ผลของไฟไหม้ป่าที่มีต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ในดิน

ประโพธ จูประชากรณ์

บัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2533

ผลของไฟไหม้ป่าที่มีต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ในดิน

ประโพธ จูประชากรณ์

ปัญหาพิเศษนี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา

คณะกรรมการตรวจสอบปัญหาพิเศษ

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สายสมร ลำยอง)

.....กรรมการ

(Dr. Stephen Elliott)

.....กรรมการ

(อาจารย์ สกุณี บวรสมบัติ)

วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2534

คำขอบคุณ

ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ รองศาสตราจารย์ สายสมร ลำยอง อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิจัย ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขการเขียนรายงานจนสำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ Dr.Stephen Elliott และ อาจารย์ สกุณี บวรสมบัติ ที่ได้สละเวลาในการตรวจและสอบการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ และขอขอบคุณพนักงานของภาควิชาชีววิทยาทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำงานครั้งนี้

ท่ายที่สุดนี้ ขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ได้มีความเมตตาช่วยเหลือรวมทั้งให้กำลังใจในการทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จลงได้ ขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ประโพธ จูประชากรณ์

22 กุมภาพันธ์ 2534

ชื่อเรื่องปัญหาพิเศษ ผลของไฟไหม้ป่าที่มีต่อจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ในดิน

ชื่อผู้เขียน นายประโพธ จูประชากรณ์

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา

คณะกรรมการตรวจสอบปัญหาพิเศษ:

รองศาสตราจารย์ สายสมร ลำยอง **ประธานกรรมการ**

Dr. Stephen Elliott กรรมการ

อาจารย์ สกุณี บวรสมบัติ กรรมการ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ชนิดที่ย่อยเซลลูโลสได้ในตัวอย่างดินแปดตัวอย่าง ที่บริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่า และบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่าบนดอยสุเทพ ในช่วงเวลา 1 7 และ 30 วัน หลังจากเกิดไฟไหม้ป่าในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ทำการนับจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธี dilution plate method บนจานอาหารคาร์บอกซิเมทธิลเซลลูโลส แล้วสังเกตวงใสรอบโคโลนี หลังจากบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 °ซ นาน 3-5 วัน พบว่าหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า 7 วัน จำนวนจุลินทรีย์ในดินจะลดลงทั้งสองบริเวณ และเมื่อทิ้งระยะเวลาไปอีก 30 วัน จำนวนจุลินทรีย์ในดินจะเพิ่มขึ้นในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่า ส่วนในบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่าจะมีจำนวนจุลินทรีย์ในดินลดลง

นอกจากนี้ยังได้ทำการวัด pH ในดิน หาปริมาณน้ำในดิน และหาปริมาณสารอาหารในดินด้วย พบว่า pH ในดินทั้งสองบริเวณอยู่ระหว่าง 6.1-6.7 โดยที่บริเวณเกิดไฟไหม้ป่าจะมี pH สูงขึ้นเล็กน้อยหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า 7 วัน ปริมาณน้ำในดินจะลดลงหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า 7 วัน และต่อมาอีก 30 วัน ปริมาณน้ำในดินจะเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุไนโตรเจนในดินจะลดลงในช่วงหลังจากเกิดไฟไหม้ป่าไปจนถึง 30 วัน ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโปแตสเซียมในดินจะเพิ่มขึ้นในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่า แต่ในบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่าบริเวณธาตุฟอสฟอรัสและธาตุโปแตสเซียมในดินจะลดลง.

Research Title Effects of Forest Fire on Cellulolytic Microorganisms in the Soil

Name Mr. Prapoth Juprachakorn

B.S. Biology

Examiming committee:

Assoc. Prof. Saisamorn Lumyong Chairman

Dr. Stephen Elliot Member

Lecturer Sakunee Bovonsombut Member

Abstract

A study of numbers of cellulolytic microorganisms in the eight soil samples in burned and unburned areas in Doi Suttep one day, seven days and 30 days after burning between February to March was carried out. The dilution plate method was used for counting the number of microorganisms on carboxymethyl cellulose agar plates by observing a clear zone after incubating at 28 °C temperature for 3-5 days. Seven days after incubating, the number of microorganisms in the

soil decreased in both burned and unburned areas and after 30 days, the number of microorganisms in the soil increased but in the unburned area the numbers of microorganisms in the soil decreased.

Soil pH, soil moisture and soil nutrients were determined. Soil pH in the two areas was between 6.1-6.7. In the burned area, soil pH increased seven days after burning. Seven days after burning soil moisture decreased and after 30 days it increased. Soil organic matter and nitrogen decreased after burned 30 days. Phosphorus and potassium in the soil increased in the burned area but decreased in unburned area.

There was no significant relationships between the chemical and physical properties of the soil and micro-organism numbers.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำขอบคุณ	ค
บทคัดย่อ	ง
Abstract	ฉ
รายการตารางประกอบ	ฌ
รายการรูปประกอบ	ญ
บทที่ 1 บทนำและวัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	2
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
บทที่ 4 ผลการทดลอง	19
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	30
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	35

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณสมบัติของดินในป่า Western Washington เปรียบเทียบก่อนและหลังเกิดไฟไหม้ป่า	9
2	แสดงจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้เฉลี่ยต่อหนึ่งจานอาหารจากตัวอย่างดินทั้ง 3 ระยะเวลา	19
3	แสดงปริมาณน้ำ pH อินทรีย์วัตถุ ธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโปแตสเซียมในดินทั้ง 3 ระยะเวลา	21

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า	22
2	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า	22
3	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง pH ในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า	23
4	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า	23
5	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงธาตุไนโตรเจนในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า	24
6	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงธาตุฟอสฟอรัสในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า	24
7	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงธาตุโปแตสเซียมในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า	25
8	แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง, กรัมลบ	26
9	แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง, กรัมบวก	26
10	แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง, กรัมลบ	27
11	แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง, กรัมลบ	27

บทที่ 1

บทนำ

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่ามากอย่างหนึ่งซึ่งมีประโยชน์ต่อมนุษย์หลายด้าน แต่ปัจจุบันป่าไม้ก็มีจำนวนลดน้อยลงอย่างรวดเร็ว สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ป่าไม้ลดลงก็คือไฟป่า นอกจากผลของไฟไหม้ป่าจะทำลายต้นไม้ทำให้ต้นไม้ตายแล้ว ยังมีผลต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ด้วยเช่น สัตว์ป่าชนิดต่าง ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ในดินด้วย จุลินทรีย์ในดินมีอยู่หลายชนิด แต่มีชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการย่อยสลายซากพืชให้เน่าเปื่อยผุพังไปก็คือ จุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ จุลินทรีย์ชนิดนี้จะมีมากในดินป่า ซึ่งจะได้รับผลกระทบจากไฟไหม้ป่าได้ด้วยเช่นกัน ได้เคยมีการศึกษาผลกระทบของไฟป่าในป่าชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ในดินมาบ้างแล้ว แต่ยังไม่พบการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์หลังจากเกิดไฟไหม้ป่าบริเวณป่าดอยสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียง-ใหม่ พร้อมไปกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณอินทรีย์วัตถุ รวมทั้งธาตุอาหารบางอย่างในดินควบคู่กันไปด้วย จึงเป็นแนวทางการศึกษาผลกระทบของไฟป่าของการทดลองทำงานวิจัยครั้งนี้

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า และศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุรวมทั้งธาตุอาหารในดินด้วย

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

Harold (1979) เสนอว่า ไฟไหม้ป่ามี 3 ชนิดคือ ที่ผิวดิน ที่ทรงพุ่มของต้นไม้ และที่ใต้ดิน ไฟไหม้ป่าที่ผิวดินจะเผาไหม้เศษใบไม้และชิ้นส่วนของพืชพวกไม้พุ่ม เมล็ดของต้นไม้จำนวนมากจะถูกทำลายด้วยไฟชนิดนี้ ไฟไหม้ป่าที่ทรงพุ่มของต้นไม้สามารถลุกลามจากทรงพุ่มของต้นหนึ่งไปยังทรงพุ่มของอีกต้นหนึ่งได้ ไฟชนิดนี้โดยมากจะพบอยู่ในป่าสนที่หนาทึบหรือป่าผลัดใบที่หนาทึบบางชนิด ซึ่งจะเกิดไฟในช่วงเวลาที่ลมพัดแรงและไฟจะลุกลามขึ้นไปตามความชันของภูเขา ส่วนไฟไหม้ป่าที่พื้นดินจะเผาไหม้ลึกลงไปในชั้นของอินทรีย์วัตถุในดิน โดยปกติดินจะมีความชื้นมากพอที่จะไม่ทำให้เกิดไฟได้ แต่อย่างไรก็ตามไฟไหม้ป่าชนิดนี้ก็จะสามารถเกิดขึ้นได้ในดินที่ผ่านความแห้งแล้งมาในระยะเวลานาน ไฟไหม้ป่าที่พื้นดินอาจจะใช้ระยะเวลายาวนานบางครั้งอาจนานเป็นหลายเดือน ผลของไฟไหม้ป่าทางด้านกายภาพที่สำคัญที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้คือ ทำให้ชั้นของอินทรีย์วัตถุในดินบางลงและทำให้ผิวดินได้รับแสงแดดโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ทำให้ต้นไม้เติบโตช้าลง

Ralston และ Hatchell (1971 อ้างโดย Harold 1979) เสนอว่า อุณหภูมิของผิวดินในจุดที่ร้อนที่สุดขณะเกิดไฟไหม้ป่าอาจสูงถึง 500-1000 °ซ และความร้อนขนาดนี้จะมีผลต่อสมบัติของอนุภาคของดิน โดยจะมีผลต่อความชื้นในดินลดลงซึ่งมีสาเหตุมาจากการสูญเสียน้ำและการต้านทานความชื้นของดิน นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุซึ่งยังไม่ถูกนำไปใช้จะไม่สามารถดูดความชื้นเก็บไว้ได้หลังจากเกิดไฟไหม้ป่าแล้ว

Viro (1974 อ้าโดย Harold 1979) เสนอว่าต้นไม้เล็ก ๆ ในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าในประเทศฟินแลนด์ จะไม่สามารถต้านทานการขาดน้ำได้ถ้าชั้นของฮิวมัสในดินถูกทำลายหมด บริเวณที่ฮิวมัสถูกทำลายน้ำจะซึมผ่านลงไปอย่างรวดเร็วและจะสูญเสียน้ำโดยการระเหยมากขึ้น

Grier (1975 อ้างโดย Harold 1979) รายงานว่า สารอาหารในดินจำนวนมากจะสูญเสียไประหว่างการเกิดไฟไหม้ป่าโดยขบวนการออกซิเดชั่น เช่น ถ้าเกิดไฟไหม้ป่าสารอินทรีย์พวกไนโตรเจน แคลเซียม แมกเนเซียม โปแตสเซียม และโซเดียม จะเกิดออกซิไดซ์สู่บรรยากาศ และถูกพัดพาไปโดยลม

Stone (1971 อ้างโดย Harold 1979) ชี้ให้เห็นว่า แม้ว่าจะมีการสูญเสียธาตุไนโตรเจนในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่าไปแล้ว แต่ปริมาณธาตุไนโตรเจนก็จะเพิ่มขึ้นได้เอง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเกิดฝนตก และส่วนหนึ่งก็มาจากขบวนการตรึงไนโตรเจนโดยสิ่งมีชีวิตพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และ azotobacter บางครั้งการเกิดไฟไหม้ป่าจะมีผลทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและแคลเซียมในชั้นผิวดินเพิ่มมากขึ้นและผลที่เกิดขึ้นทันทีหลังจากเกิดไฟไหม้ป่าก็คือจะทำให้ pH ของผิวดิน (0-2 นิ้ว) สูงขึ้น อาจถึง 8 พร้อม ๆ กับการเพิ่มขึ้นของธาตุฟอสฟอรัสและธาตุแคลเซียม

