

# ผลกระทบของไฟฟ้าต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเพคตินในดิน

สิริวัชรฯ จำสาทร

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2533

ผลกระทบของ ไฟป่าต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเพคติน ในดิน

สิริวัชรာ ชำสาธร

ปัญหาพิเศษนี้ ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

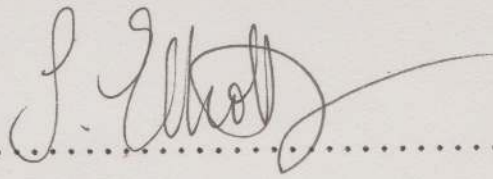
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาชีววิทยา

คณะกรรมการตรวจสอบปัญหาพิเศษ

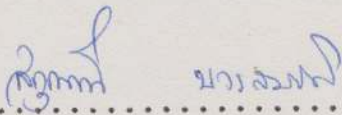
..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สายสมร ล้ายอง)



..... กรรมการ

(Dr. Stephen Elliott)



..... กรรมการ

(อาจารย์ สกนณี บวรสมบัติ)

วันที่ 10 มีนาคม พ.ศ. 2534

## คำขอบคุณ

ข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สายสมร ล้ายอง และ Dr. Stephen Elliott เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับการทดลองต่างๆ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และขอขอบพระคุณ อาจารย์ สกฤษณี บวรสมบัติ ที่กรุณาตรวจสอบแก้ไขงานวิจัยครั้งนี้ด้วย

อนึ่ง ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาของข้าพเจ้าตลอดมา และขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้มาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนเป็นอย่างยิ่งที่เป็นกำลังใจและช่วยสนับสนุนให้งานวิจัยครั้งนี้ สร็จสมบูรณ์ในที่สุด

สิริวัชรာ      ข้าสาธร

10 มีนาคม 2534

ชื่อเรื่องปัญหาพิเศษ

ผลกระทบของไฟฟ้าต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเพคตินในดิน

ชื่อผู้เขียน

นางสาวสิริวัชรฯ ข้าสาร

วิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาชีววิทยา

คณะกรรมการตรวจสอบปัญหาพิเศษ:

รองศาสตราจารย์ สายสมร	ลำยอง	ประธานกรรมการ
Dr. Stephen	Elliott	กรรมการ
อาจารย์ สกฤษณี	บวรสมบัติ	กรรมการ

## บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลกระทบของไฟฟ้าต่อจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคตินในดิน บริเวณที่เกิดไฟฟ้าและไม่เกิดไฟฟ้า โดยนำตัวอย่างดินมาเจือจางที่  $10^{-3}$  และเกลี่ยให้ทั่วบนอาหารวุ้นเพคติน ที่อุณหภูมิ  $28^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 3-5 วัน หลังจากนั้นจึงราดสารละลาย lead acetate 10% ลงบนจานอาหาร และพบว่าจะมีเฉพาะแบคทีเรียที่มีวงใสล้อมรอบ และไฟฟ้าจะทำให้แบคทีเรียที่สามารถใช้เพคตินในบริเวณผิวดินมีจำนวนลดลง แต่จะไม่มีผลต่อแบคทีเรียที่อยู่ในดินลึก 10 ซม. (T-test  $P < 0.05$ ) นอกจากนี้ไฟฟ้ายังเป็นสาเหตุให้ pH เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณน้ำในดิน อินทรีย์วัตถุ และไนโตรเจนในดินลดลง



Research Title                      Effects of Forest Fire on Pectinolytic Micro-organisms in Soil

Author                                      Miss. Siriwatchara                      Kamsathorn

B.Sc.    Biology

**Examining committee:**

Assoc. Prof. Saisamorn                      Lumyong                      **Chairman**

Dr. Stephen                                      Elloit                      **Member**

Lecturer Sakunnee                      Bovonsombut                      **Member**

**Abstract**

The effects of forest fire on the number of pectinolytic micro-organisms in soil was studied in burnt soil and unburnt soil. The soil samples were diluted to  $10^{-3}$  and plated out on pectin agar at 28 °C. After incubation for 3-5 days, 10% lead acetate solution was poured on to the plates. The colonies which produced a clear zone were only bacteria. Forest fire reduced the number of pectin-utilizing bacteria in surface soil but it had no effect on bacteria at a depth of 10 cm. (T-test  $P < 0.05$ ). Forest fire caused pH to increase but water content organic matter and nitrogen to decrease.

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำขอบคุณ	ค
บทคัดย่อ	ง
Abstract	จ
รายการตารางประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	2
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
บทที่ 4 ผลการทดลอง	18
บทที่ 5 อภิปรายผลการทดลอง	40
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	46
ก. อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายทดสอบ	47
ข. สีย้อม	48
ค. การเตรียมสารเคมีและการวิเคราะห์	49
ประวัติการศึกษา	58

**รายการตารางประกอบ**

ตารางที่		หน้า
1	จุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถสร้างเอนไซม์ที่ย่อยเพคตินได้	10
2	จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคตินในดินบริเวณต่าง ๆ ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1 , 7 และ 30 วัน	21
3	การเปลี่ยนแปลง pH ของดินในบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิด ไฟฟ้า 1 , 7 และ 30 วัน	28
4	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิด ไฟฟ้า 1 , 7 และ 30 วัน	30
5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิด ไฟฟ้า 1 , 7 และ 30 วัน	32
6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิด ไฟฟ้า 1 , 7 และ 30 วัน	34



7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสในดินบริเวณที่เกิด ไฟป่า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิด ไฟป่า 1 , 7 และ 30 วัน	36
8	การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมในดินบริเวณที่เกิดไฟป่า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิด ไฟป่า 1 , 7 และ 30 วัน	38



## รายการรฐประกอบ

รฐที่		หน้า
1	ประภทของไฟปา	3
2	สูตรโครงสร้างของ galacturonic acid	7
3	ลัษณะการต้อกันของ galacturonic acid เป็น สายโพลีเมอร์	7
4	การเปล่ยนเปล่งจ้ำนวนเฉล่ยนของจุลินทร่ย์ที่สามารถย้อยสล่าย เพคติน (โคโลนี/1 กร้ำนติน) ในดินบริเวณต้อง ๆ ที่ระยะ เวล่าหล่งเกดไฟปา 1 7 และ 30 วัน	22
5	แบคที่เร่ยกกร้่มบวกที่สามารถย้อยสล่ายเพคตินจกต้วอย่่างติน	23
6	แบคที่เร่ยกกร้่มลบที่สามารถย้อยสล่ายเพคตินจกต้วอย่่างติน	24
7	แบคที่เร่ยกกร้่มลบที่สามารถย้อยสล่ายเพคตินจกต้วอย่่างติน	25
8	แบคที่เร่ยกกร้่มบวกที่สามารถย้อยสล่ายเพคตินจกต้วอย่่างติน	26
9	แบคที่เร่ยกกร้่มลบที่สามารถย้อยสล่ายเพคตินจกต้วอย่่างติน	27
10	การเปล่ยนเปล่ง pH ในดินบริเวณที่เกดไฟปา และไม่เกด ไฟปา ที่ระยะเวล่าหล่งเกดไฟปา 1 7 และ 30 วัน	28
11	การเปล่ยนเปล่งปริมาณน้ำในดินบริเวณที่เกดไฟปา และไม่เกด ไฟปา ที่ระยะเวล่าหล่งเกดไฟปา 1 7 และ 30 วัน	31

# บทที่ 1

## บทนำ

ไฟป่าเป็นปรากฏการณ์ที่พบได้บ่อยในช่วงปลายฤดูหนาวถึงฤดูร้อน ซึ่งจะพบการเกิดไฟป่าในป่าหลายแบบ เช่น ป่าผลัดใบ ป่าสน บางครั้งไฟป่าจะลุกลามครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง โดยใช้เศษใบไม้ กิ่งไม้ที่ร่วงหล่นทับถมอยู่บนพื้นเป็นเชื้อเพลิง และทำความเสียหายแก่ต้นไม้และสัตว์ป่าในบริเวณนั้น จึงมีการจัดตั้งหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมไฟป่าเกิดขึ้น การที่ใบไม้ร่วงหล่นลงมาสะสมอยู่บนพื้น จึงทำให้มีเศษใบไม้ทับถมอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งในใบไม้ทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วยสารหลายชนิด รวมทั้งสารประกอบเพคติน เศษใบไม้ที่ทับถมกันอยู่นั้นจะถูกย่อยสลายให้กลายเป็นอินทรีย์สารกลับลงสู่พื้นดินโดยจุลินทรีย์นานาชนิด ซึ่งมีความสามารถในการย่อยสารประกอบต่างกัน ดังนั้น จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคตินจึงมีบทบาทในการย่อยใบไม้ให้กลายเป็นอินทรีย์สารและการเพิ่มปริมาณอินทรีย์สารในดิน ปริมาณอินทรีย์สารจะสัมพันธ์กับความชื้นในดิน ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับโอกาสการเกิดไฟป่า โดยถ้ามีความชื้นในดินสูง โอกาสที่จะเกิดไฟป่าก็จะลดลง และยังเกี่ยวข้องกับการเจริญของพืชด้วย ถ้าจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคตินมีจำนวนลดลง ก็จะทำให้การหมุนเวียนของอินทรีย์สารกลับสู่ดินลดลง ซึ่งมีผลต่อการเจริญของพืชและยังเหนี่ยวนำให้เกิดไฟป่าได้ง่ายขึ้น ดังนั้น จึงมีการศึกษาว่าในการเกิดไฟป่าแต่ละครั้งจะมีผลกระทบต่อจุลินทรีย์ย่อยสลายเพคตินหรือไม่ เพื่อนำไปใช้พิจารณาการควบคุมไฟป่าต่อไป.

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคตินในบริเวณที่เกิดไฟป่า และไม่เกิดไฟป่า
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดินในบริเวณที่เกิดไฟป่า และไม่เกิดไฟป่า



## บทที่ 2

### บททวนเอกสาร

ไฟป่าหมายถึง ไฟที่เกิดขึ้นและลุกลามอย่างไม่มีขอบเขต ซึ่งจะเผาไหม้สิ่งที่เป็นเชื้อเพลิงตามธรรมชาติในป่า (David, 1959) ได้มีการจำแนกไฟป่าออกเป็น 3 ประเภทคือ

#### 1. Low or ground fires

ไฟป่าประเภทนี้จะมีการลุกลามไปตามพื้นดินเผาไหม้พืชเล็ก ๆ ที่ปกคลุมดิน เศษอินทรีย์วัตถุ กิ่งไม้ ซากต้นไม้ เปลวไฟอาจสูงถึง 0.5-1 เมตร อุณหภูมิขณะเผาไหม้พืชอาจสูงถึง 400 °ซ แต่ถ้าเป็นพวกเศษไม้แห้ง อาจสูงถึง 900 °ซ อัตราเร็วของการลุกลามของไฟประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับความเร็วลมในขณะนั้น โดยลมจะช่วยในการลุกลามของไฟ ความเร็วของไฟอาจเป็น 0.25-1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง แต่บางครั้งจะเพิ่มขึ้นเป็น 3-5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

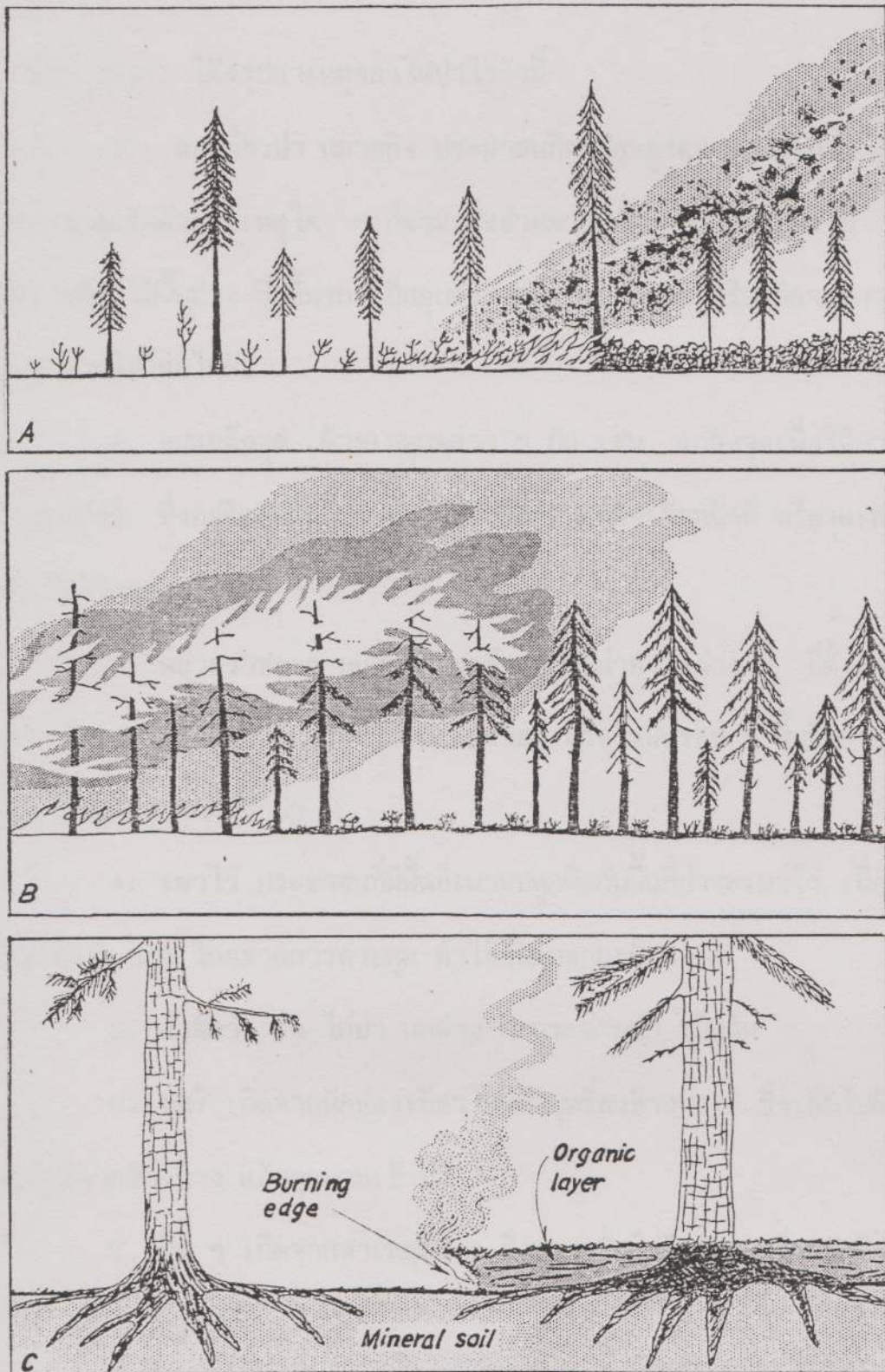
#### 2. High or "felling" fires

ไฟป่าประเภทนี้จะมีการลุกลามไปตามกิ่งไม้ พุ่มไม้เหนือพื้นดิน ความเร็วของการลุกลามขึ้นอยู่กับความเร็วลม อาจเร็วถึง 5.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อัตราการลุกลามของไฟประเภทนี้จะเร็วกว่าไฟที่ลุกลามไปตามพื้นดิน และอุณหภูมิที่เปลวไฟอาจสูงถึง 900 °ซ

