ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
หลักสูตรการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง แนวทางการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียจากดินในการแก้ไขปัญหาสารคลอไพริฟอสตกค้างในพื้นที่เกษตรกรรม (กรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี)
The isolation of bacteria in soil for solution of Chlorpyrifos residual in the agriculture (A case study : Phatumthani province).

โดย นายภควัต วิจิตรสาร

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล)

หลักสูตรการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม รับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธำรงค์ เมฆโหรา)
ประธานสาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร
วันที่ 10 เดือน เมษายน พ.ศ. 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

แนวทางการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียจากดินในการแก้ไขปัญหาสารคลอไพริฟอส ตกค้างในพื้นที่เกษตรกรรม (กรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี)

The isolation of bacteria in soil for solution of Chlorpyrifos residual in the agriculture (A case study : Phatumthani province).

โดย

นายภควัต วิจิตรสาร

เสนอ

หลักสูตรการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม)

ปีการศึกษา ~~2555~~ 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	แนวทางการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียจากดินในการแก้ไขปัญหาสารคลอไพริฟอสตกค้างในพื้นที่เกษตรกรรม (กรณีศึกษา จังหวัดปทุมธานี) The isolation of bacteria in soil for solution of Chlorpyrifos residual in the agriculture (A case study : Phatumthani province)
โดย	นายภควัต วิจิตรสาร
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (การจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม)
สาขาวิชา	พัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร
หลักสูตร	การจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล

บทคัดย่อ

ทำการแยกเชื้อแบคทีเรียจากดินในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้สารคลอไพริฟอส เพื่อนำมาทดสอบความสามารถของเชื้อในการเจริญเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารคลอไพริฟอสในความเข้มข้นสูง โดยทำการเก็บตัวอย่างดินจำนวน 3 ตัวอย่าง จากพื้นที่อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี (แปลงปลูกถั่วฝักยาว และปลูกส้มในตำบลบึงบา และแปลงปลูกถั่วผักยาวในตำบลบึงบอน) มาทำการแยกเชื้อแบคทีเรียโดยวิธี spread – plate technique ในอาหาร tryptone soya agar จากนั้นนำเชื้อที่ได้ทั้ง 6 ชนิด ไปทดสอบในอาหารที่มีความเข้มข้นของสารคลอไพริฟอส ที่ระดับ 2 4 6 8 และ 10 ppm พบว่า มีเชื้อ 2 ตัวที่สามารถเจริญได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นสูง 10 ppm คือเชื้อ B-1 ซึ่งมีโคโลนีจุดเล็กกลมสีเหลือง ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ และ B-4 ซึ่งมีโคโลนีกลม สีขาวขุ่น มันวาว ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ผู้จัดทำปัญหาพิเศษขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ให้คำแนะนำและการสนับสนุนการทำปัญหาพิเศษ และขอขอบคุณ คณาจารย์หลักสูตรการจัดการทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อมทุกท่าน ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จากกองงานปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ขอขอบคุณคุณพ่อคุณแม่ที่คอยเป็นกำลังใจ และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ ๆ และน้องๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจและคอยเชื่อเหลือจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

กระผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปัญหาพิเศษฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ และเป็นพื้นฐานในการวิจัยระดับสูงต่อไป

นายภควัต วิจิตรสาร
มีนาคม 2555

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	9
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	10
สรุปผลการทดลอง	15
เอกสารอ้างอิง	16
ภาคผนวก	17

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การใช้ที่ดิน สมบัติทางเคมี และปริมาณสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ตรวจพบในตัวอย่างดินที่นำมาทำการคัดแยกเชื้อแบคทีเรีย	11
2	ลักษณะรูปร่างของเชื้อแบคทีเรียที่ทำการคัดแยกเชื้อได้จากตัวอย่างดิน 3 ตัวอย่าง	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารคลอไพริฟอส	5
2	ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารแข็งและคำ (Key word) ที่ใช้ในการอธิบายลักษณะโคโลนี	6
3	การแยกเชื้อด้วยวิธี cross streak plate	7
4	ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อที่แยกได้	13
ภาพผนวกที่		
1	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 1 (จุดสีเหลือง) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm	18
2	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 2 (แขนงรากไม้) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm	19
3	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 3 (เส้นใย) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm	20
4	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 4 (สีขาวขุ่น) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm	21
5	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 5 (สีเหลืองอ่อน) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm	22
6	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 6 (สีเหลืองเข้ม) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm	23
7	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 1 (จุดสีเหลือง) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm	24
8	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 2 (แขนงรากไม้) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm	25
9	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 3 (เส้นใย) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm	26
10	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 4 (สีขาวขุ่น) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm	27
11	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 5 (สีเหลืองอ่อน) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm	28
12	ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 6 (สีเหลืองอ่อน) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ประเทศไทยได้ชื่อว่าเป็นประเทศเกษตรกรรม และถือได้ว่าอาชีพเกษตรกรรมเป็นอาชีพดั้งเดิมของคนไทยสืบเนื่องมาจนปัจจุบัน บวกกับผลผลิตทางการเกษตรยังเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการบริโภคของมนุษย์ ในหลายปีที่ผ่านมาการพัฒนาประเทศทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดการผลิตในภาคเกษตรกรรมสำหรับการบริโภคภายในประเทศและการส่งออก เพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดการนำสารพิษทางการเกษตรชนิดต่างๆ เข้ามาใช้อย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยส่วนใหญ่มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำลายศัตรูพืช สัตว์ และการเพิ่มผลผลิต การใช้สารเคมีทางการเกษตรแม้จะเป็นผลดีกับเกษตรกร แต่ในทางกลับกันสารเคมีดังกล่าว อาจปนเปื้อนและสะสมก่อให้เกิดการตกค้างในสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นดิน แหล่งน้ำ ในสัตว์ อยู่ในผลผลิต และท้ายที่สุดก็สะสมอยู่ในตัวมนุษย์เราเอง ดิน เป็นทรัพยากรหลักและสำคัญของทรัพยากรอย่างหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันดินก็เป็นตัวรองรับของเสียและสารเคมีอื่นๆ มากมาย ในการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชนั้น เป้าหมายหลักมิได้อยู่ที่ดิน แต่ปริมาณ 70 - 90 เปอร์เซ็นต์ของสารเคมีที่ทำการฉีดพ้น ล้วนตกลงสู่ดินซึ่งจะมีผลต่อระบบนิเวศเป็นอย่างมาก คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) คือสารกำจัดแมลงศัตรูพืช ที่จัดเป็นสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate Insecticides) ซึ่งสารกลุ่มนี้เป็นสารอินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญ ปัจจุบันสารนี้ยังไม่ถูกประกาศให้เลิกใช้ ซึ่งเกษตรกรนิยมใช้มากในในการปราบศัตรูพืช สารนี้เป็นพิษอย่างมากต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ในดิน อาจเกิดการสะสมทางชีวภาพของสารนี้ในห่วงโซ่อาหาร เช่น ปลา สาหร่าย และสิ่งมีชีวิตในดิน สารนี้อาจส่งผลระยะยาวต่อสิ่งแวดล้อมในน้ำ และสามารถออกสู่สิ่งแวดล้อมได้ภายใต้การใช้ตามปกติ ซึ่งหลายครั้งที่ได้ยินข่าวสารในกลุ่มนี้ตกค้างในพืช ดิน และสิ่งแวดล้อม ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดความสนใจของผู้จัดทำ ในการศึกษาแนวทางการใช้จุลินทรีย์ในดินแก้ไขปัญหาสารคลอไพริฟอสตกค้างหลังการใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการปัญหาดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการคัดแยกเชื้อแบคทีเรีย มาใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาสารคลอร์ไพริฟอสตกค้างในดินหลังการใช้ประโยชน์ในพื้นที่เกษตรกรรม

2. เพื่อลดการตกค้างและการแพร่กระจายของสารโคไพรีฟอสในดินที่ก่อให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จารุวรรณ (2539) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ในดินเพื่อการเกษตรเพื่อคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสาร เมธทิลพาราไทออน ซึ่งเป็นสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต ซึ่งเกิดจากการใช้ประโยชน์ในการปราบศัตรูพืชในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่ง ผลการศึกษาสามารถ คัดเลือกจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสารเมทิลพาราไทออน ได้ดีที่สุด คือ เชื้อแบคทีเรียแกรมบวก Statphylococcus sp.

สมสมัย (2549) ได้ทำการวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคลอร์ไพริฟอสในส้มโอ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) โดยศึกษาการสลายตัวของคลอร์ไพริฟอสในส้มโอ ตามวิธีการศึกษาการใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย (good agricultural practice) ทำการทดลองในแปลงเกษตรกร ณ อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง ซึ่งจากการวิจัยพบว่าส้มโอแปลงฉีดพ่นคลอร์ไพริฟอส ในอัตราตามคำแนะนำ (30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร) พบสารพิษตกค้างในส้มโอทั้งผล (เนื้อรวมเปลือก)

นิยามและความหมาย

สารพิษทางการเกษตร (pesticides) หมายถึง สารเคมีกลุ่มหนึ่งที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นหรือได้จากธรรมชาติ มีประสิทธิภาพในการป้องกัน ควบคุม และทำลายศัตรูพืช ได้แก่ โรคพืช แมลงและวัชพืช ศัตรูสัตว์ ได้แก่ เชื้อโรค แมลง และปรสิต ศัตรูมนุษย์ ได้แก่เชื่อโรคแมลงและสัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค เช่น หนู แมลงสาบ เป็นต้นสารเคมีดังกล่าวนี้ถูกนำมาใช้เพื่อ

1. เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร โดยการป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืช ทำลายวัชพืชที่แย่งอาหารพืชหลัก ทำลายเชื่อราและไวรัสซึ่งเป็นเชื้อโรคระบาดทำลายพืช ทำให้พืชแข็งแรงและเจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตสูงขึ้น เป็นประโยชน์อย่างสูงแก่เกษตร สาเหตุสำคัญของการนำ pesticides มาใช้เนื่องจากผลผลิตทางการเกษตรบางประเภทได้ถูกทำลายโดยแมลงศัตรูพืชถึง 60% นอกจากนี้ผลิตผลที่รอดจากการทำลายก็มีมาตรฐานต่ำ ทำให้จำเป็นต้องมีการต้องนำ pesticides มาช่วยในการผลิต
2. ใช้ควบคุมโรคที่เป็นอันตรายต่อชีวิตมนุษย์และสัตว์ ได้แก่ malaria, filariasis, yellow fever, viral encephatilis, typhus และอื่นๆ โดยการเป็นพาหะของโรคต่างๆ เหล่านี้ ที่เห็นได้ชัดเจนคือการใช้ DDT ทำลายยุงตามแหล่งต่างๆ โดยเฉพาะประเทศแถบร้อนชื้นแทบทุกประเทศ
3. ใช้ในโครงการป้องกันกำจัดศัตรูสัตว์ที่ดำเนินการขนาดใหญ่ เช่น โครงการควบคุมยุงของรัฐบาล โครงการปราบหนู บนทางหลวงเป็นต้น ซึ่งเป็นการใช้ pesticides ในเนื้อที่ชุมชน และเพื่อเป็นประโยชน์ของส่วนรวม

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organachlorine insecticides)

สารกำจัดแมลงในกลุ่มออกาโนคลอรีน หรืออาจเรียกสารในกลุ่มนี้ว่า สารกำจัดแมลงในกลุ่มคลอริเนเตดไฮโดรคาร์บอน (chlorinnted hydrocarbon) เป็นสารอินทรีย์สังเคราห์ที่โมเลกุลประกอบด้วยคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และคลอรีน (Cl) เป็นส่วนประกอบรวมอยู่ในสูตร ซึ่งสารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มอนุพันธ์ของคลอริเนเตดอีเทนส์ (chlorinnted ethane derivatives) กลุ่มไซโคลไดอีนส์ (cyclodines) กลุ่มเฮกซาคลอโรไซโคลเฮกเซน (hexachlorocyclohexane) และกลุ่มทอกซาฟิน (toxaphene) ในปี ค.ศ. 1874 ดีดีที เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มออกาโนคลอรีนชนิดแรกที่สังเคราะห์ได้โดย ซีลเดอร์ แต่ถูกค้นพบว่าเป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ดีดีทีประสบผลสำเร็จในการนำมาใช้เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ในด้านสาธารณสุข โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เพื่อป้องกันและกำจัดยุงซึ่งเป็นพาหะของโรคมาเลเรีย ที่เนื่องจากปัญหาการตกค้างในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ในห่วงโซ่อาหารและในสิ่งแวดล้อม เป็นผลให้ในช่วงปี ค.ศ 1972 สารกำจัดแมลงกลุ่มออกาโนคลอรีนได้รับความนิยมน้อยลงในการใช้เพื่อการเกษตร โดยในปี ค.ศ. 1972 ดีดีทีถูกประกาศห้ามใช้ในสหรัฐอเมริกาและประเทศในแถบตะวันตก ปัจจุบันในการใช้สารเคมีทั่วโลกมีแนวโน้มไปสู่การใช้สารเคมีสังเคราะห์กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ซึ่งสลายตัวได้ง่ายกว่า ส่วนกลุ่มออร์กาโนคลอรีนนั้นอนุญาติให้ใช้เฉพาะสาธารณสุขในบางประเทศเท่านั้น
(Hodgson, 2004; Klaassen, 2008)

สารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate Insecticides)

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์การโนฟอสเฟต ได้แก่สารอินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญ สารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มย่อย ได้แก่ กลุ่มฟอสเฟต (phosphates) กลุ่มฟอสโฟเนต (phosphonates) กลุ่มฟอสฟอโรไทโอเนต (phosphorothioates) กลุ่มฟอสฟอโรไทโอเลท (phosphorothiolates) และกลุ่มฟอสฟอรามิเดท (phosphoramidates) (Hayes, 2001) การใช้สารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเริ่มจากการใช้ก๊าซพิษทำลายประสาท เช่น เซริน (sarin) ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่สอง โดยฝ่ายเยอรมัน โดยในช่วงปี ค.ศ. 1945 ได้มีการสังเคราห์สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตขึ้นมา ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาสารเคมีเพื่อใช้ในการทำสงครามของประเทศเยอรมัน ซึ่งผู้บุกเบิกสำคัญในการคิดค้นและพัฒนาสารในกลุ่มดังกล่าวเป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ เจอราร์ด ซราเดอร์ (Gerhard Scharder) ได้ค้นพบสารชนิดต่างๆ เช่น ทีอีพีพี(tetraethylpyrophosphate; TEPP) พาราไทออน (parationy มาราไทออน(malation) เป็นต้น และเมื่อสงครามหยุดลง พาราไทออนได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อใช้ปราบศัตรูพืช (ซึ่งในปัจจุบัน พาราไทออนถูกประกาศยกเลิกใช้ไปแล้ว จึงมีการใช้สารคลอร์ไพริฟอส ขึ้นมาแทน) (Hodgson, 2004; Klaassen, 2008; Williams et al.,2000)

คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos)

คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) เป็นชื่อสามัญของสารกำจัดแมลงศัตรูพืช มีชื่อทางการค้านับร้อยชื่อ จัดเป็นสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate Insecticides) สารกลุ่มนี้เป็นสารอินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญ ความเป็นพิษจะแตกต่างกันในสารแต่ละชนิด แม้ว่าจะมีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกัน โดยทั่วไปแล้ว ความเป็นพิษมากหรือน้อยของสารกำจัดแมลง หรือสารพิษใดๆ สังเกตได้จากค่า LD_{50} (LD_{50} หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารเคมีที่ทำให้สัตว์ทดลองตายไปจำนวน 50 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์ทดลองที่ได้รับสารเคมีนั้น) ถ้าค่ายิ่งต่ำแสดงว่ายิ่งมีความเป็นพิษสูง สำหรับคลอร์ไพริฟอสจัดอยู่ในระดับ 2 ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตรให้ใช้สารคลอร์ไพริฟอสในการกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้าย เสี้ยนดิน เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น ด้วงงวงมันเทศ ผีเสื้อข้าวเปลือก ด้วงงวงข้าว ด้วงงวงข้าวโพด มอดแป้ง มอดสยาม หนอนเจาะลำต้น หนอนเจาะฝัก หนอนหน้าแมว หนอนร่านโพนีตา แมลงดำหนาม และด้วงงวงในกล้วย พืชที่แนะนำให้ใช้ ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง มันเทศ ข้าวเปลือกที่ใช้ทำพันธุ์ นุ่น ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว และกล้วย ซึ่งจะเห็นว่าไม่มีคำแนะนำให้ใช้ในกลุ่มของพืชผักและไม้ผลแต่อย่างใด ปัจจุบันสารคลอร์ไพริฟอสที่กรมวิชาการเกษตรรับขึ้นทะเบียนมีทั้งหมด 3 สูตร คือ เป็นเม็ด 1 สูตร ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์และเป็นน้ำ 2 สูตร สูตร 20 เปอร์เซ็นต์ และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

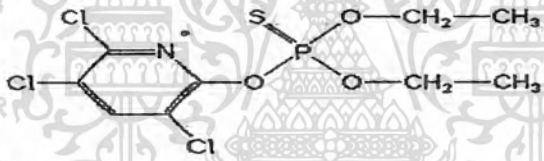
เนื่องจากสารคลอร์ไพริฟอสเป็นวัตถุอันตรายที่มีพิษ ผู้ใช้จึงต้องปฏิบัติตนให้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ของการป้องกันอันตรายจากสารเคมีทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นการสวมถุงมือ หน้ากาก แต่งกายให้รัดกุม ฉีดพ่นเหนือลม ระวังไม่ให้สารเข้าตา จมูก และปาก ชำระล้างร่างกายให้สะอาดทุกครั้งหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สาร ห้ามคนหรือสัตว์เข้าไปในบริเวณที่ใช้สารอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เป็นต้น นอกจากนี้ สารคลอร์ไพริฟอสยังเป็นพิษต่อปลา ต้องระมัดระวังการชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ รวมทั้งเป็นพิษต่อผึ้ง จึงห้ามใช้ในระยะที่พืชมีดอกกำลังบาน และมีความเป็นพิษต่อตัวห้ำและตัวเบียน จึงต้องใช้อย่างระมัดระวังเช่นกัน สำหรับระยะปลอดภัย หลังการใช้สาร ต้องเว้นระยะเวลาก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังพ่นสารครั้งสุดท้าย 7 - 14 วัน เป็นอย่างน้อย

สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสารคลอร์ไพริฟอส

คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) จัดเป็นสารกำจัดแมลงที่อยู่ในประเภทออร์แกโนฟอสเฟต (organaphosphate insecticides) กลุ่มฟอสโฟโรไธโอเนต (phosphorothionates) มีชื่อทางเคมีว่า O,O –diethyl-O-(3,5,6-trichloro-2pyridyl) phosphorothioate มีสูตรโมเลกุล $C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$ ดังภาพที่ 1 น้ำหนักโมเลกุล 350.6 กรัม คลอร์ไพริฟอสบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นของแข็งไม่มีสี กลิ่นฉุน หลอมละลานที่อุณหภูมิ 42 ถึง 43.5 องศาเซลเซียส ละลายน้ำได้น้อย ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ (วินัย, 2535; ศิริพันธ์และบัณฑิต, 2541) จัดเป็นสารกำจัดแมลงประเภทไม่ดูดซึม สามารถกำจัดแมลงได้หลายชนิด ทั้งชนิดที่อยู่บนบ้านเรือน เช่น ยุง มด แมลงสาบ และแมลงศัตรูพืชต่างๆ เช่น หนอน เพลี้ย ด้วง อีกทั้งใช้กำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บและผลิตผลทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวด้วย เนื่องจากมีความคงทนและสลายตัวได้อย่างช้าๆ (สุวิมลและคณะ, 2536; รัตนาและคณะ, 2537) มีชื่อทางการค้ามากมาย ตัวอย่างเช่น คลอร์ไพริฟอส ,คลอริดิน , ไคมิค 40 และซูปา เป็นต้น (สมิงและยุพา, 2537)



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของสารคลอไพริฟอส
ที่มา : Hayes and Laws (1991)

สารปนเปื้อนในดิน

สารปนเปื้อนในดินคือ สารเคมีที่ทำให้เกิดอันตรายได้ ที่ปนเปื้อนอยู่ในดิน โดยทั่วไปคนเรามักจะรับสารเคมีเหล่านี้เข้าไปโดยไม่รู้ตัวจากกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้เราเกี่ยวข้องกับดิน สารเคมีที่ปนเปื้อนในดิน อาจจะเกิดจากการเผลอเลอทำสารเคมีหกหล่นโดยไม่ได้ตั้งใจหรือเกิดจากความตั้งใจ เช่น การฉีดพ่นสารเคมี ยาฆ่าแมลง วัชพืช ยาฆ่าแมลงในสวน ไร่ นา หรือสารเคมีที่ปนเปื้อนในดินที่เกิดจากการรั่วไหลของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมลงสู่ดิน

สารเคมีปนเปื้อนในดินอันตรายต่อคนและสิ่งแวดล้อม

สารเคมีที่ปนเปื้อนอยู่ในดินทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของคนเราได้หากเราได้รับสารเคมีเหล่านี้เข้าไปในร่างกาย สารปนเปื้อนนั้นถูกชะล้างโดยแม่น้ำแล้วไหลลงสู่ห้วย หนอง คลอง บึง หรือถูกชะล้างโดยฝนและซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน จนในที่สุดสามารถเข้าไปอยู่ในตัวเราได้ หากเรานำน้ำในแหล่งน้ำนั้นมาบริโภค และการนำแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารเคมีอาจจะบริโภคแค่คนเดียว หลายๆ คนหรือ ทั้งชุมชนก็เป็นได้

สารเคมีที่ปนเปื้อนอยู่ในดินนั้นเราสามารถได้รับจากการสัมผัส รับประทานเข้าไป หรือจากการสูดดมเข้าไป สารเคมีเหล่านี้ยังถูกดูดซึมโดยพืช ทำให้เกิดการสะสมในเนื้อเยื่อของพืช ในเนื้อเยื่อสัตว์ในที่สุดเข้าไปสู่ในห่วงโซ่อาหาร สู่ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายคือคนเราในที่สุด นอกจากนี้แล้วเรายังได้รับสารเคมีที่ปนเปื้อนเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน จนในที่สุดสามารถเข้าไปอยู่ในตัวเราได้ หากเรานำน้ำในแหล่งน้ำนั้นมาบริโภค และการนำแหล่งน้ำที่ปนเปื้อนสารเคมีอาจจะบริโภคแค่คนเดียว หลายๆ คนหรือ ทั้งชุมชนก็เป็นได้

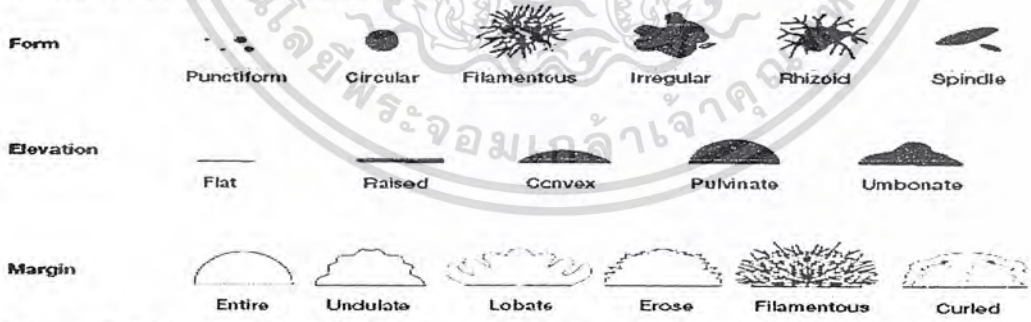
สารเคมีที่ปนเปื้อนอยู่ในดินนั้นเราสามารถได้รับจากการสัมผัส รับประทานเข้าไป หรือจากการสูดดมเข้าไป สารเคมีเหล่านี้ยังถูกดูดซึมโดยพืช ทำให้เกิดการสะสมในเนื้อเยื่อของพืช ในเนื้อเยื่อสัตว์ในที่สุดเข้าไปสู่ในห่วงโซ่อาหาร สู่ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายคือคนเราในที่สุด นอกจากนี้แล้วเรายังได้รับสารเคมีที่ปนเปื้อนเหล่านี้จากการดูดซึมผ่านผิวหนังได้อีกด้วย ผลจากการได้รับสารเคมีที่ปนเปื้อนเหล่านี้จากการได้รับสารเคมีปนเปื้อนโดยวิธีต่างๆ ที่กล่าวมา ถ้าได้รับสารเคมีปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายจะมีอาการเจ็บป่ายรุนแรงมากน้อย ขึ้นอยู่กับชนิด วิธี ปริมาณ และระยะเวลา ของสารเคมีที่ได้รับ