Barbour และคณะ (1980) เสนอว่า โดยทั่วไปผลที่เกิดขึ้นหลังจากเกิดไฟไหม้ป่าคือ ทำให้อุณหภูมิของดินเพิ่มสูงขึ้น สารอาหารบางอย่างและอินทรีย์วัตถุจะลดลง ความหนาแน่นของน้ำที่จับกับดินและความชื้นของดินจะเปลี่ยนแปลงรวมทั้งประชากรของจุลินทรีย์ในดินก็เปลี่ยนแปลงด้วย ที่อุณหภูมิ 200-300 °ซ สารอินทรีย์จะถูกทำลายไป 85% ธาตุไนโตรเจนและธาตุโปแตสเซียมจะลดลงโดยการระเหยและการสูญเสียโดยการกลั่นตัวไปในอากาศที่อุณหภูมิ 100-200 °ซ โดยปกติ pH ของดินหลังจากถูกไฟไหม้ป่าจะมากกว่า pH ก่อนเกิดไฟไหม้ป่าปริมาณการเปลี่ยนแปลงของ pH จะขึ้นอยู่กับธาตุไอออนบวกที่ถูกปล่อยออกมาจากดิน และ pH ก่อนเกิดไฟไหม้ป่า ซึ่งเป็นกรดเนื่องจากความเป็นกรดของซากพืชซากสัตว์ แบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้จะเป็นสารอาหารให้กับดินหลังเกิดไฟไหม้ป่าและความเป็นเบสที่เพิ่มขึ้นก็เนื่องมาจากแร่ธาตุที่ปล่อยออกมาจากขี้เถ้า ในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าจะมีอุณหภูมิสูงกว่าบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่า

เนื่องมาจากความสามารถในการดูดซับแสงแดดของผิวดินเพิ่มมากขึ้น เพราะผิวดินมีสีดำ จึงเป็นการเพิ่มการระเหยของน้ำในดินด้วย

Ahlgren (1974 อ้างโดย Barbour, 1980) พบว่าผลของไฟไหม้ป่าจะทำให้จำนวนเชื้อราลดลง แต่จะทำให้จำนวนแบคทีเรียในดินรวมทั้ง Actinomycetes เพิ่มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้ไม่ได้เป็นผลมาจากการเกิดไฟไหม้ป่าโดยตรง แต่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมหลังไฟไหม้บ้าง ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์จะเห็นได้ชัดที่ระดับผิวดิน

Ahlgren (1974 อ้างโดย Parbour, 1980) พบว่า Actinomycetes จะมีความไวต่อความร้อนและความแห้งแล้งได้มากกว่าแบคทีเรีย ตัวอย่างเช่น อัตราส่วนของแบคทีเรียต่อ Actinomycetes จะลดลงทันทีหลังจากเกิดไฟไหม้ป่าในป่าสน (Pinus banksiana) แถบตอนเหนือของรัฐมิเนโซตา และอัตราส่วนนี้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากเกิดฝนตกครั้งแรก ประชากรของ Actinomycetes จะเจริญเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากการละลายของแร่ธาตุลงไปในดินจากขี้เถ้าที่ผิวดิน

Harold (1979) เสนอว่า ไฟไหม้ป่าจะทำให้การลดลงของธาตุไนโตรเจนอย่างชั่วคราว เพราะว่าสารอินทรีย์ไนโตรเจนจะระเหยไประหว่างการเผาไหม้ สารอาหารอื่น ๆ ก็จะสูญเสียไปด้วย pH ในดินจะเพิ่มขึ้น ในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าจะทำให้แร่ธาตุในดินลดลงเพราะ ขี้เถ้าซึ่งประกอบด้วยแร่ธาตุหลายชนิดจะถูกเคลื่อนย้ายไปจากตำแหน่งเดิม โดยการเคลื่อนที่ของอากาศร้อนของไฟไหม้ป่า

ความเสียหายอันเกิดไฟไหม้ป่าที่สำคัญมีดังนี้ (เทอด, 2521)

1. ทำให้ต้นไม้ตายหรือได้รับอันตราย

2. ทำลายเมล็ดพันธุ์และกล้าไม้ ซึ่งจะเติบโตหรือกำลังจะเติบโตเป็นไม้ใหญ่ต่อไป

3. เผาไหม้บรรดาใบไม้และสิ่งปกคลุมดิน ทำให้น้ำฝนไหลแรงพัดพาผิวดินไป

Gray และ Parkinson (1968) รายงานว่า ถ้าดินแห้งแล้วเปียกใหม่อีกครั้งจะทำให้อัตราการย่อยสลายของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น อัตราการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุจะถูกควบคุมโดยอัตราส่วนของ C:N Dommergues (1959 อ้างโดย Gray และ Parkinson, 1968) ศึกษาจุลินทรีย์ที่ความชื้นต่ำและพบว่าความชื้นในดินต่ำสุดที่จุลินทรีย์ย่อยเซลลูโลสจะเจริญได้คือ 1.5 เปอร์เซนต์

Griffin (1963 อ้างโดย Gray และ Parkinson, 1968) พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เชื้อราต้องการเพื่อการเจริญในดินอยู่ระหว่าง 85-45 เปอร์เซนต์ และเชื้อราส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตลดลงครึ่งหนึ่งที่ความชื้นสัมพัทธ์ 94-97 เปอร์เซนต์

David (1970) พบว่า ความชื้นของดิน อากาศ อุณหภูมิ ความเป็นกรด และปริมาณอินทรีย์วัตถุรวมทั้งอนินทรีย์สารจะมีผลต่อจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ต้องการน้ำในดิน (water holding capacity) ระหว่าง 50-80 เปอร์เซนต์ ดังนั้น จำนวนของจุลินทรีย์จะลดลงอย่างรวดเร็วถ้าดินนั้นแห้งลง แบคทีเรียและ Actinomycetes จะสามารถทนต่อความแห้งแล้งได้นานกว่าพวกเชื้อรา อุณหภูมิที่สูงจะเหมาะสมต่อขบวนการทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในดิน จุลินทรีย์ส่วนใหญ่ได้แก่ พวก mesophiles จะอยู่ได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 25-35 °ซ การย่อยสลายเซลลูโลสและลิกนินจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิระหว่าง 5-65 °ซ ต่างกันแล้วแต่ชนิดของจุลินทรีย์และอุณหภูมิที่เหมาะสมที่แต่ละระดับความลึกของดินด้วย แบคทีเรียและ Actinomycetes จะต้องการความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนที่เหมาะสมระดับหนึ่งในขณะที่เชื้อราสามารถจะเจริญได้ใน pH ช่วงกว้าง ดังนั้น เชื้อราจึงพบมากในดินที่เป็นกรด โดยทั่วไปความเข้มข้นของสารที่เป็นส่วนประกอบในดินจะลดลงตามความลึกของดิน อัตราการย่อยสลายเซลลูโลสและลิกนินจะขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุไนโตรเจนด้วย สำหรับดินในป่าเชื้อราจะมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์

Gray และ Parkinson (1968) เสนอว่า ปฏิกิริยาหลักที่เกิดขึ้นในดินคือปฏิกิริยาออกซิเดชั่น โดยจะเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรต์ และไนโตรต์เป็นไนเตรต ซัลไฟด์หรือไฮโอซัลไฟด์เป็นซัลเฟต มีเธนและไฮโดรเจนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ Nitrosomonas sp. จะเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนเตรต์ Nitrobacter sp. เปลี่ยนไนไตรต์เป็นไนเตรต

Van Schreven (1963 a,b; 1965 อ้างโดย Gray และ Parkinson, 1968) เสนอว่าจะมีการสูญเสียไนโตรเจนในปริมาณมากเนื่องมาจากขบวนการ Denitrification ซึ่งจะเกิดขึ้นในดินที่มีไนโตรเจสรูปแอมโมเนียมอยู่มากและทำให้ดินนั้นแห้งลงอย่างช้า การสูญเสียไนโตรเจนนี้จะเกิดขึ้นหลังจากที่ไนเตรตได้เกิดขึ้นในชั้นบนของดินในสภาพไม่ใช้ออกซิเจน

Gray และ Parkinson (1968) เสนอว่า จุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ในดินจะต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมระหว่าง 20-30 °ซ แบคทีเรียที่ย่อยเซลลูโลสในสภาพที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเป็นพวกที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง (mesophiles) ขบวนการย่อยสลายเซลลูโลสจะพบที่บริเวณผิวดินโดยเฉพาะที่ความลึก 0-20 ซม. ผลของปฏิกิริยาในดินที่มีต่อการย่อยสลายเซลลูโลส ได้แก่

1. myxobacteria และ vibrios ที่ย่อยเซลลูโลสได้จะชอบอยู่ในดินที่มีอัลคาไลน์และจะพบน้อยในดินที่เป็นกรด pH ที่เหมาะสมสำหรับจุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนคือ 6.0-8.5

2. แบคทีเรียที่ย่อยเซลลูโลสในสภาพไม่ใช้ออกซิเจนต้องการ pH ที่เหมาะสมเท่ากัน (6.0-8.5)

3. ในดินที่เป็นกรดโดยเฉพาะดินในป่าจะพบเชื้อราที่ย่อยเซลลูโลสได้มากกว่าแบคทีเรีย

4. อัตราการย่อยสลายเซลลูโลสจะขึ้นอยู่กับอากาศ ความชื้น และปริมาณธาตุไนโตรเจน มากกว่าปฏิกริยาของดิน

ความชื้นของดินที่เหมาะสมสำหรับแบคทีเรียที่ย่อยเซลลูโลสได้คือ ประมาณ 60 เปอร์เซนต์ และถ้าปริมาณธาตุไนโตรเจนในดิน (available nitrogen) เพิ่มขึ้นถึง 1.7 เปอร์เซนต์ การย่อยสลายจะเพิ่มขึ้น

การเก็บดินเป็นปัญหาที่พบในการนับจำนวนจุลินทรีย์และการวิเคราะห์คุณสมบัติทางชีววิทยาของดิน การเก็บดินไว้ไม่กี่ชั่วโมงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์อย่างมาก Taylor (1963 อ้างโดย Gray และ Parkinson, 1968) รายงานว่า จำนวนจุลินทรีย์จะเปลี่ยนแปลงทุก ๆ ฤดู ทุก ๆ วัน หรือแม้กระทั่งทุก ๆ ชั่วโมง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความชื้นและปัจจัยอื่น ๆ จำนวนจุลินทรีย์จะน้อยลงตามความลึกของดิน (Alexander, 1961)

การเก็บดินควรใช้ถุง Polyethylene ที่ยอมให้อากาศผ่านแต่ไม่ยอมให้น้ำผ่านได้ และต้องปิดปากถุงให้สนิทด้วย (Stotzky et al., 1962 อ้างโดย Gray และ Parkinson, 1968) และต้องเก็บดินไว้ที่อุณหภูมิห้อง (Casida et al., 1964 อ้างโดย Gray และ Parkinson, 1968) ไม่ควรเก็บดินไว้ภายในตู้เย็น (Jensen, 1962 อ้างโดย Gray และ Parkinson, 1968)

สาเหตุที่ทำให้การนับจำนวนจุลินทรีย์ได้น้อยลง โดยวิธี Plate counts (Gray และ William, 1971)

1. เซลล์ยังหลุดออกมาจากอนุภาคของดินไม่หมด
2. เซลล์ถูกฆ่าโดยอาหารที่เจือจาง
3. สปอร์ไม่สามารถเจริญได้
4. อาจมีบางเซลล์ติดอยู่ที่ผนังด้านในของปิเปต
5. การเลือกชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ
6. การเลือกสภาพที่เหมาะสมในการเลี้ยงเชื้อ

สาเหตุที่ทำให้การนับจำนวนจุลินทรีย์ได้เพิ่มขึ้น โดยวิธี Direct counts

1. ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเซลล์กับอนุภาคอินทรีย์ที่ถูกย้อมสี
2. ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสปอร์ของแบคทีเรียและสปอร์ของ Actinomycetes
3. ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเซลล์ที่มีชีวิตและเซลล์ที่ไม่มีชีวิต

ตารางที่ 1. แสดงคุณสมบัติของดินในป่า Western Washington เปรียบเทียบก่อนและหลังเกิดไฟไหม้ป่า

(L.A. Issac and Hopkins H.G., 1937 อ้างโดย Daubemire R.F., 1974)