#### 3. Underground or soil fires

ไฟป่าประเภทนี้จะลุกลามและเผาไหม้เศษใบไม้ กิ่งไม้ที่ทับถมกันเป็นชั้นอยู่ ชั้นดิน ในบางกรณีอาจไม่สามารถสังเกตเห็นการเกิดไฟประเภทนี้ แต่บางครั้งก็จะมีเปลวไฟ ปรากฏให้เห็นเล็กน้อย การลุกลามของไฟประเภทนี้ช้ามาก ปกติจะลุกลามได้หลายร้อยเมตร แต่ไม่เกิน 1 กิโลเมตรต่อวัน (Remezov และ Pogrebnyak, 1969)





รูปที่ 1. ประเภทของไฟป่า

A) Low or ground fires

B) High or "felling" fire

C) Underground or soil fires (David, 1959)

ศิริ (2531) ได้สรุปสาเหตุของไฟป่าไว้ดังนี้

1. คนเที่ยวป่า หมายถึง ประชาชนที่อาศัยอยู่รอบ ๆ พื้นที่ป่า และเดินทางเข้าไปในป่าช่วงฤดูแล้งด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม ซึ่งส่วนมากมักจะเข้าไปเก็บของป่า และจุดไฟเพื่อเผาวัชพืช หญ้า ไม้พื้นล่าง ซึ่งชั้นรก เป็นอุปสรรคต่อการเดินเท้า หรือเกิดจากการก่อองไฟเพื่อหุงต้ม แล้วจากไปโดยไม่ดับ
2. คนแก่งจุด ด้วยเหตุผลต่าง ๆ กัน เช่น แก่งจุดเพื่อให้ลามเข้าเรียกสวนหรือบ้านของคู่อริ ซึ่งอยู่ติดกับพื้นที่ป่า จุดไฟขึ้นเพื่อกลั่นแกล้งเจ้าหน้าที่ หรือจุดเล่นด้วยความดีคะนองมือ ไม่มีวัตถุประสงค์ใด ๆ
3. หน่วยราชการ หมายถึง ลูกจ้างของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติ โดยมากจะเกิดจากการจุดไฟเพื่อเผาขยะ หรือวัชพืชรอบ ๆ พื้นที่หน่วยงาน โดยขาดการควบคุม จนไฟลุกลามเข้าป่า
4. เผาไร่ ประชาชนที่มีพื้นที่เพาะปลูกติดกับพื้นที่ป่าจะเผาไร่ เพื่อกำจัดวัชพืช และเตรียมพื้นที่เพาะปลูก โดยขาดการควบคุม ทำให้ไฟลุกลามเข้าป่า
5. ล่าสัตว์ เช่น ไก่ป่า นกต่าง ๆ กระต่ายป่า เป็นต้น
6. บุหรี่ เกิดจากนักท่องเที่ยวโยนกันบุหรี่ลงข้างทาง ซึ่งเต็มไปด้วยหญ้าแห้ง ถ้าใช้เกิดไฟไหม้จากข้างทาง แล้วลุกลามเข้าป่า
7. อื่น ๆ เกิดจากสาเหตุอื่น ๆ ซึ่งบางครั้งไม่มีหลักฐานที่จะสืบหาฐานสาเหตุที่แท้จริงได้

การเกิดไฟป่าในบางครั้งได้ลุกลามเป็นบริเวณกว้าง และทำความเสียหายแก่สิ่งต่าง ๆ ในบริเวณนั้น เช่น ไฟป่าที่เกิดขึ้นทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา ในวันที่ 1-5 กันยายน 1881 ครอบคลุมพื้นที่ถึง 1,000,000 เอเคอร์ ซึ่งมีสาเหตุมาจากผู้ที่อพยพมาอยู่ใน



บริเวณนั้น และการทำป่าไม้รวมถึงการจุดไฟเพื่อให้แสงสว่าง ก่อนเกิดไฟป่าเป็นช่วงที่อากาศร้อน และแห้งแล้ง ไม่มีฝนตกเป็นเวลาหลายเดือน วันที่เกิดไฟป่ามีอากาศร้อน และมีลมพัดในบางครั้ง ป่าในบริเวณนั้นเป็นป่าสนแดงและสนขาว ซึ่งมี เฮมล็อก และไม้เนื้อแข็งอื่น ๆ ขึ้นปะปนอยู่ด้วย ไม้จำนวนมากจะถูกตัดก่อนการเกิดไฟป่า ซึ่งเป็นผลมาจากการทำไม้ (David, 1959)

การเกิดไฟป่าพบได้ในป่าหลายชนิด เช่น ป่าสน ป่าผลัดใบ โดยเฉพาะป่าผลัดใบพวก ป่าแดง ป่าแพะ หรือป่าเต็งรัง (Dry deciduous dipterocarpus forest) เป็นป่าที่พบมากในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย โดยคิดเป็นพื้นที่ถึง 47% ของพื้นที่ป่าทั้งหมด (Stoot, 1988) จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจในการศึกษาผลของการเกิดไฟป่าในป่าชนิดนี้

ลักษณะของป่าแดง ป่าแพะ หรือป่าเต็งรัง (ธวัชชัย, 2516)

ป่าชนิดนี้พบตามที่ราบหรือเนินเขา ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 100-600 เมตร ดินมักเป็นดินทราย และดินลูกรัง ซึ่งพบว่าการชะล้างและการถูกกัดเซาะอย่างรุนแรง ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยปีต่ำกว่า 1250 มิลลิเมตร ชนิดของพันธุ์ไม้ที่พบในป่าชนิดนี้ได้แก่ เต็ง (Shovea obtusa) รัง (Pentace siamesis) เหียง (Dipterocarpus obtusifolius) พลอง (Dipterocarpus tuberculatus) ประดู่ (Pterocarpus macrocarpus) มะขามป้อม (Phyllanthus emblica) ส่วนพืชชั้นล่างที่พบบ่อย ได้แก่ หนุ่ยเผือก หรือไม้เผือก (Arandinaria ciliata)

จากการศึกษาของ Stoot (1981) ได้รายงานว่า ป่าแดง ป่าแพะ หรือป่าเต็งรังนี้ มีการปรับตัวไฟป่าที่เกิดขึ้น โดยพืชหลักที่พบในป่านี้จะมีเปลือกหุ้มลำต้นหนา จึงสามารถเป็นฉนวนกั้นความร้อนจากไฟป่าได้อย่างดี แม้ว่าอุณหภูมิภายนอกขณะเกิดไฟป่าจะสูงถึง 350 °ซ แต่ก็ไม่สามารถทำให้อุณหภูมิในชั้นแคมเบียม (cambium layer) ของต้นไม้เพิ่มสูงขึ้นได้ นอกจากนี้



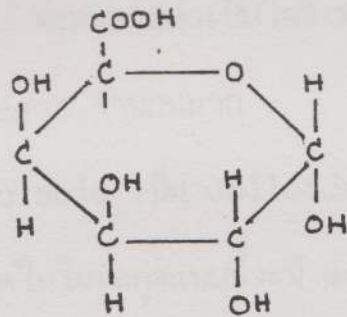
ที่รากพืชยังมีปลอกหุ้ม (root collars) อยู่ และมีตาอยู่ภายในจำนวนมาก และพบว่าหลังจากเกิดไฟป่าภายใน 1 เดือน ต้นอ่อนของเต็ง (*Shorea obtusa*) ก็จะมีงอกจากเมล็ดถึง 100% ดินในป่าชนิดนี้เป็นดินทราย ซึ่งจะเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดีให้กับรากพืช แม้ว่าอุณหภูมิที่ผิวดินขณะเกิดไฟป่าอาจสูงถึง 700 °C แต่อุณหภูมิที่ลึกลงไปใต้ดิน 5 ซม. จะต่ำกว่า 40 °C พืชชั้นล่างพวกหญ้า ไม้ขนาดเล็ก จะงอกต้นอ่อนจากส่วนที่ฝังอยู่ในดิน และไม่ใช่อันตรายจากความร้อนหลังจากไฟป่าสิ้นสุดลง รวมทั้งพบว่ามีพืชหลายชนิดที่เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากเกิดไฟป่าด้วย ดังนั้น Stoot จึงคิดว่าในป่าประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องตั้งหน่วยงานขึ้นมาควบคุมและระวังการเกิดไฟป่า

ในรายงานของ Stoot ไม่ได้กล่าวถึงผลของไฟป่าต่อจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งมีบทบาทในการย่อยสลายเศษพืชที่ทับถมเหนือพื้นดิน ให้กลายเป็นสารประกอบที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Alexander, 1977)

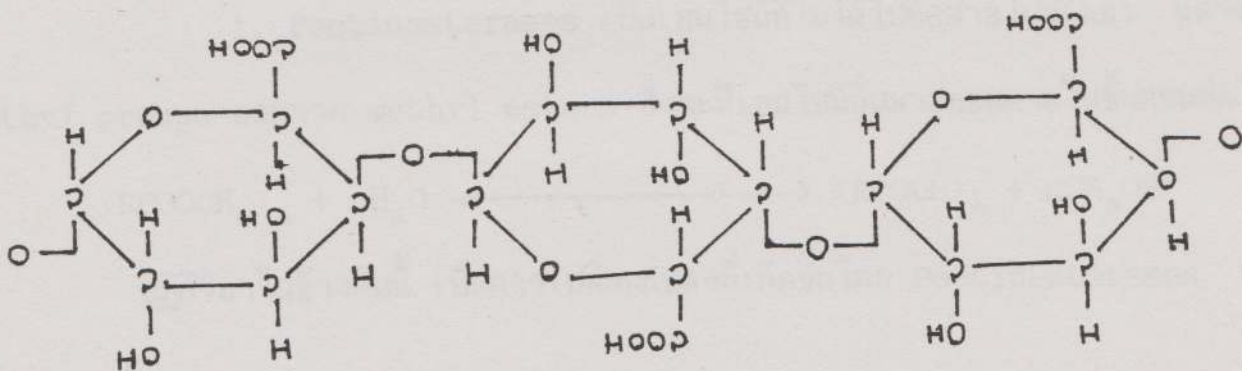
ในพืชประกอบไปด้วยสารต่าง ๆ มากมาย และมีเพคตินเป็นส่วนประกอบประมาณไม่เกิน 1% ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งในการสลายเศษพืชในกลายเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในดินนั้น ก็จะต้องมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยเพคตินร่วมด้วย

### สารประกอบเพคติน

สารประกอบเพคตินจะมีอยู่เป็นส่วนประกอบในพืชไม่มาก ปกติจะน้อยกว่า 1% ของน้ำหนักแห้ง แต่ก็มีความสำคัญกับโครงสร้างทางกายภาพของพืช ซึ่งจะพบสารประกอบเพคตินใน middle lamella และเนื้อเยื่อระหว่างเซลล์ ซึ่งจะมีความสำคัญในการเชื่อมเซลล์เข้าด้วยกัน ในผนังเซลล์ชุดที่ 1 และชุดที่ 2 จะมีเพคตินเป็นส่วนประกอบด้วย เพคตินเป็นคาร์โบไฮเดรตที่เป็น complex polysaccharide มีหน่วยของ galacturonic acid เชื่อมต่อเป็นสายยาว



รูปที่ 2. แสดงสูตรโครงสร้างของ galacturonic acid (Gray et al., 1977)



รูปที่ 3. แสดงลักษณะการต่อกันของ galacturonic acid เป็นสายโพลีเมอร์ (Gray et al., 1977)

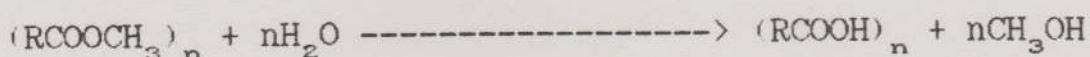
### สารเพคตินในธรรมชาติแบ่งออกเป็น 4 แบบ

1. Protopectin ไม่ละลายน้ำและเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์
2. Pectin จะละลายน้ำเป็นโพลีเมอร์ของกรดกาแลคตูโรนิก ซึ่งจะประกอบด้วย methyl ester linkages จำนวนมาก
3. Pectinic acid เป็น colloidal pectic substance ซึ่งมีกรดกาแลคตูโรนิกเป็นส่วนประกอบ แต่ในโมเลกุลแบบนี้จะมี methyl ester linkages น้อย
4. Pectic acid เป็นโพลีเมอร์ของกรดกาแลคตูโรนิกที่ละลายน้ำได้ แต่จะไม่มี methyl ester linkages

ในธรรมชาติ แบคทีเรีย ฟังไจ และแอคติโนมัยซีส สามารถไฮโดรไลซ์สารประกอบเพคตินได้ และใช้เป็นแหล่งคาร์บอนและพลังงาน เพื่อใช้ในการเจริญต่อไป ในดินโดยทั่วไปจะมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยเพคตินได้  $10^5 - 10^6$  เซลล์ต่อดิน 1 กรัม นอกจากนี้ยังพบว่ายังมีจำนวนมากในดินบริเวณรากพืชด้วย โดยพบแบคทีเรีย  $10^7$  เซลล์ในดิน 1 กรัม

เอนไซม์ที่สามารถย่อยสารประกอบเพคติน สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1. Pectinesterases เป็นเอนไซม์ที่ไม่ได้ไปตัดสายโพลีเมอร์ แต่จะย้าย methyl groups ออกจาก methyl esters ซึ่งจะมีเอนไซม์อื่นมาย่อยสลายในขั้นตอนต่อไป



ปฏิกิริยาในข้างต้นนี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดย Pectinesterases

2. เอนไซม์พวกที่ไฮโดรไลซ์โมเลกุลของเพคติน ซึ่งสามารถแบ่งย่อยต่อไป



Polymethylgalacturonase เอนไซม์ชนิดนี้จะสามารถไฮโดรไลซ์เมคตินได้ดีกว่ากรดเพคติน และ Polygalacturonase เป็นเอนไซม์ที่ไฮโดรไลซ์กรดเพคติกได้ดีกว่าเพคติน

3. เอนไซม์พวกที่สามารถทำให้เกิด trans-eliminative cleavage ในสายโพลีเมอร์ ซึ่งจะสามารถย่อยจนได้กรดกาแลคตุโรนิกเป็นผลขั้นสุดท้าย

เอนไซม์กลุ่มนี้สามารถแบ่งเป็น 2 แบบคือ

Pectin lyase ซึ่งสามารถตัดโพลีเมอร์ของเพคตินได้ดีกว่ากรดเพคติก และ

Pectate lyase สามารถตัดโพลีเมอร์ของกรดเพคติกได้ดีกว่าเพคติน

เอนไซม์ที่สลายโพลีเมอร์เหล่านี้จะสามารถตัดโพลีแซคคาไรด์นี้แบบสุ่ม ซึ่งจะจัดเป็น endo enzyme แต่ถ้าจะตัดจากปลายโมเลกุลก่อนจะจัดเป็น exo enzyme แต่เอนไซม์ที่มีส่วนสำคัญในการสลายสารประกอบเพคตินในพืชจะเป็นเอนไซม์ที่หลั่งออกภายนอกเซลล์

(extracellular enzymes) ในพวกสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวบางชนิดก็สามารถจะผลิตเอนไซม์ที่ใช้สลายสารประกอบเพคตินพวกนี้ได้ (Alexander, 1977)

ตารางที่ 1. จุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถสร้างเอนไซม์ที่ย่อยเพคตินได้ (Alexander, 1977)

