สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของไฟป่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในพื้นที่ป่าเต็งรัง : กรณีเกิดไฟป่าปีที่ 3

Wildfire Impact on Microbiological Change in Deciduous Dipterocarp Forest :A Case Study on The 3th Year

โดย

นางสาว ปัทมา เผื่อแผ่

เสนอ

ปย.
ม533ผ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82804
วัน,เดือน,ปี 23 ก.ค. 2551

ภาควิชาปฐพีวิทยา

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์ (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2550

b.41951948
i.....

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาปฐพีวิทยา

เรื่อง

ผลของไฟป่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ
ในพื้นที่ป่าเต็งรัง : กรณีเกิดไฟป่าปีที่ 3

Wildfire Impact on Microbiological Change in Deciduous Dipterocarp Forest
:A Case Study on The 3 th Year

โดย

นางสาว ปัทมา เผื่อแผ่

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผศ. ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 18 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2551

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สุมิตรา ภู่วโรดม)

หัวหน้าภาควิชาปฐพีวิทยา

วันที่ 21 เดือน มี.ค. พ.ศ. 51

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง	ผลของไฟป่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในพื้นที่ป่าเต็งรัง : กรณีเกิดไฟป่าปีที่ 3
ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ	Wildfire Impact on Microbiological Change in Deciduous Dipterocarp Forest : A Case Study on The 3 th Year
โดย	นางสาวปัทมา เผื่อแผ่
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
ภาควิชา	ปฐพีวิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในพื้นที่ ป่าเต็งรัง ภายใต้สภาพการเกิดไฟป่าในปีที 3 โดยทำการเก็บดินตัวอย่างในช่วงก่อนและช่วงหลังจุดไฟเผาในปีที่ 3 เปรียบเทียบกับก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 1 โดยเก็บตัวอย่างดินมาจำนวน 6 ตัวอย่าง ที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร เพื่อนำมาแยกหาปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆได้แก่ แบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซีท และสาหร่าย จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆของดินป่าเต็งรัง ก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 3 (T2) พบว่ามีแนวโน้มลดลงจากตัวอย่างดินก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 1 (T1) ยกเว้นปริมาณแอคติโนมัยซีท กลับพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และภายหลังจุดไฟเผาตัวอย่างดิน (T3) พบว่ามีปริมาณแบคทีเรียและสาหร่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ 2 (T2) ในขณะที่ปริมาณ รา และแอคติโนมัยซีทลดลงจากเดิมเล็กน้อย

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ ผศ. ไพรัตน์ พิมพ์ศิริกุล อาจารย์ประจำภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษาวิชาความรู้ต่างๆ ตลอดเวลา และให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ สมเกียรติ สีสนอง ที่เอื้อเฟื้อคอมพิวเตอร์ห้องระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์ รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่างๆ ตลอดจนแนวคิด คำปรึกษา คำแนะนำอย่างดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณพ่อและครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและกำลังทรัพย์ในการทำปัญหาพิเศษให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณนุจรี บุญแปลง และคุณนารี พันธุ์จินดาวรรณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาปฐพีวิทยา และขอขอบคุณคุณสมจิตร มั่งนาค ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในเรื่องอุปกรณ์ต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ภาควิชาปฐพีรุ่น 20 ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังในการทำปัญหาพิเศษให้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

นางสาวปัทมา เผื่อแผ่

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
สารบัญภาคผนวก	IV
บทคัดย่อ	
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีทดลอง	10
ผลการทดลองวิจารณ์ผลการทดลอง	12
สรุปผลการทดลอง	16
เอกสารอ้างอิง	17
ภาคผนวก	18

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ปริมาณจุลินทรีย์ดินชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรังก่อนทำการจุดไฟเผาในปีที่ 1 13

2 ปริมาณจุลินทรีย์ดินชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรังก่อนทำการจุดไฟเผาในปีที่ 3 13

3 ปริมาณจุลินทรีย์ดินชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรังหลังการจุดไฟเผาในปีที่ 3 13

4 ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรัง ก่อนทำการจุดไฟเผาในปีที่ 1 15

ก่อนทำการจุดไฟเผาในปีที่ 3 , หลังการจุดไฟเผาในปีที่ 3

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรัง ก่อนทำการเผาไฟ , ภายหลังจากการเผาไฟ และ ภายหลังเผาไฟแล้วปล่อยทิ้งไว้ผ่านฤดูฝน	15

สารบัญภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ปริมาณแบคทีเรีย ในดินแต่ละตัวอย่างที่นำมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ	19
2	ปริมาณรา ในดินแต่ละตัวอย่างที่นำมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ	19
3	ปริมาณแอคติโนมัยซีส ในดินแต่ละตัวอย่างที่นำมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ	20
4	ปริมาณสาหร่าย ในดินแต่ละตัวอย่างที่นำมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ	20
5	แสดงค่า Analysis of Variance (ANOVA) ของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ	21

ผลของไฟป่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในพื้นที่ป่าเต็งรัง : กรณีเกิดไฟป่าปีที่ 3

Wildfire Impact on Microbiological Change in Deciduous Dipterocarp Forest :A Case Study on The 3 th Year

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้นแถบศูนย์สูตร มีทรัพยากรป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ มีความหลากหลายทางชีวภาพของพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ทั้งทางด้านความหลากหลายของระบบนิเวศน์ ความหลากหลายของ สปีชีส์ และความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อคนไทยให้เลือกใช้ประโยชน์ได้ตามความเหมาะสม ซึ่งชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิตจะเป็นดัชนีบ่งถึงการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์ ปัจจุบันป่าไม้ได้ลดจำนวนลงมากและมีแนวโน้มว่าจะลดลงเรื่อยๆมีผลทำให้ระบบนิเวศน์เปลี่ยนแปลงไป ชนิดและจำนวนของสิ่งมีชีวิตต่างๆจะจำเพาะกับระบบนิเวศน์หนึ่งๆ

ในทางนิเวศวิทยาไฟป่านับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญองค์ประกอบหนึ่งของระบบนิเวศน์ป่าไม้หลายๆระบบ ป่าผลัดใบเขตร้อนส่วนใหญ่ดำรงความสมบูรณ์ของสภาพป่าอยู่ได้เพราะมีไฟป่าเป็นปัจจัยควบคุม (Fire climax) (สำนักงานโครงการจัดการผืนป่าตะวันตก, 2544) พบว่า หากมีการป้องกันไฟในป่าที่เป็น Fire climax เป็นระยะเวลานาน สังคมของป่าจะมีการทดแทนไปสู่สังคมที่มีความชุ่มชื้นมากขึ้น เช่น ป่าเต็งรังจะเปลี่ยนไปเป็นป่าผสมผลัดใบและป่าผสมผลัดใบจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นป่าดิบแล้งในที่สุด อย่างไรก็ตาม สังคมป่าที่มีไฟเป็นปัจจัยควบคุมจะรักษาสภาวะสมดุลอยู่ได้ก็ตราบเท่าที่มีรอบการเกิดไฟป่าที่เหมาะสมสม่ำเสมอตามเงื่อนไขของธรรมชาติเท่านั้นแต่ในปัจจุบันปัญหาการเพิ่มขึ้นของประชากร ความต้องการที่ดินเพื่อการเกษตร ปัญหาเศรษฐกิจและสังคม ทำให้มนุษย์มีกิจกรรมการใช้ไฟในป่าและทำให้เกิดไฟป่ามากเกินกว่า ที่กลไกธรรมชาติจะสามารถรักษาสภาวะสมดุลของป่านั้นๆไว้ได้ กิจกรรมของมนุษย์ก่อให้เกิดไฟป่าในเกือบทุกพื้นที่ที่เป็นป่าผลัดใบยิ่งไปกว่านั้นการเกิดไฟป่ายิ่งมากขึ้นเรื่อยๆ ในบางพื้นที่พบว่าเกิดไฟป่าซ้ำในที่เดิมถึง 2 หรือ 3 ครั้ง ในช่วงฤดูแล้งของปีเดียวกัน นอกจากนี้ ดิน น้ำ สัตว์ป่า ทรัพยากรอื่นๆ และสิ่งแวดล้อมในภาพรวมยังได้รับผลกระทบจนยากที่จะฟื้นฟูให้กลับสู่สภาพเดิมได้