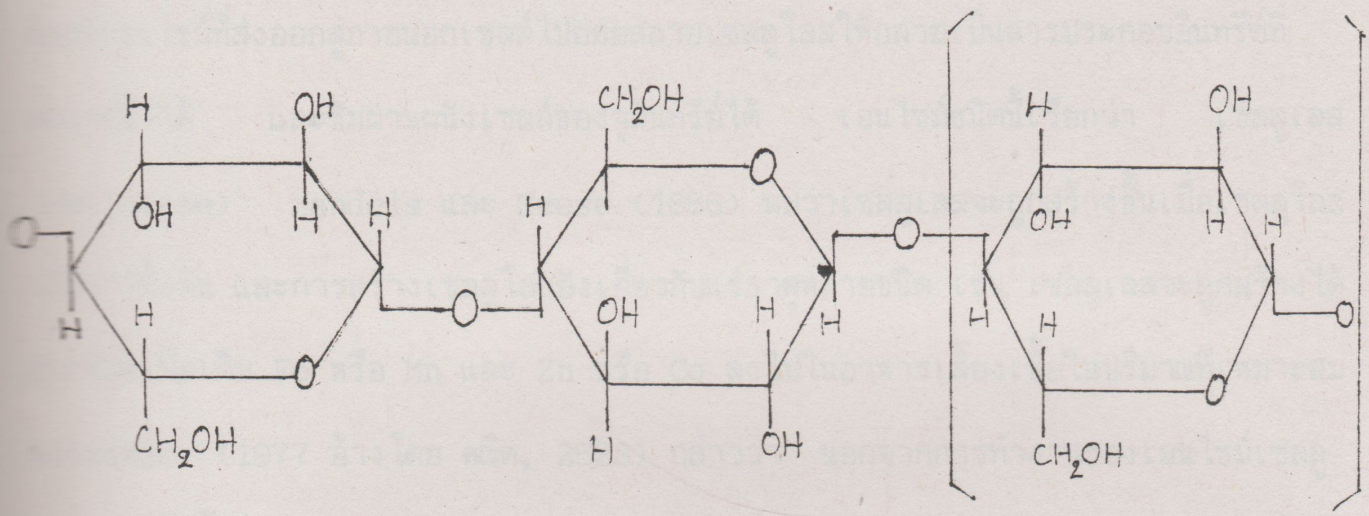
คุณสมบัติ	ความลึก (นิ้ว)	ก่อนไฟไหม้	หลังไฟไหม้
อินทรีย์วัตถุ % ต่อน้ำหนักดินแห้ง	01 + 02	88.5	9.7
	0 - 3	5.7	3.5
	3 - 6	3.7	3.1
	6 - 12	3.4	2.8
	12 - 30	2.2	2.5
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด % ต่อน้ำหนักดินแห้ง (Total N)	01 + 02	0.9	0.3
	0 - 3	0.1	0.1
	3 - 6	0.1	0.1
	6 - 12	0.1	-
	12 - 30	0.1	-
อัตราส่วน C : N	01 + 02	57	17
	0 - 3	27	18
	3 - 6	24	18
	6 - 12	22	-
	12 - 30	21	-

ตารางที่ 1. (ต่อ)

คุณสมบัติ	ความลึก (นิ้ว)	ก่อนไฟไหม้	หลังไฟไหม้
ปริมาณน้ำในดิน (Field capacity)	01 + 02	190	60
ร้อยละน้ำหนักดินแห้ง	0 - 3	75	50
	3 - 6	43	55
	6 - 12	50	57
	12 - 30	61	79
pH	01 + 02	4.9	7.6
	0 - 3	5.0	6.2
	3 - 6	4.8	5.5
	6 - 12	5.0	4.9
	12 - 30	5.1	5.2
เกลือที่ละลายน้ำ (ppm)	01 + 02	1116	1330
	0 - 3	370	585
	3 - 6	365	164
	6 - 12	164	222
	12 - 03	82	142

คุณสมบัติทางเคมีของเซลลูโลส

เซลลูโลสเป็น polysaccharide ส่วนประกอบที่สำคัญและมีมากในผนังเซลล์ของต้นพืชทั่วไป เซลลูโลสประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน (Guthrie and Honeyman, 1934 อ้างโดย นงนุช, 2525) มีลักษณะเป็น polymer chain ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้



ในวงเล็บแสดงถึงหน่วยหนึ่งของ polymer เรียกว่า glucoside residue สายใยของเซลลูโลสเกิดจากการเชื่อมโยงของออกซิเจนกับ glucoside residue ซึ่งแต่ละ glucoside residue จะมีหน่วยของอัลกอฮอล์อยู่ 3 หน่วย หน่วยของอัลกอฮอล์ที่เป็นอิสระเหล่านี้จะทำให้เกิดแรงดึงดูดระหว่างสายใยทำให้เซลลูโลสอยู่ในสภาพที่เป็นผลึก Fuller และ Norman (1945 อ้างโดย นงนุช, 2525) กล่าวว่า ถ้าเซลลูโลสถูกย่อยสลายเป็นหน่วยย่อยของกลูโคสเกือบทั้งหมด ในปี 1958 Paist อธิบายว่า โมเลกุลของเซลลูโลสประกอบด้วยสายยาวของ β-glucose units เชื่อมกันที่ตำแหน่ง β-1,4 ของคาร์บอน วิเคราะห์สูตรของเซลลูโลสเป็น $(C_6H_{10}O_5)_n$ เซลลูโลสสามารถแบ่งออกตามความสามารถในการละลายได้เป็น α-cellulose, β-cellulose และ γ-cellulose, α-cellulose ไม่ละลายใน 17.5% ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ β-cellulose จะละลายในสารละลายโซเดียม

ไฮดรอกไซด์แต่ไม่ละลายในกรดเจือจาง ส่วน γ-cellulose ละลายได้ทั้งใน 17.5% ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และในกรดเจือจาง

การย่อยสลายของเซลลูโลสทางชีวเคมี

เนื่องจากเซลลูโลสไม่ละลายน้ำ ดังนั้น ในการย่อยสลายเซลลูโลสโดยจุลินทรีย์จึงต้องมีเอนไซม์ที่ส่งออกสู่ภายนอกเซลล์ไปย่อยสลายเซลลูโลสให้กลายเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ และซึมผ่านผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ได้ เอนไซม์ชนิดนี้เรียกว่า เซลลูเลส (cellulase) Mandels และ Reese (1856) พบว่าเซลลูเลสจะถูกสร้างขึ้นเมื่อเซลลูโลสเป็นสารตั้งต้น และการสร้างเซลลูโลสยังเกี่ยวกับแร่ธาตุหลายชนิด เช่น เซลลูเลสจะถูกสร้างได้มากที่สุดเมื่อเติม Fe หรือ Mn และ Zn หรือ Co ลงไปในอาหารเลี้ยงเชื้อในปริมาณที่เหมาะสม Alexander (1977 อ้างโดย คณิต, 2523) กล่าวว่า นอกจากการทำงานของเอนไซม์เซลลูเลสจะถูกยับยั้งโดยผลิตภัณฑ์แล้ว clay minerals อาจเป็นอุปสรรคต่อการย่อยสลายเซลลูโลสในดินได้ เพราะมันสามารถดูดซึม (absorb) เซลลูโลสและผลิตภัณฑ์ได้ ทำให้เอนไซม์เซลลูเลสที่ปล่อยออกมาจากจุลินทรีย์ทำงานไม่ได้เต็มที่

เอนไซม์ที่ย่อยเซลลูโลส (cellulolytic enzyme) ประกอบด้วยการทำงานร่วมกันของเอนไซม์ 3 ชนิดคือ

1. Endo-β-1,4-glucanase เป็นเอนไซม์ที่ช่วย break bond ภายใน chain ที่ตำแหน่งต่าง ๆ แบบสุ่ม การตรวจสอบเอนไซม์นี้โดยทั่วไปใช้ Soluble cellulose derivatives เช่น carboxymethyl cellulose (CMC)

2. Exo-β-1,4-glucanase จะย่อย chain ที่เหลืออยู่ให้เป็น cellobiose หรือ glucose

3. β-glucosidase ช่วยย่อย cellobiose ไปเป็นกลูโคส

แหล่งของเอนไซม์ที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ Aspergillus sp. แต่มีน้อยชนิดที่สามารถย่อยเซลลูโลสได้อย่างสมบูรณ์ จุลินทรีย์ที่ได้รับความสนใจอย่างมากคือ Trichoderma สามารถย่อยเซลลูโลสได้ดี ซึ่ง T. viridae เป็นสายพันธุ์ที่ปรับปรุงขึ้นใช้ในการผลิต cellulase ทางอุตสาหกรรมของบริษัทต่าง ๆ ในปัจจุบัน

บทที่ 3
อุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ CMC agar (Carboxymethyl cellulose)
2. เครื่องมือ
    - 2.1 สว่านเจาะดิน, ช้อนตักดิน
    - 2.2 ถุงพลาสติก, ยางรัด
    - 2.3 ไม้ปักหลัก
    - 2.4 ปิเปต
    - 2.5 จานเพาะเชื้อ
    - 2.6 เข็มเขี่ยเชื้อ
    - 2.7 สไลด์
    - 2.8 สำลี
    - 2.9 หม้อนึ่งอัดไอ
    - 2.10 ตู้อบดิน 75 °ซ
    - 2.11 เครื่องชั่งน้ำหนัก
    - 2.12 แท่งแก้วรูปสามเหลี่ยม
    - 2.13 ตะเกียงบุนเสน
    - 2.14 เครื่องวัด pH

3. สารเคมี

3.1 ผงโซเดียมคาร์บอกซิเมทธิลเซลลูโลส

3.2 yeast extract

3.3 แอมโมเนียมซัลเฟต

3.4 วุ้น

3.5 น้ำกลั่น

3.6 congo red 1%

3.7 โซเดียมคลอไรด์ 1 N

3.8 น้ำยา Crystal violet

3.9 น้ำยาไอโอดีน

3.10 น้ำยาล้างสี (decolorizer)

3.11 สีย้อม Safranin O

4. สถานที่ทำการทดลอง ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. วิธีการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่างดิน

1.1 สถานที่เก็บตัวอย่างดินคือบริเวณทางเข้าน้ำตกมณฑาธารบนดอยสุเทพ

1.2 เลือกเก็บดินในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าและบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่าอย่างสุ่ม โดยแต่ละจุดจะเก็บตัวอย่างดินที่ผิวดินและที่ระดับความลึก 10 ซม. ใส่ถุงพลาสติกและรัดยางด้วย

1.3 ทุกจุดที่เก็บดินจะทำการปักหลักและทำเครื่องหมายไว้เพื่อจะมาเก็บตัวอย่างดินในครั้งต่อไปในบริเวณที่ใกล้เคียงกับจุดเดิม

1.4 ทำการเก็บตัวอย่างดินครั้งที่สอง ทั้งระยะเวลาห่างจากครั้งแรก 7 วัน

1.5 ทำการกเก็บตัวอย่างดินครั้งที่สาม ทั้งระยะเวลาห่างจากครั้งแรก 30 วัน

2. **การนับจำนวนจุลินทรีย์**

2.1 ทำการหาความเจือจางที่เหมาะสมเพื่อที่จะนับจำนวนจุลินทรีย์ที่ระดับความเจือจางนั้น โดยใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution method) (ภาควิชาชีววิทยา. 2521)

2.1.1 ชั่งดิน 10 กรัม ใส่ลงในขวดที่มีน้ำกลั่นที่ฆ่าเชื้อแล้ว 90 มล. จากนั้นเขย่าขวดประมาณ 5 นาที แล้วทิ้งไว้ประมาณ 2-3 นาที เพื่อให้ตะกอนของดินตกลงสู่ก้นขวด การทำเช่นนี้เป็นการทำให้เจือจางลง 10 เท่า แล้วจากนั้นทำการเจือจางไปจนได้ความเจือจางสุดท้ายเป็น $1:10^5$

2.1.2 ใช้ปิเปตอันใหม่ทุกครั้งในการถ่ายเชื้อแต่ละครั้ง ทำให้เชื้อผสมกันดีก่อนถ่ายจากขวดหนึ่งไปยังอีกขวดหนึ่ง และใช้ aseptic technique

2.1.3 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับขวดที่เจือจางอย่างละ 2 จาน

2.1.4 ทำการ spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ นำไปเพาะที่อุณหภูมิ 28 °ซ