สารเคมีปนเปื้อนในดินยังเป็นอันตรายกับสิ่งแวดล้อม หากสารเคมีปนเปื้อนเหล่านั้นเคลื่อนที่เข้าไปในห่วงโซ่อาหาร ขึ้นไปสู่ผู้บริโภคอันดับท้ายๆ จนอาจทำให้ประชากรของสัตว์ ผู้บริโภคเป็นอันตรายในระบบสืบพันธุ์และลงจำนวนถึงขั้นวิกฤต

เทคนิคที่ใช้ในการแยกเชื้อบริสุทธิ์

spread-plate technique

ในแหล่งธรรมชาตินั้นปกติเชื้อแบคทีเรียจะเติบโตอยู่รวมกันหลายๆสายพันธุ์ เพื่อการคัดแยกและจำแนกชนิดของแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์จะต้องมีขั้นตอนการทำให้เชื้อบริสุทธิ์ (pure culture) โดยเทคนิคที่ทำได้ง่ายคือ spread plate technique ซึ่งเทคนิคนี้แบคทีเรียที่ถูกทำให้เจือจางให้มีจำนวนประมาณ 100-200 เซลล์หรือน้อยกว่าจะถูกนำไปวางตำแหน่งตรงกลางของจานเพาะเชื้อ(petridish/plate) แล้วทำการเกลี่ยให้เชื้อกระจายทั่วด้วยแท่งแก้วรูปตัว L หลังจากบ่มที่อุณหภูมิที่เหมาะสมและมีระยะเวลาเพียงพอ จะปรากฏโคโลนี (colony) ของเชื้อแบคทีเรียขึ้น โดยแต่ละโคโลนีจะมีจำนวนแบคทีเรียอยู่จำนวนมาก และแต่ละโคโลนีจะถือว่ามาจากแบคทีเรียสายพันธุ์เดียว ดังนั้นจะทำให้เกิดการแยกจุลินทรีย์ออกมาเป็นเชื้อบริสุทธิ์ขึ้น เมื่อมองด้วยตาเปล่าแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์โคโลนีจะมีลักษณะแตกต่างกันดังแสดงในภาพที่ 2 นอกจากนั้นยังสามารถทำให้เชื้อมีความบริสุทธิ์มากขึ้นโดยการนำโคโลนีที่ต้องการไปเพาะเลี้ยงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหารใหม่ด้วยเทคนิคที่เรียกว่า Streak-Plate Technique



<u>ภาพที่ 2</u> ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารแข็ง และคำ (key word) ที่ใช้ในการอธิบายลักษณะโคโลนี

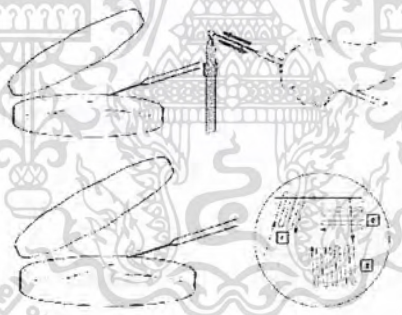
<u>ที่มา</u>: Prescott (2002)

pour plate technique

เทคนิคการเพาะเชื้อแบบ pour-plate technique ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ได้เช่นกัน โดยตัวอย่างเริ่มต้นจะถูกเจือจางให้มีความเข้มข้นหลายๆ ระดับด้วยเทคนิค serial dilution เพื่อทำให้เชื้อถูกเจือจางมากพอที่จะทำให้เกิดโคโลนีเดี่ยวๆ บนจานเพาะเชื้อ โดยนำตัวอย่างที่มีความเข้มข้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกเชื้อให้บริสุทธิ์เป็นเทคนิคพื้นฐานทางจุลชีววิทยาที่มีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น น้ำ อากาศ พื้นห้องเรียน หรือแม้แต่ร่างกายของคนก็มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่หลายชนิดที่อาจปนเปื้อนในหลอดเพาะเชื้อได้ หลักการของการแยกเชื้อให้บริสุทธิ์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ (culture medium) คือ จะต้องแยกเชื้อให้ได้โคโลนีเดี่ยวๆ (single colony) จำนวนมาก จากนั้นจึงนำเชื้อที่เป็นโคโลนีเดี่ยวไปศึกษารูปร่างลักษณะ และคุณสมบัติต่างๆ เพื่อให้ทราบว่าเป็นเชื้อชนิดใด เทคนิคที่นิยมใช้ในการแยกเชื้อบริสุทธิ์คือ วิธี cross streak plate ซึ่งทำได้โดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) แตะตัวอย่างหรือสิ่งส่งตรวจแล้วลากหรือขีด (streak)ลงบนจานเพาะเชื้อที่มีอาหารแข็ง (agar plate) อยู่ให้ได้แนวระนาบติดต่อกัน 4-5 เส้น หลังจากเสร็จในระนาบแรกซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์อยู่หนาแน่นที่สุด ให้นำห่วงเขี่ยเชื้อมาเผาไฟให้ลวดที่ปลายร้อนแดงเพื่อฆ่าเชื้อที่ติดให้หมด จากนั้นจึงขีดเชื้อจากส่วนของรอยลากในระนาบแรกออกมาเพียงหนึ่งครั้งแล้วลากเป็นระนาบที่สอง 4-5 เส้นติดกันโดยรอยขีดของเชื้อจะไม่ทับกับระนาบแรกอีก หลังจากนั้นก็ทำเช่นเดียวกันกับระนาบที่สองจนครบทั่วทั้งจานเพาะเชื้อซึ่งมีประมาณสี่ระนาบ (ภาพที่ 3) เมื่อได้เชื้อบริสุทธิ์แล้วจะมีการศึกษาเชื้อต่อไปในด้านต่างๆ ซึ่งจะต้องมีการถ่ายเชื้อจากอาหารเดิมไปยังอาหารใหม่ หรือมีการเพาะเชื้อลงในอาหารเพื่อการทดสอบและการวิเคราะห์ต่างๆ ดังนั้นการเรียนรู้เทคนิคที่ถูกต้องในการถ่ายเชื้อจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งซึ่งต้องอาศัยหลักการของ aseptic technique เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อชนิดอื่นซึ่งจะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้อุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการถ่ายเชื้อคือ ห่วงเขี่ยเชื้อ เข็มเขี่ยเชื้อ (needle) และตะเกียงแอลกอฮอล์สำหรับใช้ฆ่าเชื้อโดยการเผา (incineration) การถ่ายเชื้อจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียและยีสต์จะใช้ห่วงเขี่ยเชื้อเป็นส่วนใหญ่ มีบางครั้งที่ใช้เข็มเขี่ยเชื้อปลายตรง ส่วนเชื้อราที่เป็นเส้นสาย (filamentous fungi) มักจะใช้เข็มเขี่ยปลายงอ



ภาพที่ 3 การแยกเชื้อด้วยวิธี cross streak plate
ที่มา: Prescott (2002)

พื้นที่เกษตรกรรมจังหวัดปทุมธานี

จังหวัดปทุมธานีถือได้ว่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรมสำคัญแห่งหนึ่งของประเทศ โดยมีพื้นที่การเกษตร 506,678 ไร่ หรือร้อยละ 53.03 ของพื้นที่จังหวัด พื้นที่การเกษตรมีอยู่ในทุกอำเภอ ซึ่งแน่นอนอยู่แล้วว่าจังหวัดปทุมธานี ย่อมมีแนวโน้มในการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืช มากตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ไปด้วย พื้นที่จังหวัดส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวจัด สภาพดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดจัดมี pH ประมาณ 6 - 4 ซึ่งลักษณะของดินภายในจังหวัดสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มดินนาดี มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 30 กลุ่มดินนาที่มีสภาพเป็นกรดจัด มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 70 เนื่องจากลักษณะดินเป็นดินเหนียวทำให้การระบายน้ำไม่ดี และการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ซึ่งสภาพพื้นที่ดังกล่าวทำให้ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชไร่ และการปลูกข้าวได้ผลผลิตต่ำ ซึ่งต้องมีการปรับปรุงโดยการใช้ปูนขาวหรือ ปูนมาร์ล ควบคู่กับการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จังหวัดปทุมธานี ย่อมมีแนวโน้มในการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืช มากตามพื้นที่การใช้ประโยชน์ไปด้วย พื้นที่จังหวัดส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม ดินมีลักษณะเป็นดินเหนียวจัด สภาพดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกรดจัดมี pH ประมาณ 6 - 4 ซึ่งลักษณะของดินภายในจังหวัดสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มดินนาดี มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 30 กลุ่มดินนาที่มีสภาพเป็นกรดจัด มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 70 เนื่องจากลักษณะดินเป็นดินเหนียวทำให้การระบายน้ำไม่ดี และการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า ซึ่งสภาพพื้นที่ดังกล่าวทำให้ไม่เหมาะสมกับการปลูกพืชไร่ และการปลูกข้าวได้ผลผลิตต่ำ ซึ่งต้องมีการปรับปรุงโดยการใช้ปูนขาวหรือ ปูนมาร์ล ควบคู่กับการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อให้การเพาะปลูกได้ผลผลิตดีขึ้น อาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอบางไทร อำเภอบางปะอินและอำเภอวังน้อย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อำเภอหนองแค และ อำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก และ อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม และ อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ทิศใต้ ติดต่อกับเขตหนองจอก เขตคลองสามวา เขตสายไหม เขตบางเขน เขตดอนเมืองกรุงเทพมหานคร และ อำเภอ ปากเกร็ด อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ หลอดเจาะดิน (soil tube) ถังพลาสติก และถุงพลาสติก
2. อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา เช่น ตู้เขี่ยเชื้อ ตู้บ่มเชื้อ หม้อนึ่งความดันไอน้ำ เป็นต้น
3. อาหารสูตร tryptone soya agar (สำหรับแบคทีเรีย)
4. สารคลอไพริฟอส

วิธีการทดลอง

1. ทำการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่เกษตรกรรมจาก ตำบลบึงบา (2 ตัวอย่าง) และ ตำบลบึงบอน (1 ตัวอย่าง) อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี
2. นำตัวอย่างดินที่เก็บมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ pH (pH meter) อินทรียวัตถุ (โดยวิธี Wet oxidation ของ Walkley and Black) ปริมาณฟอสฟอรัส (โดยวิธี Bray II Meth) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่อดิน (โดยใช้ NH_4OAc) และสารคลอไพริฟอส (ด้วย gas chromatography (GC)) **สุวรรณา** (2554)
3. นำตัวอย่างดินมาทำการเจือจางเป็นสารละลายดินที่ความเข้มข้นระดับต่างๆ (10^{-1} - 10^{-5}เท่า) แล้วนำสารละลายแต่ละความเข้มข้นไปทำการแยกเชื้อโดยวิธี spread – plate technique
4. ทำการแยกเชื้อเดี่ยวจากแบคทีเรียที่เจริญขึ้นมาบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่แยกจากตัวอย่างดิน โดยวิธี streak – plate technique แล้วนำเชื้อเดี่ยวที่ได้ไปขยายเพิ่มเพิ่มปริมาณสำหรับนำไปทดสอบต่อไป
5. นำเชื้อแบคทีเรียแต่ละตัวที่แยกได้จากดินมาทดสอบการเจริญเติบโตในอาหาร tryptone soya agar ที่เติมสารคลอไพริฟอสลงไปที่ความเข้มข้นต่างๆ (0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm) (ซึ่งตามคำแนะนำการใช้สารคลอไพริฟอส คือ 50 มิลลิกรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ ประมาณ 4 ppm)
6. นำเชื้อที่สามารถเจริยอยู่ได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นของคลอไพริฟอสสูงสุดมาทำการทดสอบอีกครั้งในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเข้มข้นของคลอไพริฟอสให้สูงขึ้นอีก 10 เท่า (2 4 6 8 และ 10 ppm)
7. คัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด ที่ระดับความเข้มข้นของสารคลอไพริฟอสสูงสุด เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารผลการทดลอง

สภาพการใช้ที่ดิน สมบัติทางเคมี และการปนเปื้อนของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ของตัวอย่างดินทั้ง 3 ตัวอย่างที่เก็บมาเพื่อทำการแยกเชื้อแบคทีเรียแสดงในตารางที่ 1 พบว่า ดินตัวอย่างที่ 1 และ 3 มีการใช้ปลูกถั่วฝักยาวเนื้อดินเป็นดินเหนียว มีปริมาณสารคลอไพริฟอสในดิน 0.22 และ 0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างดินที่ 2 มีการใช้ปลูกส้ม เนื้อดินเป็นดินปนทรายปนร่วน มีปริมาณสารคลอไพริฟอสในดิน 0.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ลักษณะรูปร่างเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากดินทั้งสามตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2 โดยตัวอย่างดินที่ 1 ทำการแยกเชื้อแบคทีเรียได้ 3 ชนิด คือ S1-1 S1-2 และ S1-3 ตัวอย่างดินที่ 2 แยกเชื้อแบคทีเรียได้ 5 ชนิดคือ S2-1 S2-2 S2-3 S2-4 และ S2-5 ตัวอย่างดินที่ 3 แยกเชื้อแบคทีเรียได้ 2 ชนิด คือ S3-1 และ S3-2 จากนั้นนำแบคทีเรียมาทำการแยกเชื้อเดี่ยวโดยวิธี cross streak technique ซึ่งจะได้แบคทีเรียที่มีลักษณะสันฐานวิทยาต่างกันทั้งหมด 6 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 4 ดังนี้ คือ B- 1 จุดเล็กสีเหลืองกลม ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ B – 2 แขนงรากไม้ สีขาวขุ่น ผิวหน้าหยักเป็นคลื่น ขอบหยักเป็นคลื่น B – 3 เส้นใยสีขาว ผิวหน้าและขอบเป็นเส้นใย B – 4 กลม สีขาวขุ่น มันวาว ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ B – 5 สีเหลืองอ่อนกลม ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ และ B – 6 สีเหลืองเข้ม มันวาว ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ

เมื่อนำเชื้อแบคทีเรียทั้ง 6 ชนิด (B -1 – B -6) ไปทดสอบการเจริญของเชื้อในอาหาร tryptone soya agar ที่เติมสารคลอไพริฟอสที่ความเข้มข้น 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm (ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ถึง) พบว่าเชื้อ B- 1 (จุดสีเหลือง กลม ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ) และ เชื้อ B – 4 (กลมขาวขุ่น มันวาว ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ) สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีสารคลอไพริฟอสสูงสุด คือ 1.0 ppm และเมื่อนำเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดมาทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เพิ่มความเข้มข้นอีก 10 เท่า (ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ถึง) พบว่ามีเพียงเชื้อ B-1 และ B – 4 ที่สามารถเจริญเติบโตขึ้นได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าว

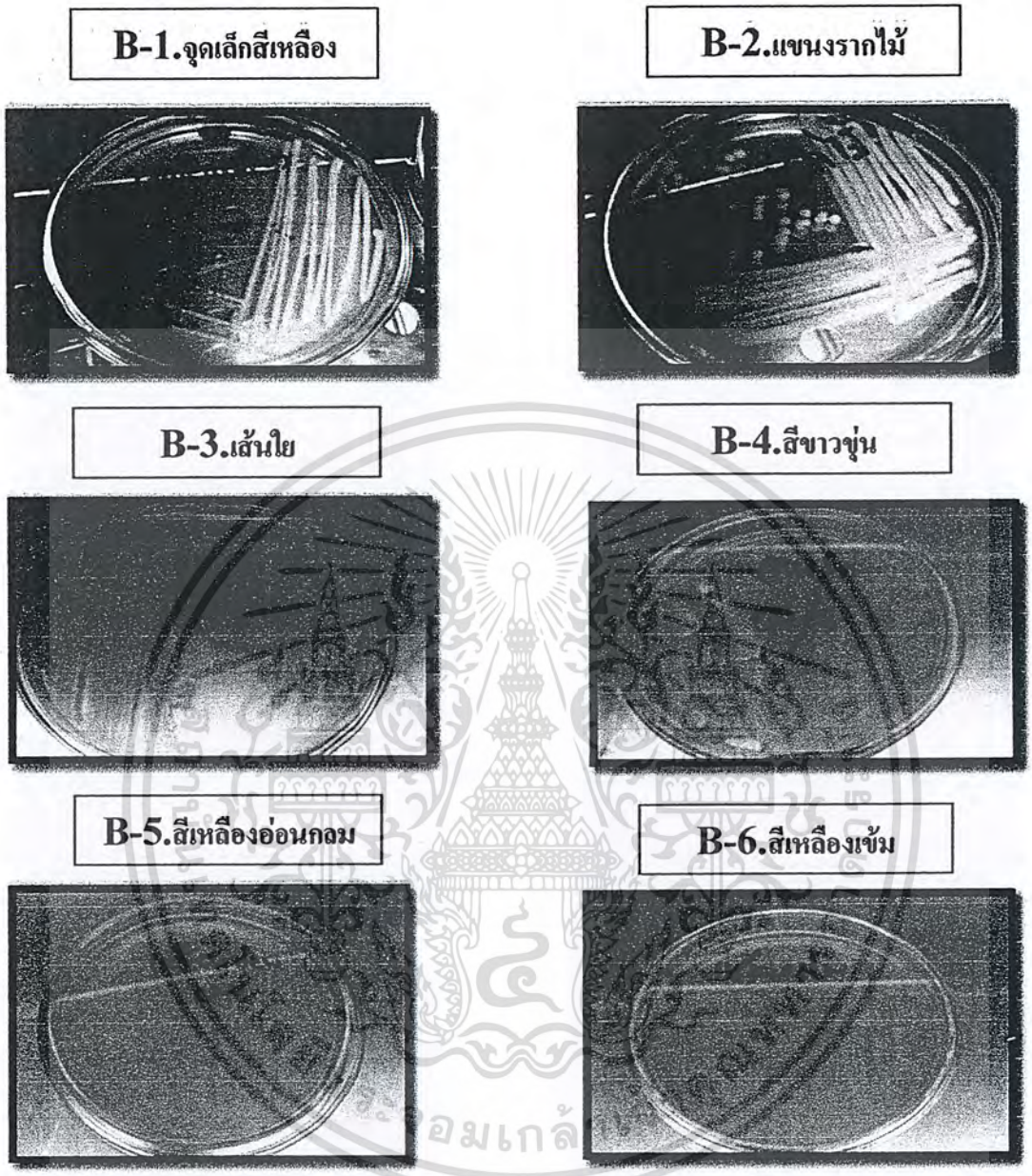
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การใช้ที่ดิน สมบัติทางเคมี และปริมาณสารกลุ่มฮอร์กาโนฟอสเฟตที่ตรวจพบในตัวอย่างดินที่นำมาทำการคัดแยกเชื้อแบคทีเรีย

ตัวอย่างดินที่	แหล่งที่เก็บ	การใช้ที่ดิน	เนื้อดิน	pH	อินทรียวัตถุ (%)	Avail.P (mgP/kg)	Exch.K (mgK/kg)	สารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตที่ตรวจพบ (mg/kg)					
								diazion	chlorpyrifos	malathion	profenofos	ethion	EPN
1	ต.บึงบา อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี	ถั่วฝักยาว	ดินเหนียว	4.7	3.4	147	337	0	0.22	0	0	0	0
2	ต.บึงบา อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี	ส้ม	ดินทราย ปนร่วน	5.7	6.4	1617	399	0	0.17	0	0	0	0
3	ต.บึงบอน อ.หนองเสือ จ.ปทุมธานี	ถั่วฝักยาว	ดินเหนียว	4.6	5.1	339	445	0	0.25	0.02	0.01	0	0.16

<u>ตารางที่ 2</u> ลักษณะรูปร่างของเชื้อแบคทีเรียที่ทำการคัดแยกเชื้อได้จากตัวอย่างดิน 3 ตัวอย่าง

Code	ลักษณะโคโลนีที่สังเกตได้				
	รูปร่าง	ผิวหน้า	สี	ความมันวาว	ขอบโคโลนี
ตัวอย่างดินที่ 1	กลม	เรียบ	ขาวขุ่น	มันวาว	เรียบ
ตัวอย่างดินที่ 1	เส้นแขนงรากไม้	หยักเป็นคลื่น	ขาวขุ่น	-	หยักเป็นคลื่น
ตัวอย่างดินที่ 1	เส้นใยฝอย	เส้นใย	ขาว	-	เส้นใย
ตัวอย่างดินที่ 2	กลม	เรียบ	ขาวขุ่น	-	เรียบ
ตัวอย่างดินที่ 2	กลม	เรียบ	เหลืองเข้ม	มันวาว	เรียบ
ตัวอย่างดินที่ 2	ไม่แน่นอน	เรียบ	ขาวใข่ไก่	มันวาว	หยักเป็นลอน
ตัวอย่างดินที่ 2	ไม่แน่นอน	บุ๋มตรงกลาง	ขาวขุ่น	-	หยักเป็นจักร
ตัวอย่างดินที่ 2	เส้นใยฝอย	เส้นใย	ขาว	-	เส้นใย
ตัวอย่างดินที่ 3	กลม	เรียบ	ขาวขุ่น	มันวาว	เรียบ
ตัวอย่างดินที่ 3	กลมจุด	เรียบ	เหลืองนวล	-	เรียบ



ภาพที่ 4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อแบคทีเรียที่ทำการแยกเชื้อเดี่ยว โดยวิธี cross streak plate จำนวน 7 ชนิดที่ได้จากดิน 3 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองการคัดแยกเชื้อแบคทีเรียในตัวอย่างดิน ตำบลบึงบา และตำบลบึงบอน อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี พบว่า มีเชื้อแบคทีเรียที่พบทั้งหมด 6 ชนิด โดยแบ่งตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ดังนี้ เชื้อ B- 1 ลักษณะจุดเล็กสีเหลือง B-2 ลักษณะแขนงรากไม้ B-3 ลักษณะเป็นเส้นใย B-4 ลักษณะสีขาวขุ่น B-5 ลักษณะสีเหลืองอ่อน และ เชื้อ B- 6 ลักษณะสีเหลืองเข้ม หลังจากการทดสอบความสามารถในการเจริญในสภาวะที่มีสารคลอไพริฟอสอยู่ พบว่า มีเชื้ออยู่ 2 ชนิด คือ B–1 และ B-4 ที่สามารถเจริญได้ในความเข้มข้นของสารคลอไพริฟอสสูงสุด คือ 10 ppm ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากเชื้อทั้ง 2 สามารถนำสารคลอไพริฟอสไปใช้ในกระบวนการเมทาบอริซึมได้ โดยแบคทีเรียดังกล่าวจะใช้เอมไซม์ย่อยสลายสารคลอไพริฟอส ซึ่งใช้เป็นแหล่งคาร์บอนในการเจริญเติบโต และผ่านกระบวนการเคมีต่างๆ จนสลายต่อไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนเชื้อตัวอื่นไม่สามารถนำสารคลอไพริฟอสไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตได้หรืออาจเป็นพิษต่อเชื้อแบคทีเรียดังกล่าว