ไฟไม่ว่าจะเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือโดยมนุษย์จะมีผลกระทบต่อทรัพยากรดิน น้ำ และลุ่มน้ำอย่างกว้างขวาง เนื่องจากความแตกต่างของทรัพยากรก่อนเกิดไฟ ลักษณะของไฟ ฤดูกาล และสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการเกิดไฟเช่น เวลา ปริมาณ และช่วงเวลาที่มีฝนตก เป็นต้น การศึกษาผลกระทบของไฟต่อสมบัติดินและลุ่มน้ำยังไม่ชัดเจนและมีเอกสารสนับสนุนไม่มากนัก (National Wildfire coordinating Group, 2001) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาผลกระทบของไฟต่อทรัพยากรดินในพื้นที่ต้นน้ำ เพื่อความเข้าใจและใช้เป็นแนวทางในการจัดการลุ่มน้ำที่มีปัญหาไฟป่าได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของไฟป่าต่อการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ได้แก่ แบคทีเรีย (Bacteria) รา (Fungi) แอคติโนมัยซีท (Actinomycetes) และ สาหร่าย (Algae) ในพื้นที่ป่าเต็งรัง กรณีเกิดไฟป่าในปีที่ 3

ตรวจเอกสาร

ในทางนิเวศวิทยาไฟป่านับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญขององค์ประกอบหนึ่งของระบบนิเวศป่าไม้หลายๆระบบ ป่าผลัดใบเขตร้อนส่วนใหญ่ดำรงความสมดุลของสภาพป่าอยู่ได้เพราะมีไฟป่าเป็นปัจจัยควบคุม ป่าที่ไฟป่าเกิดขึ้นถี่เกินไปนั้นจะทำให้สังคมพืชของป่าจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยเข้ากับวัฏจักรของไฟที่เปลี่ยนแปลงไป โดยป่าผลัดใบจะเปลี่ยนไปสู่สังคมพืชที่แห้งแล้งขึ้นเรื่อยๆ และกลายเป็นป่าหญ้าในที่สุด อย่างไรก็ตามการจะควบคุมการเกิดไฟป่าให้เหมาะสมตามสมดุลของธรรมชาติในปัจจุบันทำได้ยากเนื่องจากปัญหาการเพิ่มขึ้นของประชากร ความต้องการการใช้ที่ดินที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งปัญหาทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้มนุษย์มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดไฟป่าเกินกว่าที่ธรรมชาติจะรักษาสมดุลไว้ได้ ผลกระทบที่เกิดจากการรบกวนสมดุลของธรรมชาตินี้ จึงเกิดตามมาอย่างไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้

ผลกระทบจากไฟป่าต่อดิน

ดินเป็นองค์ประกอบหนึ่งในระบบนิเวศป่าไม้ที่มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าองค์ประกอบใดๆ ดินเป็นปัจจัยค้ำจุนการเจริญเติบโตและการพัฒนาของสังคมพืชในป่าเป็นแหล่งสะสมน้ำและแร่ธาตุที่พืชดูดขึ้นไปใช้ในการดำรงชีวิต นอกจากนี้ดินยังเป็นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจำนวนมากมาย ผลกระทบจากไฟป่าทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดินโดยการชะและการพังทลาย ทำลายสิ่งปกคลุมโดยทำให้เกิดน้ำป่าหน้าดินเพิ่มขึ้นประมาณ 3 เท่า การชะล้างพังทลายของดินเพิ่มขึ้น 3 - 30 เท่า แล้วแต่ความรุนแรงของไฟ ทำให้เกิดภาวะการตื้นเขินและน้ำเน่าเสีย ซึ่งเกิดจากการสะสมของตะกอนธาตุอาหาร และอินทรียวัตถุต่างๆเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินทั้งทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีเช่น ไฟที่มีความรุนแรงมากจะมีผลกระทบต่อเนื้อดินและอินทรียวัตถุจะลดน้อยลง และไฟที่มีความรุนแรงมากเกินไป จะทำให้สูญเสียธาตุไนโตรเจนและกำมะถันไปโดยการระเหิด

ไฟป่าไม่ว่าจะเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติหรือโดยมนุษย์จะมีผลกระทบต่อทรัพยากรดิน น้ำและลุ่มน้ำอย่างกว้างขวาง เนื่องจากความแตกต่างของทรัพยากรก่อนเกิดไฟ ลักษณะของไฟ ฤดูกาล และสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการเกิดไฟ เช่น เวลา ปริมาณ และช่วงเวลาที่มีฝนตก เป็นต้น การศึกษาผลกระทบของไฟต่อสมบัติดินและลุ่มน้ำยังไม่ชัดเจนและมีเอกสารสนับสนุนไม่มากนัก (National Wildfire Coordinating Group, 2001) ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาผลกระทบของไฟต่อทรัพยากรดินในพื้นที่ต้นน้ำ เพื่อความเข้าใจและใช้เป็นแนวทางในการจัดการลุ่มน้ำที่มีปัญหาไฟป่าได้อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

อิทธิพลของไฟป่าต่อสมบัติทางชีววิทยาของดิน

ป่าไม้เป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งหากินของสัตว์ป่าน้อยใหญ่ รวมไปถึงสัตว์เล็ก เช่น แมลงชนิดต่างๆ กิ้งกือและไส้เดือน ตลอดจนสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ซึ่งได้แก่จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดินชนิดต่างๆสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ล้วนเป็นองค์ประกอบของระบบนิเวศป่าไม้ที่มีหน้าที่และความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าองค์ประกอบอื่นๆไฟป่ามีผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ โดยไฟป่าที่มีความรุนแรงสูงเป็นปัจจัยที่ฆ่าสัตว์ป่าได้ทุกชนิด แม้แต่สัตว์ป่าขนาดใหญ่ เช่น ช้าง (Brynard,1971) และไฟป่าที่โหมไหม้อย่างรวดเร็ว เช่นไฟในทุ่งหญ้าจะมีผลกระทบอย่างมากต่อสัตว์ป่าที่เคลื่อนที่ช้า เช่น เต่าบก สัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ทำลายอาหารและที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า

ไฟป่าในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นไฟผิวดิน ซึ่งไฟประเภทนี้จะส่งผลกระทบต่อเห็ดป่า เช่น เห็ดราที่อยู่บริเวณผิวดิน ซากใบไม้ กิ่งไม้ ตอไม้ ซากพืชจะถูกทำลายหมด ยกเว้นเห็ดราที่มีความคงทนความร้อนสูง (Thermophilic fungi) ซึ่งมีอยู่ไม่มากตามพื้นดิน เห็ดราที่ทนต่อความร้อนเหล่านี้ จะทนความร้อนได้ประมาณ 20-50 ° C เช่น Aspergillus fumigalus, Absidia samosa เป็นต้น ส่วนเห็ดราไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่ในดินลึก 30-30 ซม. ไฟป่ากลับเป็นประโยชน์ คือช่วยกำจัดวัชพืชซึ่งเป็นพืชบังแสงของเห็ดราชนิดนี้ เมื่อฝนตกลงมาก็จะโผล่ออกดอกเห็ดบานสะพรั่งให้เห็นในช่วงฤดูฝน (อนิวรรต, 2543) สำหรับไฟใต้ดินและไฟเรือนยอดมีผลต่อการทำลายเห็ดราไมคอร์ไรซา โดยไฟใต้ดินมีผลต่อการทำลายเห็ดราไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่ใต้ดินลึก 0-30 เซนติเมตร จะไม่มีเห็ดราเหลือรอดเมื่อผ่านการเผาไหม้ของไฟป่าประเภทนี้ ส่วนไฟเรือนยอดมีผลต่อเห็ดราไมคอร์ไรซาเพราะทำให้ต้นไม้ที่เป็นพืชอาศัยของเห็ดราตาย (อนิวรรต, 2543)

อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กและจุลินทรีย์ในดินเพราะจุลินทรีย์เหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในวงจรการหมุนเวียนธาตุอาหาร ซึ่งแน่นอนท้ายที่สุดก็ส่งผลกระทบมาสู่ระบบนิเวศของป่าไม้ทั้งระบบ

ป่าเต็งรัง

ป่าเต็งรังเป็นป่าผลัดใบ (Deciduous Forest) หรืออาจเรียกว่าชื่อว่า ป่าแดง ป่าโคก ป่าแพะ ป่าประเภทนี้จะมีลักษณะเด่นคือจะมีการทิ้งใบทั้งหมดในช่วงฤดูแล้ง เพื่อลดการคายน้ำในช่วงที่ขาดแคลนน้ำฝน และจะผลิใบใหม่เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝน สามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 3 ชนิดพบมากทางภาคกลาง, ภาคเหนือ โดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ(ประมาณ 70-80 %) ส่วนภาคใต้และภาคตะวันออกแถบจันทบุรีไม่ปรากฏว่ามีอยู่ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกป่าแดงว่าป่าโคก ส่วนคนทั่วๆไปเรียกว่าป่าเต็งรัง เพราะมีไม้เต็งรังเป็นไม้ที่สำคัญแสดงสัญลักษณ์ของป่าประเภทนี้ ต้นไม้ป่าแดงในภาตะวันออกเฉียงเหนือมีขนาดใหญ่โตและมีความเจริญงอกงามดี และมีเนื้อที่ครอบครองถึง 75 % ของเนื้อที่ป่าทั้งหมดในภาคนี้ ป่าชนิดนี้มีอยู่ทั่วไปทั้งบนพื้นที่ราบและ

ภูเขาซึ่งดินมักจะเป็นทรายและลูกรัง มักจะมีสีแดง ในบางท้องที่จึงนิยมเรียกว่าป่าแดง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักพบขึ้นอยู่ตามเนินหรือโคกจึงมักเรียกกันว่าป่าโคก ลักษณะของป่าชนิดนี้เป็นป่าโปร่ง มีต้นไม้ขนาดเล็กและขนาดกลางขึ้นอยู่กระจัดกระจาย พื้นป่าไม่รกทึบ มีหญ้าชนิดต่างๆขึ้นอยู่ทั่วไปโดยเฉพาะหญ้าเพ็กและไม้ไผ่ มักจะมีไฟไหม้เป็นประจำทุกปี พันธุ์ทั้งนี้สันนิษฐานว่าสภาพพื้นดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นดินหินผุและดินลูกรังที่มีการระบายน้ำดี ลักษณะของดินเป็นดินเหนียวสีแดง ดินปนทรายค่อนข้างสีแดง เป็นดินทรายสีแดงหรือสีเหลือง ความละเอียดหรือหยาบของดินแตกต่างกันไปตามสภาพของท้องที่ ตามท้องที่ต่างๆนั้นลักษณะโครงสร้างของดินแตกต่างกันไปบ้างเพราะป่าไม้ประเภทนี้เป็นป่าที่แห้งแล้งมากมีไฟป่าทุกปี จึงทำให้พื้นที่บางแห่งมีหินดานโผล่พ้นดินขึ้นมา ลักษณะของต้นไม้ที่ขึ้นในป่าแดงจึงแตกต่างกันไปตามสภาพของพื้นดินขึ้นมา ป่าแดงมีสภาพเป็นป่าโปร่ง มักปะปนไปด้วยหญ้า เนื่องจากเกิดไฟป่าทุกปี ต้นไม้ในป่าแดงจึงมักเป็นต้นไม้ที่ทนต่อความร้อนได้ดี และมีกำลังการแตกหน่อสูง ต้นไม้ในป่าแดงที่เราเห็นอยู่ทั่วๆไปในขณะนี้จึงมักจะเป็นหน่อของต้นเก่าที่ถูกไฟเผาหรือถูกตัดทิ้งก่อนแล้ว พันธ์ไม้ในป่าไม้แดงประกอบด้วย พลวง เหียง เต็งรัง รัง พะยอม มะค่าแต้ รกฟ้า รัก มะม่วง หัวแมลงวัน กระบก เต็งหนาม ป๋อม ส้าน ถ้าเป็นป่าที่อยู่ในพื้นที่ระดับสูงมักจะมีไม้ก่อหนามปะปนกันไป

ป่าแดงในภาคเหนือเรียกกันว่าป่าแพะ ต้นไม้ที่ขึ้นก็เหมือนกับป่าแดงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่คุณภาพของต้นไม้มักจะต้นเล็กกว่า ป่าแดงให้ต้นไม้ที่มีคุณภาพแข็งแรง มีไม้ที่ทรงคุณค่าให้ทางเศรษฐกิจ ไม้ป่าแดงจึงถูกจำไปใช้ในการก่อสร้างที่ต้องการความคงทนแข็งแรงมาก เช่น ทำเสาไฟฟ้า ไม้หมอนรองรางรถไฟ ทำสะพาน ทำรอด ทำตง ทำพื้น นอกจากนี้ยังให้ชันและน้ำมันที่มีประโยชน์ เช่นชันไม้เต็งรัง น้ำมันจากต้นพลวง เหียง กราด ใช้ในการยาเรือ ยางรักจากต้นรักใช้ในการทำเครื่องเขิน น้ำมันจากเมล็ดกะบก ใช้ในการทำอาหาร ทำสบู่เมล็ดจากต้นมะตึ่งหรือแสลงใจให้สตริ๊กนินใช้ผสมยาบำรุงหัวใจ

เนื่องจากสภาพของป่าดินมีสภาพโปร่ง ดินแข็งการเข้าไปในป่าง่าย และมีไม้เนื้อแข็งคุณภาพสูงเหมาะสำหรับใช้การก่อสร้างทำฝืนเผาถ่าน แดงจึงถูกทำลายไปเป็นจำนวนมาก ในพื้นที่ป่าแดงบางแห่งที่มีสภาพพอทำนาได้ก็ถูกบุกรุกเข้าทำเป็นส่วนใหญ่ ในส่วนที่ไม่ถูกบุกรุกก็จะกลายเป็นป่าเสื่อมโทรมยากที่จะปรับปรุงให้เป็นป่าดีขึ้นมาได้เพราะสภาพของดินค่อนข้างเลวมาก (อำนวย ,2527)

ความหมายและความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหมาย

ความหลากหลายทางชีวภาพ หมายถึง การที่มีสิ่งมีชีวิตมากมายหลากหลายสายพันธุ์และชนิดในบริเวณหนึ่งบริเวณใดคนทั่วไปมักเข้าใจว่าความหลากหลายทางชีวภาพ คือ การที่มีสิ่งมีชีวิต

หลายๆ ชนิด ชนิดในที่นี้ก็ คือ สปีชีส์ ความจริงแล้วความหลากหลายทางชีวภาพนั้น มีองค์ประกอบอยู่ด้วยกัน 3 อย่าง คือ 1). ความหลากหลายในเรื่องชนิด **(Species diversity)** 2). ความหลากหลายของพันธุกรรม **(Genetic diversity)** และ 3). ความหลากหลายของระบบนิเวศ **(Ecosystem diversity)**ซึ่งมีรายะเอียดดังนี้