2.1.5 สังเกตจำนวนโคโลนีบนจานอาหารที่สามารถนับจำนวนได้ง่ายที่สุด

2.2 เลือกความเจือจางที่เหมาะสมมาใช้ในการนับจำนวนจุลินทรีย์เพียงความเจือจางเดียว

2.3 ทำการเจือจางตัวอย่างดินตามความเข้มข้นที่เหมาะสมของดินที่เก็บมาแต่ละจุด

2.4 ทำการ spread plate ลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ 3 จานต่อตัวอย่างดิน ที่เจือจาง นำไปเพาะที่อุณหภูมิ 28 °ซ นาน 3-5 วัน

2.5 นับจำนวนโคโลนี โดยการเทสารละลาย Congo red 1% ลงบนจานอาหาร ทิ้งไว้ 15 นาที แล้วเทสารละลาย NaCl 1 N ตามไป สังเกตวงใส (ลักษณะการเกิดวงใสจะเกิดจากสารละลาย Congo red และสารละลาย NaCl ทำปฏิกิริยากับสารอาหารที่เหลือในจานอาหาร บริเวณใดถูกจุลินทรีย์นำเอาสารอาหารไปใช้จะสังเกตเห็นวงใสชัดเจน)

2.6 เลือกโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ที่เกิดบนจานอาหาร นำไปเลี้ยงเป็น Stock culture ในอาหารเอียง ทำการย้อมสีกรัมมีขั้นตอนคือ

2.6.1 เพาะจุลินทรีย์ที่มีอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง ใช้ห่วงลวดที่ฆ่าเชื้อแล้วโดยการลนกับเปลวไฟจากตะเกียงบุนเสน นำไปแตะเชื้อ ละเลงบนสไลด์ให้กระจายออกเป็นชั้นบาง ๆ ปล่อยสไลด์ทิ้งไว้ในอากาศให้แห้ง นำไปผ่านเปลวไฟอ่อน ๆ จากตะเกียงบุนเสนเพื่อให้จุลินทรีย์ติดแน่นบนสไลด์ ทิ้งไว้ให้เย็น

2.6.2 นำมาย้อมสีกรัม หยดน้ำยา Crystal violet ปล่อยทิ้งไว้หนึ่งนาที

2.6.3 เทสีออกล้างด้วยน้ำก๊อก แล้วใส่น้ำยาไอโอดีนไว้นานหนึ่งนาที ล้างด้วยน้ำก๊อกอ่อน ๆ

2.6.4 ใช้น้ำยาล้างสี (decolorizer) หยดให้ไหลผ่านสไลด์จนน้ำที่หยดผ่านไม่มีสีติดออกมาด้วย ล้างด้วยน้ำอย่างรวดเร็ว

2.6.5 ย้อมด้วยสีย้อม Safranin O นาน 30-60 นาที ล้างออกด้วยน้ำ

2.6.6 ซับน้ำออกและปล่อยให้สไลด์แห้งสนิท แล้วดูด้วยหัวน้ำมันของกล้องจุลทรรศน์

3. การศึกษาสมบัติทางเคมีของดิน

3.1 การหาปริมาณน้ำในดิน

3.1.1 ชั่งตัวอย่างดิน 5 กรัม ใส่ลงในถุงกระดาษ บันทึกน้ำหนักเริ่มต้น

3.1.2 นำไปอบในตู้อุณหภูมิ 75 °ซ นาน 3 วัน

3.1.3 นำตัวอย่างดินมาชั่งน้ำหนักอีก 2 ครั้ง จนน้ำหนักคงที่ บันทึกน้ำหนักดิน หาน้ำหนักดินที่หายไปจะเท่ากับปริมาณน้ำในดิน

3.2 **การหา pH ในดิน** โดยใช้เครื่องวัด pH (pH meter)

3.2.1 ชั่งดิน 5 กรัม นำมาผสมกับน้ำกลั่น 25 มล. คนจนเม็ดดินแตกออกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ

3.2.2 รอให้ดินตกตะกอนสักครู่ แล้วจึงวัด pH ของสารละลายส่วนบนด้วย pH meter

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ตารางที่ 2. แสดงจำนวนโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลส ได้เฉลี่ยต่อหนึ่งจานอาหารจากตัวอย่างดินทั้ง 3 ระยะเวลา

จำนวนโคโลนี $X10^4$/g dry soil / ตำแหน่งดิน	1 วัน		7 วัน		30 วัน	
	ผิวดิน	ดินลึก 10 ซม.	ผิวดิน	ดินลึก 10 ซม.	ผิวดิน	ดินลึก 10 ซม.
NB	5.00 ± 10.98^a	2.12 ± 2.64^a	2.12 ± 1.88^a	3.50 ± 3.92^a	1.37 ± 1.30^a	3.50 ± 3.29^a
B	1.62 ± 1.34^a	2.37 ± 2.90^a	0.87 ± 1.35^a	2.62 ± 2.61^a	5.12 ± 9.89^a	2.87 ± 1.72^a

a จำนวนโคโลนีเฉลี่ย 3 ซ้ำ + ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ที่ระดับนัยสำคัญ $P > 0.05$

NB คือ บริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่า

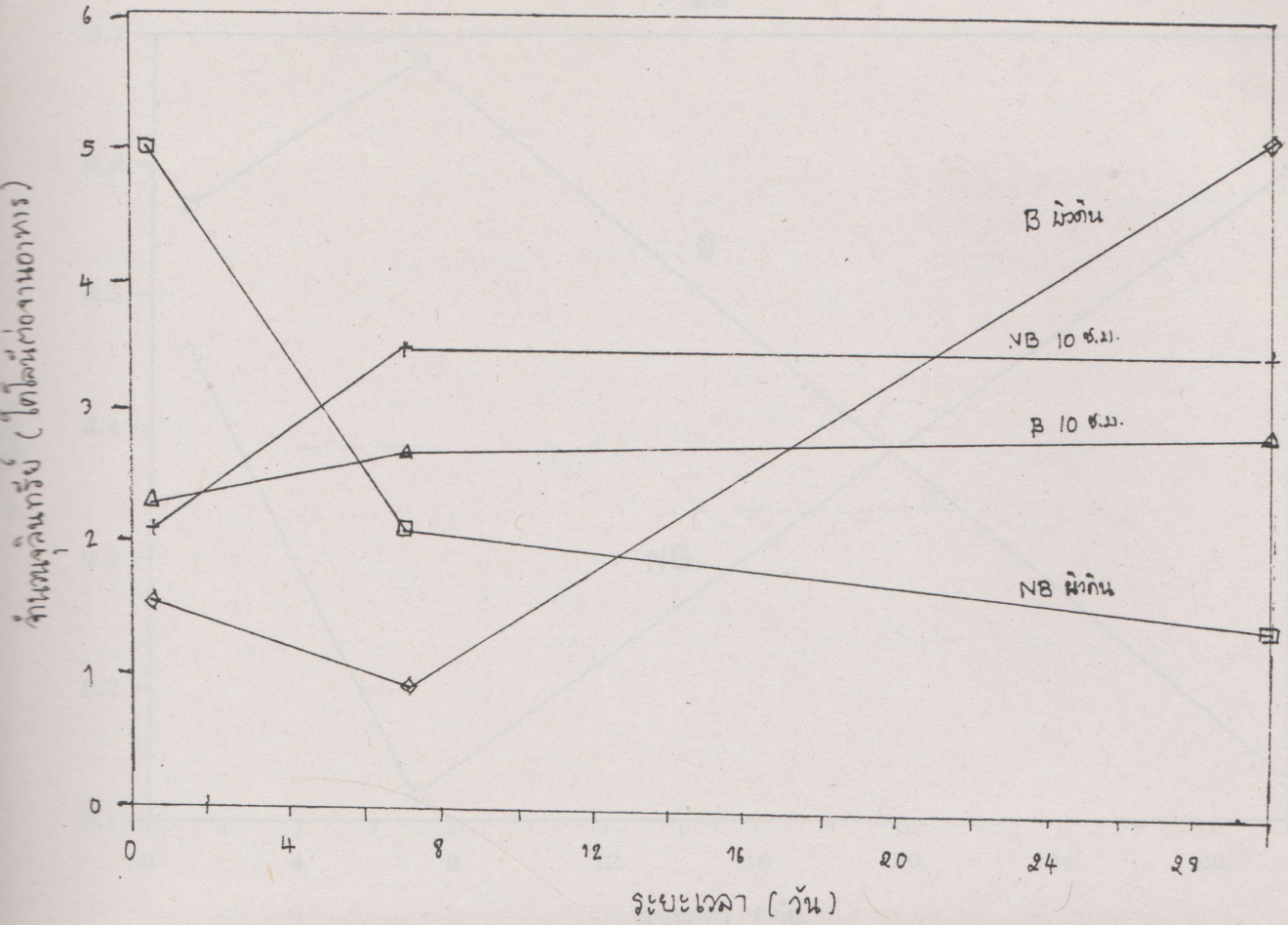
B คือ บริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่า

ตารางที่ 3. แสดงปริมาณน้ำ pH อินทรีย์วัตถุ ธาตุไนโตรเจน ธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโปแตสเซียมในดินทั้ง 3 ระยะเวลา

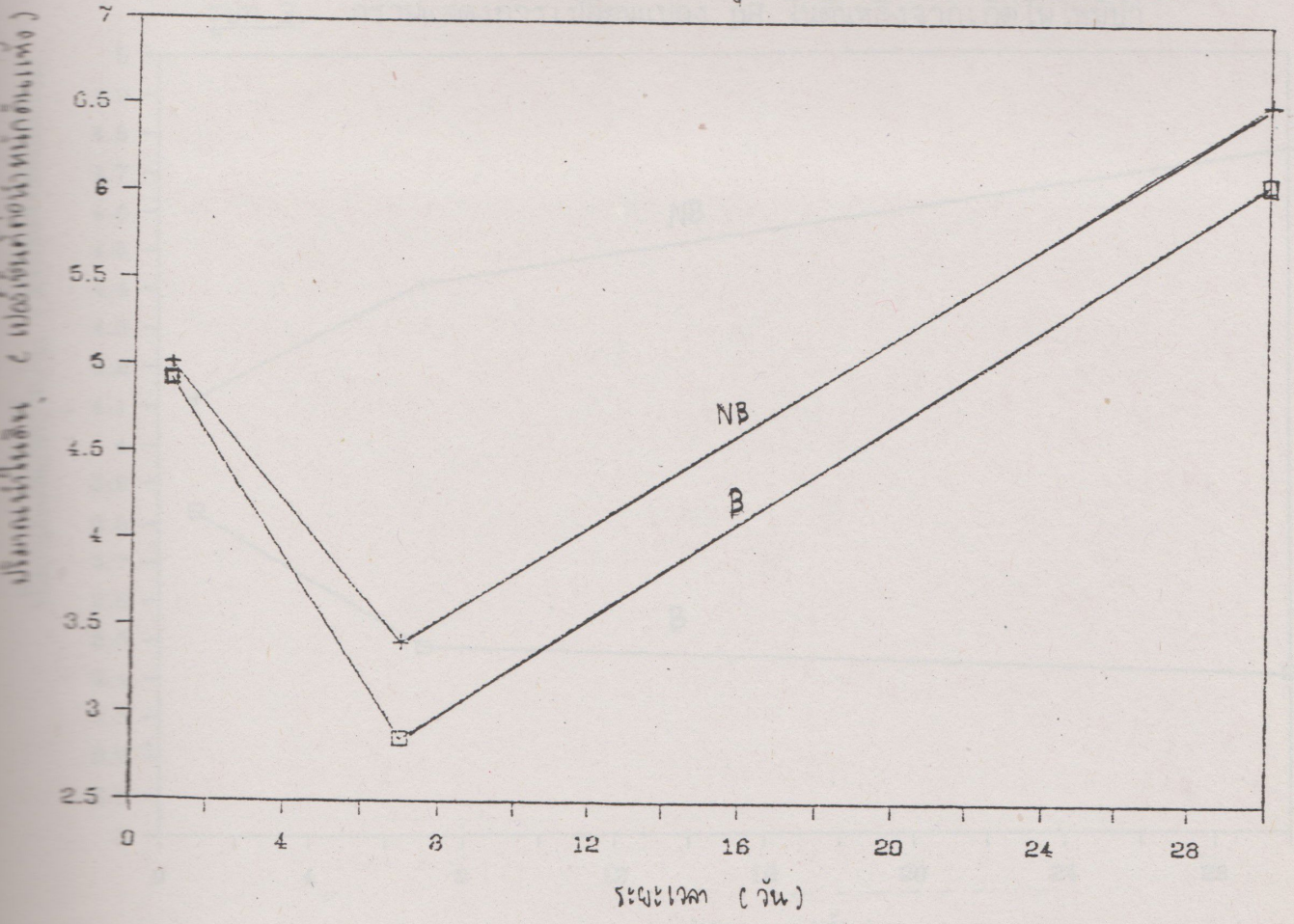
คุณสมบัติ	ตำแหน่งของดิน	ระยะเวลาหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า		
		1 วัน	7 วัน	30 วัน
ปริมาณน้ำ	NB	5.01 ± 0.84^{a}	3.36 ± 0.43^{a}	6.54 ± 0.99^{c}
%ต่อน้ำหนักดินแห้ง	B	4.91 ± 0.78^{a}	2.87 ± 0.45^{b}	6.09 ± 0.66^{c}
pH	NB	6.46 ± 0.11^{a}	6.12 ± 0.55^{b}	6.60 ± 0.22^{a}
	B	6.57 ± 0.28^{a}	6.60 ± 0.51^{a}	6.13 ± 0.19^{a}
อินทรีย์วัตถุ	NB	4.12 ± 0.73^{a}	4.41 ± 1.01^{b}	4.75 ± 1.32^{b}
%ต่อน้ำหนักดินแห้ง	B	3.83 ± 0.95^{a}	3.56 ± 0.77^{a}	3.39 ± 0.90^{a}
ธาตุไนโตรเจน	NB	0.206^{a}	0.220^{b}	0.237^{b}
%ต่อน้ำหนักดินแห้ง	B	0.191^{a}	0.178^{a}	0.196^{a}