งานวิจัยที่ชี้ให้เห็นผลที่ไปในทำนองเดียวกัน จารุวรรณ(2539) การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสารปราบศัตรูพืช กล่าวถึงการย่อยสลายสารออร์กาโนฟอสเฟต เมทิลพาราไทออน โดยจุลินทรีย์ได้อธิบายว่า จุลินทรีย์จะใช้ เมทิลพาราไทออนในกระบวนการเมทาบอลิซึมเช่นเดียวกับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตตัวอื่นๆ โดยปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องมี 3 ปฏิกิริยาดังนี้

1. ออกซิเดชัน (oxidation) ปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นในสัตว์ชั้นสูงมากกว่าจุลินทรีย์หรืออาจเกิดบ้าง
2. รีดักชัน (reduction) ปฏิกิริยานี้จะเปลี่ยนกลุ่มไนโทร (nitro group) เป็นกลุ่มเอมีน (amine) ในระหว่างเกิดกระบวนการเมทาบอริซึมของจุลินทรีย์
3. ไฮโดรไลซีส (hydrolysis) จะเกิดกับปฏิกิริยาการสลายตัวทั้งสองแบบด้วย เนื่องจากออร์กาโนฟอสเฟต มีพันธะ P=O และ P=S เป็นโครงสร้างทั่วไป ดังนั้นจึงไม่สามารถเกิดกระบวนการย่อยสลายสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตน้ำได้ จุลินทรีย์จะใช้เอมไซม์ย่อยสลายเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการเมทาบอริซึม

กระบวนการเมทาบอลิซึมของเมทิลพาราไทออนโดยจุลินทรีย์นั้นจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสและปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของ MP เกิดที่พันธะไนโทรฟีนอล (nitrophenyl C – O –P) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นพาราไนโทรฟีนอล (PNP) และไดเมธิลไธโอฟอสฟอริก แอซิค (dimethylthiophosphoric acid) หลังจากนั้นพาราไนโทรฟีนอลจะสลายเป็นไนไทร์ล (nitrite) และไฮโดรควิโนน (hydroquinone) และจะสลายต่อไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และไนไทร์ลเพื่อเข้าสู่กระบวนการเมทาบอลิซึม ปฏิกิริยารีดักชันของ MP กลุ่มไนโทรของ MP จะเปลี่ยนเป็น aminomethylparathion จากนั้นจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสต่อเป็นพาราอะมิโนฟีนอล (p-aminophenol) และไดเมลทิลฟอสฟอริกแอซิคและสลายต่อไปจนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดในสภาวะที่มีออกซิเจนน้อยๆและมีสารอินทรีย์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการนำแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพไปใช้ประโยชน์ในการย่อยสลายสารคลอไพริฟอสตกค้างในดิน
2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงรูปแบบการย่อย คลอไพริฟอส โดยใช้จุลินทรีย์ในดินในระดับห้องปฏิบัติการ
3. ศึกษาการนำจุลินทรีย์ในดินไปใช้ประโยชน์ต่อไปในระดับที่สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

มีเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกเชื้อได้จากตัวอย่างดินที่มีการใช้สารคลอไพริฟอส และมี 2 ชนิด ที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเข้มข้นของสารคลอไพริฟอสสูงถึง 10 ppm คือเชื้อ B – 1 ซึ่งมีโคโลนี จุดเล็ก กลม สีเหลือง ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ และ เชื้อ B – 4 ซึ่งมีโคโลนี กลม สีขาวขุ่น มันวาว ผิวหน้าเรียบ ขอบเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จารุวรรณ สุ่มมาตย์. 2539. การคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสารปราบศัตรูพืช ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. คณะเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยมหาสารคราม.

จุลชีววิทยาปฏิบัติการ. 2547. การประเมินการเจริญของจุลินทรีย์โดยการวัดความขุ่นด้วยเครื่อง Spectrophotometer.
กรุงเทพฯ. : ภาควิชาจุลชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุรีรัตน์ ลีสมิทธิ์. 2548. ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ. : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรษา สุตเทียรกุล,เฟื่องฟ้า อุตรารัชตกิจ 2539. การเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย : ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์. 2549. จุลชีววิทยาทางดิน. กรุงเทพฯ. : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

เทคนิคพื้นฐานทางจุลชีววิทยา, คณะอุตสาหกรรมการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.agro.kmutnb.ac.th/e-learning/521302/pdf/1.pdf, (ค้นเมื่อ 12 กรกฎาคม 2554

Atlas, Ronald M. Principles of microbiology. / Ronald M. Atlas. Boston, Mass. : WCB/McGraw-Hill, 1997.

Samina Anwar, Fauzia Liaquat, Qaiser M. Khan, Zafar M. Khalid, Samina Iqbal. 2009 Biodegradation of chlorpyrifos and its hydrolysis product 3,5,6-trichloro-2-pyridinol by Poorva G. Ghosh1, Neha A. Sawant2, S.N. Patil3 and B.A. Aglave4. 2010 Microbial Biodegradation of Organophosphate Pesticides : Department of Biotechnology

H.P.T Arts and R.Y.K. Science College, Nashik, Maharashtra, India.
Department of Biotechnology, K.T.H.M.College, Nasik, Maharashtra, India.

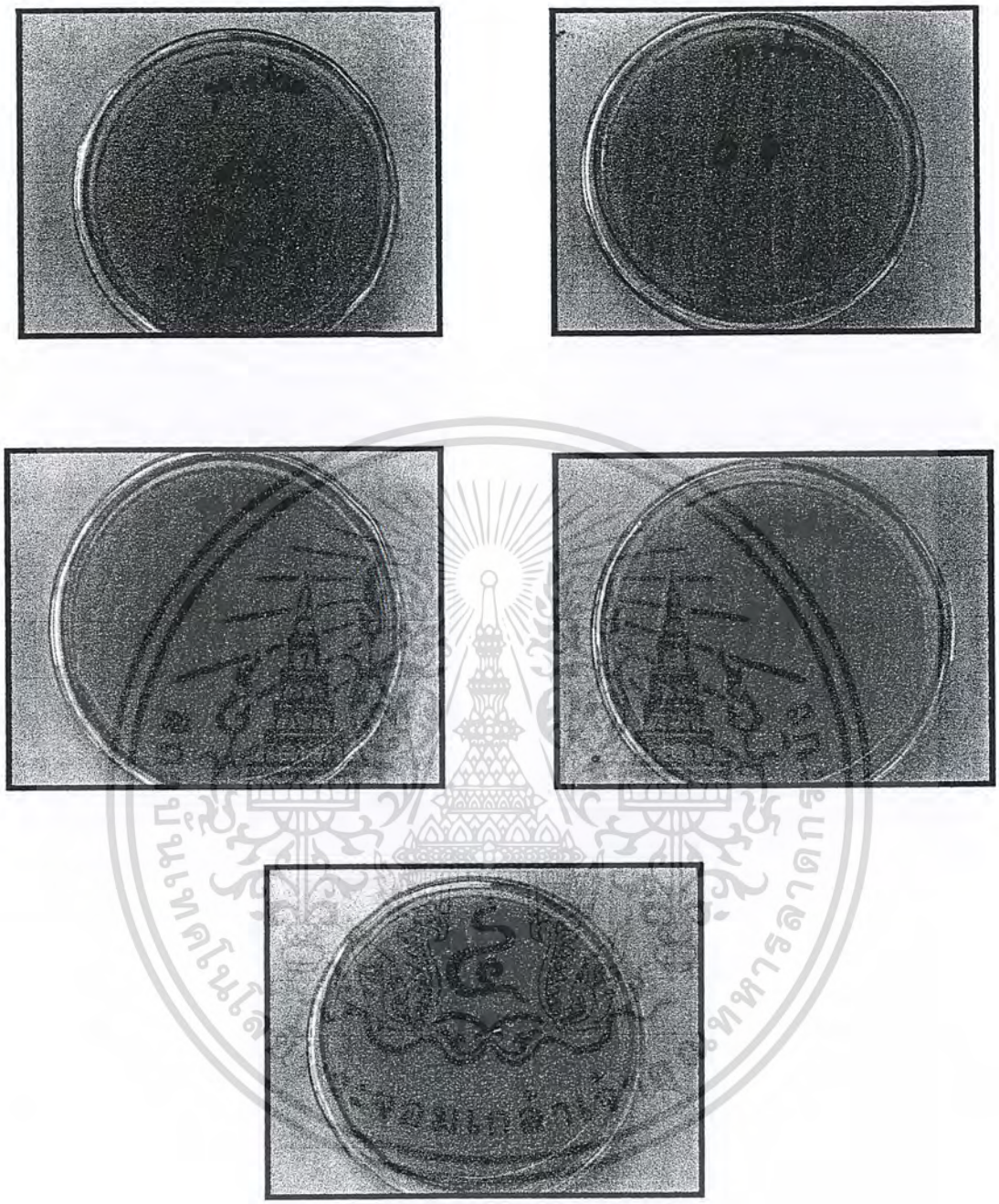
L. John R. Foster a, Bia H. Kwan a, Tony Vancov. 2004
Microbial degradation of the organophosphate pesticide, Ethion : New South Wales Department of Agriculture, Wollongbar Agricultural Institute, Ballina, Australia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

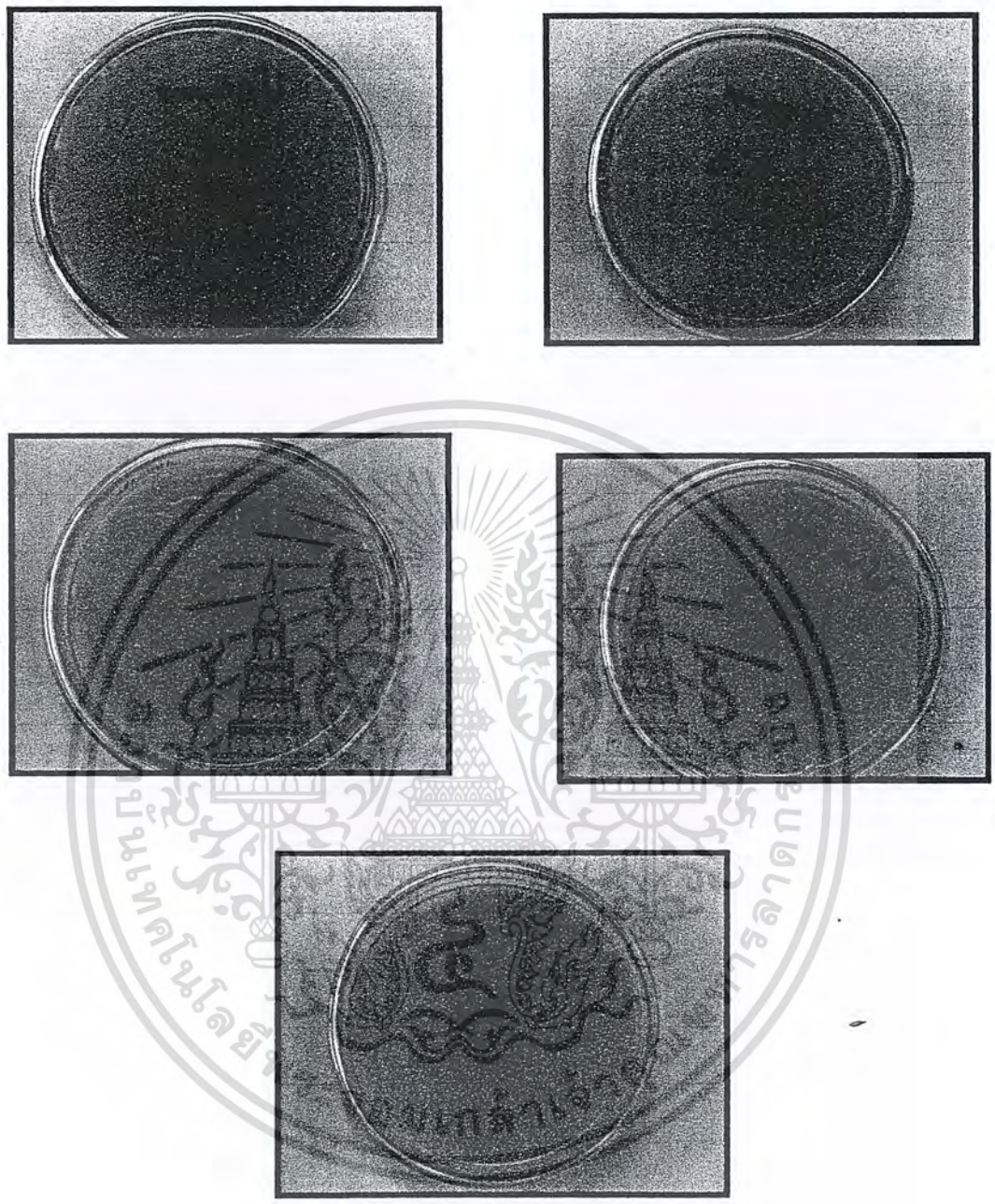
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



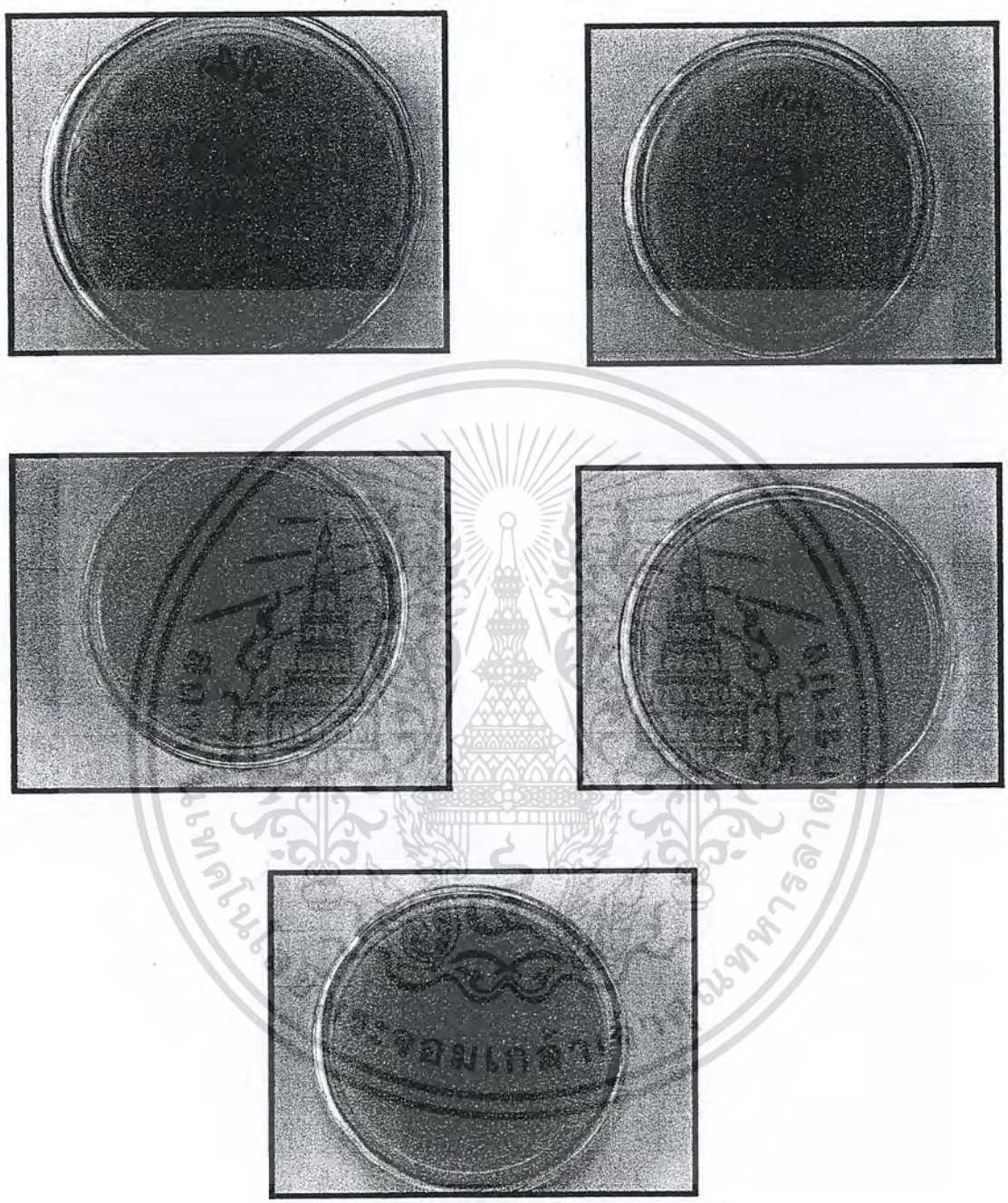
<u>ภาพผนวกที่1</u> ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 1 (จุดสีเหลือง) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



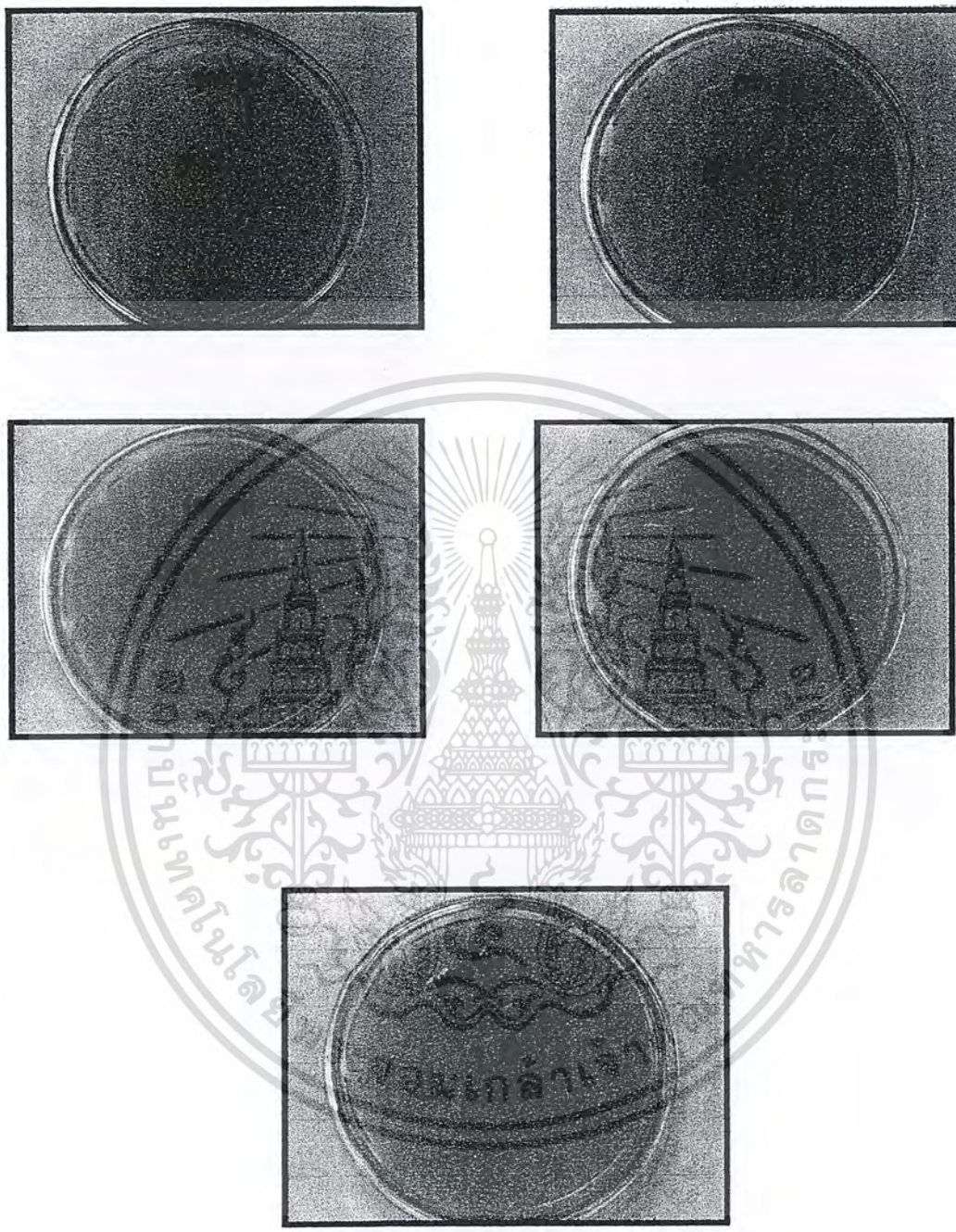
<u>ภาพผนวกที่2</u> ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 2 (แขนงรากไม้) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



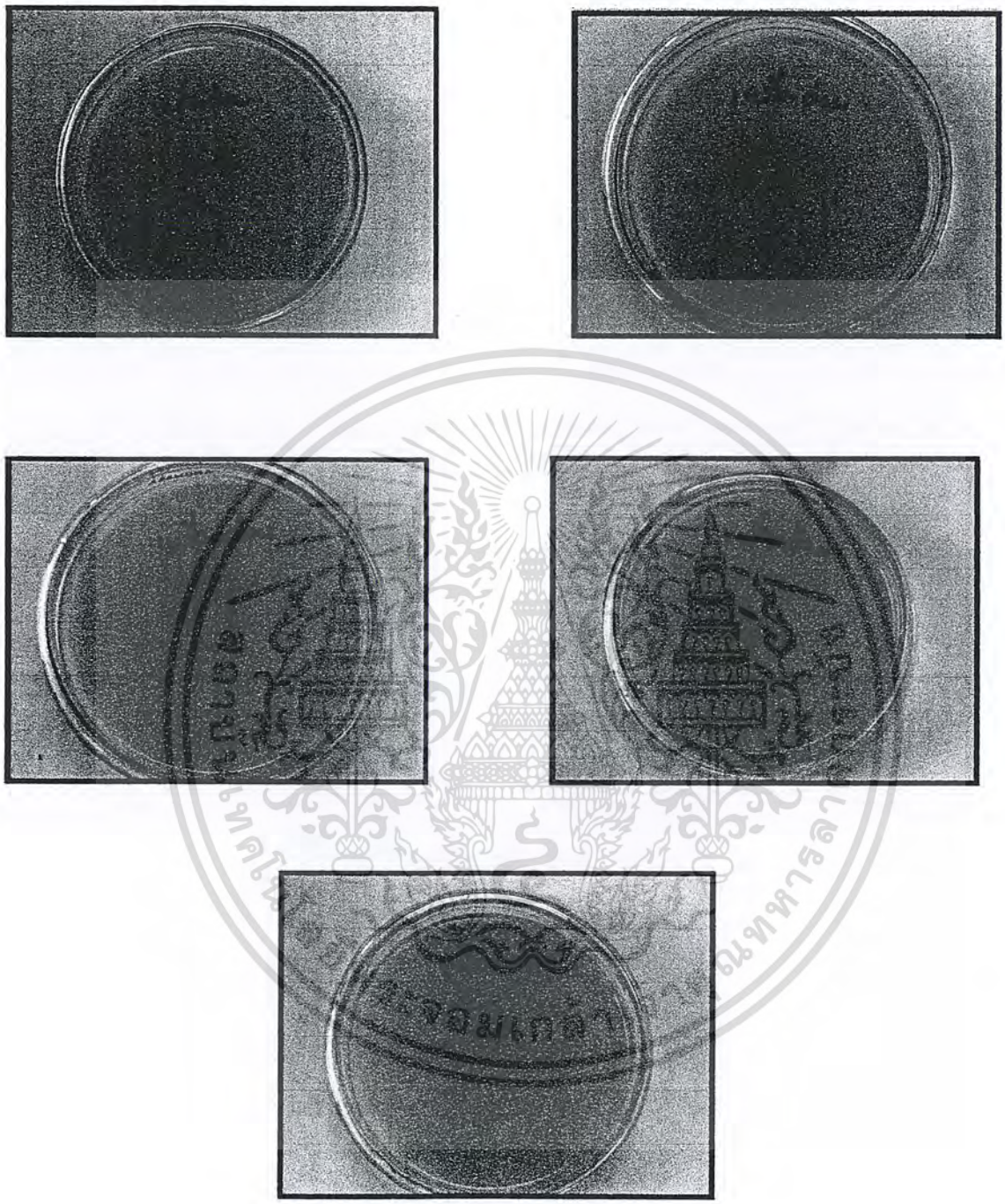
ภาพผนวกที่3 ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 3 (เส้นใย) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสาร คลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