Enzyme	Fungi		Bacteria
Polygalacturonase <sup>a</sup>	<u>Aspergillus</u>	<u>Penicillium</u>	<u>Bacillus</u>
	<u>Fusarium</u>	<u>Rhizoctonia</u>	<u>Erwinia</u>
	<u>Monilia</u>	<u>Rhizopus</u>	<u>Pseudomonas</u>
			<u>Xanthomonas</u>
Pectate lyase <sup>a</sup>	<u>Fusarium</u>		<u>Arthrobacter</u>
	<u>Geotrichum</u>		<u>Bacillus</u>
	<u>Rhizoctonia</u>		<u>Clostridium</u>
			<u>Corynebacterium</u>
			<u>Flavobacterium</u>
		<u>Pseudomonas</u>	
Polymethylgalacturonase <sup>b</sup>	<u>Aspergillus</u>	<u>Fusarium</u>	
	<u>Botrytis</u>	<u>Rhizoctonia</u>	
Pectin lyase <sup>b</sup>	<u>Aspergillus</u>	<u>Penicillium</u>	<u>Arthrobacter</u>
	<u>Fusarium</u>	<u>Rhizoctonia</u>	<u>Clostridium</u>
			<u>Corynebacterium</u>
			<u>Flavobacterium</u>
			<u>Micrococcus</u>
		<u>Xanthomonas</u>	
Pectin esterase	<u>Alternaria</u>		<u>Clostridium</u>
	<u>Fusarium</u>		<u>Pseudomonas</u>
		<u>Xanthomonas</u>	

<sup>a</sup> Endo or exo enzyme

<sup>b</sup> Only endo enzyme

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Tateishi และคณะ (1989) ได้ศึกษามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในบริเวณที่เกิดไฟฟ้าและไม่เกิดไฟฟ้า ในป่า สมนแดงพันธุ้ญี่ปุ่น โดยใช้ chloroform fumigation-incubation method พบว่า มวลชีวภาพของจุลินทรีย์จะลดลงตามความลึกของดินทั้งในบริเวณที่เกิดไฟฟ้าและไม่เกิดไฟฟ้า และมีความสัมพันธ์กับการลดลงของการหายใจในดิน และปริมาณสารอินทรีย์ตามความลึกของดิน และพบว่าดินในระดับเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 บริเวณ ดินในบริเวณที่เกิดไฟฟ้าจะมีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์น้อยกว่าบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า

Kazanskii (1931) อ้างโดย Remezov และ Pogrebnyak (1969) ได้รายงานว่า ขณะอุณหภูมิที่ผิวดินสูงถึง  $306.7-367.7^{\circ}\text{C}$  นั้น ในดินลึก 2.3 ซม. จะมีอุณหภูมิเพียง  $36-48.4^{\circ}\text{C}$  เมื่อเปรียบเทียบที่ความลึก 0.5 ซม. จากผิวดิน จะมีอุณหภูมิ  $47.4-227^{\circ}\text{C}$  และที่ความลึก 1 ซม. จะมีอุณหภูมิ  $50.5-75.8^{\circ}\text{C}$ .

Azmaiparashvili (1931) อ้างโดย Remezov และ Pogrebnyak (1969) ได้ศึกษาผลกระทบของไฟฟ้าต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดิน และความสามารถในการน้ำซึมผ่านได้ (water permeability) ของดินร่วนในป่าและภูเขา (loamy mountain-forest soil) ใน Transcaucasia พบว่าช่องว่างภายในดินจะลดลงหลังเกิดไฟฟ้า และไฟฟ้ายังเป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการอุ้มน้ำของดินลดลง

Gullisashvili (1931) อ้างโดย Remezov และ Pogrebnyak (1969) ได้ใช้ Panchner's densimeter ยืนยันว่าดินบริเวณผิวจะแน่นขึ้นหลังจากเกิดไฟฟ้า และพบว่าความหนาแน่นของดินหลังเกิดไฟฟ้าจะสูงกว่าดินบริเวณที่ไม่ถูกไฟฟ้าประมาณ 2.5 เท่า



## บทที่ 3

### วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน

- 1.1 ถังพลาสติก
- 1.2 ยางรัดของ
- 1.3 ซ้อนตักดิน
- 1.4 สว่านชุดดิน
- 1.5 ปากกาเลเบล
- 1.6 หลักไม้ไผ่สำหรับระบุตำแหน่งในบริเวณเก็บตัวอย่าง

#### 2. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการหาจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยเพคตินในดิน

- 2.1 อาหารฐานเพคติน (ภาคผนวก ก)
- 2.2 อุปกรณ์
  - 2.2.1 จานอาหารเลี้ยงเชื้อ
  - 2.2.2 ปิเปต จำนวน 1 มล.
  - 2.2.3 แท่งแก้วคนสาร
  - 2.2.4 แท่งแก้วสำหรับ spread plate
  - 2.2.5 ปีกเกอร์
  - 2.2.6 กระจกตวง
  - 2.2.7 ขวดแก้วรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.
  - 2.2.8 ขวดน้ำกลั่น

2.2.9 ตะเกียงแอลกอฮอล์

2.2.10 พีเอช มิเตอร์ (pH meter) ยี่ห้อ ORION RESEARCH Series 611

2.2.11 เครื่องชั่ง ยี่ห้อ OHAUS

2.2.12 เครื่องชั่งไฟฟ้า ยี่ห้อ Mettler P1200

### 2.3 สารเคมี

2.3.1 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 1 N

2.3.2 สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 1 N

2.3.3 สารละลาย lead acetate 10% (ภาคผนวก ก)

2.3.4 แอลกอฮอล์

## 3. อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ดิน

### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้วัด pH ของตัวอย่างดิน

3.1.1 พีเอช มิเตอร์ (pH meter) ยี่ห้อ ORION RESEARCH Series 611

3.1.2 เครื่องชั่ง ยี่ห้อ OHAUS

3.1.3 ปีกเกอร์

3.1.4 แท่งแก้วคนสาร

### 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปริมาณน้ำจากตัวอย่างดิน

3.2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้ายี่ห้อ Mettler P165

3.2.2 เครื่องอบดิน ยี่ห้อ LAB LTNE Imperial II Ser. No.1270

3.2.3 ถูกระดาษใส่ดินขณะอบ

3.2.4 ช้อนตักดิน

### 3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส

และโปแตสเซียม ในตัวอย่างดิน (ภาคผนวก ค)

#### วิธีการทดลอง

##### 1. การเลือกบริเวณเก็บตัวอย่างดิน

ในการเก็บตัวอย่างดินสำหรับการวิจัยครั้งนี้ จะเก็บดินจากบริเวณทางเข้าน้ำตก-มณฑลธาร จังหวัดเชียงใหม่ โดยห่างจากถนนทางขึ้นดอยสุเทพประมาณ 15 เมตร และสูงจากระดับน้ำทะเล 550 เมตร ลักษณะของดินโดยทั่วไปเป็นดินลูกรังที่มีก้อนหินขนาดต่าง ๆ ปะปนอยู่ บริเวณที่เก็บตัวอย่างนี้จะแบ่งเป็น 2 บริเวณคือ บริเวณที่เกิดไฟป่าและบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่า ซึ่งทั้ง 2 บริเวณนี้จะอยู่ติดกัน กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ของทั้ง 2 บริเวณ โดยใช้หลักไม้ไผ่ปักและเลเบลตำแหน่งเอาไว้ให้กระจายทั่วในแต่ละบริเวณ ๆ ละ 8 แห่ง ในการเก็บตัวอย่างดิน จะเก็บรอบ ๆ หลักไม้ไผ่ที่กำหนดไว้ ครั้งละ 1 จุด ซึ่งจะไม่ซ้ำกันในแต่ละครั้ง

##### 2. การเก็บตัวอย่างดิน

ในการเก็บตัวอย่างดิน จะเก็บทั้งหมด 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 วันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2533 ซึ่งเป็นเวลาหลังเกิดไฟป่า 1 วัน

ครั้งที่ 2 วันที่ 1 มีนาคม 2533 ซึ่งเป็นเวลาหลังเกิดไฟป่า 7 วัน

ครั้งที่ 3 วันที่ 23 มีนาคม 2533 ซึ่งเป็นเวลาหลังเกิดไฟป่า 30 วัน

ในการเก็บตัวอย่างดินแต่ละจุด รอบๆ หลักที่กำหนดนั้น จะเก็บดินเป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 บริเวณผิวดิน จะใช้ช้อนตักเศษใบไม้ และซีอิ๊วที่ปกคลุมบนดิน

ออกก่อน แล้วจึงใช้ช้อนตักดินบริเวณผิวดิน เก็บใส่ถุงพลาสติก และใช้ยางรัดปากถุงพร้อมทั้ง

เลเบลตำแหน่งที่เก็บ



ส่วนที่ 2 บริเวณดินลึก 10 ซม. จะชุดดินจุดที่เก็บตัวอย่างผิวดินให้ลึกลงไปประมาณ 10 ซม. แล้วตักเอาดินส่วนที่อยู่กันหลุมออกจนหมด เพื่อป้องกันการปะปนของดินจากระดับอื่น ใช้ช้อนชุดดินด้านข้างหลุมที่ระดับลึก 10 ซม. เก็บใส่ถุงพลาสติก รัดปากถุง และเลเบลตำแหน่งที่เก็บ

ส่วนที่ 3 ดินจากระดับผิวดินจนถึงระดับลึก 10 ซม. เก็บดินที่ได้จากการชุดหลุมเพื่อเก็บดินลึก 10 ซม. โดยจะใช้ช้อนผสมดินให้เข้ากันก่อนเก็บใส่ถุงพลาสติก รัดปากถุง พร้อมเลเบลตำแหน่งที่เก็บ

การเก็บตัวอย่างดินแต่ละครั้ง จะมีตัวอย่างดินทั้งหมด 48 ตัวอย่าง และดินใน ส่วนที่ 1 และ 2 จะนำไปหาจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยเพคตินที่ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และในดินส่วนที่ 3 จะนำไปวิเคราะห์หาค่า pH อินทรีย์วัตถุ ปริมาณน้ำในดิน ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) ในดินต่อไป

### 3. การหาจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยเพคตินในดิน

ชั่งตัวอย่างดิน 10 กรัม ใส่ลงไปในน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 90 มล. เขย่าให้เม็ดดินแตกและทำให้เจือจางจนถึงความเข้มข้น  $10^{-3}$  ใช้ปิเปตดูดสารละลายของดิน 0.1 มล. หยดบนอาหาร pectin agar และ spread plate ให้ทั่ว โดยทำ 3 ซ้ำต่อดิน 1 ตัวอย่าง นำไปบ่มที่อุณหภูมิประมาณ  $28^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 3-5 วัน เมื่อเห็นโคโลนีปรากฏบนผิวของอาหารชัดเจน จึงใช้สารละลาย lead acetate เข้มข้น 10% ราวบนผิวอาหาร เพื่อทดสอบว่าจุลินทรีย์โคโลนีใดสามารถย่อยเพคตินได้ โดยจะเห็นวงใสรอบโคโลนี และนับจำนวนโคโลนีที่ย่อยเพคตินได้ เลือกเชื้อจากโคโลนีที่สามารถย่อยเพคตินได้มาขย้อมสีกรัมและถ่ายภาพ

เมื่อทราบจำนวนจุลินทรีย์ในดิน แล้วจึงทำการคำนวณเปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนจุลินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงไป โดยใช้ T-test ที่ระดับ  $P < 0.05$  มีสูตรดังนี้ (ชัยวัฒน์, 2522)

$$t = \frac{\bar{d} - \Delta_0}{\frac{Sd}{\sqrt{n}}}, \text{ d.f.} = n-1$$

เมื่อ  $d = X_1 - X_2$

$$d = \frac{\sum d}{n} = \frac{\sum (X_1 - X_2)}{n}$$

$$Sd^2 = \frac{1}{n-1} \left[ \sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n} \right]$$

$n =$  จำนวนคู่

#### 4. การวิเคราะห์ดิน

##### 4.1 การวิเคราะห์ค่า pH ของตัวอย่างดิน

ชั่งดินตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ในน้ำกลั่น 25 มล. ใช้แท่งแก้วคนให้เม็ดดินแตก และรอจนกระทั่งดินตกตะกอนสักครู่ จึงใช้ pH meter วัด pH ของสารละลายส่วนบน

##### 4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำในตัวอย่างดิน

ชั่งดิน 5 กรัม ใส่ในถุงกระดาษแล้วชั่งน้ำหนัก เพื่อเป็นน้ำหนักก่อนอบ แล้วจึงนำไปอบที่ 75°C เป็นเวลา 3 วัน จดบันทึกน้ำหนักครั้งหลัง ถ้าหากน้ำหนักของดินไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อทำการชั่งอีกครั้งหนึ่ง ก็นำน้ำหนักดินที่จดบันทึกไว้มาคำนวณหาปริมาณน้ำในดินโดย

$$\text{ปริมาณน้ำในดิน (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักดินก่อนอบ} - \text{น้ำหนักดินหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักดินก่อนอบ (กรัม)}}$$

4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม  
ในตัวอย่างดิน (ภาคผนวก ค) โดยนำไปทำการวิเคราะห์ที่ ภาควิชาปฐพีศาสตร์ และอนุรักษ์-  
ศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่



## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 1. จำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคตินในดิน

จากการนำตัวอย่างดินมาหาจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคตินพบว่า ดินในบริเวณที่เกิดไฟป่าบริเวณผิวดิน (BS) และดินในบริเวณเกิดไฟป่าที่ระดับลึก 10 ซม. (BT) มีจำนวนสูงสุดที่เวลา 1 วันหลังเกิดไฟป่า และมีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 7 วัน และ 30 วัน หลังเกิดไฟป่าตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ในดิน 2 ระดับ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่าจะต่างกันในช่วง 1 วันหลังเกิดไฟป่า แต่หลังจากนั้นจะมีจำนวนใกล้เคียงกันในดินบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่าทั้งระดับผิวดิน (NBS) และระดับลึก 10 ซม. (NBT) จะมีจำนวนจุลินทรีย์สูงสุดในช่วง 1 วันหลังเกิดไฟป่า โดยดินที่ระดับผิวดินจะมีจำนวนจุลินทรีย์มากกว่าในดินลึก 10 ซม. และจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่เวลา 1 วัน และ 30 วันหลังเกิดไฟป่า ดังแสดงผลในตารางที่ 2 และรูปที่ 4

#### 2. ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบ

จุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคตินที่พบจากตัวอย่างดินส่วนใหญ่จะเป็นแบคทีเรีย ซึ่งแยกได้จากจานอาหารวุ้นเพคติน ตัวอย่างแบคทีเรีย (รูปที่ 5) มีเซลล์รูปแท่งสั้น และเป็นกรัมบวก แบคทีเรียกรัมลบ เซลล์รูปแท่ง (รูปที่ 6) แบคทีเรียกรัมลบ เซลล์รูปกลม (รูปที่ 7) แบคทีเรียกรัมบวก เซลล์เป็นรูปแท่งเรียงต่อกัน (รูปที่ 8) และแบคทีเรียกรัมลบ เซลล์รูปแท่งที่เรียงต่อกันเป็นสายยาว (รูปที่ 9)

### 3. pH ในดิน

จากการนำดินมาหาค่า pH ซึ่งแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 10 พบว่าดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) จะมี pH สูงในช่วง 1, 7 วันหลังเกิดไฟฟ้า และเมื่อเวลา 30 วันหลังเกิดไฟฟ้า ก็จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในดินบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) จะมี pH เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสูงสุดที่ 30 วันหลังเกิดไฟฟ้า และเมื่อเปรียบเทียบ pH ในดิน 2 บริเวณ ก็พบว่ามีความใกล้เคียงกันที่เวลา 1 วันหลังเกิดไฟฟ้า

### 4. ปริมาณน้ำในดิน

เมื่อนำดินตัวอย่างมาหาปริมาณน้ำในดิน (ตารางที่ 4 และรูปที่ 11) พบว่าดินบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) จะมีปริมาณน้ำในดินสูงกว่าดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) ทั้ง 2 บริเวณ จะมีการลดลงของปริมาณน้ำในดินต่ำสุดในเวลา 7 วันหลังเกิดไฟฟ้า และเพิ่มสูงขึ้นในเวลา 30 วันหลังเกิดไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำในดินพบว่าจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะเวลา 7 วันหลังเกิดไฟฟ้า

### 5. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

จากการหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) จะมีสูงกว่าบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) โดยดินบริเวณเกิดไฟฟ้าจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุดในช่วง 1 วันหลังเกิดไฟฟ้า แต่ก็ไม่แตกต่างจากรยะ 7 วัน และ 30 วัน ส่วนดินในบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้าจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่จะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบดินทั้ง 2 บริเวณพบว่า ในเวลา 1 วันหลังเกิดไฟฟ้า จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุไม่แตกต่างกัน และจะแตกต่างกันในเวลา 7 วัน และ 30 วันหลังเกิดไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 5 และ รูปที่ 12



## 6. ปริมาณไนโตรเจนในดิน

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของไนโตรเจนจะเหมือนกับการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์วัตถุในดิน คือในบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่า (NB) จะมีปริมาณไนโตรเจนสูงกว่าบริเวณที่เกิดไฟป่า (B) โดยในบริเวณที่เกิดไฟป่าจะมีปริมาณไนโตรเจนลดลงเรื่อย ๆ แต่ในบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่าจะมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งทั้งใน 2 บริเวณจะมีปริมาณไนโตรเจนหลังเกิดไฟป่า 1 วัน ไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากนั้นจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 6 และรูปที่ 13.