ตารางที่ 3. (ต่อ)

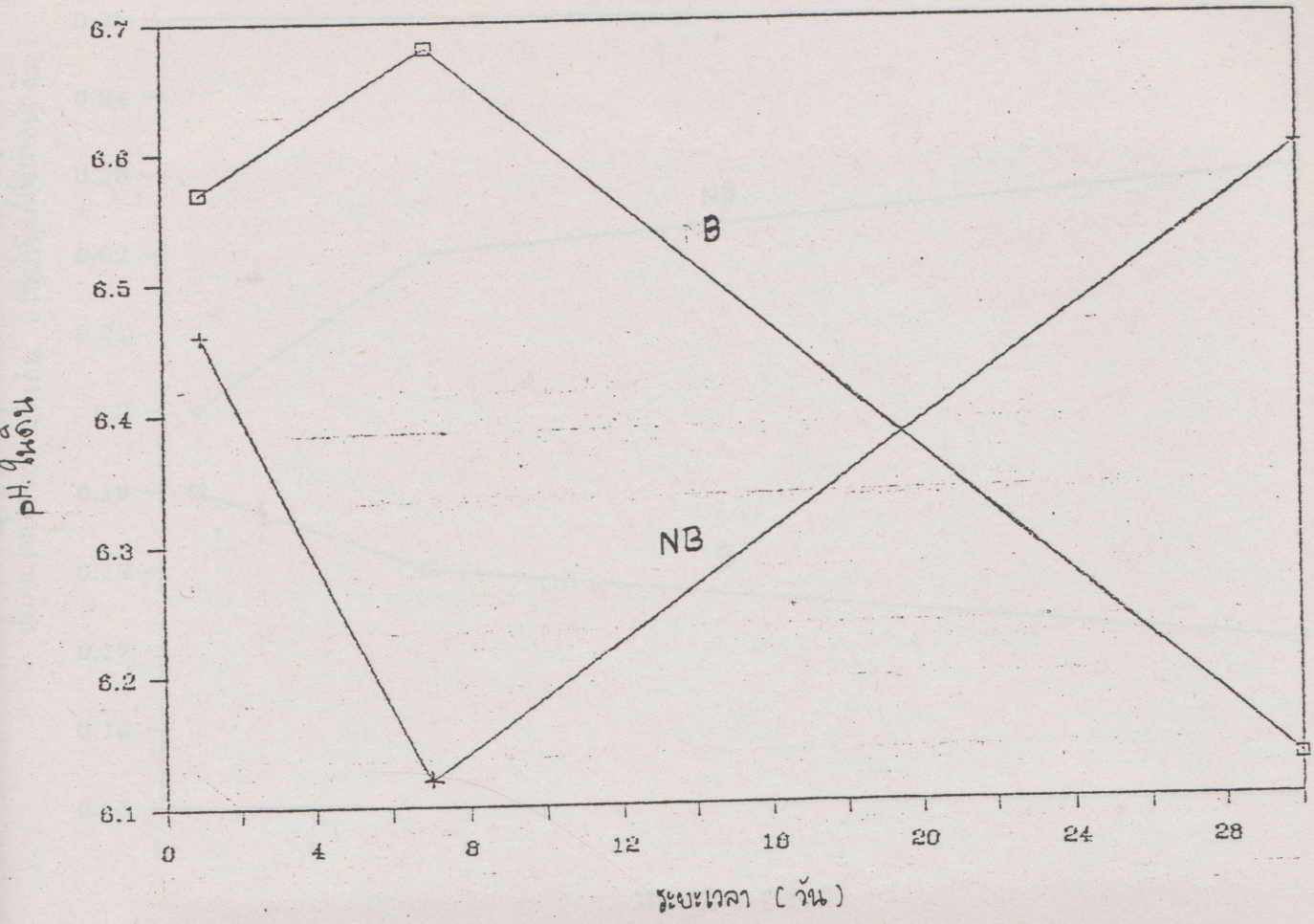
คุณสมบัติ	ตำแหน่งของดิน	ระยะเวลาหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า		
		1 วัน	7 วัน	30 วัน
ธาตุฟอสฟอรัส	NB	21.68 ± 9.49[a]	19.13 ± 8.20[a]	25.62 ± 14.56[a]
ppm	B	20.43 ± 2.80[a]	25.00 ± 6.84[a]	16.75 ± 4.86[b]
ธาตุโปแตสเซียม	NB	196.12 ± 50.63[a]	195.40 ± 32.28[a]	210.78 ± 29.70[b]
ppm	B	208.46 ± 77.96[a]	221.87 ± 37.24[c]	211.87 ± 48.05[b]



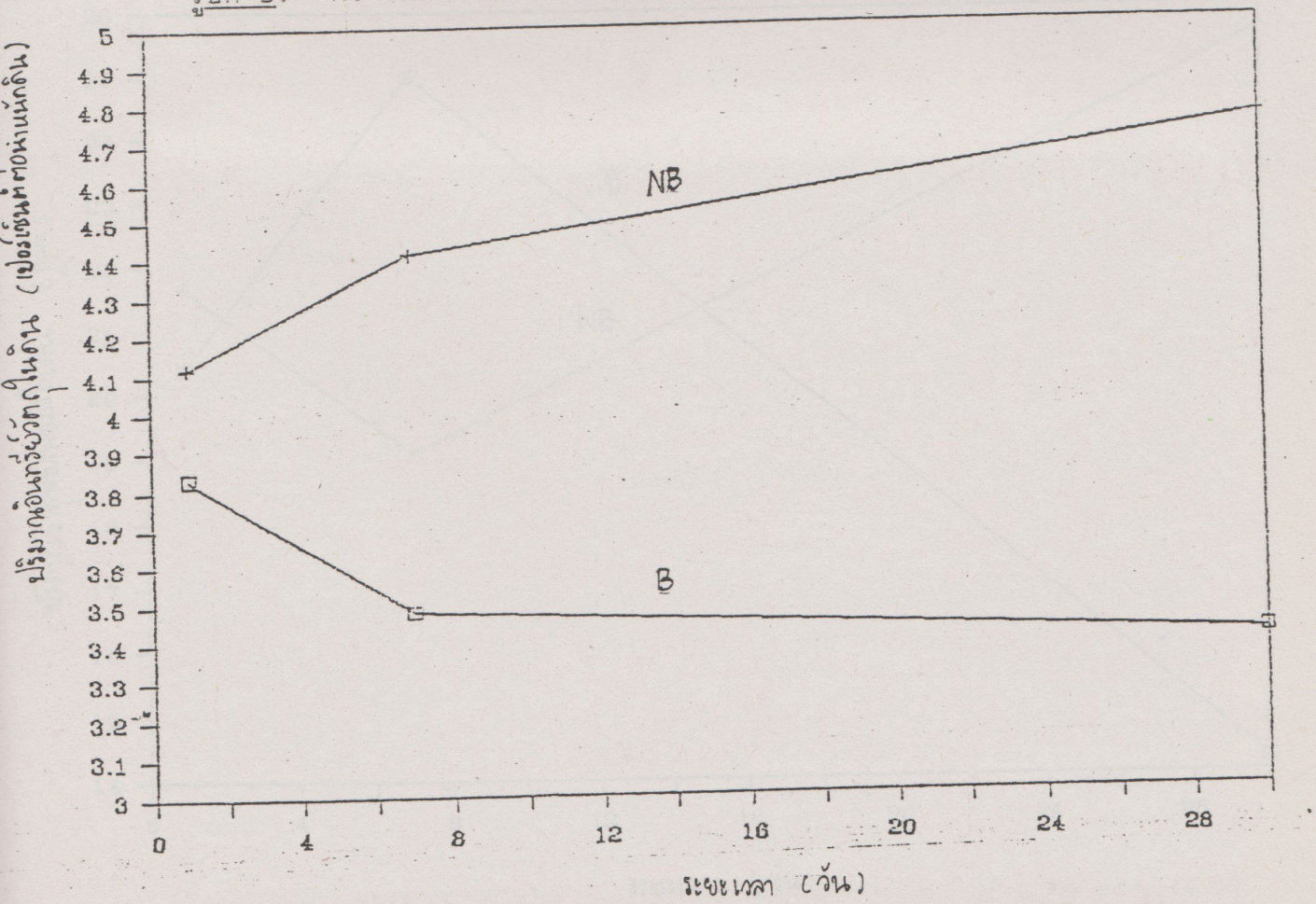
รูปที่ 1. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า