ความหลากหลายในเรื่องชนิด (Species diversity)

ความหลากหลายในเรื่องชนิดของสิ่งมีชีวิต หมายถึง ความหลากหลายชนิดของสิ่งมีชีวิต (Species) ที่มีอยู่ในพื้นที่หนึ่งมีความหมาย 2 แง่ คือ ความมากชนิด (species richness) กับความสม่ำเสมอของชนิด (species evenness) ความมากชนิด หมายความถึง จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตต่อหน่วยเนื้อที่ ส่วนความสม่ำเสมอของชนิด หมายถึง สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่มีอยู่

ความหลากหลายของพันธุกรรม (Genetic diversity)

ความหลากหลายของพันธุกรรม หมายถึง ความหลากหลายของยีนส์ที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน อาจมียีนส์แตกต่างกันตามสายพันธุ์ เช่น ข้าวมีสายพันธุ์นับพันชนิด มันฝรั่ง หรือพืชอาหารชนิดอื่น เช่น ข้าวโพด มัน พริก ก็มีมากมายหลายสายพันธุ์ ความหลากหลายของพันธุกรรมมีน้อยในพืชเกษตรลูกผสม ความหลากหลายของยีนส์มีคุณค่ามหาศาล นักผสมพันธุ์พืชได้นำสายพันธุ์พืชป่ามาปรับปรุง เพื่อเพิ่มผลผลิตและต้านทานศัตรูพืช โดยผลประโยชน์ตรงจุดนี้ก็เกิดกับมนุษย์นั่นเอง

ความหลากหลายของระบบนิเวศ (Ecosystem diversity) ความหลากหลายของระบบนิเวศมีอยู่ 3 ประเด็น คือ

ความหลากหลายของถิ่นตามธรรมชาติ

แต่ละถิ่นกำเนิดก็มีสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่แตกต่างกันไป เช่น ลำน้ำพบควายป่า ในถ้ำมีค้างคาว เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วที่ใดมีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติหลากหลายที่นั่นจะมีชนิดสิ่งมีชีวิตหลากหลายตามไปด้วย

ความหลากหลายของการทดแทน

ในป่านั้นมีการทดแทนสังคมพืช กล่าวคือ เมื่อป่าถูกทำลายจะโดยวิธีใดก็ตาม เช่น พายุพัดไม้ป่าหักโค่น ไฟป่า เป็นต้น พื้นที่จะเกิดที่โล่ง ต่อมาจะมีพืชเบิกนำ เช่น หญ้าคา และเมื่อทิ้งไว้โดยไม่รบกวนจะมีเนื้อไม้อ่อนโตเร็ว เช่น กระทุ่มน้ำ ปอหูช้าง เกิดขึ้น และต่อไปป่าดั้งเดิมจะกลับมาอีกครั้ง

ความหลากหลายของภูมิประเทศ

ในท้องที่บางแห่งมีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติมากมาย เช่น ลำน้ำ บึง หาดทราย หุบเขา ภูเขา ลานหิน และมีสังคมพืช ในหลายๆ ยุคของการทดแทน มีทุ่งหญ้าป่าโปร่ง และป่าทึบ ที่เช่นนี้จะมีสรรพสิ่งมีชีวิตมากมายผิดกับในเมืองหนาวที่มีต้นไม้ชนิดเดียวขึ้นอยู่บนเนื้อที่หลายร้อยไร่ มองไปก็เจอต้นไม้สนเพียงต้นเดียว

ความสำคัญและสาเหตุของความหลากหลายทางชีวภาพ

ความสำคัญ

สิ่งที่มนุษย์เราได้รับจากระบบนิเวศวิทยาที่มีอยู่ตามธรรมชาตินั้นมีอยู่มากมาย ที่เห็นได้ชัดคือ ประโยชน์ทางตรง วัสดุธรรมชาติมีคุณค่าต่อทางเศรษฐกิจและสังคม สามในสี่ของประชากรโลกนั้นใช้พืชสมุนไพรจากป่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่กำลังพัฒนา ส่วนประเทศที่พัฒนาแล้ว มีอุตสาหกรรมผลิตยาที่สกัดจากวัสดุธรรมชาติมูลค่านับแสนล้านบาท มนุษย์นั้นพึ่งพาอาศัยสิ่งมีชีวิตอื่นไม่ว่าจะเป็น พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ นอกจากได้ใช้สิ่งมีชีวิตต่างๆเป็นยาดังกล่าวแล้ว อาหารทั้งหมดและวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมก็ได้จากสิ่งมีชีวิตที่พบในธรรมชาติหรือที่มนุษย์นำมาเพาะเลี้ยง ปลาส่วนใหญ่ที่บริโภคก็ได้จากธรรมชาติป่านั้นเป็นที่รวมสรรพสิ่งมีชีวิตไว้มากมายพืชเกษตรหลายชนิดกำเนิดมาจากป่า ไม่ว่าจะใช้เป็นอาหารและเป็นไม้ประดับก็ตาม ตลอดเวลา 50 ปี ที่ผ่านมาได้นำพืชที่เป็นญาติของพืชเกษตรมาใช้ปรับปรุงพันธุ์ทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ทรัพยากรที่เป็นสิ่งมีชีวิตสามารถเป็นธุรกิจท่องเที่ยวที่สำคัญได้เช่นกัน การท่องเที่ยวในอุทยานและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่านำเงินตราเข้าประเทศและทำให้เงินหมุนเวียนภายในประเทศมากขึ้น

สาเหตุของความหลากหลายทางชีวภาพ

พื้นฐานของความหลากหลายทางชีวภาพ คือ ความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งมีปฐมเหตุจากการเปลี่ยนแปลงของหน่วยพันธุกรรมหรือยีน (gene) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่นักพันธุศาสตร์เรียกว่า มิวเตชั่น (mutation) มิวเตชั่นเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ แต่เกิดขึ้นในอัตราที่ค่อนข้างต่ำ เมื่อเกิดขึ้นแล้วสามารถสืบทอดสิ่งที่เปลี่ยนแปลงนี้ไปยังรุ่นต่อๆไปได้ ในธรรมชาติการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจจะเกิดขึ้นจากความผิดพลาดโดยบังเอิญของกลไกการแบ่งตัวของหน่วยพันธุกรรมหรืออาจถูกรบกวนจากรังสีตามธรรมชาติ แต่หากมีสิ่งก่อเกิดมิวเตชั่นมากขึ้นจากการกระทำโดยตรงหรือโดยอ้อมของมนุษย์ เช่น สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ กัมมันตรังสีต่างๆ เป็นต้น แต่มิวเตชั่นก็เป็นสาเหตุเบื้องต้นของความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งเมื่อผนวกกับปัจจัยเริ่มต่างๆ ก็ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศได้

สาเหตุของความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตที่มีหลากหลายชนิด เกิดจากกระบวนการวิวัฒนาการที่ค่อยๆสะสมองค์ประกอบทางพันธุกรรมทีละน้อยๆ ในเวลาหลายชั่วรุ่น จนกระทั่งสิ่งมีชีวิตมีความสามารถในการปรับตัวได้ดีต่อสิ่งแวดล้อม การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ หรือที่นักชีววิทยาเรียกว่า speciation นั้น เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่สามารถสืบพันธุ์ได้เฉพาะภายในกลุ่มของตนเอง แต่ไม่สามารถ ถ่ายทอดพันธุกรรมให้กับสิ่งมีชีวิตต่างชนิดได้ ดังนั้น การเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ จึงเป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต แม้จะดำรงชีวิตอยู่ในที่เดียวกัน แต่ละชนิดก็ยังคงรักษาเอกลักษณ์ของกลุ่มของตนเองเอาไว้ได้ โดยทั่วไปแล้ว

สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่มักจะมีรูปร่างลักษณะภายนอกแตกต่างจากสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นอย่างเห็นได้ชัด แต่ก็อาจจะไม่จำเป็นเสมอไป ปัจจัยสำคัญของการเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ จึงได้แก่การพัฒนาระบบและกลไกการสืบพันธุ์เฉพาะภายในกลุ่มของตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่วนใหญ่จะใช้เวลายาวนานหลายชั่วรุ่นโดย ผ่านการคัดเลือกตามธรรมชาติ ซึ่งจะคัดพันธุ์ที่ด้อยกว่าในด้านการสืบทอดลูกหลานออกไปจากกลุ่มในอัตราที่เร็วช้าต่างกันไปตามความเข้มของการคัดเลือกตามธรรมชาติ

นักชีววิทยาอธิบายว่า การที่สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่เกิดขึ้นได้นั้น น่าจะมีสภาวะบางประการที่ทำให้ประชากรซึ่งเคยเป็นพวกเดียวกันมีอันต้องตัดขาดจากกัน สภาวะนี้อาจจะเป็นสภาพภูมิศาสตร์ซึ่งขวางกั้นมิให้มีการผสมพันธุ์ระหว่างกัน ทำให้ต่างฝ่ายต่างมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนและองค์ประกอบของหน่วย ภายในกลุ่มของตนเอง โดยไม่มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนหน่วยพันธุกรรมกับกลุ่มอื่น จนในที่สุดต่างฝ่ายต่างก็มีวิวัฒนาการไปตามทางของตน โดยการคัดเลือกตามธรรมชาติในภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ต่างกันแต่เพียงว่าสิ่งมีชีวิตพันธุ์ใหม่ๆ เหล่านี้อาจจะปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่มนุษย์กำหนดขึ้นเท่านั้น อาจจะไม่สามารถดำรงอยู่ตามธรรมชาติได้ จึงไม่น่าจะยั่งยืนและไม่มีประโยชน์มากนักต่อความหลากหลายทางชีวภาพตามธรรมชาติ ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ การสุ่มเสี่ยงของสิ่งมีชีวิตที่มีประชากรขนาดเล็ก การสุ่มเสี่ยงดังกล่าวอาจจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่ สิ่งมีชีวิตซึ่งมีลักษณะเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมถูกคัดออกไปโดยบังเอิญ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง สิ่งมีชีวิตซึ่งมีลักษณะด้อยกว่าอาจจะอยู่รอดได้หรือมีจำนวนมากกว่า ทั้งนี้ด้วยความบังเอิญมากกว่าความสามารถในการปรับตัว ไม่ว่าจะเป็นกรณีการคัดเลือกพันธุ์หรือกรณีการสุ่มเสี่ยงโดยบังเอิญ ระบบนิเวศจะเป็นปัจจัยสำคัญเสมอในการกำหนดความยั่งยืนของสิ่งมีชีวิต ดังนั้น แม้จะมีสิ่งมีชีวิตจำนวนมากมายหลายชนิดเพียงใดก็ตาม แต่หากสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นปรับตัวโดยมีความสัมพันธ์ต่อกันและกันอย่างแน่นแฟ้น การสูญไปของสิ่งมีชีวิตเพียงชนิดเดียวย่อมหมายถึงการสูญเสียสิ่งมีชีวิตทั้งหมดเป็นลูกโซ่ตามๆ กันไป แสดงสาเหตุของการเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่

สาเหตุของความหลากหลายของระบบนิเวศ

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีความสัมพันธ์ต่อกันไม่โดยทางตรงก็ทางอ้อมในวงจรการถ่ายทอดพลังงาน โดยที่ต่างก็เป็นองค์ประกอบของกันและกันในห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหาร ระบบนิเวศที่มีสิ่งมีชีวิตสัมพันธ์กันแน่นแฟ้น หรือมีเงื่อนไขหรือข้อจำกัดที่เฉพาะเจาะจงในด้านถิ่นที่อยู่อาศัยมากเพียงใด ระบบนิเวศนั้นย่อมอยู่ในภาวะเสี่ยงมากกว่าระบบนิเวศอื่น เพราะปัจจัยใดที่กระทบต่อสิ่งมีชีวิตเพียงส่วนน้อยย่อมมีผลกระทบต่อระบบนิเวศนั้นทั้งหมด โดยทั่วไปแล้ว ระบบนิเวศที่ยั่งยืนมักจะผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่มาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน จนกระทั่งระบบนั้นมีกลไกทั้งทางชีวภาพและกายภาพที่สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้ดี ภาพระบบนิเวศเช่นนี้จัดว่าเป็นระบบนิเวศในภาวะสมดุล คำว่า "สมดุล" ในที่นี้มิได้หมายความว่าทุกอย่างคงที่ แต่หมายถึง ภาวะที่ระบบนิเวศสามารถปรับตัวเข้าภาวะเดิมได้เมื่อประสบกับการ

เปลี่ยนแปลง ระบบนิเวศในลักษณะเช่นนี้มีอยู่แล้วในธรรมชาติ ได้แก่ ป่าไม้ประเภทต่างๆ และแหล่งน้ำขนาดใหญ่ เช่น ทะเล ทะเลสาบ เป็นต้น

ระบบนิเวศเหล่านี้จึงเป็นแหล่งของความหลากหลายทางชีวภาพที่เป็นที่พึ่งที่มั่นคงและยั่งยืนของมนุษย์ พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ภายในระบบนิเวศเหล่านี้ได้มีการสะสมแหล่งพันธุกรรมไว้เป็นจำนวนมหาศาล โดยผ่านขั้นตอนของวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงทางภูมิศาสตร์มาเป็นระยะเวลายาวนานกว่ากำเนิดของมนุษย์นับร้อยล้านเท่า แม้มนุษย์จะพยายามจำลองระบบเหล่านี้เพียงใดก็ทำได้เพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น ซึ่งไม่อาจเทียบกับธรรมชาติได้ เรายังคงต้องรักษาระบบนิเวศเหล่านี้เอาไว้ให้ดีเพื่อให้เป็นแหล่งพันธุกรรมที่อุดมสมบูรณ์ แสดงถึงสาเหตุของความหลากหลายของระบบนิเวศ

การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ดินโดยวิธี Dilution plate

วิธีการที่เรียกว่า Soil dilution และ plate count เป็นวิธีการที่นิยมใช้นับปริมาณและแยกเชื้อบริสุทธิ์ของแบคทีเรียและแอคติโนมัยซีทในดินกันอย่างแพร่หลาย ในบางครั้งอาจใช้นับปริมาณเชื้อราในดินด้วย แต่ต้องมีการดัดแปลงและแก้ไขวิธีการเล็กน้อยจึงจะผลที่น่าเชื่อถือ วิธีนี้มีหลักการใหญ่ๆอยู่ว่า ทำให้ดินเจือจางมากๆ (เพื่อให้มีจุลินทรีย์ลดน้อยลงพอที่จะนับได้) แล้วใส่ (inoculate) ลงไปในอาหาร ปล่อยให้จุลินทรีย์เจริญและนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้นในอาหารนั้น ดังนั้นวิธีการนี้จึงเป็นการนับปริมาณจุลินทรีย์ที่ยังมีชีวิตอยู่เท่านั้น และถือว่าโคโลนีหนึ่งๆ เจริญมาจากจุลินทรีย์ชนิดนั้นๆ 1 เซลล์ หลังจากนับจำนวนโคโลนีในสารละลายดินที่เจือจาง ที่มีการเจริญพอจะนับได้แล้วก็สามารถคำนวณหาปริมาณของจุลินทรีย์ต่อดินแห้ง 1 กรัมได้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างดินป่าเต็งรัง ในพื้นที่ของสถานีวิจัยลุ่มน้ำชี อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น
2. อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยาทางดิน
3. สารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารในการแยกเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 4 ชนิด คือ แบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซีทและสาหร่าย