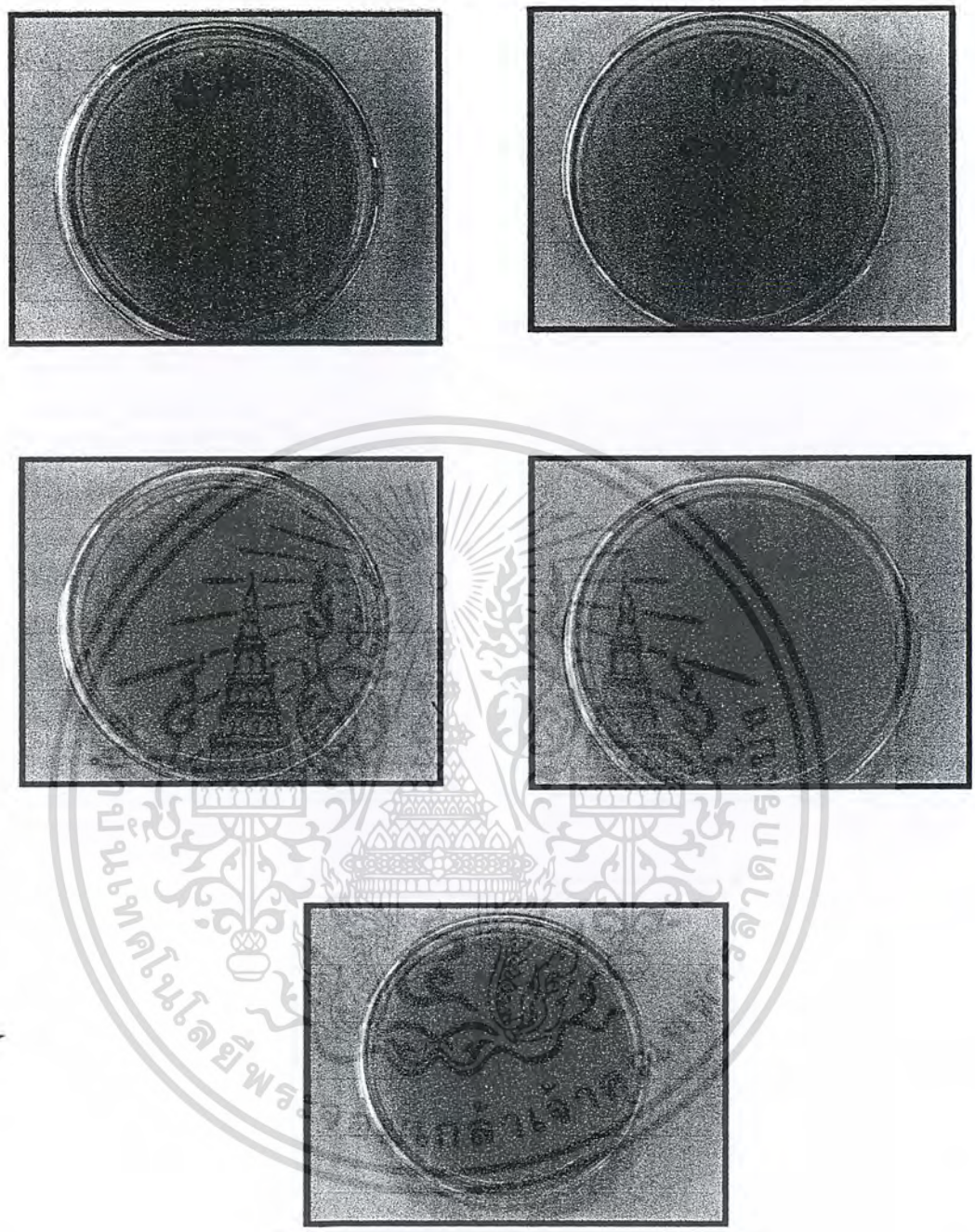
<u>ภาพผนวกที่4</u> ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 4 (สีขาวขุ่น) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



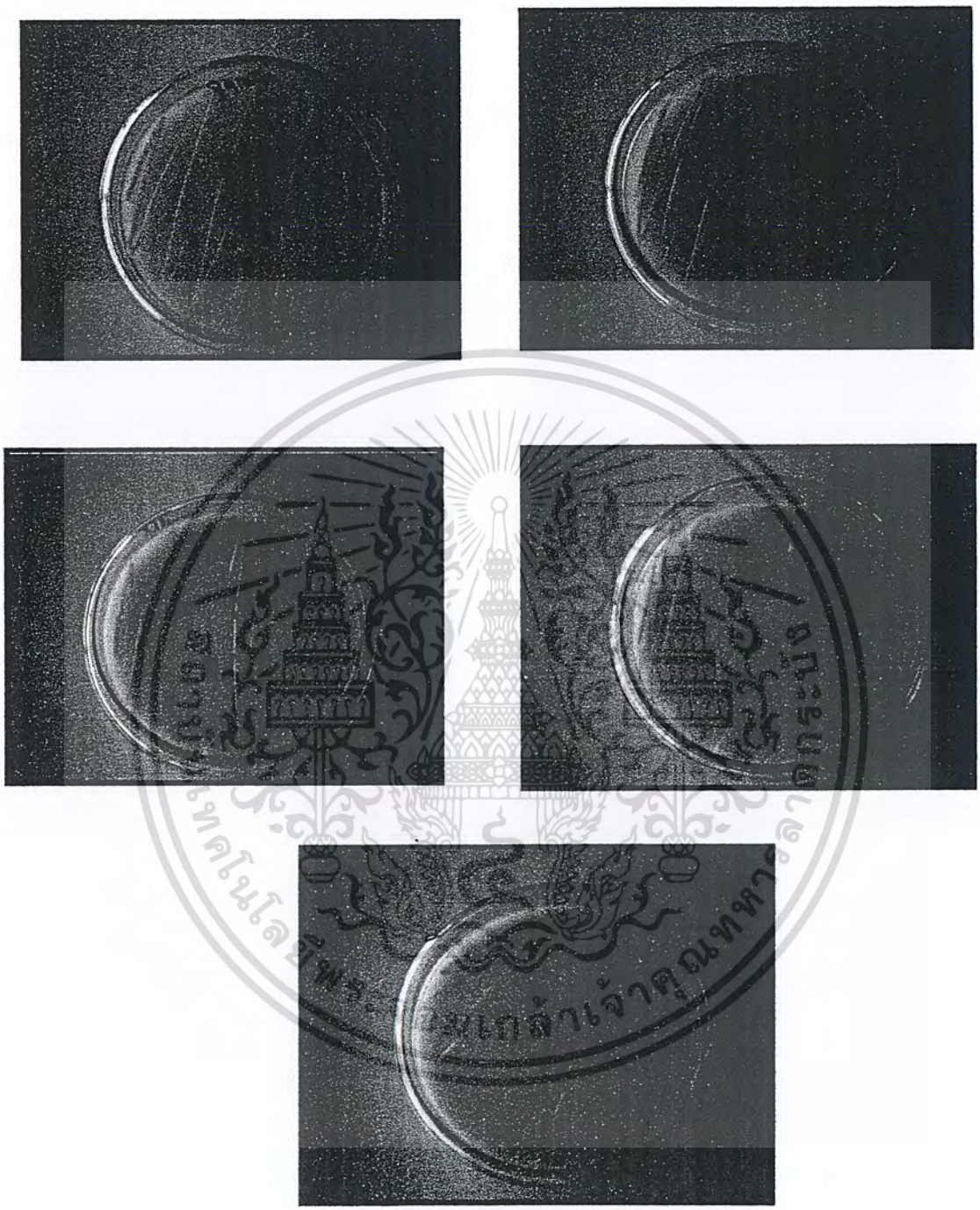
<u>ภาพผนวกที่5</u> ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 5 (สีเหลืองอ่อน) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



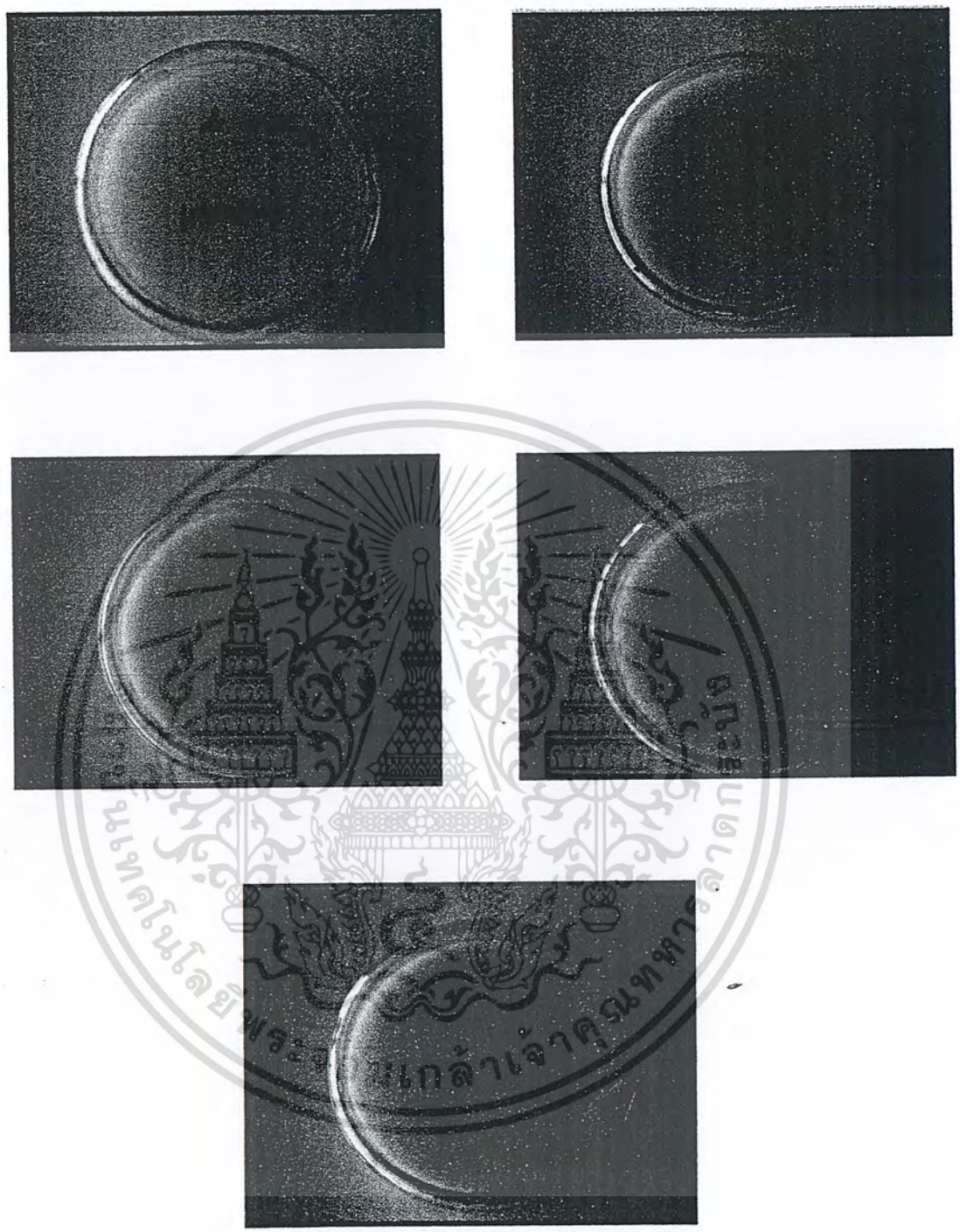
<u>ภาพผนวกที่6</u> ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 6 (สีเหลืองเข้ม) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 0.2 0.4 0.6 0.8 และ 1.0 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