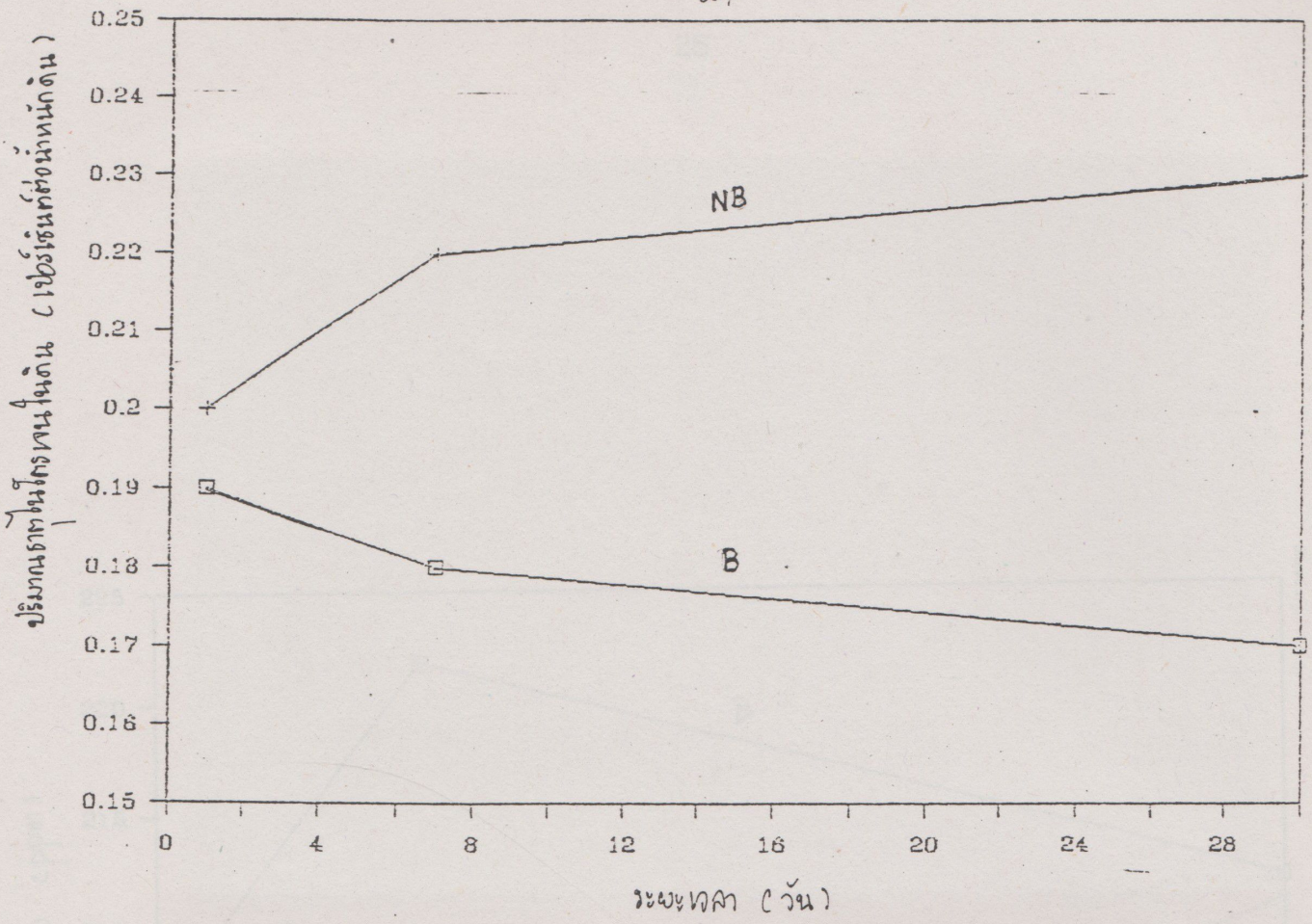
รูปที่ 2. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า



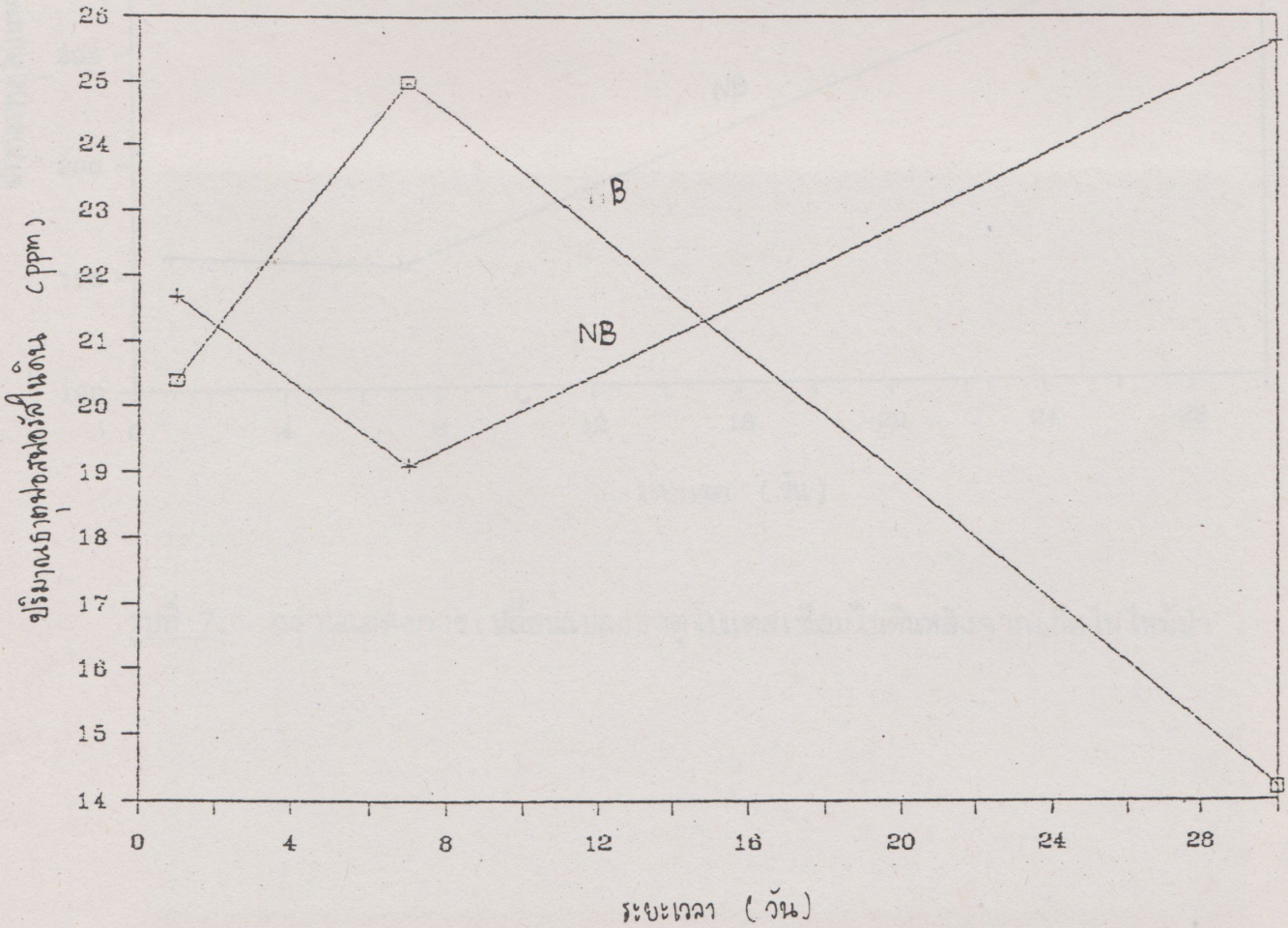
รูปที่ 3. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลง pH ในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า



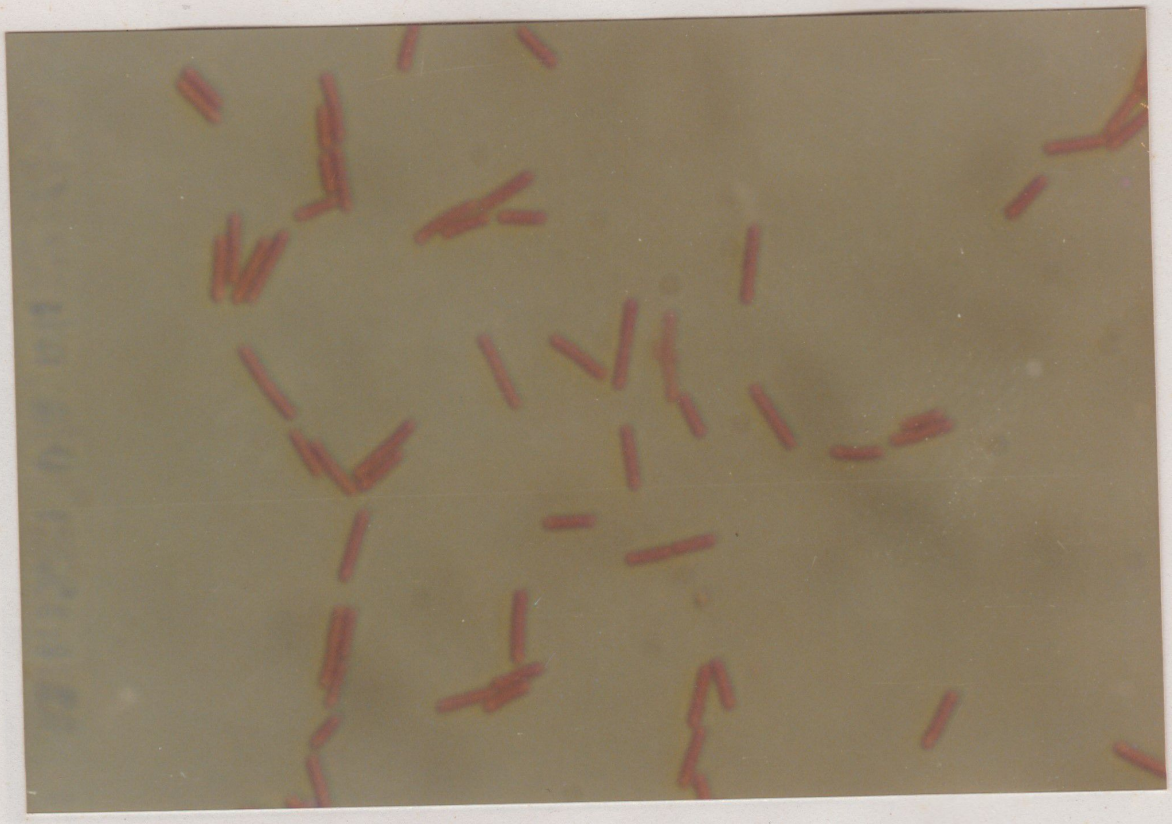
รูปที่ 4. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า



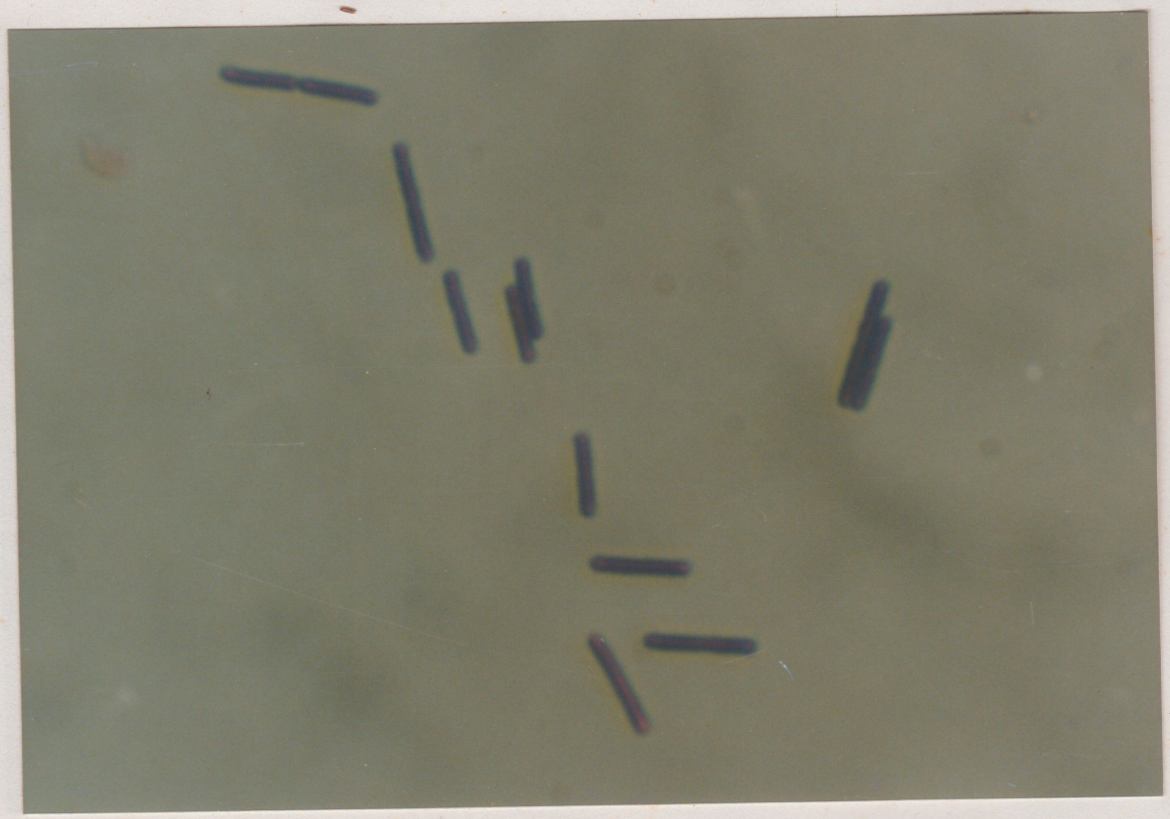
รูปที่ 5. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงธาตุไนโตรเจนในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า



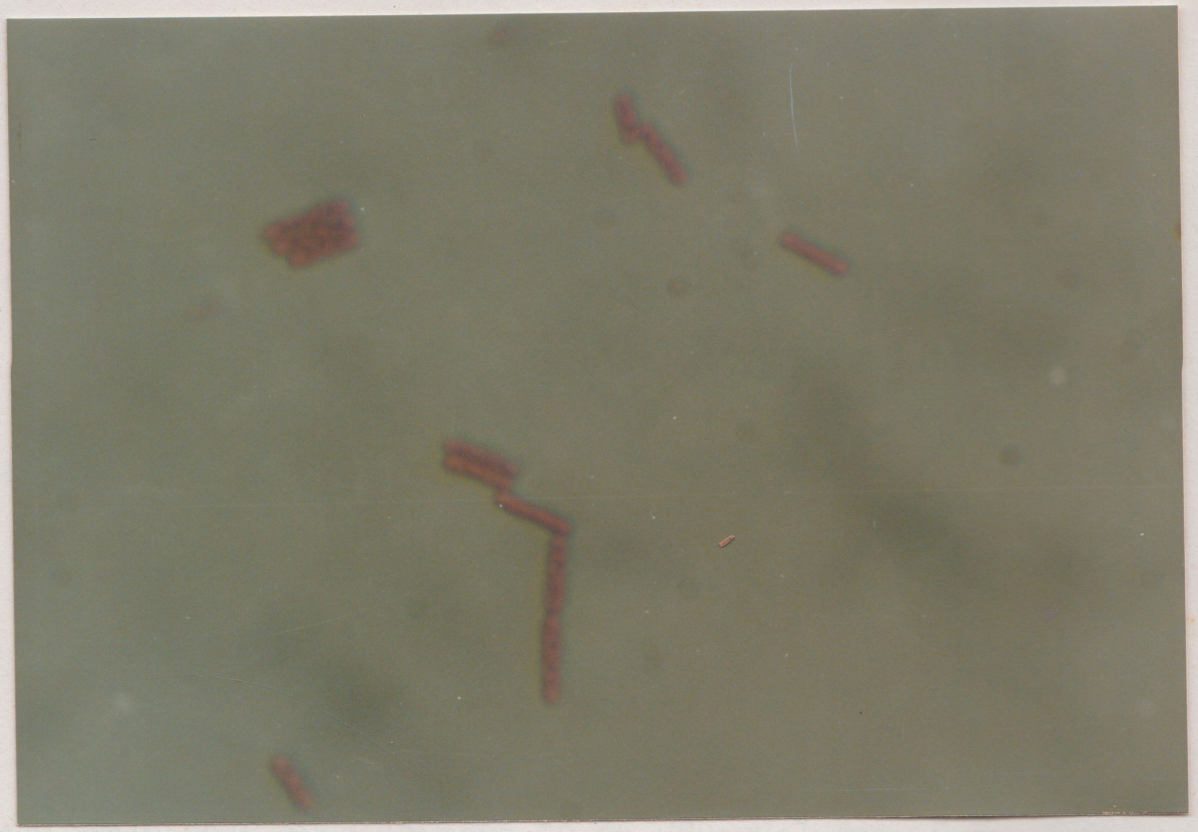
รูปที่ 6. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงธาตุฟอสฟอรัสในดินหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า



รูปที่ 8. แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง, กรัมลบ กำลังขยาย 1000 เท่า



รูปที่ 9. แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง, กรัมบวก กำลังขยาย 1000 เท่า



รูปที่ 10. แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง, กรัมลบ กำลังขยาย 1000 เท่า

รูปที่ 11. แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง, กรัมลบ กำลังขยาย 1000 เท่า

ผลการทดลอง

1. จากตารางที่ 2 และกราฟที่ 1 แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ที่แตกต่างกันในการเก็บตัวอย่างดินทั้ง 3 ครั้ง

1.1 ที่ระดับผิวดิน จำนวนจุลินทรีย์จะลดลงหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า ส่วนในบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่า จำนวนจุลินทรีย์ในดินจะลดลงเช่นเดียวกัน

1.2 ที่ระดับความลึก 10 ซม. จำนวนจุลินทรีย์ใบจะเพิ่มขึ้นในบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่า ส่วนในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าจำนวนจุลินทรีย์ในดินจะค่อนข้างคงที่

2. จากตารางที่ 3 และกราฟที่ 2 ปริมาณน้ำในดินจะลดลงทั้งบริเวณที่เกิดไฟไหม้-ป่าและบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่า และต่อมา 30 วัน ปริมาณน้ำในดินจะเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปริมาณน้ำในดินในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าจะน้อยกว่าในบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่า แต่ในตัวอย่างดินหลังจากไฟไหม้ป่า 30 วัน ปริมาณน้ำในดินในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าจะมากกว่าบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่า

3. จากตารางที่ 3 และกราฟที่ 3 pH ในดินบริเวณที่ไฟเกิดไฟไหม้ป่าจะลดลงและเพิ่มขึ้นในระยะต่อมา 30 วัน ส่วน pH ในดินบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าจะเพิ่มขึ้นหลังจากเกิดไฟ-ไหม้ป่า 7 วัน และต่อมา 30 วันจะลดลง

4. จากตารางที่ 3 และกราฟที่ 6 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่าจะลดลง ส่วนปริมาณธาตุไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน

5. จากตารางที่ 3 และกราฟที่ 6 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินบริเวณที่ไม่เกิดไฟ-ไหม้ป่าจะลดลงหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า 7 วัน และจะเพิ่มขึ้นหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า 30 วัน ส่วนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินที่เกิดไฟไหม้ป่าจะเพิ่มขึ้นหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า 7 วัน และจะลดลงหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า 30 วัน

6. จากตารางที่ 3 และกราฟที่ 7 ปริมาณธาตุโปแตสเซียมในดินบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่าจะเพิ่มขึ้น ส่วนในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสจะเพิ่มขึ้นหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า 7 วัน และจะลดลงหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า 30 วัน

7. จากรูปที่ 1, 3, 4 แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง, กรัมลบ ส่วนรูปที่ 2 แสดงลักษณะแบคทีเรียรูปแท่ง กรัมบวก

หมายเหตุ จากการคำนวณทางสถิติ ผลการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ไม่มีความแตกต่างระหว่างบริเวณที่เกิดและไม่เกิดไฟไหม้ป่า ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

หลังจากเกิดไฟไหม้ป่าจำนวนจุลินทรีย์จะลดลงที่ระดับผิวดิน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณน้ำในดินลดลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อทิ้งระยะเวลาต่อไปอีกหนึ่งเดือนจำนวนจุลินทรีย์ที่ระดับผิวดินจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำในดิน เพราะว่าในดินอาจมีขี้เถ้าเพิ่มมากขึ้นทำให้ความสามารถในการดูดซับน้ำเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่าคือ จำนวนจุลินทรีย์จะลดลงเหลือน้อยกว่าบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่า และปริมาณน้ำในดินในบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้ป่าเหลือน้อยกว่าบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่า ซึ่งอาจมีผลต่อความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดนี้ แต่อย่างไรก็ตามผลของไฟไหม้ป่าจะมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่ระดับผิวดินมากกว่าที่ระดับความลึก 10 ซม. โดยที่จำนวนจุลินทรีย์ที่ระดับผิวดินจะลดลงตามความลึกของดิน ซึ่งให้ผลการทดลองเหมือนกับผลการทดลองของ Takahiro (1989) ได้ทดลองวัดมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในดินที่ทำการอบด้วยคลอโรฟอร์มกับดินที่ไม่อบด้วยคลอโรฟอร์ม พบว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในดินที่อบด้วยคลอโรฟอร์มจะน้อยกว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในดินที่ไม่อบด้วยคลอโรฟอร์ม และมวลชีวภาพของคาร์บอนในดินจะลดลงตามความลึกของดินด้วย

ในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าจะทำให้ pH ในดินสูงขึ้นเล็กน้อย อาจเป็นเพราะความเป็นเบสที่เกิดจากขี้เถ้าที่เกิดขึ้นหลังจากไฟไหม้ป่า ซึ่งให้ผลการทดลองเหมือนกัน Barbour และคณะ (1980) ได้กล่าวถึงความเป็นกรดของดินในป่าก่อนเกิดไฟไหม้ป่าและหลังจากเกิดไฟไหม้ป่าจะทำให้ดินมี pH เพิ่มขึ้น

ปริมาณน้ำในดินจะลดลงอย่างชัดเจนหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า ทั้งนี้อาจเกิดจากความร้อนขณะเกิดไฟไหม้ป่าและความร้อนที่พื้นดินได้รับจากแสงอาทิตย์โดยตรงเมื่อไม่มีสิ่งปกคลุมดิน ทำให้อัตราการระเหยของน้ำเพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในบริเวณที่เกิดไฟไหม้ป่าจะมีขี้เถ้าเหลืออยู่ ซึ่งเมื่อเกิดฝนตกขึ้นมาจะช่วยในการดูดซับน้ำให้มีอยู่ในดินเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองกราฟที่ 2 ปริมาณน้ำในดินที่เกิดไฟไหม้ป่าจะสูงกว่าบริเวณที่ไม่เกิดไฟไหม้หลังจากเกิดไฟไหม้ป่าไปแล้วหนึ่งเดือน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะลดลงหลังจากเกิดไฟไหม้ป่าซึ่งเป็นผลจากความร้อนในการเผาผลาญซากพืชซากสัตว์ที่ปกคลุมดินอยู่ให้หมดไป ซึ่งในสภาวะปกติในบริเวณที่ไฟเกิดไฟไหม้ป่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะเพิ่มขึ้นจากเศษใบไม้ที่ร่วงหล่นและซากสัตว์ที่ไม่มีชีวิต และด้วยความร้อนที่สูง จึงเป็นเหตุให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนในดินซึ่งจะมีปริมาณมากน้อยตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุนั้นจะระเหยไปสู่บรรยากาศอย่างรวดเร็ว ทำให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนในดินที่เกิดไฟไหม้ป่านั้นลดน้อยลง

ส่วนปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินจะเพิ่มขึ้นหลังจากเกิดไฟไหม้ป่า ซึ่งผลการทดลองได้เหมือนกับการศึกษาของ Stone (1971) คือ พบว่าหลังจากเกิดไฟไหม้ป่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและคัลเซียมจะเพิ่มขึ้น อันเป็นผลมาจากการละลายของแร่ธาตุที่อยู่ในขี้เถ้าลงสู่ดิน

ส่วนปริมาณธาตุโปแตสเซียมในดินจะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งให้ผลการทดลองต่างกับการทดลองของ Barbour และคณะ (1980) พบว่าปริมาณธาตุไนโตรเจนและโปแตสเซียมจะลดลงเพาะเกิดการระเหยและกลั่นตัวสู่บรรยากาศด้วยความร้อนขณะเกิดไฟไหม้ป่า

สำหรับการทดลองนี้ผลของจำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างดินครั้งแรกอาจผิดพลาดไปจากความจริง ทั้งนี้เพราะต้องใช้เวลาในการหาความเจือจางที่เหมาะสมในการนับจำนวนจุลินทรีย์จึงต้องทำให้ต้องเก็บตัวอย่างดินไว้หลายวัน ซึ่งจะทำให้คุณสมบัติทั้งทางด้านชีวะและเคมีเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งนี้ ควรจะทำการนับจำนวนจุลินทรีย์ทันทีหลังจากที่เก็บตัวอย่างดิน

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

จากศึกษาผลของไฟไหม้ป่าต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่ย่อยเซลลูโลสได้ในดิน และการเปลี่ยนแปลงของสารบางอย่างในดิน ให้ผลสรุปดังนี้

1. ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ลดน้อยลง โดยที่จำนวนจุลินทรีย์ที่ระดับผิวดินจะเหลือน้อยกว่าจำนวนจุลินทรีย์ที่ระดับความลึก 10 ซม.