วิธีการทดลอง

1. ทำการเลือกพื้นที่ตัวแทนของป่าเบญจพรรณที่เกิดไฟป่าอยู่เสมอ ภายในพื้นที่ของสถานีวิจัยลุ่มน้ำชี อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น โดยเลือกพื้นที่ที่มีความสม่ำเสมอทั้งสภาพภูมิประเทศและพืชพรรณ แล้วกำหนดพื้นที่ทำการศึกษาขนาด 40 × 40 ตารางเมตร จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 6 ตัวอย่าง (แต่ละตัวอย่างเก็บแบบ composite sample จาก 10 ตัวอย่างย่อย โดยให้มีการกระจายของตัวอย่างทั่วทั้งพื้นที่ แล้วนำมารวมเป็น 1 ตัวอย่าง) และในการศึกษาจะเก็บตัวอย่างดินใน 3 ช่วงเวลาคือ ก่อนทำการจุดไฟเผาในปีที่ 1 (ใช้ข้อมูลเดิมที่เก็บเมื่อ 2 ปีที่ผ่านมา) (T1) ,ก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 3 (T2) และภายหลังจุดไฟเผาในปีที่ 3 (T3)

2. การสุ่มเก็บตัวอย่างดิน โดยใช้ soil tube ซึ่งก่อนเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งจะล้าง soil tube ให้สะอาดแล้วฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ 95% หลังจากนั้นจุดไฟเผาฆ่าเชื้อ ปล่อยให้เย็น แล้วทำการขุดเจาะถึงระดับความลึก 5 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติก แล้วนำไปแช่ในถังที่มีน้ำแข็งเพื่อการขนส่งจนถึงห้องปฏิบัติการ (Wollum, 1994)

3. นำตัวอย่างดินมาศึกษาชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ในดิน โดยนำดินตัวอย่างมาทำเป็นสารละลายดินแล้วเจือจางแบบ serial dilution แล้วนำไปหาปริมาณจุลินทรีย์แต่ละชนิดในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เฉพาะเจาะจงของจุลินทรีย์ (Germida, 1993) ดังนี้

-แบคทรีเรีย นำสารละลายดินที่เจือจางในแต่ละความเข้มข้นมาทำ spread plate counting ใน อาหาร soil extract agar (James, 1958)

-แอกทิโนมัยซีท นำสารละลายดินที่เจือจางในแต่ละความเข้มข้นมาทำ spread plate counting ในอาหาร starch-casein agar (Kuster และ Wiliums, 1966)

-รา นำสารละลายดินที่เจือจางในแต่ละความเข้มข้นมาทำ spread plate counting ในอาหาร streptomycine- rose bengal agar (Martin, 1950)

-สาหร่าย นำสารละลายดินที่เจือจางในแต่ละความเข้มข้นมาเพาะในอาหาร BG-11 แล้วคำนวณหาปริมาณสาหร่ายจากตาราง most propable number (MPN)

4. นำข้อมูลปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในตัวอย่างดินที่เก็บมาทั้ง 3 ช่วงเวลา มาเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติโดยโปรแกรม SPSS Ver.10

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงเก็บตัวอย่างดินป่าเต็งรัง ของสถานีวิจัยลุ่มน้ำชี อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น และห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนมีนาคม 2550 – เดือนมีนาคม 2551

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในดินป่าเต็งรัง ภายใต้สภาพการเกิดไฟป่าในปีที่ 3 โดยทำการเก็บดินตัวอย่างในช่วงก่อนและช่วงหลังจุดไฟเผาในปีที่ เปรียบเทียบกับก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 1 โดยเก็บตัวอย่างดินมาจำนวน 6 ตัวอย่าง เพื่อนำมาแยกหาปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆได้แก่ แบคทีเรีย รา แอคติโนมัยซีท และสาหร่าย ได้ผลการศึกษาดังนี้

ดินก่อนทำการจุดไฟเผาปีที่ 1 (T1)

จากการแยกเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในดินจำนวน 6 ตัวอย่างจากแปลงเก็บตัวอย่างก่อนทำการเผาไฟในปีที่ 1 แสดง ดังตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียที่พบมีค่าตั้งแต่ 5.44-5.89 log no./g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.73 ± 0.16 log no. /g soil (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน) ปริมาณราที่พบมีค่าตั้งแต่ 5.01-5.57 log no. /g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.23 ± 0.20 log no. /g soil ปริมาณแอคติโนมัยซีทที่พบมีค่าตั้งแต่ 5.23-5.54 log no. /g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.37 ± 0.13 log no. /g soil และปริมาณสาหร่ายที่พบมีค่าตั้งแต่ 0.83-2.14 log no. /g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ± 0.42 log no. /g soil.

ดินก่อนทำการจุดไฟเผาปีที่ 3 (T2)

จากการแยกเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในดินจำนวน 6 ตัวอย่าง จากแปลงก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 3 แสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียที่พบมีค่าตั้งแต่ 5.26 - 6.52 log no./g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.70 ± 0.60 log no./g soil (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน) ปริมาณราที่พบมีค่าตั้งแต่ 4.70-5.41 log no./g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.14 ± 0.27 log no./g soil ปริมาณแอคติโนมัยซีทที่พบมีค่าตั้งแต่ 4.88-6.95 log no./g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.56 ± 0.88 log no./g soil และปริมาณสาหร่ายที่พบมีค่าตั้งแต่ 1.08 – 1.89 log no./g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.34± 0.36 log no./g soil.

ดินหลังทำการจุดไฟเผาปีที่ 3 (T3)

จากการแยกเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในดินจำนวน 6 ตัวอย่างจากแปลงเหลังจุดไฟเผาในปีที่ 3 แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ปริมาณแบคทีเรียที่พบมีค่าตั้งแต่ 5.29-6.94 log no. /g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.41 ± 0.61 log no. /g soil (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน) ปริมาณราที่พบมีค่าตั้งแต่ 5.05-5.34 log no./g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.13 ± 0.13 log no./g soil ปริมาณแอคติโนมัยซีทที่พบมีค่าตั้งแต่ 4.43-4.73 log no./g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ± 0.13log no./g soil และปริมาณสาหร่ายที่พบมีค่าตั้งแต่ 0.83 – 1.90 log no./g soil โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.46 ± 0.51 log no./g soil.

ตารางที่ 1 ปริมาณจุลินทรีย์ดินชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรังก่อนทำการจุดไฟเผาในปีที่ 1

แปลงก่อนเผา(T1)								
ตัวอย่างที่	Bacteria		Fungi		Actinomycete		Algae	
	cell/g soil	log no.g soil	cell/g soil	log no.g soil	cell/g soil	log no.g soil	cell/g soil	log no.g soil
1	480000	5.68	123333.3	5.09	333333.3	5.52	49	1.69
2	780000	5.89	130000	5.11	210000	5.32	49	1.69
3	276666.7	5.44	220000	5.34	216666.7	5.34	6.8	0.83
4	616666.7	5.79	173333.3	5.24	343333.3	5.54	45	1.65
5	633333.3	5.80	370000	5.57	170000	5.23	45	1.65
6	556666.7	5.75	103333.3	5.01	190000	5.28	138	2.14
ค่าเฉลี่ย		5.73		5.23		5.37		1.61
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.16		0.20		0.13		0.42

ตารางที่ 2 ปริมาณจุลินทรีย์ดินชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรังก่อนทำการจุดไฟเผาในปีที่ 3

