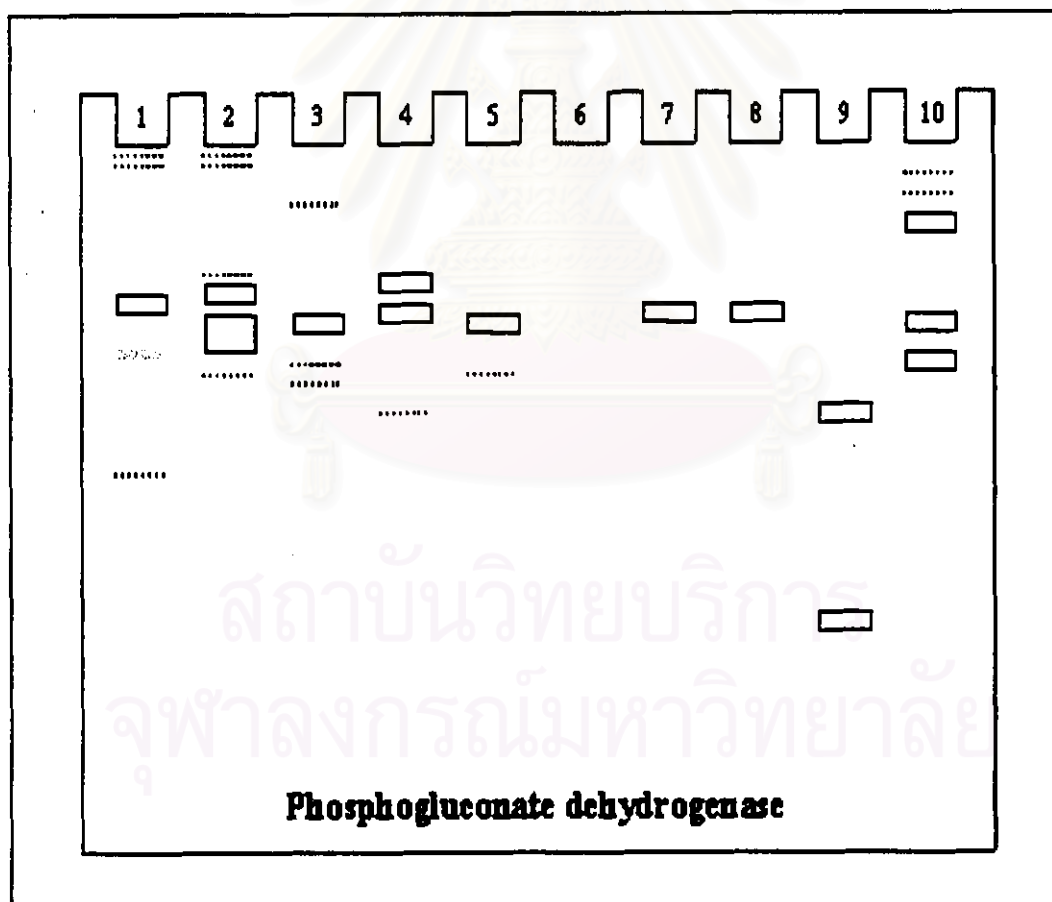
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 50 ไซโมแกรมที่ได้จากเอนไซม์ EST ของเชื้อราทั้ง 10 ไอโซเลท
 (ก) โคอะแกรม และ (ข) ลักษณะแผ่นเจล

ตารางที่ 23 ค่า Relative fraction (Rf) ของแถบที่ปรากฏของเอนไซม์ Phosphogluconate dehydrogenase (PGD)

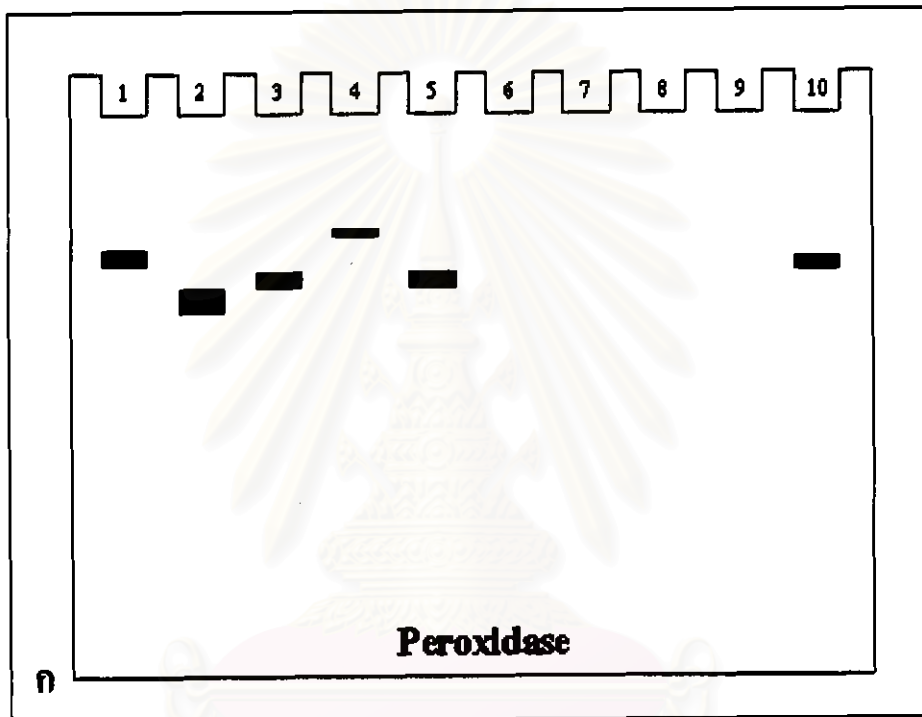
ค่า Relative fraction (Rf) จากไซโมแกรมของเอนไซม์ Phosphogluconate dehydrogenase									
lane1	lane2	lane3	lane4	lane5	lane6	lane7	lane8	lane9	lane10
0.0416	0.0500	0.1333	0.2750	0.3333		0.3250	0.3250	0.4500	0.6666
0.0583	0.0583	0.3333	0.3250	0.3750				0.7916	0.0833
0.3083	0.2666	0.3833	0.4500						0.1833
0.3750	0.2916	0.4000							0.3333
0.5000	0.3416								0.3916
	0.3916								



ภาพที่ 51 โคอะแกรมแสดงไซโมแกรมที่ได้จากเอนไซม์ PGD ของเชื้อราทั้ง 10 ไอโซเทท

ตารางที่ 24 ค่า Relative fraction (Rf) ของแถบที่ปรากฏของเอนไซม์ Peroxidase (PRX)

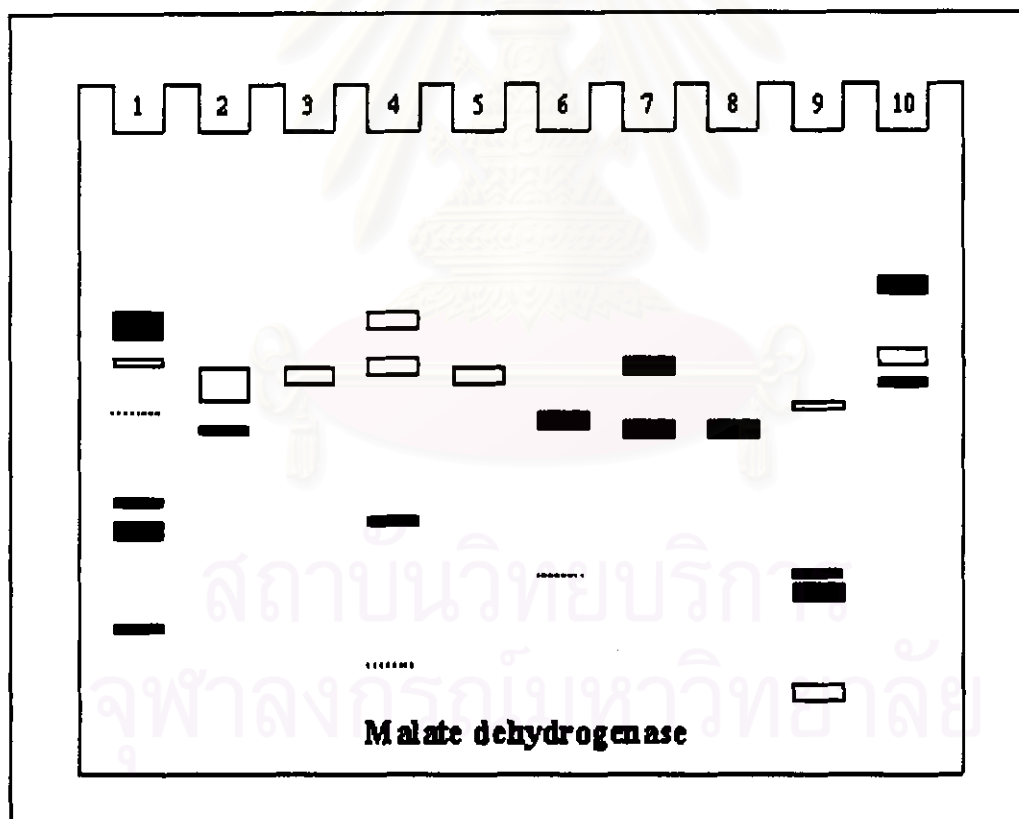
ค่า Relative fraction (Rf) จากไซโมแกรมของเอนไซม์ Peroxidase									
lane1	lane2	lane3	lane4	lane5	lane6	lane7	lane8	lane9	lane10
0.3478	0.4086	0.3913	0.3043	0.3913					0.3739