2. ทำให้ปริมาณอินทรีย์สารและธาตุไนโตรเจนลดน้อยลง

3. ทำให้ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมเพิ่มขึ้น

4. ทำให้ pH ในดินเพิ่มสูงขึ้น

5. ทำให้ปริมาณน้ำในดินลดน้อยลง

เอกสารอ้างอิง

คณิต ครุฑหงษ์. 2523. การศึกษาแบคทีเรียที่ย่อยเซลลูโลสซึ่งแยกได้จากดิน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชัยวัฒน์ ปัญจพงษ์. 2522. ชีวสถิติ ตอนที่ 2 สถิติอนุมาน. บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพาณิชย์ จำกัด กรุงเทพฯ.

ถวิล ครุฑกุล. 2521. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์ดินและพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เทอด สุปรีชากร. 2521. วนศาสตร์เบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นงนุช ชวพันธุ์. 2525. การแยกเชื้อราที่สร้างเอนไซม์เซลลูเลสที่เจริญได้ที่อุณหภูมิสูง. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยา. 2521. ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Alexander, M. 1977. Introduction of Soil Microbiology, John Wiley & Sons. Inc. New York.

Baebour, M.G., T.H. Burk, and W.D. Pitts. 1980. Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. California.

Daubemire, R.F. 1974. Plants and Environment. 3th edition. A Textbook of Autecology, John Wiley & Sons, Inc. USA.

David, E. Riechle. 1970. Analysis of Temperate forest ecosystems. Ecological studies I, Vol. 1, Germany.

Gray, T.R.G. and D. Parkinson. 1968. The Ecology of soil Bacteria. Liverpool University press, Hazell Watson & Viney LTD., Great Britain.

Gray, T.R.G. and S.T. Williams. 1877. Soil micro-organisms. Longman Inc., New York.

Harold W. Hocker, Jr. 1979. Introduction of Forest Biology. John Wiley & Sons, Inc., USA.

Mandels, M. and E.T. Reese. 1956. Introduction of cellulose in Trichoderma viride as influence by carbon sourse and metals, J. bact., 73 : 269-278.

Takahiro T., T. Horikoshi, H. Tsubota and F. Takahashi. 1982. Microbiology Ecology. Department of Environmental Studies, Faculty of Integrated Arts and Science, Hiroshima University, Hiroshima, Japan. 62 : 163-172.

ภาคผนวก

สูตรอาหาร Carboxymethyl cellulose (CMC)

$(NH_4)_2SO_4$	1	g/l
CMC	5	g/l
Yeast extract	1	g/l
agar	10	g/l
น้ำกลั่น	1	l

ละลาย CMC ในน้ำกลั่น 500 ml. อุ่นเล็กน้อย แล้วจึงเติมส่วนผสมให้ครบ 1 ลิตร

สูตรทดสอบทางสถิติ (Pair test) $P > 0.05$ (ชัยวัฒน์, 2532)

$$t = \frac{\bar{d} - (\mu_1 - \mu_2)}{\frac{Sd}{\sqrt{n}}}$$

อุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล., 125 มล., 50 มล.
2. บิวเรต
3. กระบอกตวง ขนาด 100 มล.
4. บีกเกอร์ ขนาด 250 มล. และ 50 มล.
5. กรวยกรอง
6. กระดาษกรอง
7. ขาตั้ง
8. สเปคโตรโฟโตมิเตอร์

สารเคมี

1. Standard 0.5 N. $K_2Cr_2O_7$ solution
2. 0.5 N $FeSO_4$ solution
3. Conc. H_2SO_4 96%
4. O-phenanthroline ferous sulfate indicator
5. Extracting solution (Bray II)
6. 2.5% ammonium molybdate in 3 N HCl
7. 36% stanous chloride stock solution
8. Stanous chloride working solution
9. Standard 50 ppm Phosphorus
10. Standard 5 ppm Phosphorus

11. Standard 5 ppm Potassium

12. Standard 1000 ppm Calcium

13. Standard 1000 ppm Magnesium

วิธีการหาปริมาณอินทรีย์วัตถุของดิน (ถวิล, 2521)

Black and Walkley method

ชั่งดินแห้งที่บดละเอียด 0.5 มล. หนัก 0.5-2.0 กรัม (ชั่งให้ละเอียดขนาด 0.001 mg) ใส่ลงใน erlenmayer flask 250 มล. ใช้ pipet ดูด $K_2Cr_2O_7$ 0.5 N ใส่ลงไป 10 มล. พยายามให้ไปเปดแตะกับก้นฟลาสต์มากที่สุด เพื่อไม่ให้ยากระเด็นขึ้นมารองฟลาสต์ เติมกรดกำมะถันเข้มข้นลงไป 10 มล. โดยรินจาก cylinder ให้กรดค่อย ๆ ไหลลงไปตามขอบฟลาสต์พร้อมกับหมุนฟลาสต์ไปรอบ ๆ ช้า ๆ เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาและความร้อนสม่ำเสมอโดยตลอด ปล่อยทิ้งไว้ 30 นาที แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปประมาณ 15 มล. หยด indicator ลงไป 3 หยด ไตเตรททันทีด้วย ferrous sulfate จนสีของ soil suspension เปลี่ยนจากเขียวปนน้ำตาลปนแดง ถ้าหากไตรเตรทเกิน end point ให้เติม $K_2Cr_2O_7$ ลงไป 1 มล. แล้วไตเตรทต่อไปจนได้ end point จนปริมาณของน้ำยา dichromate และ ferrous sulfate ที่ใช้

ทำ blank โดยใช้ dichromate 10 มล. ดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างดิน และควรจะทำพร้อม ๆ กับตัวอย่าง

ปริมาณของ dichromate ที่ถูก reduced (หรือเข้าทำปฏิกิริยา) ควรจะอยู่ระหว่าง 2-8 มล. ถ้าหากใช้ dichromate น้อยกว่า 2 มล. ก็ควรจะทำใหม่โดยเพิ่มน้ำหนักตัวอย่างอีกเท่าตัว หรือถ้าใช้ dichromate มากกว่า 8 มล. ก็ควรทำใหม่โดยลดน้ำหนักดินตัวอย่างลงครึ่งหนึ่ง

วิธีการหาปริมาณธาตุไนโตรเจนในดิน

ปริมาณธาตุไนโตรเจนในดิน จะประมาณเท่ากับ 5% ของปริมาณอินทรีย์วัตถุ

การหาปริมาณโปแตสเซียมและโซเดียม (ถวิล, 2521)

การสกัด extractable K and Na

ชั่งดินแห้ง 10.00 กรัม ใส่ลงใน erlenmayer flask 125 มล. เติมน้ำยา 1 N NH_4 Ac pH 7 ลงไป 25 มล. เขย่านาน 30 นาที กรองใช้สิ่งที่กรองได้ หาปริมาณ extractable K and Na ต่อไป

ถ้าหากจำเป็นจะต้องเจือจางสิ่งที่กรองได้ ต้องใช้ NH_4 Ac

การหาปริมาณ K and Na ด้วยวิธี Flame Photometry

ตั้งเครื่องมือตามคู่มือเป็นเวลานานอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

จุด standard set โดยให้ 50 ppm K หรือ Na อ่านได้ 100 การอ่านอาจจะต้องทำหลายครั้งจนแน่ใจว่าอ่าน standard ซ้ำค่าเดิม ควรจะอ่านเมื่อจุดตัวอย่างได้ 10-15 วินาที จะได้ค่าที่ดีที่สุด ควรจะตรวจสอบกับ standard 50 ppm ทุก 8 ตัวอย่าง (สำหรับ Beckman UV)

ต้องระวังให้ความดันของกาซคงที่ตลอดเวลา ไม่เช่นนั้นจะได้ค่าที่ไม่ถูกต้อง

เมื่อเทียบค่าที่อ่านได้กับ standard curve (จาก standard set) ก็จะทราบความเข้มข้นของธาตุในสารละลาย

วิธีหาปริมาณ available P (ถวิล, 2521)

สกัด available P ด้วย Bray II

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

การหาปริมาณฟอสฟอรัส

(วิธี Chlorogtanous-reduced molybdophosphoric blue color in HCl system-method II)

ใช้ไปเปตดูดน้ำยาที่สกัดได้ 2-10 มล. ใส่ลงใน Vol. flask 25 มล. ที่สะอาด เติมน้ำยาแอมโมเนียมโมลิบเดตลงไป 4 มล. แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปจนมีปริมาตรประมาณ 20 มล. เขย่าให้เข้ากัน เติม stanous chloride working solution ลงไป 1 มล. พร้อมกับเริ่มจับเวลาเขย่าแล้วทำให้ปริมาตรครบ 25 มล. ด้วยน้ำกลั่น เขย่า เมื่อครบ 5 นาที วัดเทียบสีที่ช่วงคลื่น 660 um สีที่เกิดขึ้นจะคงที่เป็นเวลานาน 10 นาที

ควรจะทำ standard set เสียก่อนที่จะทำตัวอย่าง

การเตรียม standard set

ชุดของ standard ควรจะเป็น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ppm P (ปริมาตรสุดท้าย) โดยใช้ 5 ppm 0, 1, 2, 3, 4, 5 มล. ในขวดปริมาตร 25 มล. แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่าง สีควรจะเป็นสีน้ำเงิน ถ้าสีเขียวแสดงว่าสัดส่วนของน้ำยาผิดไปจะต้องปรับเสียใหม่จนได้สีน้ำเงินทั้งชุด

ถ้าใช้ Volumetric flask ผิดขนาดไป จะต้องปรับสัดส่วนของน้ำยาทั้งหมดให้มีกรด 0.5 N ในปริมาตรขั้นสุดท้ายและควรใช้ Volumetric flask ขนาดเดียวกับทั้งตัวอย่างและ standard

การคำนวณหาปริมาณอินทรีย์วัตถุ

สมมุติว่าชั่งดินตัวอย่างมาหนัก 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 ปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินหาได้ดังต่อไปนี้

ดินตัวอย่าง A กรัม ใช้ $FeSO_4$ ในการไตเตรตไดโครเมทที่เกิดมา 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 $K_2Cr_2O_7$

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

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

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

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

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

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

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

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

การคำนวณหาปริมาณ K หรือ Na

สมมติว่าใช้ดิน A กรัม น้ำยา NH_4 Ac B มล. จุดไฟ แล้วอ่านได้เกิน 100 จึงต้องดูดสิ่งที่กรองได้มา C มล. เติม NH_4 Ac ลงไป D มล. จุดไฟอีกอ่านได้ค่าหนึ่ง ซึ่งเทียบได้กับ E ppm ใน standard curve ปริมาณของ K หรือ Na ในดินนี้ หาได้ดังต่อไปนี้

สารละลายที่เจือจางแล้ว 1,000,000 กรัม มีธาตุอยู่ E กรัม

สารละลายที่เจือจางแล้ว C + D กรัม มีธาตุอยู่ $\frac{E\ (C + D)}{1,000,000}$ กรัม

เพราะฉะนั้น สิ่งที่กรองได้ C มล. มีธาตุอยู่ $\frac{E\ (C + D)}{1,000,000}$ กรัม

เพราะฉะนั้น สิ่งที่กรองได้ B มล. มีธาตุอยู่ $\frac{BE\ (C + D)}{1,000,000}$ กรัม

เพราะฉะนั้น A กรัม มีธาตุอยู่ $\frac{BEC\ (C + D)}{1,000,000}$ กรัม

เพราะฉะนั้นดิน 1,000,000 มีธาตุอยู่ $\frac{BEC\ (C + D)\ 1,000,000}{AC\ 1,000,000}$ กรัม

ดินนี้จะมีธาตุ $\frac{BE\ (C + D)}{AC}$ ppm K or Na

ถ้าไม่มีการเจือจาง อ่านค่าได้เลย

ดินนี้จะมีธาตุ $\frac{BE}{A}$ ppm K or Na

การคำนวณ P ในดิน

สมมติว่าใช้ดินตัวอย่าง A กรัม ใช้น้ำยาสกัด B มล. ดูดสิ่งสกัดได้มา C มล. ใส่ลงใน flask ขนาด D มล. เทียบสีกับ Standard set อ่านได้ E ppm P ปริมาณ available P ของดินนี้หาได้ดังนี้

สารละลาย 1,000,000 มล. มี P = E กรัม

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

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

เพราะฉะนั้นสิ่งสกัดได้ 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 = $\frac{\text{BDE X 1,000,000}}{\text{AC X 1,000,000}}$ กรัม

ดินนี้มี P = $\frac{\text{BDE}}{\text{AC}}$ ppm P