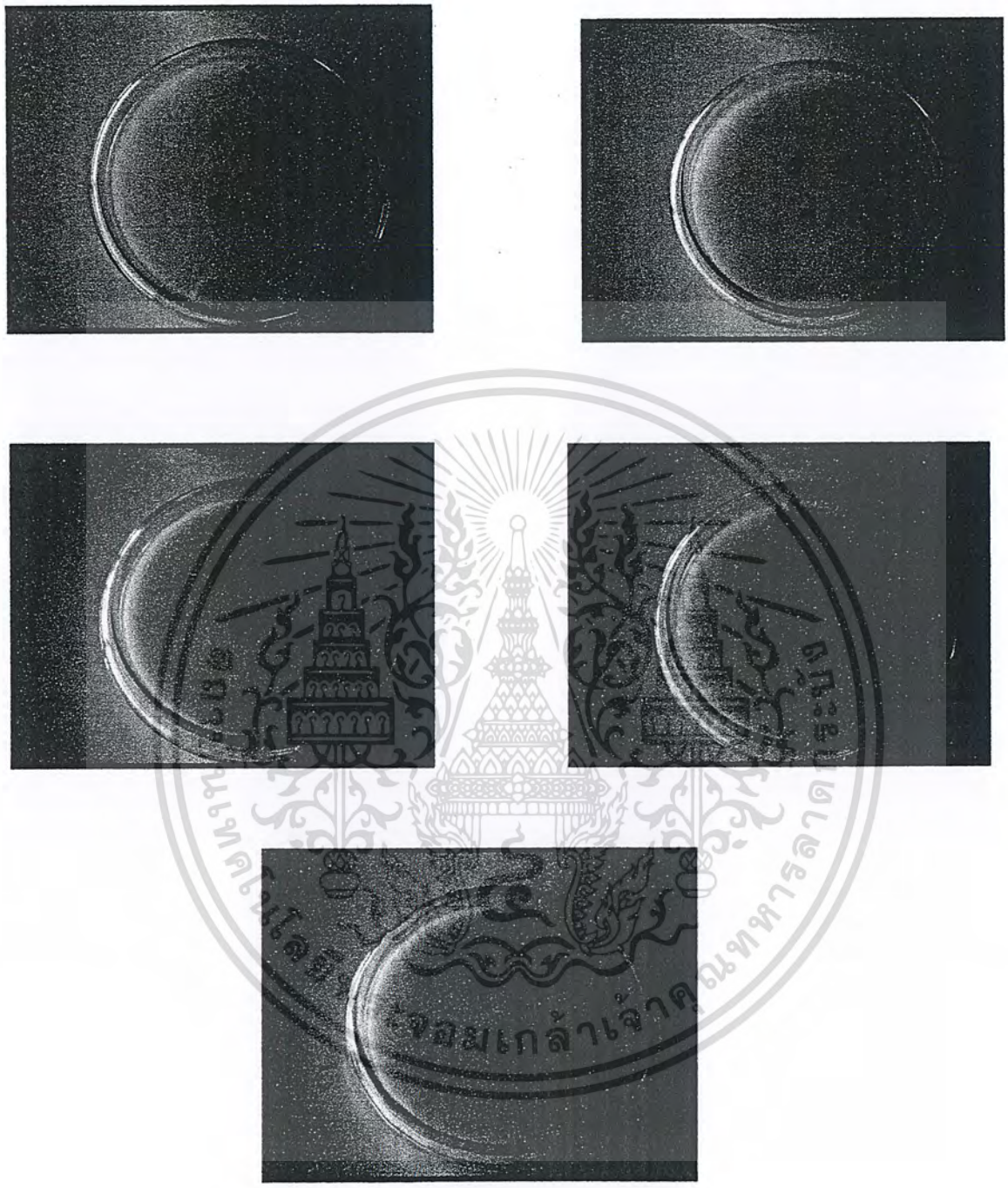
ภาพผนวกที่7 ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 1 (จุดสีเหลือง) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



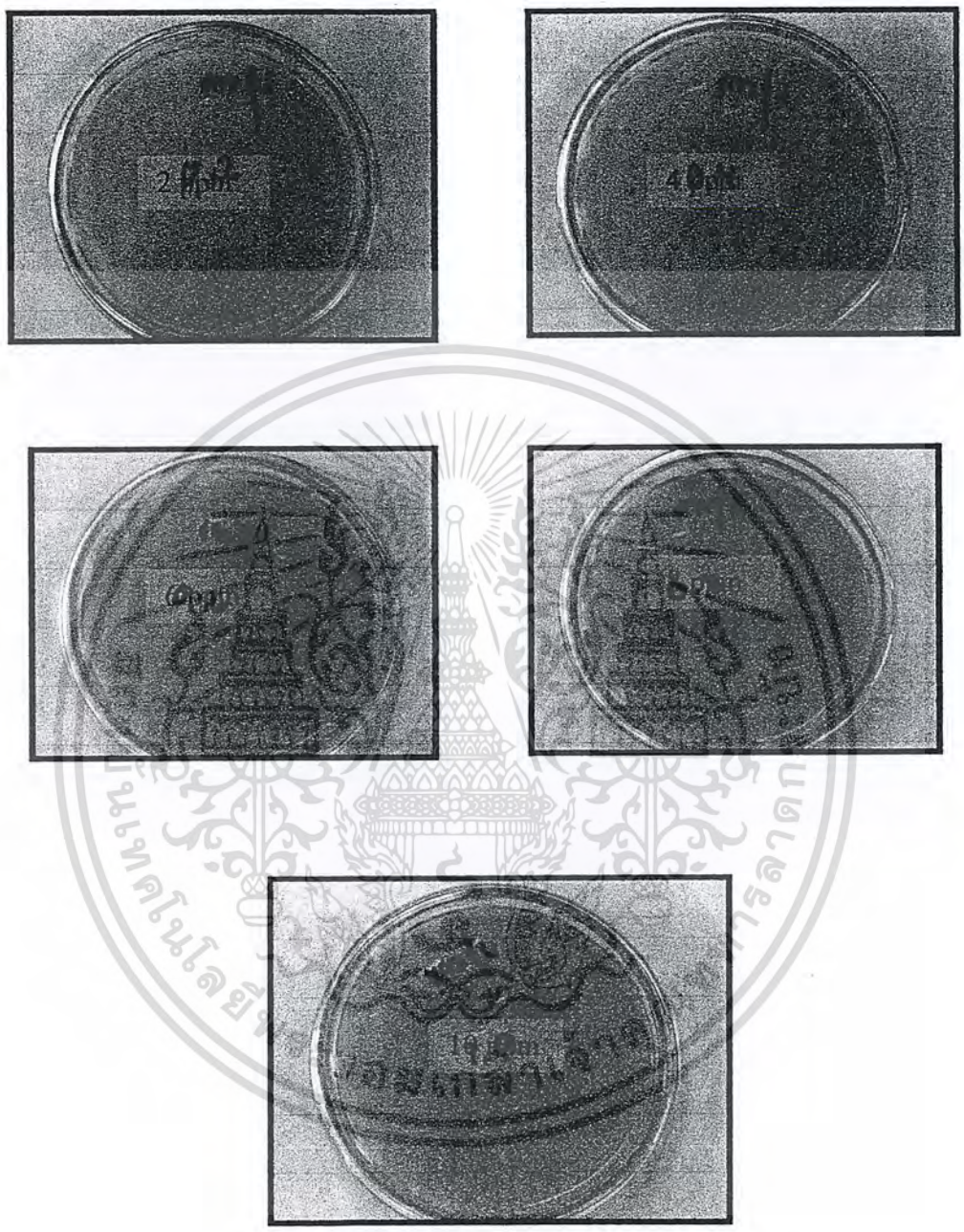
<u>ภาพผนวกที่8</u> ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 2 (แขนงรากไม้) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



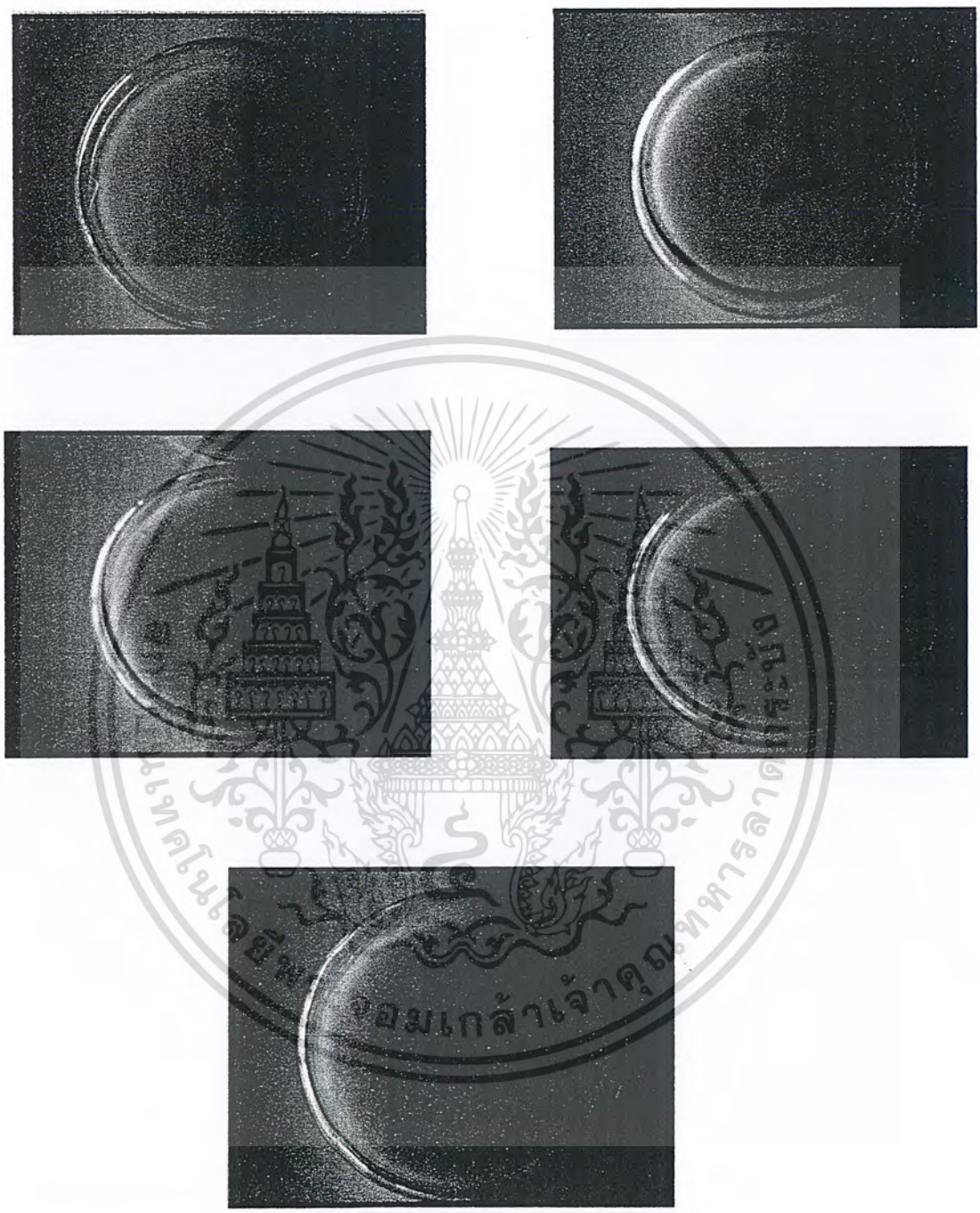
<u>ภาพผนวกที่9</u> ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 3 (เส้นใย) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสาร คลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพผนวกที่10</u> ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 4 (สีขาวขุ่น) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<u>ภาพผนวกที่11</u> ทดสอบการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย B- 5 (สีเหลืองอ่อน) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เติมสารคลอไพริฟอส 2 4 6 8 และ 10 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้