แปลงก่อนเผา(T2)								
ตัวอย่างที่	Bacteria		Fungi		Actinomycete		Algae	
	cell/g soil	log no.g soil	cell/g soil	log no.g soil	cell/g soil	log no.g soil	cell/g soil	log no.g soil
1	180000	5.26	50000	4.70	90000	4.95	16	1.20
2	206666.7	5.32	260000	5.41	9000000	6.95	12	1.08
3	2666667	6.43	236666.7	5.37	166666.7	5.22	49	1.69
4	3333333	6.52	180000	5.26	2333333	6.37	12	1.08
5	213333.3	5.33	130000	5.11	90000	4.95	78	1.89
6	223333.3	5.35	93333.33	4.97	76666.67	4.88	12	1.08
ค่าเฉลี่ย		5.70		5.14		5.56		1.34
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.60		0.27		0.88		0.36

ตารางที่ 3 ปริมาณจุลินทรีย์ดินชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรังก่อนทำหลังจุดไฟเผาในปีที่ 3

แปลงหลังเผา(T3)								
ตัวอย่างที่	Bacteria		Fungi		Actinomycete		Algae	
	cell/g soil	log no.g soil	cell/g soil	log no.g soil	cell/g soil	log no.g soil	cell/g soil	log no.g soil
1	193333.3	5.29	140000	5.15	53333.33	4.73	7.7	0.89
2	3000000	6.48	220000	5.34	46666.67	4.67	6.8	0.83
3	6333333	6.80	96666.67	4.99	26666.67	4.43	23	1.36
4	5333333	6.73	110000	5.04	33333.33	4.52	78	1.89
5	8666667	6.94	113333.3	5.05	26666.67	4.43	78	1.89
6	1666667	6.22	153333.3	5.19	26666.67	4.43	79	1.90
ค่าเฉลี่ย		6.41		5.13		4.53		1.46
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.61		0.13		0.13		0.51

จากการเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆในดินป่าเต็งรัง ก่อนทำการจุดไฟเผาปีที่1 (T1) ก่อนทำการจุดไฟเผาปีที่ 3 (T2) และภายหลังการจุดไฟเผาในปีที่ 3 (T3) แสดงดังตารางที่4 และภาพที่ 1 ดังนี้

ปริมาณแบคทีเรียในตำรับการทดลองที่ 3 มีค่าสูงสุดคือ 6.41 log no/g soil รองลงมาคือ ดินในตำรับการทดลองที่ 1 ซึ่งพบปริมาณแบคทีเรีย 5.73 log no/g soil ขณะที่ดินใน ตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณของแบคทีเรียต่ำที่สุดคือ 5.70 log no/g soil จากข้อมูลดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าปริมาณของแบคทีเรียดินในตำรับการทดลองที่ 1 และดินในตำรับการทดลองที่ 2 มีปริมาณแบคทีเรียที่ใกล้เคียงกัน และดินในตำรับการทดลองที่ 3 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองอื่นๆ

ปริมาณของราในดินตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 5.23 log no/g soil รองลงมาคือ ดินในตำรับการทดลองที่ 2 และตำรับการทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.14 และ 5.13 log no/g soil ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณของแอคติโนมัยซีทในดินตำรับการทดลองที่ 2 มีค่าสูงสุดคือ 5.55 log no/g soil รองลงมาคือ ดินในตำรับการทดลองที่ 1 และดินในตำรับการทดลองที่ 3 ซึ่งมีค่า 5.37 และ 5.47 log no/g soil ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าปริมาณแอคติโนมัยซีทดินในตำรับการทดลองที่ 1 และดินในตำรับการทดลองที่ 2 นั้นมีปริมาณแอคติโนมัยซีทใกล้เคียงกันซึ่งมีความแตกต่างจากตำรับการทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

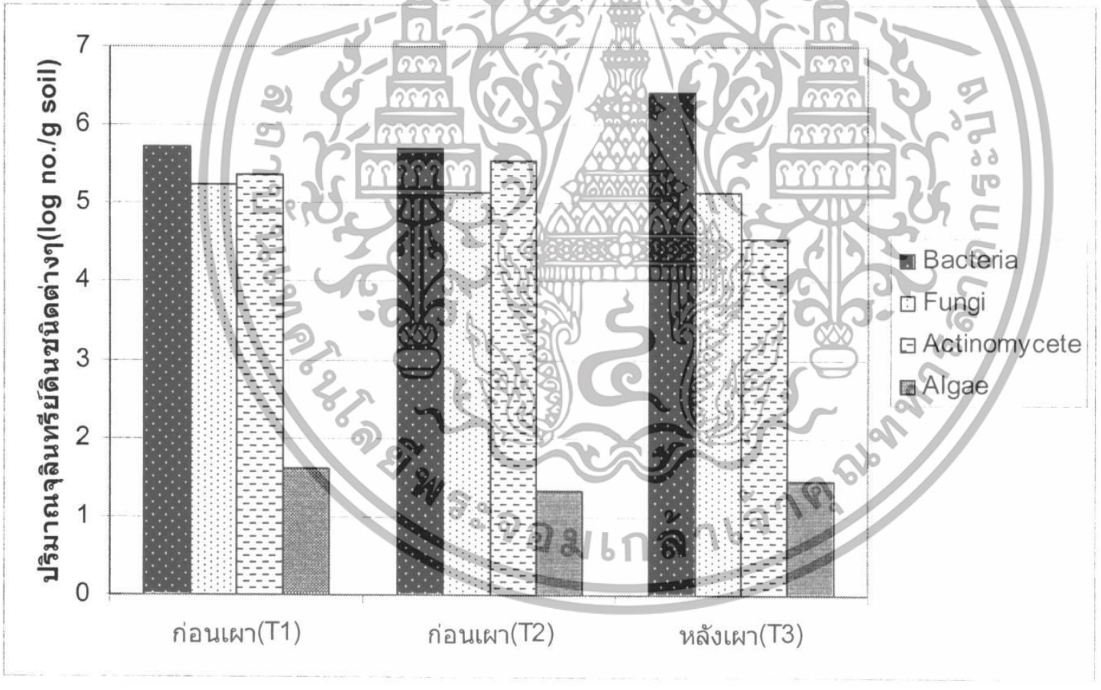
ปริมาณของสาหร่ายในดินตำรับการทดลองที่ 1 มีค่าสูงสุดคือ 1.61 log no./g soil รองลงมาคือดินในตำรับการทดลองที่ 3 และดินในตำรับการทดลองที่ 2 ซึ่งมีค่า 1.46 และ 1.34 log no./g soil ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆของดินป่าเต็งรัง ก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 3 (T2) พบว่ามีแนวโน้มลดลงจากตัวอย่างดินก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 1 (T1) ยกเว้นปริมาณแอคติโนมัยซีทกลับพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และภายหลังจุดไฟเผาตัวอย่างดิน (T3) พบว่ามีปริมาณแบคทีเรียและสาหร่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ 2 (T2) ในขณะที่ปริมาณราและแอคติโนมัยซีทลดลงจากเดิมเล็กน้อย โดยเฉพาะพวกแบคทีเรียจะเจริญเติบโตมากกว่าพวกจุลินทรีย์ดินชนิดอื่น เพราะพวกแบคทีเรียจะทนทานความร้อนได้ดีกว่าพวกจุลินทรีย์ดินชนิดอื่น ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ สำนักงานโครงการจัดการผืนป่าตะวันตก(2544)รายงานไว้ว่า การที่ความเป็นกรด-ด่างของดินเพิ่มสูงขึ้นภายหลังเผานั้น จะเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียมากกว่าพวกรา แอคติโนมัยซีท และสาหร่าย

ตารางที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรัง ก่อนทำการจุดไฟเผาในปีที่ 1 , ภายหลังจากการจุดไฟเผาไฟในปีที่ 3 และ ภายหลังเผาจุดไฟเผาในปีที่ 3