## 7. ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน

การเปลี่ยนแปลงของฟอสฟอรัส ดังตารางที่ 7 และรูปที่ 14 พบว่าในบริเวณที่เกิดไฟป่า (B) จะมีฟอสฟอรัสสูงสุดในช่วงหลังเกิดไฟป่า 7 วัน โดยพบว่าจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในช่วงหลังเกิดไฟป่า 1 วัน และ 7 วัน และบริเวณไม่เกิดไฟป่า (NB) มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดหลังเกิดไฟป่า 30 วัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสในดิน 2 บริเวณพบว่า ในช่วงหลังเกิดไฟป่า 7 วัน และ 30 วัน ปริมาณ ฟอสฟอรัสจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

## 8. ปริมาณโปตัสเซียมในดิน

โปตัสเซียมในบริเวณที่เกิดไฟป่า (B) จะมีปริมาณสูงสุดในเวลาหลังเกิดไฟป่า 7 วัน ส่วนบริเวณไม่เกิดไฟป่า (NB) จะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงสุดหลังเกิดไฟป่า 30 วัน ทั้ง 2 บริเวณมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปตัสเซียมหลังเกิดไฟป่า 1 7 และ 30 วัน แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปตัสเซียมทั้ง 2 บริเวณ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 8 และรูปที่ 15.



ตารางที่ 2. จำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคตินในดินบริเวณต่าง ๆ ที่ระยะเวลาหลังเกิด  
ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1, 7 และ 30 วัน

บริเวณ	จำนวน ( $\times 10^4$ โคโลนี/ดิน 1 กรัม)			บริเวณ	จำนวน ( $\times 10^4$ โคโลนี/ดิน 1 กรัม)		
	1 วัน	7 วัน	30 วัน		1 วัน	7 วัน	30 วัน
B <sub>1</sub> S	7.3	1.7	0.3	B <sub>1</sub> T	7.3	4.0	1.0
B <sub>2</sub> S	14.0	4.0	0.6	B <sub>2</sub> T	6.0	5.7	0.6
B <sub>3</sub> S	38.0	4.3	2.7	B <sub>3</sub> T	13.7	4.3	2.3
B <sub>4</sub> S	20.3	5.3	0	B <sub>4</sub> T	8.0	7.3	3.3
B <sub>5</sub> S	8.0	-	0.6	B <sub>5</sub> T	9.3	5.3	3.3
B <sub>6</sub> S	41.3	5.0	0.3	B <sub>6</sub> T	23.7	5.7	1.0
B <sub>7</sub> S	28.7	8.0	0	B <sub>7</sub> T	10.0	4.0	1.0
B <sub>8</sub> S	16.3	5.3	2.7	B <sub>8</sub> T	6.3	5.7	1.3
เฉลี่ย*	21.7 <sup>a</sup>	4.8 <sup>b</sup>	0.9 <sup>d</sup>	เฉลี่ย	10.5 <sup>e</sup>	5.3 <sup>b</sup>	1.7 <sup>dg</sup>
NB <sub>1</sub> S	78.0	1.0	14.3	NB <sub>1</sub> T	6.7	2.3	0.3
NB <sub>2</sub> S	40.7	4.3	0.6	NB <sub>2</sub> T	1.3	2.3	0.3
NB <sub>3</sub> S	41.0	2.0	2.3	NB <sub>3</sub> T	41.3	3.0	0.6
NB <sub>4</sub> S	22.7	2.0	5.7	NB <sub>4</sub> T	17.3	3.0	1.0
NB <sub>5</sub> S	0.3	0.7	2.3	NB <sub>5</sub> T	15.7	2.0	1.7
NB <sub>6</sub> S	45.3	5.7	1.3	NB <sub>6</sub> T	3.3	8.0	1.0
NB <sub>7</sub> S	34.0	1.3	4.7	NB <sub>7</sub> T	16.3	3.3	2.0
NB <sub>8</sub> S	23.7	4.0	4.3	NB <sub>8</sub> T	-	2.7	1.3
เฉลี่ย*	35.7 <sup>a</sup>	2.6 <sup>ef</sup>	4.4 <sup>f</sup>	เฉลี่ย*	14.6 <sup>e</sup>	2.3 <sup>c</sup>	1.0 <sup>g</sup>

ดินในบริเวณที่เกิดไฟฟ้าบริเวณผิวดิน จะแสดงในผลการทดลองแทนด้วย BS

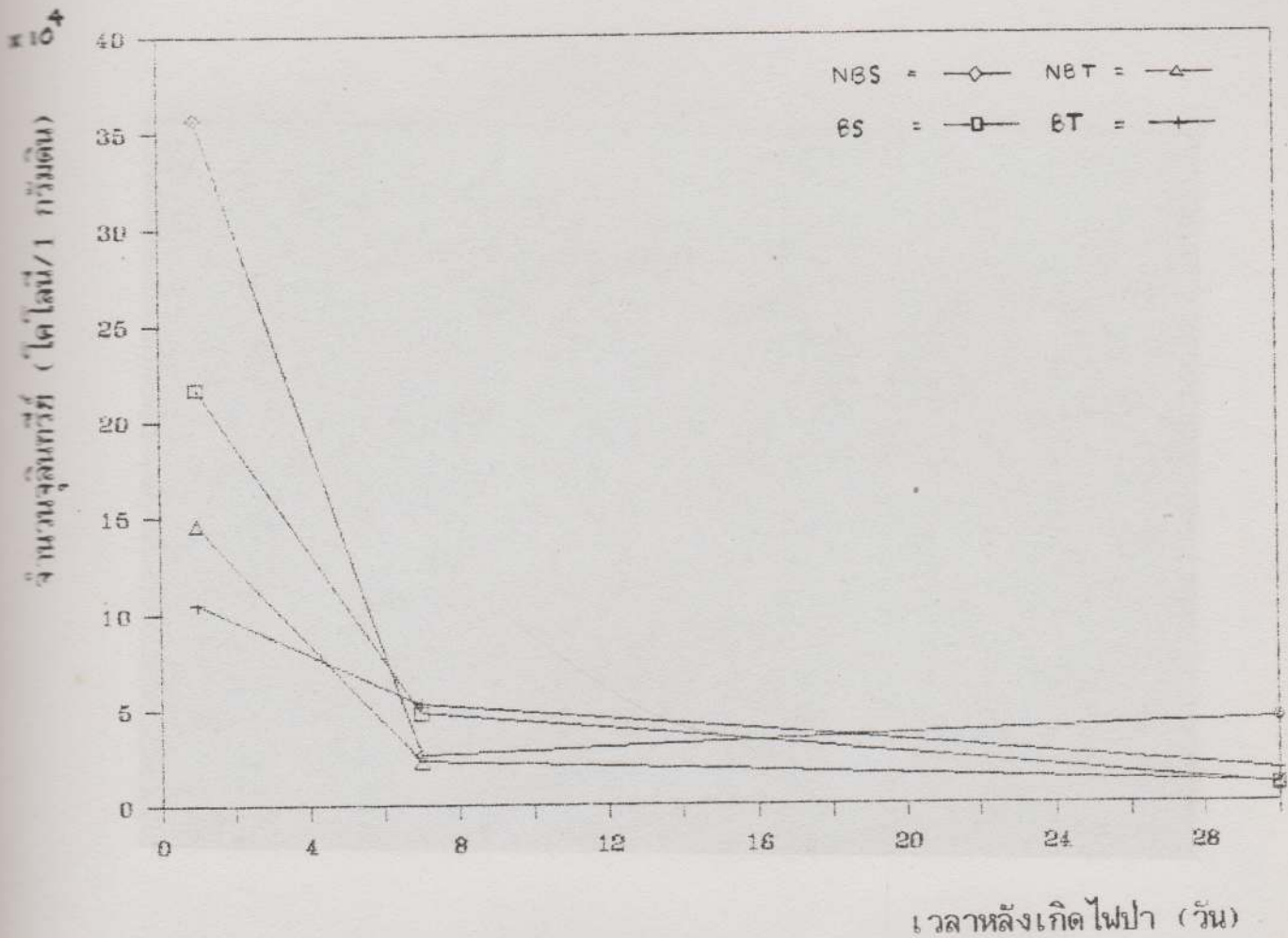
ดินในบริเวณที่เกิดไฟฟ้าบริเวณลึก 10 ซม. จะแสดงในผลการทดลองแทนด้วย BT

ดินในบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้าบริเวณผิวดิน จะแสดงในผลการทดลองแทนด้วย NBS

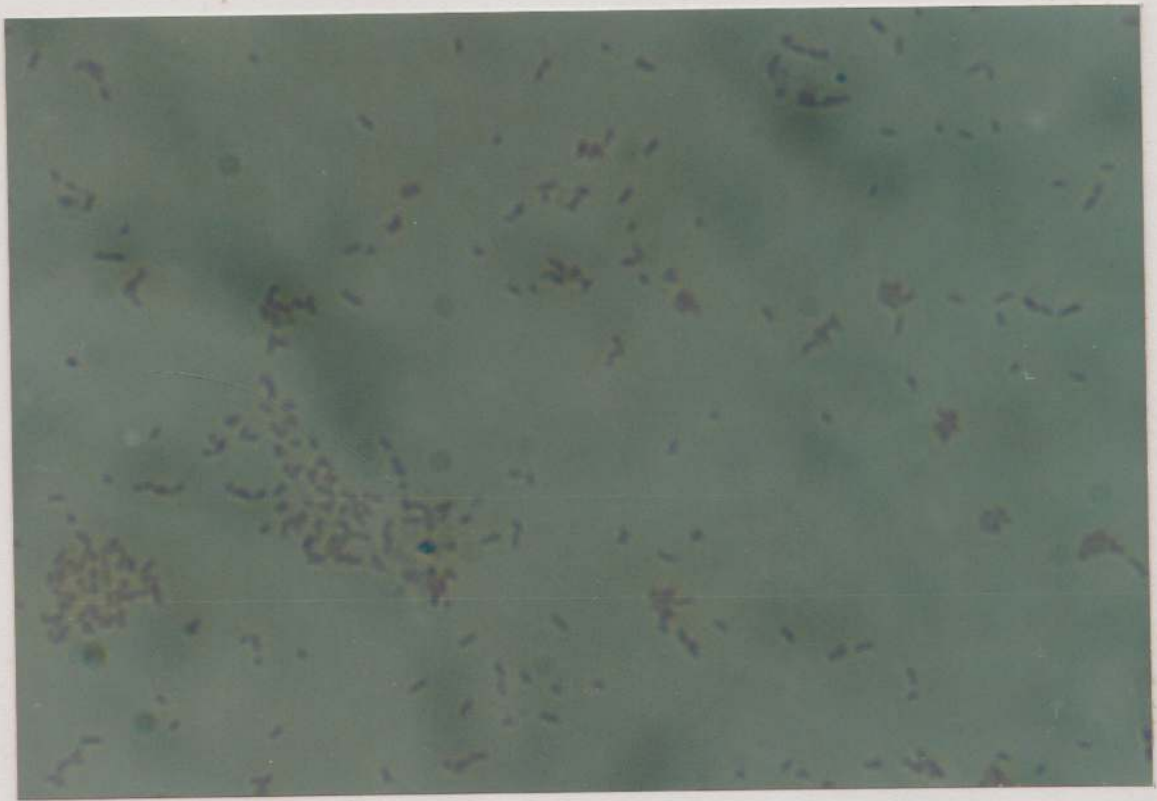
ดินในบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้าบริเวณลึก 10 ซม. จะแสดงในผลการทดลองแทนด้วย NBT

\* ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติด้วย T-test

จะใช้อักษรที่ต่างกันแสดงอยู่เหนือค่านั้น (P < 0.05)

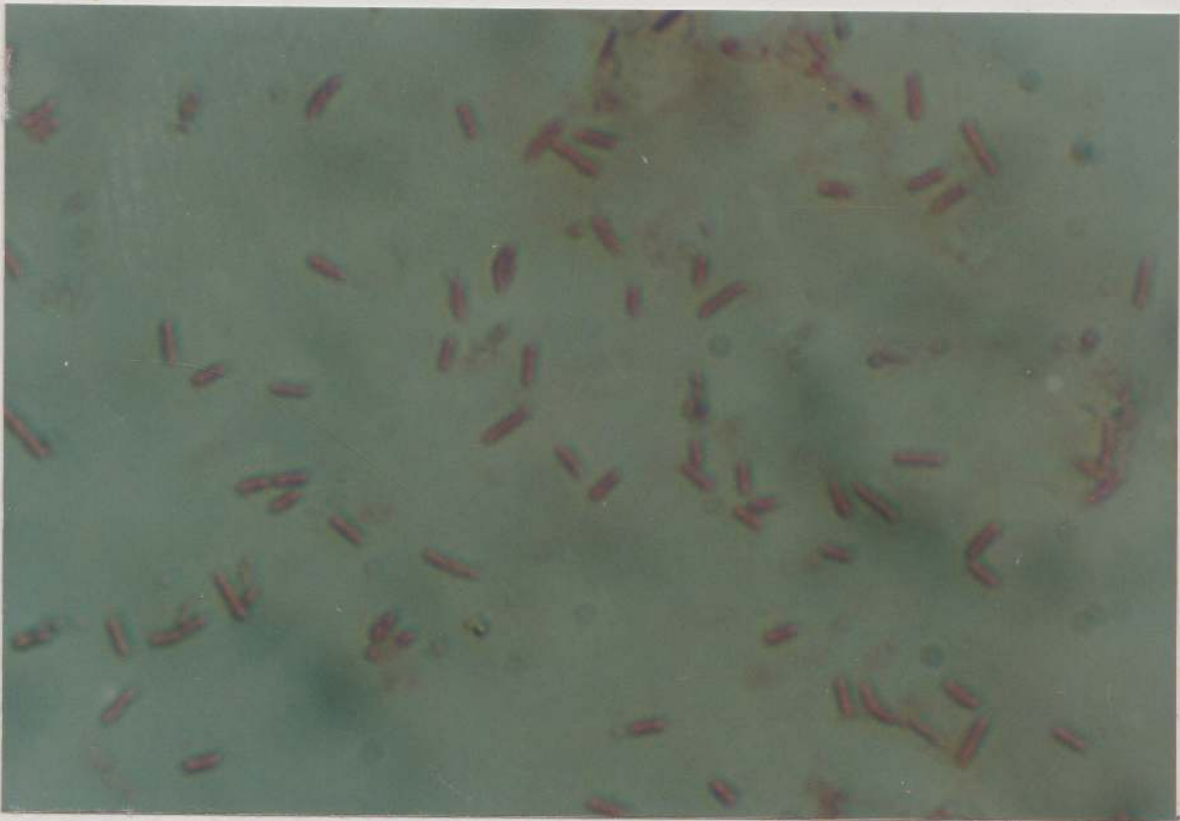


รูปที่ 4. การเปลี่ยนแปลงจำนวนเฉลี่ยของจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายเพคติน (โคโลนี/1 กรัมดิน) ในดินบริเวณต่าง ๆ ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟป่า 1,7 และ 30 วัน

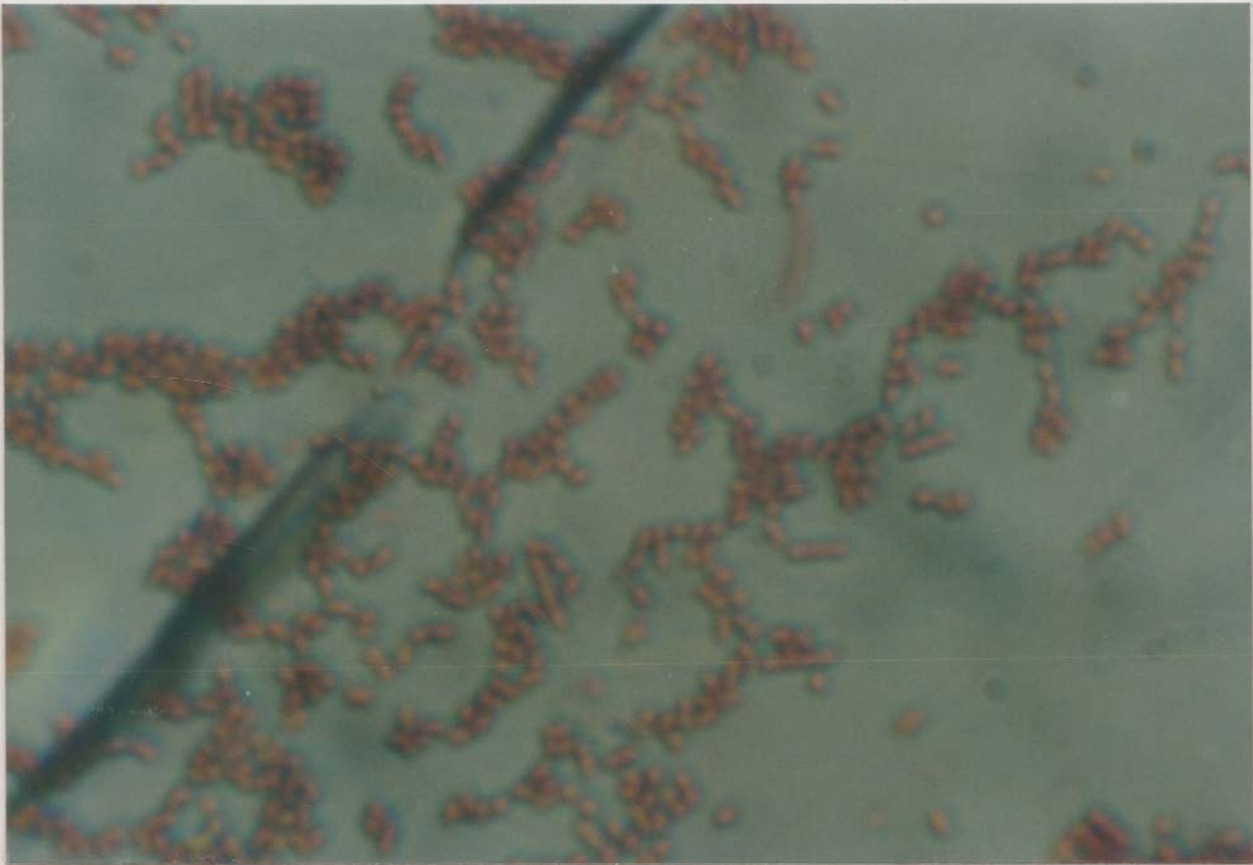


รูปที่ 5. แบคทีเรียกรั่มบวกที่สามารถย่อยสลายเพคตินจากตัวอย่างดิน  
ลักษณะเซลล์เป็นรูปแท่งสั้น





รูปที่ 6. แบคทีเรียแกรมลบที่สามารถย่อยสลายเพคตินจากตัวอย่างดิน  
ลักษณะเซลล์เป็นรูปแท่ง



รูปที่ 7. แบคทีเรียกรัมลบที่สามารถย่อยสลายเพคตินจากตัวอย่างดิน  
ลักษณะ เซลล์ เป็นรูปกลม



รูปที่ 8. แบคทีเรียกรัมบวกที่สามารถย่อยสลายเพคตินจากตัวอย่างดิน  
ลักษณะเซลล์เป็นรูปแท่งเรียงต่อกัน



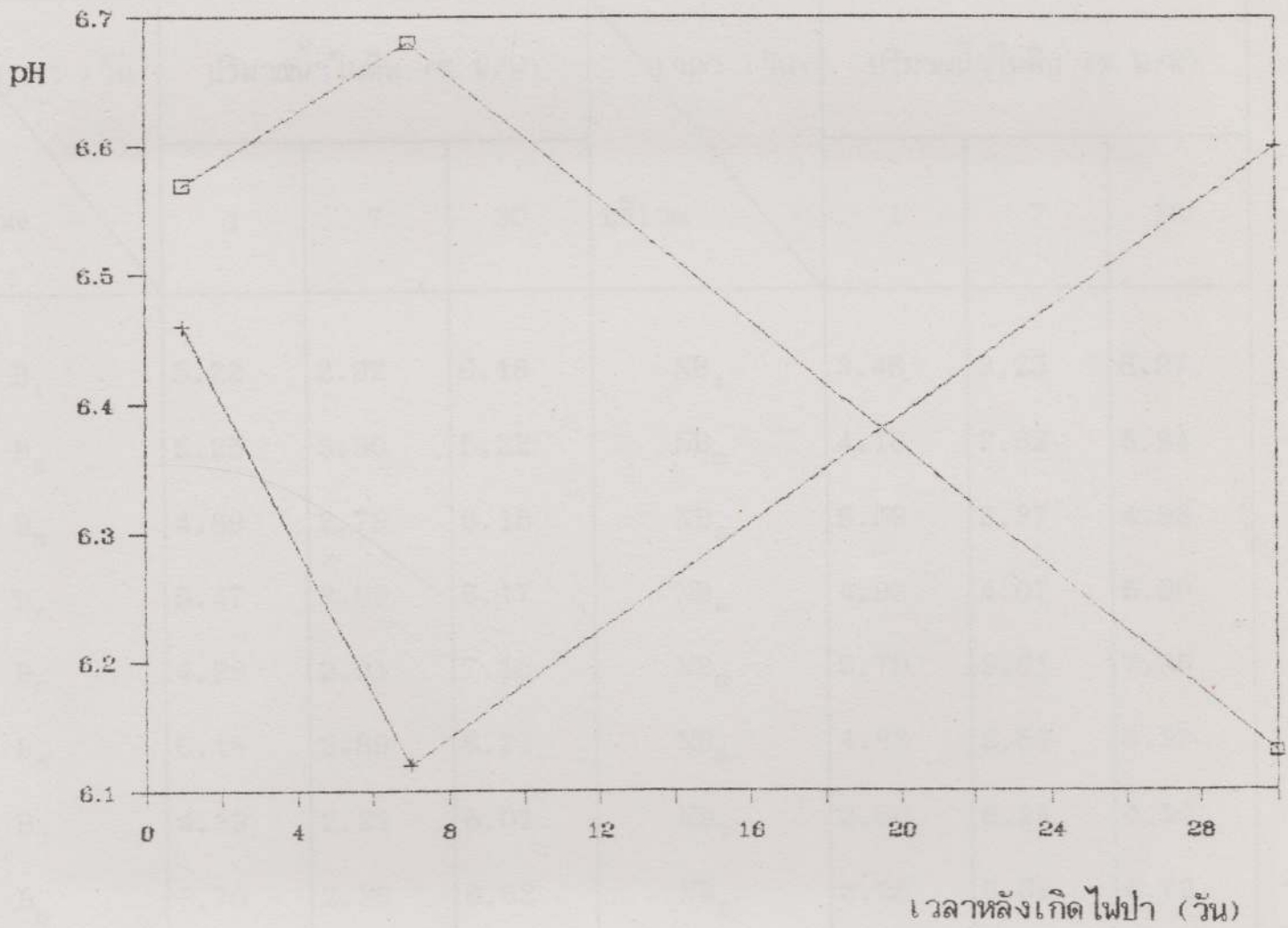


รูปที่ 9. แบคทีเรียกรัมลบที่สามารถย่อยสลายเพคตินจากตัวอย่างดิน ลักษณะเซลล์  
เป็นรูปแท่งเรียงต่อกันคล้ายโซ่

ตารางที่ 3. การเปลี่ยนแปลง pH ของดินในบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1, 7 และ 30 วัน

เวลา (วัน)	pH			เวลา (วัน)	pH		
	1	7	30		1	7	30
บริเวณ				บริเวณ			
B <sub>1</sub>	6.20	5.77	6.18	NB <sub>1</sub>	6.60	6.71	6.68
B <sub>2</sub>	6.28	6.25	6.30	NB <sub>2</sub>	6.50	5.84	6.40
B <sub>3</sub>	6.50	6.34	6.10	NB <sub>3</sub>	6.42	4.95	6.47
B <sub>4</sub>	6.87	7.20	6.02	NB <sub>4</sub>	6.54	6.00	6.47
B <sub>5</sub>	6.80	6.88	5.96	NB <sub>5</sub>	6.23	6.20	6.46
B <sub>6</sub>	6.40	6.88	5.85	NB <sub>6</sub>	6.43	6.43	6.85
B <sub>7</sub>	6.55	7.26	6.23	NB <sub>7</sub>	6.50	6.50	7.03
B <sub>8</sub>	6.96	6.90	6.44	NB <sub>8</sub>	6.46	6.38	6.47
เฉลี่ย*	6.57 <sup>ac</sup>	6.68 <sup>a</sup>	6.13 <sup>b</sup>	เฉลี่ย*	6.46 <sup>c</sup>	6.12 <sup>d</sup>	6.60 <sup>e</sup>

\* ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติด้วย T-test จะใช้อักษรที่ต่างกันแสดงอยู่บนค่านั้น (P < 0.05)



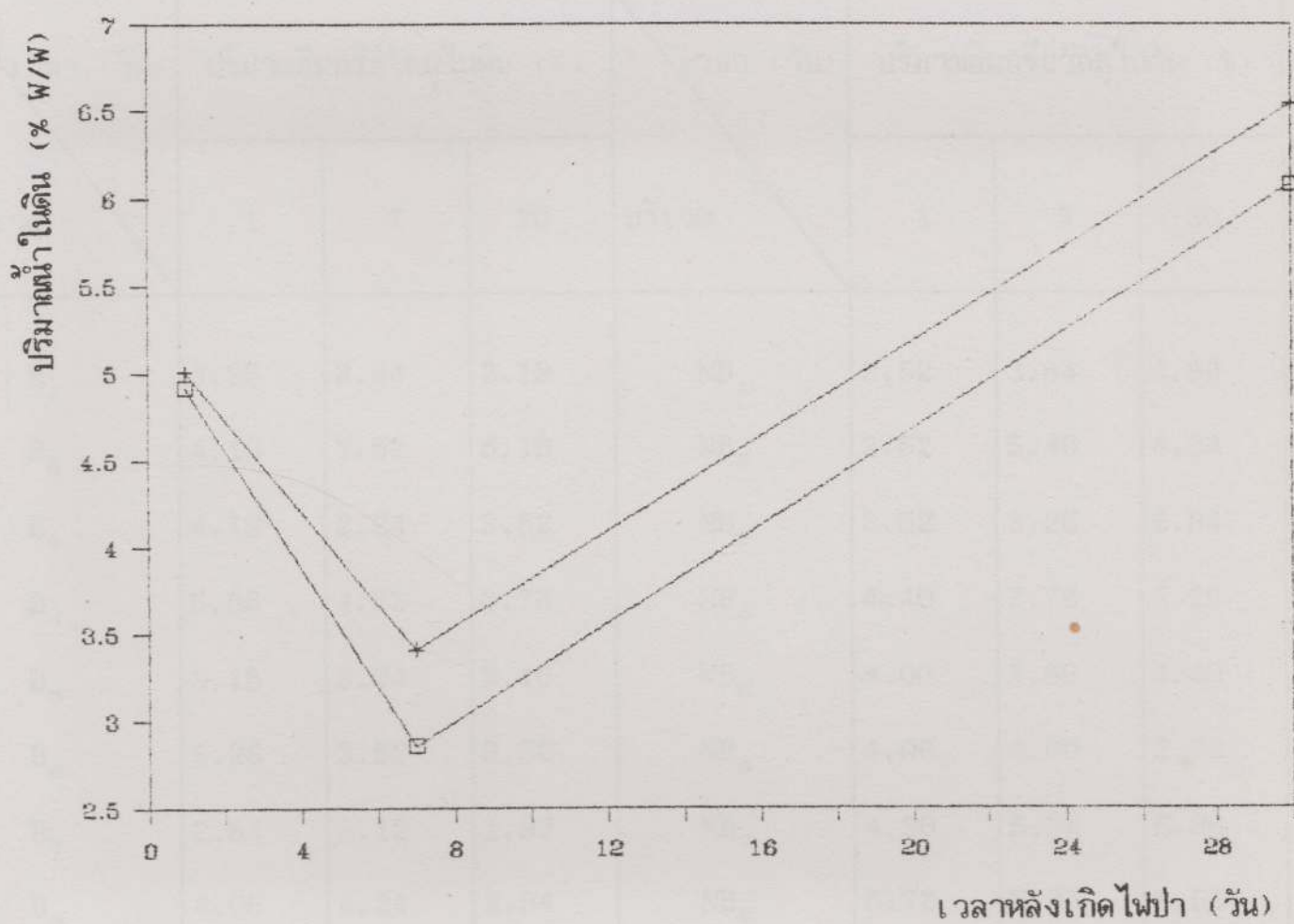
รูปที่ 10. การเปลี่ยนแปลง pH ในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า ( —□— ) และไม่เกิดไฟฟ้า ( —+— ) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1, 7 และ 30 วัน



ตารางที่ 4. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1, 7 และ 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณน้ำในดิน (% W/W)			เวลา (วัน)	ปริมาณน้ำในดิน (% W/W)		
	1	7	30		1	7	30
บริเวณ				บริเวณ			
B <sub>1</sub>	5.22	2.92	6.18	NB <sub>1</sub>	3.46	3.25	6.97
B <sub>2</sub>	5.25	3.30	5.22	NB <sub>2</sub>	4.18	3.62	5.94
B <sub>3</sub>	4.89	2.79	6.15	NB <sub>3</sub>	5.59	3.37	4.96
B <sub>4</sub>	5.47	3.62	5.17	NB <sub>4</sub>	4.93	4.07	5.96
B <sub>5</sub>	4.29	2.91	7.18	NB <sub>5</sub>	5.79	3.61	7.35
B <sub>6</sub>	6.18	2.89	6.21	NB <sub>6</sub>	4.83	2.56	6.33
B <sub>7</sub>	4.33	2.21	6.01	NB <sub>7</sub>	3.60	8.24	4.30
B <sub>8</sub>	3.70	2.36	6.62	NB <sub>8</sub>	3.25	6.62	5.72
เฉลี่ย*	4.92 <sup>a</sup>	2.87 <sup>b</sup>	6.09 <sup>c</sup>	เฉลี่ย*	5.01 <sup>a</sup>	3.41 <sup>d</sup>	6.54 <sup>c</sup>

\* ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติด้วย T-test จะใช้อักษรที่ต่างกันแสดงอยู่บนค่านั้น (P < 0.05)



รูปที่ 11. การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินบริเวณที่เกิดไฟป่า ( —□— ) และไม่เกิดไฟป่า ( —+— ) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟป่า 1,7 และ 30 วัน

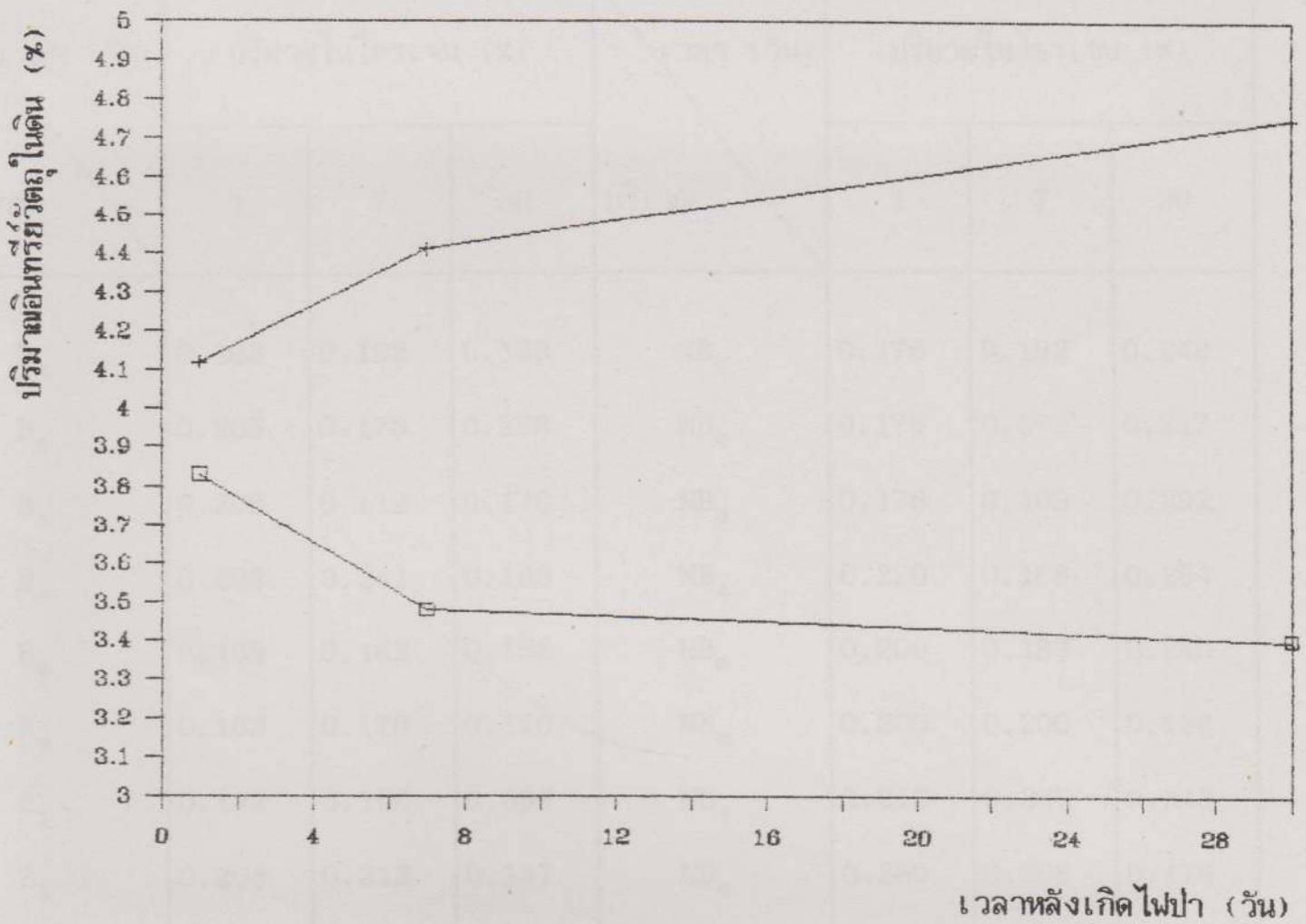
ตารางที่ 5. การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1, 7 และ 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%)			เวลา (วัน)	ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (%)		
	1	7	30		1	7	30
บริเวณ				บริเวณ			
B <sub>1</sub>	3.26	3.84	3.19	NB <sub>1</sub>	3.52	3.84	4.98
B <sub>2</sub>	4.10	3.52	5.16	NB <sub>2</sub>	3.52	5.46	4.34
B <sub>3</sub>	4.12	2.24	3.52	NB <sub>3</sub>	3.52	3.26	5.84
B <sub>4</sub>	5.86	4.82	3.78	NB <sub>4</sub>	4.40	3.76	5.28
B <sub>5</sub>	3.18	3.24	3.16	NB <sub>5</sub>	4.00	3.66	4.40
B <sub>6</sub>	3.26	3.52	3.52	NB <sub>6</sub>	4.00	4.00	2.72
B <sub>7</sub>	2.84	3.12	1.92	NB <sub>7</sub>	4.30	5.34	6.96
B <sub>8</sub>	4.06	4.24	2.94	NB <sub>8</sub>	5.72	5.96	3.52
เฉลี่ย*	3.83 <sup>a</sup>	3.56 <sup>a</sup>	3.40 <sup>a</sup>	เฉลี่ย*	4.12 <sup>ab</sup>	4.41 <sup>b</sup>	4.75 <sup>b</sup>

\* ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติด้วย T-test

จะใช้อักษรที่ต่างกันแสดงอยู่บนค่านั้น (P < 0.05)



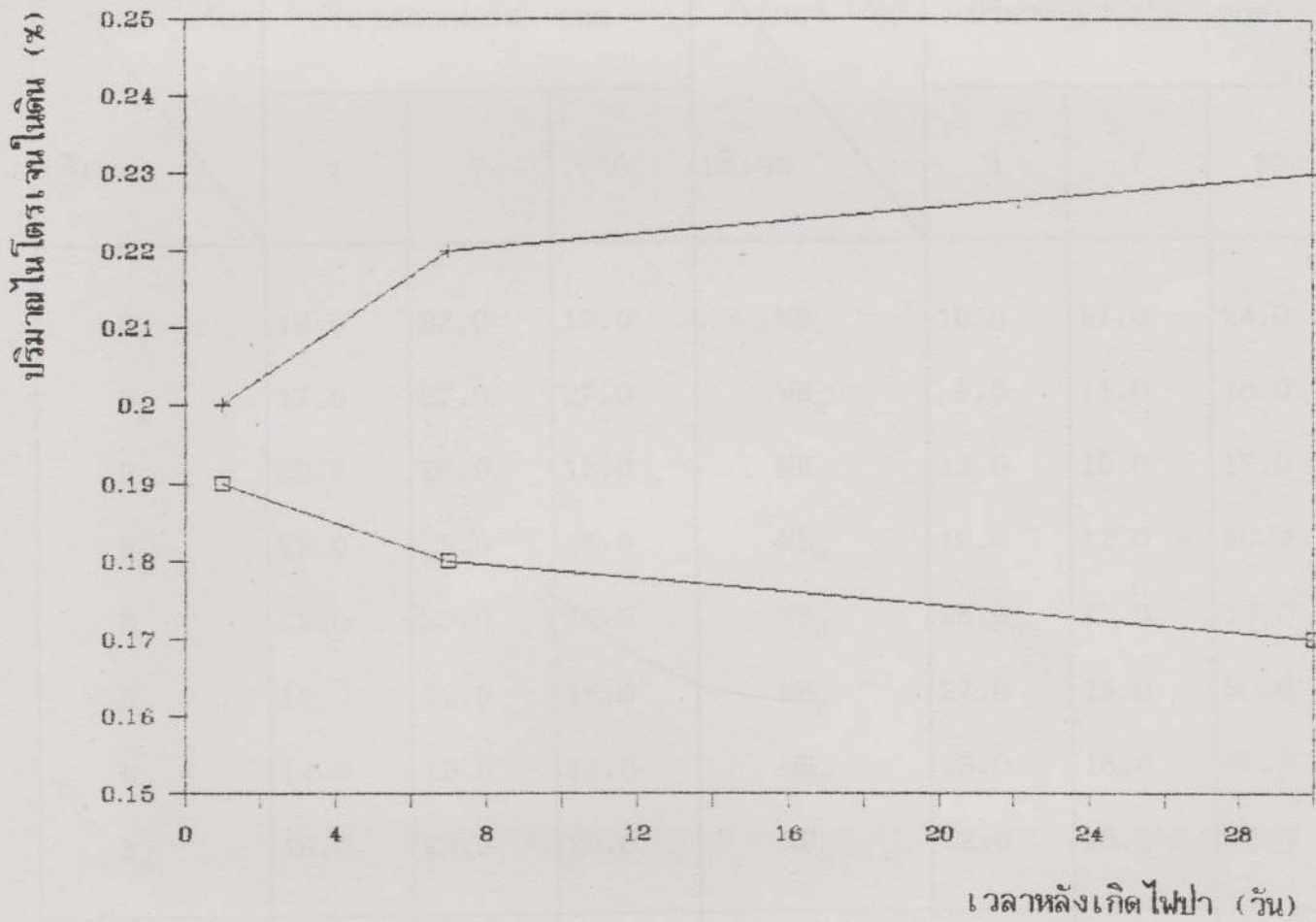


รูปที่ 12. การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (—□—) และ  
ไม่เกิดไฟฟ้า (—+—) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1,7 และ 30 วัน

ตารางที่ 6. การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1, 7 และ 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณไนโตรเจน (%)			เวลา (วัน)	ปริมาณไนโตรเจน (%)		
	1	7	30		1	7	30
B <sub>1</sub>	0.163	0.192	0.159	NB <sub>1</sub>	0.176	0.192	0.249
B <sub>2</sub>	0.205	0.176	0.258	NB <sub>2</sub>	0.176	0.273	0.217
B <sub>3</sub>	0.206	0.112	0.176	NB <sub>3</sub>	0.176	0.163	0.292
B <sub>4</sub>	0.293	0.241	0.189	NB <sub>4</sub>	0.220	0.188	0.264
B <sub>5</sub>	0.159	0.162	0.158	NB <sub>5</sub>	0.200	0.183	0.220
B <sub>6</sub>	0.163	0.176	0.176	NB <sub>6</sub>	0.200	0.200	0.136
B <sub>7</sub>	0.142	0.156	0.096	NB <sub>7</sub>	0.215	0.267	0.348
B <sub>8</sub>	0.203	0.212	0.147	NB <sub>8</sub>	0.286	0.298	0.176
เฉลี่ย*	0.19 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	0.17 <sup>a</sup>	เฉลี่ย*	0.20 <sup>ab</sup>	0.22 <sup>b</sup>	0.23 <sup>b</sup>

\* ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติด้วย T-test จะใช้อักษรที่ต่างกันแสดงอยู่บนค่านั้น (P < 0.05)



รูปที่ 13. การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า ( —□— ) และ ไม่เกิดไฟฟ้า ( —+— ) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1,7 และ 30 วัน

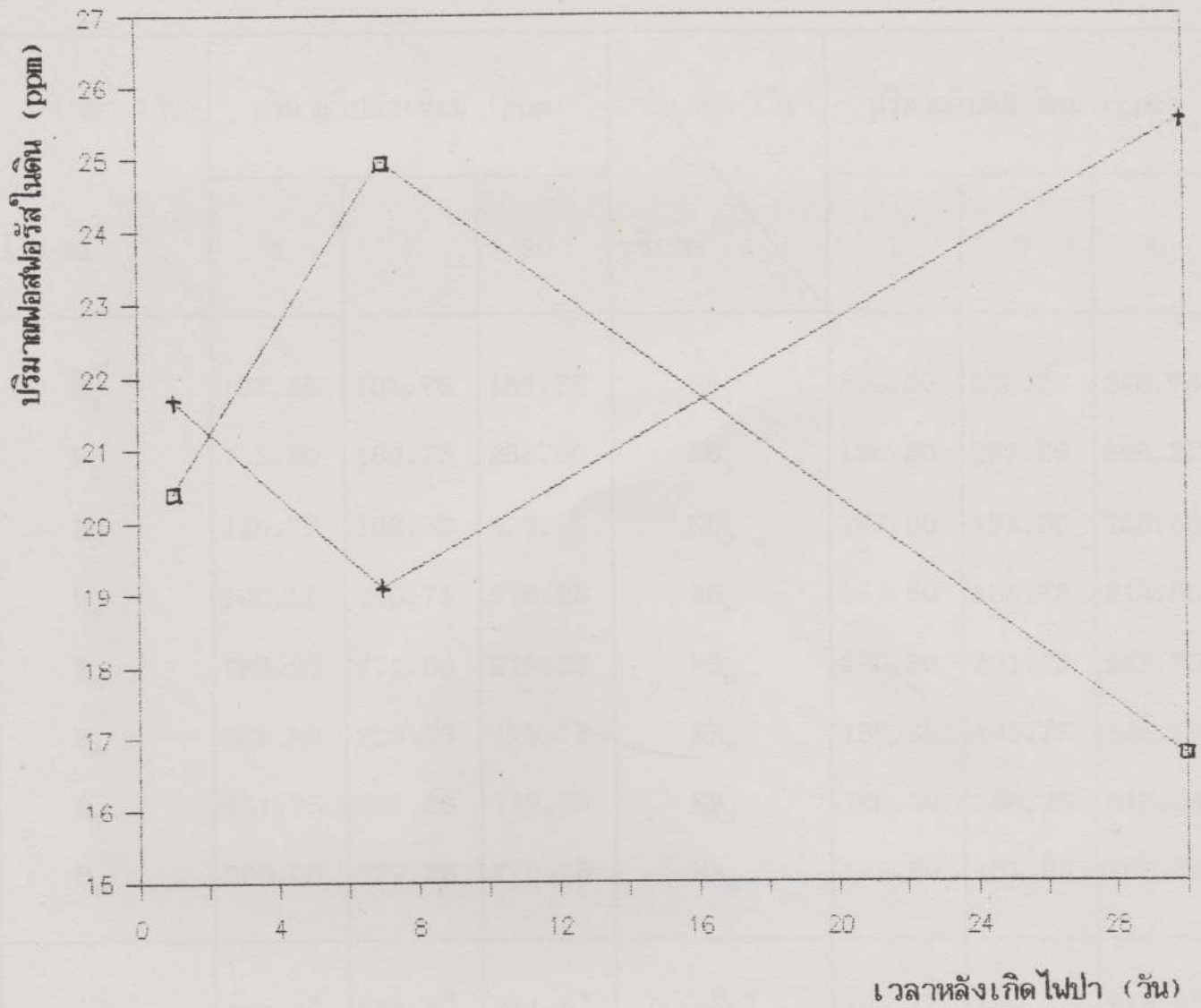


ตารางที่ 7. การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1,7 และ 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณฟอสฟอรัส (ppm)			เวลา (วัน)	ปริมาณฟอสฟอรัส (ppm)		
	บริเวณ	1	7		30	บริเวณ	1
B <sub>1</sub>	19.0	32.0	13.0	NB <sub>1</sub>	16.0	37.0	24.0
B <sub>2</sub>	17.0	27.0	27.0	NB <sub>2</sub>	9.5	11.0	18.0
B <sub>3</sub>	32.5	26.0	13.0	NB <sub>3</sub>	13.0	15.0	17.0
B <sub>4</sub>	23.0	32.0	15.0	NB <sub>4</sub>	19.0	12.0	20.0
B <sub>5</sub>	23.0	23.0	18.0	NB <sub>5</sub>	28.0	23.0	19.0
B <sub>6</sub>	19.0	12.0	15.0	NB <sub>6</sub>	27.0	19.0	30.0
B <sub>7</sub>	14.0	19.0	13.0	NB <sub>7</sub>	39.0	18.0	60.0
B <sub>8</sub>	16.0	29.0	20.0	NB <sub>8</sub>	22.0	18.0	17.0
เฉลี่ย *	20.4 <sup>ba</sup>	25.0 <sup>ac</sup>	16.5 <sup>be</sup>	เฉลี่ย *	21.7 <sup>b</sup>	19.1 <sup>cd</sup>	25.6 <sup>ed</sup>

\* ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติด้วย T-test

จะใช้อักษรที่ต่างกันแสดงอยู่บนค่านั้น (P < 0.05)



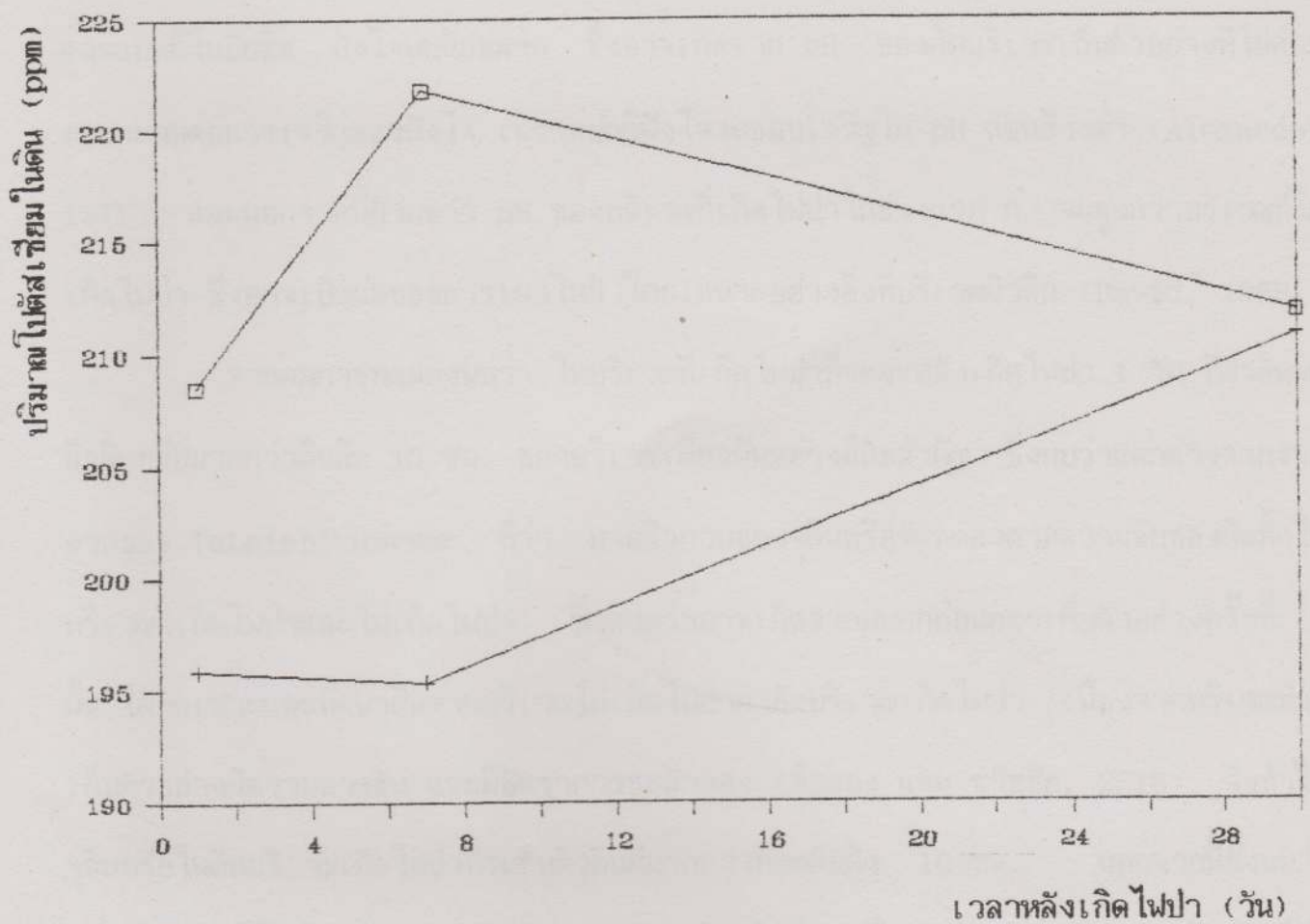
รูปที่ 14. การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า ( —□— ) และ ไม่เกิดไฟฟ้า ( —+— ) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1, 7 และ 30 วัน

ตารางที่ 8. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของ โปตัสเซียมในดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า (B) และบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า (NB) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟฟ้า 1, 7 และ 30 วัน

เวลา (วัน)	ปริมาณโปตัสเซียม (ppm)			เวลา (วัน)	ปริมาณโปตัสเซียม (ppm)		
	1	7	30		1	7	30
บริเวณ				บริเวณ			
B <sub>1</sub>	157.25	103.75	186.75	NB <sub>1</sub>	260.00	238.25	246.75
B <sub>2</sub>	112.50	180.75	283.00	NB <sub>2</sub>	196.50	237.25	206.25
B <sub>3</sub>	128.75	196.00	133.75	NB <sub>3</sub>	257.00	154.50	188.00
B <sub>4</sub>	300.25	246.75	178.25	NB <sub>4</sub>	191.50	188.75	214.00
B <sub>5</sub>	289.25	271.50	219.25	NB <sub>5</sub>	230.50	201.75	213.75
B <sub>6</sub>	268.00	229.75	173.75	NB <sub>6</sub>	153.50	195.25	246.00
B <sub>7</sub>	151.75	267.25	149.50	NB <sub>7</sub>	160.50	196.25	216.00
B <sub>8</sub>	260.00	179.25	270.75	NB <sub>8</sub>	119.50	151.25	155.50
เฉลี่ย*	208.5 <sup>a</sup>	221.8 <sup>a</sup>	211.8 <sup>a</sup>	เฉลี่ย*	196.1 <sup>a</sup>	195.4 <sup>a</sup>	210.8 <sup>a</sup>

\* ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อทดสอบทางสถิติด้วย T-test จะใช้อักษรที่ต่างกันแสดงอยู่บนค่านั้น (P < 0.05)





รูปที่ 15. การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปแตสเซียมในดินบริเวณที่เกิดไฟป่า ( —□— ) และ ไม่เกิดไฟป่า ( —+— ) ที่ระยะเวลาหลังเกิดไฟป่า 1, 7 และ 30 วัน

ด้วยปริมาณอินทรีย์วัตถุยังมีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน โดย โมเลกุลของน้ำจะเกาะอยู่รอบ ๆ อินทรีย์วัตถุ (Wilde, 1958) ดังนั้น ถ้าอินทรีย์วัตถุในดินลดลง ความสามารถในการเก็บน้ำของดินก็จะลดลงด้วย

นอกจากนี้ปริมาณน้ำในดินที่ลดลงในบริเวณที่เกิดไฟป่า เมื่อเทียบกับบริเวณที่ไม่เกิดไฟ อาจมาจากสาเหตุที่ดินมีการอัดตัวแน่นขึ้นเพราะผลของไฟป่า (Gulisashvii, 1931) อ้างโดย Remezov et al., 1969) จึงทำให้ช่องว่างในดินลดลง ดินจึงเก็บน้ำได้น้อยลง เมื่อความชื้นในดินลดลงเช่นนี้ก็จะมีผลทำให้ไฟป่าสามารถเกิดขึ้นในบริเวณนั้นได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตาม ถ้ามีเศษใบไม้แห้งทับถมอยู่มาก ๆ ก็จะเป็นเชื้อเพลิงที่ดีในการลุกลามของไฟ จึงทำให้เกิดไฟไหม้อย่างรุนแรง ดังนั้น ถ้าไฟป่าแต่ละครั้งเผาไหม้เศษใบไม้ที่เป็นเชื้อเพลิงให้ลดลง ก็อาจจะเป็นประโยชน์ในการป้องกันไม่ให้เกิดไฟป่ารุนแรงในครั้งต่อ ๆ ไป

จากรูปที่ 4. จะเห็นว่าในการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์ในบริเวณต่าง ๆ จะลดลงมาก อาจเป็นเพราะปริมาณน้ำในดินที่ลดต่ำลงมาก (จากรูปที่ 11) ซึ่งคาดว่าจะมีผลต่อความอยู่รอดของจุลินทรีย์ และพบอีกว่าในดินครั้งที่ 3 จำนวนจุลินทรีย์จากบริเวณต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะลดลง อาจเป็นเพราะน้ำในดินมีมาก จนทำให้ปริมาณอากาศในดินลดลง ซึ่งเกิดจากน้ำไปขังในช่องระหว่างเม็ดดินโดยแทนที่อากาศ และจะมีผลต่อจุลินทรีย์พวกที่ใช้อากาศ แต่ในบริเวณที่ระดับผิวดินของส่วนที่ไม่เกิดไฟนั้น จุลินทรีย์ยังได้รับอากาศ เพราะในบริเวณนี้จะสัมผัสกับอากาศอยู่แล้ว และดินก็ไม่แน่น เนื่องจากผลของไฟจึงทำให้จุลินทรีย์เจริญและเพิ่มจำนวน แต่ก็ไม่แตกต่างจากครั้งที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ

จากการที่ pH ในดินบริเวณเกิดไฟป่าเพิ่มสูงขึ้น ในช่วง 1 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับดินบริเวณที่ไม่เกิดไฟป่าอย่างมีนัยสำคัญ ก็อาจเนื่องมาจากผลของการเผาไหม้ที่เกิดจากไฟป่า (David, 1959) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทุกช่วงอย่างมีนัยสำคัญใน

ทั้ง 2 บริเวณ ซึ่งคาดว่าเกิดจากการแตกตัวของธาตุต่าง ๆ จากแร่ธาตุในบริเวณนั้นลงสู่ดินตามปกติ แต่จากตารางที่ 8 พบว่าปริมาณโปตัสเซียมเมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 2 บริเวณ พบว่าไม่ต่างกัน ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าไฟฟ้าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของธาตุนี้ในดิน ซึ่งจะต่างจากผลของ (David, 1959) โดย David พบว่าหลังไฟฟ้าจะมีปริมาณโปตัสเซียมเพิ่มขึ้น เนื่องจากการปลดปล่อยธาตุต่าง ๆ ลงสู่พื้นดิน การที่บริเวณที่ศึกษาไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของโปตัสเซียม อาจเนื่องมาจากธาตุโปตัสเซียมในรูปของแร่ในบริเวณนั้นอาจมีน้อย เมื่อเกิดไฟฟ้าจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลง

จากการวิจัยครั้งนี้ ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเพียง 3 ครั้ง ภายในเวลา 1 เดือน หลังเกิดไฟฟ้าเท่านั้น แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จึงยังไม่ชัดเจน จึงควรจะมีการศึกษาผลของไฟฟ้าในระยะยาวต่อไป และคาดว่าจากผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการจัดการเกี่ยวกับไฟฟ้า เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ต่อไป.



## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลกระทบของไฟฟ้าต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายพดดิน โดยเปรียบเทียบจากดินบริเวณที่เกิดไฟฟ้า และดินในบริเวณที่ไม่เกิดไฟฟ้า พบว่าไฟฟ้าจะทำให้จุลินทรีย์ที่ย่อยสลายพดดินในบริเวณผิวดินมีจำนวนลดลง ส่วนจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินลึก 10 ซม. จะไม่ได้รับผลกระทบจากไฟฟ้าที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ไฟฟ้ายังมีผลทำให้ pH ของดินสูงขึ้น ส่วนปริมาณน้ำในดิน อินทรีย์วัตถุ และไนโตรเจน จะเปลี่ยนแปลงโดยมีปริมาณลดลง

## เอกสารอ้างอิง

- จำลอง เฟื่องคล้าย และ ธวัชชัย สันติสุข. 2516. พฤษศาสตร์ป่าไม้เบื้องต้น. กรุงเทพฯ :  
โรงพิมพ์การศาสนา.
- ชัยวัฒน์ ปัญจพงศ์. 2522. ชีวสถิติ ตอนที่ 2 สถิติภาคอนุมาน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ถวิล ครุฑกุล. 2512. คู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์.
- ศิริ อัครฉัตร. 2531. ควบคุมไฟป่า. ฝ่ายควบคุมไฟป่า กองจัดการป่าไม้ กรมป่าไม้.
- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology" New York : John  
Wiley and Sons.
- David, K.P. 1959. Forest Fire : Control and Use. New York : McGraw-  
Hill Book Company, Inc.
- Gray, T. R. and S.T. Williams. 1977. Soil micro-organisms. Hong Kong :  
The Hong Kong Printing Press.
- Remezov, N.P. and P.S. Pogrebnyak. 1969. Forest soil science.  
Jelusalem : IPSI Press.
- Stoot, P. 1988. "Savanna forest and seasonal fire in South East Asia".  
Plant Today. Nev-Dec. 196-199.

Tateishi, T., T. Horikoshi, H. Tsubota, and F. Takahashi. 1989.

"Application of the chloroform fumigation-incubation method to the estimation of soil microbial biomass in burned and unburned Japanese red pine forests". FEMS Microbiology Ecology, 62, 163-172.

Wilde, S.A. 1958. Forest Soil. New York : John Wiley and Sons.



## ภาคผนวก ก

### อาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายทดสอบ

#### 1. Pectin agar : ทดสอบการย่อยเพคติน

Pectin	0.5	g.
$K_2HPO_4$	0.05	g.
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0.01	g.
NaCl	0.02	g.
$CaCl_2$	0.02	g.
$FeCl_2$	0.001	g.
Yeast extract	0.1	g.
Distilled water	1	l.
Agar	15.0	g.
pH	7	

ต้มส่วนผสมทั้งหมดจนกระทั่งละลายเข้ากันดีแล้ว จึงนำไปฆ่าเชื้อที่ 15 ปอนด์/นิ้ว<sup>2</sup>

เป็นเวลา 15 นาที

#### 2. Lead acetate solution : ทดสอบการย่อยเพคติน

Lead acetate	10	g.
น้ำกลั่น	100	ml.

## ภาคผนวก ข

### สีช้อม

#### สีสำหรับช้อมกรัม

##### 1. crystal violet stain

crystal violet	0.5	g.
น้ำกลั่น	100	ml.

##### 2. decolourizer

95% ethanol	250	ml.
acetone	250	ml.

##### 3. gram iodine solution

iodine	1.0	g.
potassium iodine	2.0	g.
น้ำกลั่น	300	ml.

##### 4. safranin O solution

safranin O	2.5	g.
ethanol	100	ml.

## ภาคผนวก ค

### การเตรียมสารเคมีและการวิเคราะห์

#### 1. การหาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) โดยวิธี Black and Walkley method สารเคมีที่ใช้

##### 1. Standard 0.5 N $K_2Cr_2O_7$ solution

ละลาย 24.5167 gm.  $K_2Cr_2O_7$  ที่อบที่ 105-110°C นาน 2 ชั่วโมง ใน  
น้ำกลั่น ทำให้เป็นปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

##### 2. 0.5 N $FeSO_4$ solution

ละลาย 139.0 gm.  $FeSO_4$  หรือ 196.1 gm.  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$   
ในน้ำกลั่น 500 มล. ที่ผสมกรด  $H_2SO_4$  20 มล.

##### 3. Conc. $H_2SO_4$ 96%

##### 4. O-phenanthroline ferrous sulfate indicator

ละลาย 0.74 gm. O-phenanthroline และ 0.35 gm. ferrous  
sulfate ในน้ำกลั่น 50 มล.

#### วิธีการหา

##### Black and Walkley method (modified)

ซึ่งดินที่อบแห้งบดละเอียด 0.5 มม. หนัก 0.5-0.2 กรัม (ซึ่งละเอียดขนาด  
0.001 gm.) ใส่ลงใน erlenmeyer flask 250 มล. ใช้ pipet ตูด  $K_2Cr_2O_7$   
0.5 N ใส่ลงไป 10 มล. พยายามให้ปิเปตแตะกับก้นฟลาสต์มากที่สุด เพื่อไม่ให้น้ำยากระ-  
เด็นขึ้นมารอบฟลาสต์ เติมกรดกำมะถันเข้มข้นลงไป 10 มล. โดยรินจาก cylinder ให้



กรดน้อย ๆ ไหลลงตามขอบพลาสติก พร้อมกับหมุนพลาสติกไปรอบ ๆ ซ้ำ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาและความร้อนสม่ำเสมอโดยตลอด ปล่อยให้ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 15 มล. หยด indicator ลงไป 3 หยด ไตเตรตทันทีด้วย ferrous sulfate จนสีของ soil suspension เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลปนแดง ถ้าหากไตเตรตเกิน end point ให้เติม  $K_2Cr_2O_7$  ลงไป 1 มล. แล้วไตเตรตต่อไปจนได้ end point จดปริมาณ น้ำยา dichromate และ ferrous sulfate ที่ใช้

ทำ Blank โดยใช้ dichromate 10 มล. ดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างดิน

ปริมาณ dichromate ที่ถูก reduced ควรจะอยู่ระหว่าง 2-8 มล. ถ้าหากใช้ dichromate น้อยกว่า 2 มล. ก็ควรทำใหม่โดยเพิ่มน้ำหนักตัวอย่างอีกเท่าตัว หรือถ้าใช้ dichromate มากกว่า 8 มล. ก็ควรทำใหม่โดยลดน้ำหนักดินลดลงครึ่งหนึ่ง

#### การคำนวณ

สมมติว่าชั่งดินตัวอย่างมา A กรัม ใช้  $K_2Cr_2O_7$  N normal B มล. ทั้ง blank และตัวอย่างดิน สำหรับ blank ใช้ ferrous sulfate C มล. และตัวอย่างใช้เพียง D มล. ก็ถึง end point

ดินตัวอย่าง A กรัม ใช้  $FeSO_4$  ในการไตเตรตไดโครเมตที่เกินมา D มล.

ดังนั้น oxidizable matter ในดิน A กรัม มีกำลังเท่ากับ  $FeSO_4$  C-D มล.

จาก Blank,  $FeSO_4$  C ml. = B ml. of N normal  $K_2Cr_2O_7$

ดังนั้น oxidizable matter =  $\frac{B (C-D)}{C}$  ml. of N normal  $K_2Cr_2O_7$

$$= \frac{B (C-D)}{C} \times \frac{N}{1000} \text{ equivalent}$$

แต่ 1 g. eq. carbon =  $\frac{12}{4}$  = 3 กรัม

ดังนั้น ดิน A กรัม มี organic carbon =  $\frac{3 BN (C-D)}{1000 C}$  กรัม

แต่ด้วยมี recovery percentage 77% และ oxidizable matter มี organic carbon 58%

ดิน A กรัม มี oxidizable matter =  $\frac{3 \times 100 \times 100 \times BN (C-D)}{1000 \times 77 \times 58C}$  กรัม

ดิน 100 กรัม มี oxidizable matter =  $\frac{3 \times 100 \times 100 BN (C-D) \times 100}{1000 \times 77 \times 58AC}$  กรัม

$$= \frac{0.6717 \times BN (C-D)}{AC} \text{ กรัม}$$

ดินนี้มีอินทรีย์วัตถุ

$$= \frac{0.6717 BN (C-D)}{AC} \%$$

AC

## 2. ปริมาณไนโตรเจนในดิน

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีอยู่ประมาณ 5% ของอินทรีย์วัตถุในดิน (ถวิล, 2512) ดังนั้น จึงประมาณปริมาณไนโตรเจนในดินจากสูตร

$$\text{ปริมาณไนโตรเจนในดิน (\%)} = \text{ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (\%)} \times 0.05$$

## 3. การหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินโดยวิธี Bray II

### 1. Extracting solution

Bray II 0.1 N HCl 0.03 N  $\text{NH}_4\text{F}$  pH 1.5

### 2. 2.5% ammonium molybdate in 3 N HCl

ละลาย 25 กรัม แอมโมเนียมโมลิบเดต  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  ในน้ำอุ่น 300 มล. แล้วเติม conc. HCl (12 N) ลงไป 250 มล. ทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร

### 3. 36% stannous chloride stock solution

ละลาย 18 กรัม  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ในกรดเกลือ 50 มล. ต้มจนละลายในขวดสีน้ำตาล แล้วเก็บในที่มืด

### 4. Stannous chloride working solution

ผสม 5 มล.  $\text{SnCl}_2$  stock solution ลงไปใน 200 มล. 1 N HCl จะต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

### 5. Standard 50 ppm P

ละลาย 0.2195 กรัม  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ที่อบแห้งแล้วที่  $40^\circ\text{C}$  ในน้ำกลั่น ทำให้เป็นกรดเล็กน้อยด้วยกรดกำมะถัน แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร



## 6. Standard 5 ppm P

## วิธีการ

สกัด "available" P ด้วย Bray II

ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ลงใน erlenmayer flask 125 มล. เตรียมกรวยและ การรองรับสิ่งที่จะกรองได้ให้เรียบร้อย เติมน้ำยาสกัดลงไป 50 มล. เขย่าทันที ครบ 1 นาที แล้วกรองทันที เทสิ่งที่กรองได้ 20 มล. แรกทิ้งไป รองรับเอาเฉพาะสิ่งที่กรองได้ หลังจากนั้นมาหาปริมาณ "available" P ต่อไป

หาปริมาณฟอสฟอรัส (วิธี Chlorostanous-reduced molybdophosphoric blue color in HCl system, Method II)

ใช้ปิเปตดูดน้ำยาที่สกัดได้ 2-10 มล. ใส่ลงใน Vol. flask 25 มล. ที่สะอาด เติมน้ำยาแอมโมเนียมโมลิบเดตลงไป 4 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปจนมีปริมาตรประมาณ 20 มล. เขย่าให้เข้ากัน เติมนานัสคลอไรด์ working solution ลงไป 1 มล. พร้อมกับเริ่มจับเวลา เขย่าแล้วทำให้มีปริมาตรครบ 25 มล. ด้วยน้ำกลั่น เขย่าเมื่อครบ 5 นาที เทียบสีที่ช่วงคลื่น 660 m $\mu$  สีที่เกิดขึ้นจะคงที่เป็นเวลานาน 10 นาที

การเตรียม Standard set (ควรเตรียมก่อนทำตัวอย่าง)

ชุดของ standard ควรจะเป็น 0, 0.2, 0.6, 0.8, 1.0 ppm P (ปริมาตรสุดท้าย โดยใช้ 5 ppm P 0, 1, 2, 3, 4, 5 มล. ในขวดปริมาตร 25 มล. แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่าง สีควรจะเป็นสีน้ำเงิน ถ้าสีเขียวแสดงว่าสัดส่วนน้ำยาผิดไป จะต้องปรับเสียใหม่จนได้สีน้ำเงินทั้งชุด

ถ้าใช้ volumetric flask ผิดพลาดไป จะต้องปรับสัดส่วนของน้ำยาทั้งหมด ให้มีกรด 0.5 N ในปริมาตรขั้นสุดท้าย และควรจะใช้ Vol. flask ขนาดเดียวกันทั้งตัวอย่างและ standard

## การคำนวณ

สมมติว่าใช้ดินตัวอย่าง A กรัม ใช้น้ำยาสกัด B มล. คุตสิ่งที่สกัดมาใส่ลงใน flash ขนาด D มล. เทียบสีกับ standard set อ่านได้ E ppm P ปริมาณ "available" P ของดินหาได้ดังนี้

สารละลาย 1,000,000 มล. มี P = E กรัม

สารละลาย D มล. มี P =  $\frac{DE}{1,000,000}$  กรัม

เพราะฉะนั้นสิ่งที่สกัดได้ C มล. มี P =  $\frac{DE}{1,000,000}$  กรัม

เพราะฉะนั้นสิ่งที่สกัดได้ B มล. มี P =  $\frac{BDE}{1,000,000 C}$  กรัม

เพราะฉะนั้นดิน A กรัม มี P =  $\frac{BDE}{1,000,000 C}$  กรัม

ดิน 1,000,000 กรัม มี P =  $\frac{BDE \times 1,000,000}{AC \times 1,000,000}$  กรัม

ดินมี P =  $\frac{BDE}{AC}$  ppm P

## 4. การปริมาณโบแตสเทียมไนตริโคโดยวิธี flame photometry

## สารเคมีที่ใช้

1. 1.0 N  $\text{NH}_4\text{Ac}$  pH 7

ผสม 57 มล. glacial HOAc ในน้ำกลั่น 800 มล. แล้วทำให้มี pH 7 ด้วย conc.  $\text{NH}_4\text{OH}$  ทำสารละลายให้มีปริมาตร 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

## 2. Standard 1000 ppm K

ละลาย 1.907 กรัม KCl ที่อบแห้งแล้วใน 1 N  $\text{NH}_4\text{Ac}$ , pH 7 ทำให้มี ปริมาตร 1 ลิตร ด้วย  $\text{NH}_4\text{Ac}$

## Standard set for K-determination

เตรียมชุดของสารละลายให้มี K ดังนี้ 0, 10, 20, 30, 40, 50 ppm K โดยใช้ stock solution ในชุดของสารละลายนี้ควรจะมี Na, Ca, Mg อยู่ 20 ppm elements ในระบบของ  $\text{NH}_4\text{Ac}$  ทั้งหมด

## 3. Standard 1000 ppm Na

ละลาย 2.541 กรัม NaCl ที่อบแห้งแล้วใน 1 N  $\text{NH}_4\text{Ac}$ , pH 7 ทำให้มี ปริมาตร 1 ลิตร

## Standard set for Na-determination

เตรียมชุดของสารละลายให้มี Na ดังต่อไปนี้ 0, 10, 20, 30, 40, 50 จาก stock solution และในชุดของสารละลายนี้ควรจะมี K, Ca, Mg อยู่ 20 ppm elements ในระบบของ  $\text{NH}_4\text{Ac}$  ทั้งหมด

## 4. Standard 1000 ppm Ca

ละลาย 2.500 กรัม  $\text{CaCO}_3$  บริสุทธิ์ในกรดเกลือเข้มข้น 10 มล. ต้มให้เดือด แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร ด้วย 1 N  $\text{NH}_4\text{Ac}$  pH 7



### 5. Standard 1000 ppm Mg

ละลาย 1.00 กรัม Mg foil ในกรดเกลือ 1 N 10 มล. แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร ด้วย 1 N  $\text{NH}_4\text{Ac}$  pH 7

#### วิธีการ

การสกัด extractable K

ชั่งดินแห้ง 10.00 กรัม ใส่ลงใน erlenmeyer flask 125 มล. เติมน้ำยา 1 N  $\text{NH}_4\text{Ac}$  pH 7 ลงไป 25 มล. เขย่านาน 30 นาที กรองใช้สิ่งที่กรองได้หาปริมาณ extractable K ต่อไป

ถ้าจำเป็นจะต้องเจือจางสิ่งที่กรองได้ ต้องใช้  $\text{NH}_4\text{Ac}$

การหาปริมาณโปแตสเซียมด้วยวิธี flame photometry

จุด standard set โดยใช้ 50 ppm K อ่านได้ 100 การอ่านจะต้องทำหลายครั้งจนแน่ใจว่าอ่าน standard ซ้ำค่าเดิม ควรจะอ่านเมื่อจุดตัวอย่างได้ 10-15 วินาที จะได้ค่าที่ต่ำที่สุด ควรจะตรวจสอบกับ standard 50 ppm ทุก 8 ตัวอย่าง (สำหรับ Beckman DU)

ต้องระวังให้ความดันของก๊าซคงที่ตลอดเวลา ไม่งั้นนั้นจะได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง

เมื่อเทียบค่าที่อ่านได้กับ standard curve (จาก standard set) ก็จะสามารถความเข้มข้นของธาตุในสารละลาย

#### การคำนวณ

สมมติว่าใช้ดิน A กรัม น้ำยา  $\text{NH}_4\text{Ac}$  B มล. จุดไฟแล้วอ่านได้เกิน 100 จึงต้องดูดสิ่งที่กรองออกมา C มล. เติมน้ำยา  $\text{NH}_4\text{Ac}$  ลงไป D มล. จุดไฟอีกอ่านค่าได้ค่าหนึ่งซึ่งเทียบได้กับ E ppm ใน standard curve ปริมาณของ K ในดิน หาได้ดังต่อไปนี้

## ประวัติการศึกษา

ชื่อ-สกุล	นางสาวสิริวิฑรา	ข้าสาธร
วัน เดือน ปี เกิด	18 ธันวาคม	2512
ประวัติการศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ระดับประถมศึกษา โรงเรียนนครฤๅวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์</li> <li>- ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก</li> <li>- ระดับอุดมศึกษา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่</li> </ul>	
ที่อยู่	123/374 หมู่ที่ 2 ตำบลสมเด็จพระเอกาทศรถ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000	