ภาพที่ 52 ไซโมแกรมที่ได้จากเอนไซม์ PRX ของเชื้อราทั้ง 10 ไอโซเลท (ก) ไดอะแกรม และ (ข) ตั๊กขณะแผ่นเจล

ตารางที่ 25 ค่า Relative fraction (Rf) ของแถบที่ปรากฏของเอนไซม์ Malate dehydrogenase (MDH)

ค่า Relative fraction (Rf) จากไซโมแกรมของเอนไซม์ Malate dehydrogenase									
lane1	lane2	lane3	lane4	lane5	lane6	lane7	lane8	lane9	lane10
0.3085	0.4042	0.3214	0.2978	0.3829	0.4574	0.3617	0.4787	0.6382	0.1063
0.3510	0.4680		0.3617		0.6489	0.4787		0.6702	0.3510
0.4255			0.5744					0.8723	0.3936
0.5531			0.8404						
0.5851									
0.7553									

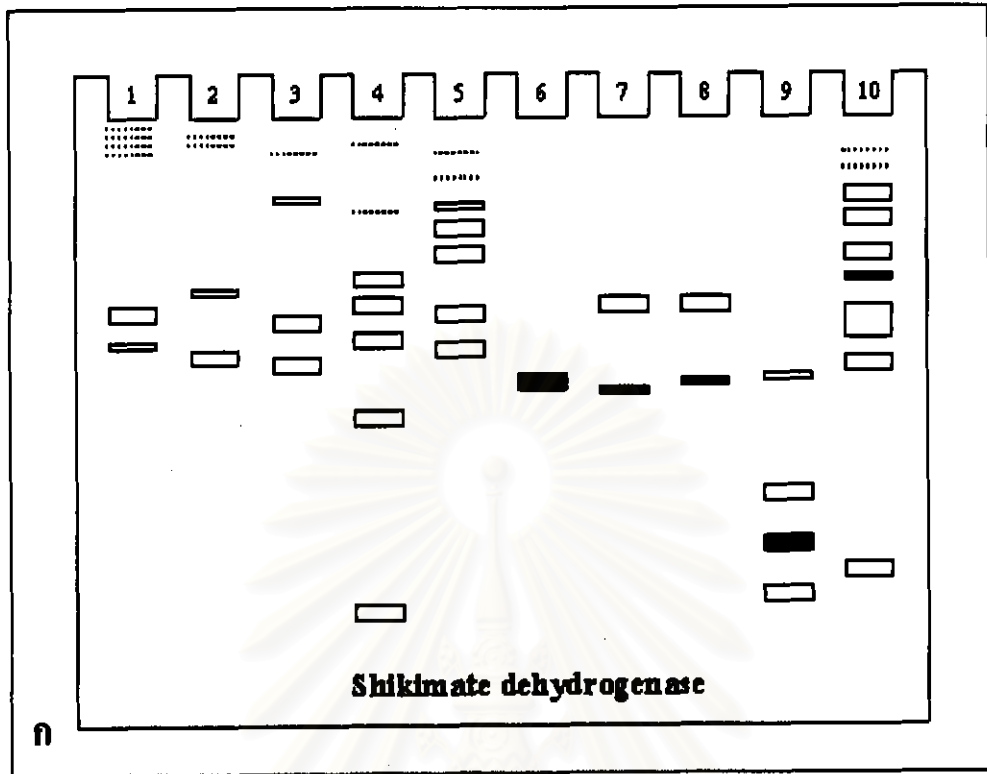


ภาพที่ 53 โคอะแกรมแสดงไซโมแกรมที่ได้จากเอนไซม์ MDH ของเชื้อราทั้ง 10

ไอโซเลท

ตารางที่ 26 ค่า Relative fraction (Rf) ของแถบที่ปรากฏของเอนไซม์ Shikimate dehydrogenase (SKD)

ค่า Relative fraction (Rf) จากไซโมแกรมของเอนไซม์ Shikimate dehydrogenase									
lane1	lane2	lane3	lane4	lane5	lane6	lane7	lane8	lane9	lane10
0.0357	0.0892	0.0892	0.0803	0.0892	0.4464	0.3571	0.3571	0.4553	0.0892
0.0535	0.0803	0.1696	0.1875	0.1250		0.4961	0.4553	0.5892	0.1167
0.0803	0.3214	0.3750	0.3035	0.1785				0.6696	0.1607
0.0892	0.4196	0.4375	0.3571	0.2142				0.8125	0.1964
0.3392			0.4107	0.2589					0.2857
0.4107			0.4910	0.3750					0.3214
			0.8392	0.4285					0.3750
									0.4375
									0.7232



ภาพที่ 54 ไซโมแกรมที่ได้จากเอนไซม์ SKD ของเชื้อราทั้ง 10 ไอโซเลท
(ก) ไดอะแกรม และ (ข) ลักษณะแผ่นเจล