	ปริมาณจุลินทรีย์ดินชนิดต่างๆ(log no. /g soil)			
	Bacteria	Fungi	Actinomycete	Algae
ก่อนเผา(T1)	5.73b	5.23a	5.37a	1.61a
ก่อนเผา(T2)	5.70b	5.14a	5.55a	1.34a
หลังเผา(T3)	6.41a	5.13a	4.54b	1.46a
%CV	8.41	4.06	10.12	29.69

หมายเหตุ อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์ หมายถึง แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



ภาพที่1 ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรัง ก่อนทำการจุดไฟเผาในปีที่ 1 (T1), ก่อนจุดไฟเผาปีที่ 3 (T2) และ ภายหลังจุดไฟเผาในปีที่ 3 (T3)

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในดินป่าเต็งรัง ภายใต้สภาพก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 1(T1) , ก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 3 (T2) และหลังการจุดไฟเผาในปีที่ 3(T3) พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ของดินป่าเต็งรัง ก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 3 (T2) พบว่ามีแนวโน้มลดลงจากตัวอย่างดินก่อนจุดไฟเผาในปีที่ 1 (T1) ยกเว้นปริมาณแอคติโนมัยซีท กลับพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และภายหลังจุดไฟเผาในปีที่ 3 (T3) พบว่ามีปริมาณแบคทีเรียและสาหร่ายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ 2 (T2) ในขณะที่ปริมาณราและแอคติโนมัยซีทลดลงจากเดิมเล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

การศึกษาวิจัยด้านไฟป่าในผืนป่าตะวันตก,สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ, กรมป่าไม้,กรุงเทพฯ.

ละออ อัมพรพรรดิ์. 2544. ความหลากหลายทางชีวภาพ. พัฒนาคุณภาพชีวิต,กรุงเทพฯ. 260 น.

ศิริ อัคคะอัคร. 2523. การควบคุมไฟป่าสำหรับประเทศไทย กรมป่าไม้กรุงเทพฯ. 229 น.

สุรเด่น สัญญูอาจ. 2532. ผลกระทบของไฟป่าต่อพืชพรรณและดินในป่าเต็งรังสะแกราช จ. นครราชสีมา วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

สำนักงานโครงการจัดการผืนป่าตะวันตก. 2544. รายงานสรุปผลการประชุมเชิงปฏิบัติการ เพื่อ กำหนดแนวทาง

อนิวรรต เฉลิมพงษ์. 2543. ไฟป่าและเห็ด, วนสาร ปีที่ 58(1): 207-215, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

อุทัย ชาญสุข. 2533. ผลของความถี่ของไฟต่อสมบัติดินในป่าเต็งรังสะแกราช จ.นครราชสีมา วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

อำนวย คอวนิช. 2527. แนวทางการพัฒนาป่าเอกชน-ป่าชุมชน.สมาคมป่าไม้แห่งประเทศไทย, กรุงเทพ ฯ. 245 น.

Germina, J. J. 1993. Cultural method for soil microorganism. pp. 263-275. In M. R. Carter (ed.). Soil sampling and method of analysis. Canadian Society of Soil Science . Lewis Publishers.

James, N . 1958. Soil extract in soil microbiology. Can. J. Microbiol. 4:363-370.

Kueter , E. and S. T. Williums. 1966. Selection of media for isolation of streptomycets. Nature 202:928-929.

Martin, J. P. 1950 Use of acid, rose Bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil funji. Soil Sci . 69:215-232.

Wollum, A.G. 1994. Soil Sampling for Microbiological Analysis. In SSSA. Method of Soil Analysis, Part 2 : Microbiological and Biochemical Properties. SSSA Book Series No. 5,USA.

82804

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณแบคทีเรียในดินแต่ละตัวอย่างที่นำมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดิน	ปริมาณแบคทีเรีย ($\times 10^4$ cell /g soil)			
	ซ้ำที่1	ซ้ำที่2	ซ้ำที่3	เฉลี่ย
แปลงก่อนเผา(T1)				
1	34	46	64	48.00
2	31	101	102	78.00
3	31	23	29	27.67
4	47	78	60	61.67
5	53	72	65	63.33
6	59	46	62	55.67
แปลงก่อนเผา(T2)				
1	18	16	20	18.00
2	21	20	21	20.67
3	400	200	200	266.67
4	400	300	300	333.33
5	22	20	22	21.33
6	22	26	19	22.33
แปลงหลังเผา(T3)				
1	19	18	21	19.33
2	300	200	400	300.00
3	200	1000	700	633.33
4	600	800	200	533.33
5	600	900	1100	866.67
6	100	200	200	166.67

ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณราในดินแต่ละตัวอย่างที่นำมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดิน	ปริมาณเชื้อรา (×104 cell /g soil)			
	ซ้ำที่1	ซ้ำที่2	ซ้ำที่3	เฉลี่ย
แปลงก่อนเผา(T1)				
1	18	9	10	12.33
2	12	14	13	13.00
3	22	21	23	22.00
4	25	22	5	17.33
5	40	34	37	37.00
6	15	8	8	10.33
แปลงก่อนเผา(T2)				
1	3	7	5	5.00
2	30	25	23	26.00
3	22	19	30	23.67
4	16	19	19	18.00
5	11	18	10	13.00
6	6	10	12	9.33
แปลงหลังเผา(T3)				
1	15	12	15	14.00
2	22	24	20	22.00
3	9	9	11	9.67
4	9	11	13	11.00
5	10	13	11	11.33
6	13	15	18	15.33

ตารางภาคผนวกที่ 3 ปริมาณแอคติโนมัยซีทในดินแต่ละตัวอย่างที่นำมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดิน	ปริมาณแอคติโนมัยซีท (×104 cell /g soil)			
	ซ้ำที่1	ซ้ำที่2	ซ้ำที่3	เฉลี่ย
แปลงก่อนเผา(T1)				
1	33	40	27	33.33
2	20	19	24	21.00
3	20	22	23	21.67
4	24	45	34	34.33
5	16	18	17	17.00
6	20	16	21	19.00
แปลงก่อนเผา(T2)				
1	9	12	6	9.00
2	1700	400	600	900.00
3	20	14	16	16.67
4	100	200	400	233.33
5	10	9	8	9.00
6	13	5	5	7.67
แปลงหลังเผา(T3)				
1	4	8	4	5.33
2	5	5	4	4.67
3	6	1	1	2.67
4	3	5	2	3.33
5	2	3	3	2.67
6	2	3	3	2.67

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณสาหร่ายในดินแต่ละตัวอย่างที่นำมาแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดินที่	ปริมาณสาหร่าย				
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	cells /g soil
แปลงก่อนเผา(T1)					
1	5	2	0	0	49
2	5	2	0	0	49
3	2	1	0	0	6.8
4	5	1	1	0	45
5	5	1	1	0	45
6	5	3	2	0	138
แปลงก่อนเผา(T2)					
1	4	1	0	0	16
2	4	0	0	0	12
3	5	2	0	0	49
4	4	0	0	0	12
5	5	3	0	0	78
6	4	0	0	0	12
แปลงหลังเผา(T3)					
1	3	0	0	0	7.7
2	2	1	0	0	6.8
3	5	0	0	0	23
4	5	3	0	0	78
5	5	3	0	0	78
6	5	2	0	0	79

ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่า Analysis of Variance (ANOVA) ของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
B_4C	Between Groups	1.943	2	.972	3.881	.044
	Within Groups	3.754	15	.250		
	Total	5.697	17			
F_4C	Between Groups	.036	2	.018	.416	.667
	Within Groups	.656	15	.044		
	Total	.692	17			
ACT_4C	Between Groups	3.540	2	1.770	6.504	.009
	Within Groups	4.082	15	.272		
	Total	7.622	17			
ALG_4C	Between Groups	.222	2	.111	.585	.569
	Within Groups	2.848	15	.190		
	Total	3.070	17			

หมายเหตุ B = Bacteria , F = Fungi, Act = Actinomycets, ALG = Algae

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง