บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

1. พื้นที่ศึกษาดอยอินทนนท์ (กรมป่าไม้, 2545)

ดอยอินทนนท์เดิมชื่อ ดอยหลวง ดอยกาหลวง หรือ ดอยอ่างกาหลวง ต่อมาปี พ.ศ. 2440 เมื่อพระราชชายาดารารัศมี โปรดให้นำอัฐิของเจ้าอินทวิทยานนท์ ไปประดิษฐานไว้ที่ยอดดอย ซึ่งเป็นจุดที่สูงที่สุด ดอยนี้จึงเปลี่ยนชื่อเป็นดอยอินทนนท์ ดอยอินทนนท์ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่อยู่ในเขตอำเภอจอมทอง อำเภอสันป่าตอง และอำเภอแม่แจ่ม เป็นอุทยานแห่งชาติที่ประกอบด้วยภูเขาสูงใหญ่ ดอยอินทนนท์ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด (latitude) ที่ 18 องศา 25 ลิปดา และ 18 องศา 40 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองติจูด (longtitude) ที่ 98 องศา 25 ลิปดา และ 98 องศา 40 ลิปดาตะวันออก ห่างจากอำเภอเมืองเชียงใหม่ ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณ 70 กิโลเมตร ตัวอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ มีเนื้อที่ประมาณ 301,500 ไร่ หรือประมาณ 482 ตารางกิโลเมตร

1.1 ลักษณะทางกายภาพของดอยอินทนนท์ (ปิยฉัตร ,2536)

ดอยอินทนนท์มีพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยยอดเขาสลับซับซ้อน ยอดเขาที่สูงที่สุดคือยอดดอยอินทนนท์ซึ่งสูง 2565 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งจะปรากฏอยู่เกือบเหนือสุดของพื้นที่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือจากยอกดอยดังกล่าว ความสูงจะค่อยๆ ลดหลั่นลงไปตามทางโดยรอบยอดเขาในแนวตะวันออก-ตก ความสูงของยอดเขาและสภาพพื้นที่จะค่อยๆ ลดลงไปทางด้านทิศตะวันออกโดยที่ทางทิศตะวันตกจะมีความลาดชันมากกว่า ส่วนในแนวเหนือ-ใต้ ความสูงของพื้นที่และยอดเขาจะค่อยๆ ลดต่ำไปในทางทิศเหนือ – ใต้ ในลักษณะคล้ายๆ กันแนวเขาสูงที่ทอดไปในแนวเหนือ-ใต้ จะเป็นสันปันน้ำซึ่งแบ่งพื้นที่รับน้ำออกเป็น 2 ทิศทาง คือ ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

ส่วนลักษณะทางธรณีวิทยาพบว่าหินที่พบบริเวณดอยอินทนนท์มีอายุตั้งแต่ประมาณยุคพรีแคมเบรียน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหินไนส์จนถึงยุคเทอร์เชียรี่ ซึ่งจะเป็นหินพวกหินกรวดมน โดยมีหินไนส์เป็นหินที่เกิดเป็นแกนใหญ่ปรากฏทางทิศตะวันตกของพื้นที่ซึ่งเรียงตัวในแนวเหนือ-ใต้ และทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือและที่บริเวณยอดดอยอินทนนท์ รองลงมาเป็นหินแกรนิตปรากฏกระจายอยู่ทางทิศตะวันออกและทางทิศตะวนตกเฉียงเหนือของพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีหินแกรโนได

โอไรต์ที่พบทางตอนกลางของพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบหินปูนทางทิศตะวันออกสุดของพื้นที่และยังมีหินกรวด หินทรายและหินฟิลไลต์ (Phyllite) อีกด้วย

1.2 พืชพรรณธรรมชาติของดอยอินทนนท์จำแนกได้ดังนี้คือ (ปิยฉัตร ,2536)

ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest)

ป่าดิบเขาเป็นป่าที่พบในพื้นที่ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 1500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางขึ้นไปซึ่งจะปรากฏอยู่ทางทิศตะวันตกของพื้นที่และเรียงตัวตามแนวเหนือ-ใต้ โดยมากเป็นป่าที่มีเรือนยอดเบียดกันหนาแน่น ลำต้นและกิ่งก้านจะถูกปกคลุมด้วยมอส บริเวณผิวดิน จะมีเศษไม้-ใบไม้ ปกคลุมดินหนาและเป็นป่าที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำในพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปแล้ว พื้นที่ป่าดิบเขาจะมีฝนตกเกือบตลอดทั้งปีและมีอุณหภูมิต่ำอยู่เสมอ จึงทำให้อากาศในบริเวณดังกล่าวมีปริมาณไอน้ำสูง การคายระเหยน้ำสู่บรรยากาศมีน้อย อีกทั้งมีพืชปกคลุมดินหนาแน่นและดินน้ำซึมได้ดีจึงทำให้มีน้ำไหลบ่าผ่านหน้าดินน้อย พืชเด่นส่วนใหญ่จะผสมกันระหว่างพืชในแถบอบอุ่น ได้แก่ พืชในวงศ์ก่อ วงศ์จำปี วงศ์สารภีป่า และวงศ์กุหลาบและพืชในแถบร้อน ได้แก่ พืชในวงศ์อบเชย พืชสกุลพญาไม้ สกุลมะขามป้อมดงและมะเมื่อย

ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest)

เป็นป่าที่พบอยู่ ทางตอนกลางของพื้นที่และเรียงตัวตามแนวเหนือ – ใต้ พบในพื้นที่ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 1000-1500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ประกอบด้วยพันธุ์ไม้วงศ์ไม้ยาง ได้แก่ ยางแดง ยางขาว กะบาก ตะแบกเลือด แดง ตะเคียนทอง แดงน้ำ หว้า ก่อดำ มะไฟ และยมหอม ฯลฯ

ป่าผสมผลัดใบ (Mixed Deciduous Forest)

เป็นป่าที่พบอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ระดับความสูงตั้งแต่ 300-700 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พันธุ์ไม้ชั้นบนส่วนใหญ่ประกอบด้วยไม้ประดู่เลือด ตะแบกแดง สัก เก็ดแดง งิ้ว กระท่อมหมู มะหาด ส้มกบ แสนคำ ตะแบกเปลือกบาง มะค่าโมง มะกอก ตะคร้อ ตะโก สมอพิเภก ยมหิน ตะเคียนหนู ฯลฯ ในป่าชนิดนี้จะพบไม้ไผ่กระจายอยู่ทั่วไป เช่น ไผ่ไร่ ไผ่ซางนวล ไผ่บง ไผ่รวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าผสมที่เป็นแนวแคบข้างลำห้วย

ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest)

เป็นป่าที่พบในที่แห้งแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางต่ำกว่า 700 เมตรพบปรากฏบริเวณขอบทางทิศตะวันออก พื้นที่ป่าโล่งผิวดินโดยทั่วไปปกคลุมด้วยก้อนกรวด สามารถแบ่งป่าเต็งรังตามชนิดพืชเด่น ได้แก่ ป่าเต็งรังที่มีไม้ขาวเป็นไม้เด่น ป่าเต็งรังที่มีขนเด่น ป่าเต็งรังที่มีไม้เหียงเด่น ป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นและป่าเต็งรังที่มีไม้เต็งรังเด่น

ป่าเต็งรังผสมสนเขา (Pine-Dipterocarp Forest)

ป่าประเภทนี้จะมีสนสามใบและสนสองใบขึ้นปะปนกัน โดยมากมักพบในระดับความสูงประมาณ 700-1000 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปรากฏกระจายเป็นหย่อมๆ อยู่โดยทั่วไปทั้งทางด้านทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือไม้ชั้นบนประกอบด้วยสนสามใบ สนสองใบ ไม้ชั้นกลาง ประกอบด้วยไม้ในป่าเต็งรังต่างๆ เช่น เต็ง พลวง ก่อแพะ ฯลฯ ไม้ชั้นล่างส่วนใหญ่เป็นแฝกและหญ้าคา

ป่าสนเขาผสมก่อ (Pine-Oak Forest)

เป็นป่าที่พบในพื้นที่ที่มีระดับความสูงประมาณ 800-1500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พบปรากฏกระจายอยู่เป็นหย่อมๆ ทางตอนกลางของพื้นที่และทางตอนใต้ ป่าประเภทนี้เป็นป่าที่เด่นแตกต่างไปจากป่าชนิดอื่นๆ คือ พันธุ์ไม้ชั้นบนเป็นสนสามใบล้วนๆ มีเรือนยอดเด่นสูงกว่าเรือนยอดไม้ชนิดอื่นๆ ไม้ชั้นล่างประกอบด้วย พันธุ์ไม้ที่พบทั้งในป่าเต็งรังและป่าดิบเขา แต่ไม่มีไม้เต็งขึ้นปะปน มีไม้ก่อเป็นส่วนประกอบมากกว่า ปริมาณสนสามใบจะผันแปรตามสภาพพื้นที่ พันธุ์ไม้ที่สำคัญได้แก่ ก่อหยุม ก่อหัววอก หัวแหวน แข้งกวาง เม้าแดง ฯลฯ

1.3 ลักษณะดิน (ปิยฉัตร ,2536)

โดยทั่วไป ลักษณะและชนิดของดินจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายปัจจัย ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ พืชพรรณธรรมชาติ การกระทำของมนุษย์ เวลาและลักษณะทางธรณีวิทยา เนื่องจากพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน การศึกษาและจำแนกลักษณะดินตลอดจนการหาขอบเขตของหน่วยพื้นที่ทำได้ยากและมีความไม่แน่นอน ดังนั้น คณะวนศาสตร์ (ม.ป.ป.) จึงได้จำแนกดินในพื้นที่ศึกษาออกตามลักษณะของป่าที่ขึ้นปกคลุม ดังนี้

ดินป่าเต็งรัง เป็นดินที่พบในป่าประเภทป่าเต็งรัง (ที่ไม่มีสนเขาขึ้นปะปน) ส่วนใหญ่ปรากฏครอบคลุมพื้นที่ในระดับต่ำกว่า 700 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะดินเป็นดินที่ไม่ดี ดินตื้น มีหินปนอยู่มากและมีปริมาณทรายในดินสูง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ มีความเป็นกรดอ่อนๆ ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0-5.9

ป่าเต็งรังที่มีไม้รังเด่น เป็นดินที่พบส่วนใหญ่ในระดับต่ำกว่าป่าเต็งรังประเภทอื่น ดินมีการระบายน้ำอย่างรวดเร็ว ผิวหน้าดินมีการชะล้างพังทลายอย่างรุนแรง มีพืชคลุมดินน้อย ผิวหน้าดินคลุมด้วยก้อนกรวดและหินเหลี่ยม 80-90% ดินตื้นรากพืชลดลงได้ลึกที่สุดประมาณ 32 เซนติเมตร ดินมีปริมาณทรายสูง ปริมาณทรายที่ผิวดินและที่ลึก 50 เซนติเมตรไม่แตกต่างกันมากอยู่ระหว่าง 60-67%

ดินป่าเต็งรังที่มีไม้เหียงเด่น ผิวหน้าดินมีการชะล้างพังทลาย มีการระบายน้ำปานกลาง ดินมีสีน้ำตาลแดง ผิวหน้าดินไม่มีก้อนหินและก้อนกรวด แต่มีเม็ดดินลูกรัง (lateritic nodules) ปนอยู่ในชั้นดิน ดินลึกกว่าดินประเภทแรก รากพืชปรากฏที่ระดับลึกประมาณ 48 เซนติเมตร ดินมีความเป็นทรายน้อยลง ปริมาณทรายแตกต่างกันมากที่ระดับผิวหน้าดินและที่ลึก 50 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 33-59% ปริมาณทรายลดลงที่ระดับลึกเพิ่มขึ้นดินเป็นกรดอ่อนค่า pH 5.9 อินทรียวัตถุ (0-5 เซนติเมตร) สูงประมาณ 4.25%

ดินป่าเต็งรังที่มีพลวงเด่นมีลักษณะใกล้เคียงกับดินที่มีเหียงเด่น ดินมีการระบายน้ำเลว มีการชะล้างหน้าดินไม่รุนแรง ดินลึกกว่าดินป่าเต็งรังสองชนิดแรก โดยที่รากปรากฏลึกถึง 52 เซนติเมตร โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 39-55% ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.3-5.6 อินทรีย์วัตถุที่ผิวดิน (0-5 เซนติเมตร) 3.33%

ดินป่าเต็งรังผสมสนเขาและป่าสนเขาผสมก่อ เป็นดินที่พบในพื้นที่ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 700-1500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ดินมีสีน้ำตาลแดงมีการระบายน้ำปานกลาง มีการชะล้างหน้าดินปานกลาง ดินลึกกว่าดินประเภทอื่นข้างต้น รากพืชปรากฏให้เห็นลึกถึง 75 เซนติเมตร ผิวดินไม่มีก้อนกรวดและดินลูกรัง ดินมีปรามาณทรายน้อยลงและปริมาณไม่แตกต่างกันมากที่ระดับผิวดินและลึก 50 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 37-45% ดินเป็นกรดอ่อน ค่า pH 5.6-6.0 อินทรีย์วัตถุไม่สูงมากนัก ที่ผิวดิน (0-5 เซนติเมตร) มี 2.69%

ดินป่าดิบเขา เป็นดินที่พบตั้งแต่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1500 เมตรขึ้นไป ดินบริเวณนี้โดยทั่วๆ ไป ลึกมากและมีความชื้นสูง ผิวดินปกคลุมด้วยซากพืชหนา ดินมีสีค่อนข้างดำ ลึกมากกว่า 5 เซนติเมตร มีความเป็นกรดปานกลางมีค่า pH 5.1 ดินชั้น B ลึกมากว่า 60 เซนติเมตร เป็น loam สีน้ำตาลแดงหรือสีส้มปนแดง มีค่า pH ประมาณ 5.4 ดินทั้งสองชั้นไม่มีก้อนกรวดปนหรือมีน้อยมาก

1.4 การจำแนกดินในบริเวณดอยอินทนนท์

จากการสำรวจดินในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ซึ่งมีพื้นที่ 482 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่วาก ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอุทยาน (Pinthong *et al.*, 2001) ได้จำแนกดินในบริเวณดังกล่าว โดยอาศัยหลักการณ์จำแนกของ Soil Taxonomy (1999) และพบว่าดินในพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่สำรวจอยู่ใน order Ultisols นอกจากนี้ยังพบดิน order Inceptisols และ Alfisols ซึ่งมีประมาณ 1 ใน 3 และ 1 ใน 5 ของพื้นที่ที่สำรวจตามลำดับ

พื้นที่ซึ่งใช้ในการเกษตร ในปัจจุบันจะอยู่ในบริเวณที่มีความสูงต่ำกว่า 1,500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนพื้นที่ที่ปลูกข้าวนาดำ อยู่ในบริเวณเชิงเขา สำหรับหมู่บ้านอยู่ในบริเวณที่เป็นเขา ซึ่งมีระดับความสูงมากกว่า ดินในอันดับ Alfisols เป็นดินที่สำคัญในการใช้ปลูกพืชผัก หญ้า และการทำนา ส่วนดินที่ใช้ปลูกพืชไร่ ตลอดจนไม้ผล เป็นดินในอันดับ Ultisols ซึ่งเป็นดินที่เป็นกรด มีการระบายน้ำดี สำหรับดินในพื้นที่ป่าดิบแล้ง (dry dipterocarp forest) อยู่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 1,000 เมตร เป็นดินตื้นและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และจัดเป็นดินที่มีสภาพความชื้นแบบ ustic soil moisture regime สำหรับป่าประเภท ป่าดิบเขา (evergreen forest) ซึ่งอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีระดับความสูงมากกว่า ป่าดิบแล้ง (dry dipterocarp forest) เป็นพื้นที่ซึ่งชื้นตลอดปี ดินมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในระดับสูง และอยู่ในอันดับดิน Ultisols ในบริเวณยอดดอยซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยของดิน ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส พบดินประเภท mesic Ultisols หรือ mesic Inceptisols สำหรับดินอันดับ Ultisols ในพื้นที่ซึ่งมีฝนตกชุกและมีความสูงของพื้นที่น้อยกว่า มีสภาพความชื้นเป็นแบบ udic moisture เป็นดินที่เคยใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชมาก่อน ดินในบริเวณอุทยานส่วนใหญ่ มีเนื้อดินผันแปรตามวัตถุต้นกำเนิดดิน

1.5 สภาพภูมิอากาศของดอยอินทนนท์ (ปิยฉัตร ,2536)

ดอยอินทนนท์มีเนื้อที่ 301,500 ไร่ หรือประมาณ 482 ตารางกิโลเมตรและประกอบไปด้วยยอดเขาสลับซับซ้อนที่มีความสูงต่ำแตกต่างกันมาก ระดับความสูงของพื้นที่เริ่มตั้งแต่ 300 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ถึงระดับ 2565.3341 เมตร ซึ่งเป็นระดับที่สูงที่สุดในประเทศไทย ดังนั้นสภาพอากาศจึงผันแปรแตกต่างกันอย่างมาก คือมีตั้งแต่สภาพอากาศแบบในเขตร้อน (Tropical Climate) ซึ่งเป็นสภาพอากาศทั่วไปของประเทศไทยจนถึงสภาพอากาศแบบกึ่งอบอุ่น (Sub-temperate Climate) ซึ่งมีอากาศหนาวเย็นเกือบทั้งปี อุณหภูมิที่ระดับต่ำ โดยทั่วไปมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลขึ้นอยู่กับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาเอาความแห้งแล้งและหนาวเย็นมาจากประเทศจีนและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดพาเอาฝนและความชุ่มชื้นเข้ามาทำให้มีฝนตกและอากาศอบอุ่นชื้น อุณหภูมิโดยทั่วไปจะลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น สำหรับปริมาณน้ำฝนภายในพื้นที่ศึกษาพบว่า มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2590 มิลลิเมตรต่อปี โดยจะมีฝนตกประมาณ 8 เดือนต่อปี และมีฝนตกหนักในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายนซึ่งฝนตกหนักมากกว่า 23 วันต่อเดือน ส่วนช่วงที่แห้งแล้งที่สุดอยู่ระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมซึ่งสัมพันธ์กับการพัดเข้ามาของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

2. ผลของไฟต่อมวลชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

จากการศึกษาผลของการเผาและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อกิจกรรมของเอนไซม์และมวลชีวภาพของจุลินทรย์ดินในบริเวณทุ่งหญ้าใน Manhattan รัฐแคนซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการเผาพื้นที่ดังกล่าว อยู่ในช่วงปลายเดือนเมษายน หรือ ต้นเดือนพฤษภาคมและมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูป NH_4NO_3 ในอัตรา 100 kg/ha ในช่วงต้นถึงกลางเดือนมิถุนายน อุณหภูมิสูงสุดระหว่างการเผาประมาณ 240 องศาเซลเซียสและการเผาจะเกิดอย่างรวดเร็วมากคือใช้เวลาเพียง 1 นาทีต่อพื้นที่ 1-2 ตารางเมตร ในช่วงที่เผาดินที่ระดับความลึก 0-5 เซนติเมตร มีอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส Ajwa *et al.* (1999) พบว่าการเผาและการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลต่อปริมาณของไนโตรเจนและคาร์บอนทั้งหมดในดินที่เก็บในช่วงเวลาต่างๆอย่างมีนัยสำคัญแต่การเผาทำให้ปริมาณของ inorganic N ในดินต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่เผาเพราะหลังจากเผาต้นพืชเจริญเติบโตได้ดีเนื่องจากได้รับแสงแดดอย่างเต็มที่ ดังนั้นการเพิ่มน้ำหนักและการดูดใช้ไนโตรเจนจากดินของพืชจึงมีมาก และช่วงดังกล่าวยังเป็นช่วงที่พืชมีการเจริญเติบโตมากที่สุด และในช่วงนี้ยังมีการเกิด N-immobilization มากอีกด้วย ส่วนในช่วงปลายฤดูปลูกคือ เดือนตุลาคม ปริมาณของ inorganic N ในดินสูงสุดเพราะในระยะนี้มีการเกิด N-mineralization ของ เศษพืชที่ตกทับถมอยู่ในดินมาก โดยทั่วไป มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปคาร์บอนและไนโตรเจน (microbial biomass C และ N) จะลดลงเมื่อมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและมีการเผา เมื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ไม่เผาและไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนแต่ความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเพราะความแปรปรวนของข้อมูลในระหว่างซ้ำของการทดลองสูงมาก สำหรับผลของการเผาและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อกิจกรรมของเอนไซม์ผันแปรตามชนิดของเอนไซม์และช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่าง การเผาทำให้กิจกรรมของ β-glucosidase , deaminase และ alkaline phosphatase ลดลง ส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทำให้กิจกรรมของ β-glucosidase , deaminase และ alkaline phosphatase เพิ่มขึ้นแต่ลดกิจกรรมของเอนไซม์ urease เอนไซม์ที่ศึกษาส่วนใหญ่มีสหสัมพันธ์กับ microbial biomass N อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับเอนไซม์ที่มีสหสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณ inorganic N ในดินได้แก่ dehydrogenase และ urease จากผลการศึกษาผลของไฟไหม้ป่า 2 แบบคือการตัดโค่นป่าแล้วเผากับไฟป่าตามธรรมชาติต่อปริมาณของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์คาร์บอนในภาคใต้และภาคตะวันตกของประเทศฟินแลนด์พบว่าทำให้ปริมาณจุลินทรีย์คาร์บอนในชั้นฮิวมัสลดลง โดยเฉพาะการตัดโค่นป่าแล้วเผาจะทำให้ลดลงถึง 35 เปอร์เซ็นต์ขณะที่ไฟป่าจะทำให้ลดลง 16 เปอร์เซ็นต์นอกจากนี้ยังพบว่าจากการศึกษาตลอด 3 ปีปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ไม่สามารถเพิ่มขึ้นเท่าปริมาณเดิมได้ (Pietikainen, 1999)นอกจากนี้ที่เขตร้อนชื้นเมือง Galicia ประเทศสเปน Prieto-Fernandez *et al.* (1998) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ คาร์บอนและไนโตรเจนที่สกัดได้ภายหลังจากการเกิดไฟป่า พบ

ว่าทำให้มวลชีวภาพของจุลินทรีย์และปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนที่สกัดได้เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาที่เกิดไฟป่าและตามชั้นความลึกของดินโดยที่ชั้น 0-5 เซนติเมตรปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ทั้งในรูปคาร์บอนและไนโตรเจนลดลงเป็นอย่างมากขณะที่ชั้น 5-10 เซนติเมตรปริมาณจะลดลง 50 เปอร์เซ็นต์และจะไม่เพิ่มขึ้นเท่าเดิมตลอดระยะเวลา 4 ปี นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ทั้งรูปของคาร์บอนและไนโตรเจน มีความสัมพันธ์กับสมบัติทางเคมีของดินหลายประการเช่น อินทรีย์คาร์บอน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด อนินทรีย์ฟอสเฟต base saturation แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ แมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ CEC และความชื้นดินตลอดจนค่าการนำไฟฟ้าด้วย จากรายงานของ Choromanska และ Deluca(2002) ได้ศึกษาผลของไฟป่าต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์และกระบวนการ N-mineralization ในป่าที่มีแร่ธาตุสูงในดินในเมือง Montana ประเทศสหรัฐอเมริกาโดยนำดินที่เคยถูกไฟไหม้ป่ามาก่อนในระยะ 80 ปีที่ผ่านมากับดินที่ถูกไหม้ป่าได้ไม่นานนำมาเผาที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสและ 380 องศาเซลเซียสภายใต้ความชื้นดิน 3 ระดับคือที่ -0.03,-1.0 และ-1.5 Mpa พบว่าดินที่เคยเกิดไฟป่ามาก่อนจะมีกิจกรรมการหายใจมีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปคาร์บอน N-mineralization ตลอดจนปริมาณน้ำตาลเฮกโซสและแอมโมเนียมไนโตรเจนต่ำกว่าดินที่ไม่เคยถูกไฟป่าเผามาก่อนด้วย ในขณะที่ไนเตรตไนโตรเจนจะสูงกว่าดินที่ไม่เคยเกิดไฟป่ามาก่อน ดินทั้งสองจะตอบสนองต่ออุณหภูมิเหมือนกันคืออุณหภูมิสูงจะมีอัตราการตายของจุลินทรีย์สูงและจะมีการปลดปล่อยน้ำตาลและไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมและปริมาณ N-mineralization จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการเผาเท่ากับ 160 องศาเซลเซียสและจะลดลงที่ 380 องศา เซลเซียส ในดินทั้งสองชนิด การเผาดินที่ความชื้นในดินต่ำๆจะส่งเสริมให้มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปคาร์บอนและน้ำตาลเพิ่มขึ้นแต่จะมีแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเตรตไนโตรเจนต่ำ

3. ผลของการไถพรวนต่อมวลชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

สำหรับผลของการไถพรวนต่อมวลชีวภาพของจุลินทรีย์และกิจกรรมของเอนไซม์ในดิน Kandeler *et al.*(1999a) รายงานว่า การไถแบบ reduced และ minimum tillage ทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินทั้งหมดเพิ่มขึ้นจาก 15.8 เป็น 17.6 mg/g ดิน ส่วนมวลชีวภาพจุลินทรีย์ ในรูปไนโตรเจน (microbial biomass N) ส่วนใหญ่ (80-95 เปอร์เซ็นต์) พบในอนุภาคดินที่มีขนาดเล็กกว่า 60 ไมโครเมตร ไม่ว่าจะเป็นการไถพรวนแบบใดก็ตาม สำหรับดินจากระบบ minimum tillage และ reduced tillage มี microbial biomass N ในอนุภาคดินทุกขนาดน้อยกว่า conventional tillage แต่ในระบบที่มีการไถพรวนน้อยทั้งสองระบบ microbial biomass N ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างไม่

แตกต่างกันมากนัก การที่จุลินทรีย์มีมากในดินชั้นบนเมื่อมีการไถพรวนน้อยเพราะระบบดังกล่าวทำให้ซากพืชและอินทรีย์คาร์บอนที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์สะสมอยู่ในดินชั้นบน และจากการศึกษาผลกระทบของการใส่ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีต่อจุลินทรีย์ดินและกิจกรรมของเอนไซม์ในดินในดินอนุภาคขนาดต่างๆ Kandeler *et al*,(1999b) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ดินรวมมีมวลจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ N-mineralization และกิจกรรมของเอนไซม์ urease, xylanase , deaminase และ alkaline phosphatase ของดินรวมเพิ่มขึ้นอีกด้วย และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ในอัตรา 20 และ 30 t/ha ทำให้ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและ ninhydrin reactive-N ในอนุภาคดินขนาดต่างๆเพิ่มขึ้นและทั้งสองอัตราไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ Kandeler *et al*,(1999c) พบว่าปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์และกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินจะผันแปรตามประเภทของการไถพรวนและวันเวลาในการเก็บตัวอย่างด้วย กิจกรรมของ Xylanase จะมากในดินที่ลดการไถพรวนและไถพรวนน้อย ๆ ภายในปีแรกของการทดลอง ขณะที่กิจกรรมของ Protease และ Phosphataseจะสูงในปีที่สอง ปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์จะสูงที่ชั้น 0-10 เซนติเมตรของดินที่มีการไถพรวนน้อย ๆ ขณะที่ดินที่มีการ ไถพรวนบ่อยๆ จะน้อยกว่าโดยเฉพาะภายหลังการทดลองในปีที่ 3 การลดการไถพรวนจะส่งเสริมให้เกิด N-mineralizationและเร่งกิจกรรมของ Protease มากกว่าการเกิด nitrification ในชั้น 0-10 เซนติเมตร

Alvarez และ Alvarez (2000)ได้ศึกษาผลระยะสั้นของการไถพรวนต่อปริมาณ active soil microbial biomass โดยทำการศึกษาที่แปลงของภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัย Buenos Aires ประเทศ Argentina โดยเปรียบเทียบดินที่ถูกไถพรวนมาก่อนแล้วหยุดไถกับดินที่ยังถูกไถพรวนแบบปกติโดยดินทั้งสองจะมีการปลูกพืชด้วย แล้วเก็บตัวอย่างดินเป็นระยะๆพบว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่แตกต่างกันแต่ปริมาณ active microbial biomassในดินที่ไม่มีการไถพรวน จะสูงกว่าดินที่มีการไถพรวนที่ความลึก 0-5 เซนติเมตรโดยมากกว่า 23% และ active microbial biomass มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับเศษซากพืช นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบผลของการไถพรวนแบบต่าง ๆ เทียบกับการไม่ไถพรวนและมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนสองระดับ ต่อการเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงรูปต่าง ๆ ของคาร์บอนและไนโตรเจน พบว่าพื้นที่ที่ไม่มีการไถพรวนมีปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปคาร์บอน C-mineralization และ N-mineralization สูงกว่าการไถพรวนแบบต่าง ๆ และการเปลี่ยนแปลงของสมบัติต่างๆ ดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับความเป็นประโยชน์ของสารอาหารจากเศษซากพืช (Salinas-Garcia *et al.*, 1997)

4. ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อมวลชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน

สำหรับผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณ N-mineralization และปริมาณมวลชีวภาพไนโตรเจน โดยเปรียบเทียบแปลงหญ้าอาหารสัตว์ที่มีการจัดการกับแปลงหญ้าที่มีการทิ้งรกร้าง Zeller *et al.*(2000) พบว่าแปลงที่มีการทิ้งรกร้างจะมีมวลชีวภาพไนโตรเจนสูงกว่าแปลงที่ยังคงมีการจัดการอยู่ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปริมาณ N-mineralization สะสมในแปลงที่ ทิ้งรกร้างจะต่ำกว่าแปลงที่ยังคงมีการจัดการดิน ปริมาณของ N-mineralizationสะสม มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณปริมาณอนินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (total inorganic carbon) C:N ratio และอินทรีย์คาร์บอนที่ละลายน้ำได้และมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในดิน

ส่วนผลของการจัดการดินแบบต่างๆ เช่น รูปแบบการปลูกพืชต่อกิจกรรมและมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินManjaiah *et al,*(2000) รายงานในเขตร้อนพบว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปคาร์บอนจะสูงที่สุดในระบบการปลูกพืชหมุนเวียน ถั่วเหลือง-ข้าวสาลี และจะต่ำสุดในระบบการปลูก ข้าวฟ่าง-มัสตาร์ด ระบบการปลูกพืชที่มีถั่วเหลืองอยู่ด้วยจะช่วยให้มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ทั้งคาร์บอนและไนโตรเจนสูงขึ้นเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ นอกจากนี้เมื่อคิดมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินเป็นเปอร์เซ็นต์เทียบกับคาร์บอนในดินกับไนโตรเจนทั้งหมดในดินมวลชีวภาพทั้งสองรูปจะสูงขึ้นในระบบที่มีการปลูกพืชแบบที่มีถั่วอยู่ด้วย จากการศึกษาถึงผลของการปลูกพืชหมุนเวียนและการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ทั้งในรูปคาร์บอนและไนโตรเจนในระยะยาว Moore *et al,* (2000) พบว่าการปลูกพืชหมุนเวียนและการปลูกพืชคลุมดินมีผลเชิงบวกกับปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ทั้งในรูปคาร์บอนและไนโตรเจนอย่างมีนัยสำคัญ แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนไม่มีผลกระทบปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปคาร์บอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอินทรีย์คาร์บอนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งและยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดอีกด้วย ระบบพืชหมุนเวียนมีผลกระทบต่ออัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพของจุลินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจน การหมุนเวียนพืชปลูกหลายชนิดจะทำให้อัตราส่วนของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปคาร์บอนกับอินทรีย์คาร์บอนและอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปไนโตรเจนกับไนโตรเจนทั้งหมดในดินสูงกว่าระบบพืชเชิงเดี่ยว สำหรับการปลูกอ้อยติดต่อกันเป็นเวลานาน Holt และ Mayer (1998) รายงานว่าในระบบที่ปลูกอ้อยติดต่อกันนาน ๆ แบบพืชเชิงเดี่ยวนั้นทำให้มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ลดลง

5. มวลชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรย์ในพื้นที่ป่า

Groffman *et al.*(2001)ได้ศึกษาในป่าชายฝั่งแถบ Costa Rica โดยเปรียบเทียบปริมาณมวลชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในป่าที่มีการรบกวนซึ่งเป็นป่าใหม่ที่ฟื้นตัวกับป่าเก่าแก่ที่ไม่มีการ

รบกวน พบว่าป่าที่ถูกรบกวนไม่ได้ทำให้มวลชีวภาพของจุลินทรีย์และกิจกรรมลดลงป่าเก่าแก่ก็ไม่ได้มีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์และกิจกรรมของจุลินทรีย์สูงกว่าป่าที่ถูกรบกวนแต่อย่างใดและยังมีปริมาณดัชนีต่างๆคือมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน N-mineralization และnitrification ต่ำกว่าป่าที่เคยถูกรบกวนอีกด้วย ปรากฏการณ์ดังกล่าวอธิบายได้ว่าป่าที่ถูกรบกวนมีการฟื้นตัวขึ้นมาใหม่และมีพืชพันธุ์ที่ให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เป็นประโยชน์ต่อจุลินทรีย์มากกว่าป่าเก่าแก่ซึ่งพิสูจน์ให้เห็นจากความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างอินทรีย์วัตถุกับปริมาณมวลชีวภาพและกิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ดินและ Schimel *et al.*(1999) ได้ศึกษาผลของความชื้นระดับต่าง ๆ ต่อกิจกรรมและมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในการย่อยสลายใบของต้น Birch พบว่าปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์และการหายใจ (respiration) มีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้น ในระหว่างหน่วยทดลองยังมีความแตกต่างของอัตราการหายใจและมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ซึ่งไม่สามารถอธิบายโดยระดับความชื้นโดยตรง ในพื้นที่ป่าที่ปล่อยให้มีความชื้นตามธรรมชาติโดยได้รับน้ำน้อยกว่าหน่วยทดลองมีอัตราการหายใจและมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ต่ำกว่าการทดลองที่ให้ปริมาณความชื้นสูงกว่า นอกจากนี้พบว่าเมื่อปริมาณความชื้นลดลงก็จะทำให้มวลชีวภาพของจุลินทรีย์และกิจกรรมของจุลินทรีย์ลดลงตามไปด้วย ข้อมูลที่เกี่ยวกับปริมาณและกิจกรรมของจุลินทรีย์ในป่าก็เป็นพื้นฐานสำคัญในการใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงสำหรับการศึกษาดัชนีที่กล่าวมาในพื้นที่การเกษตร

จากรายงานของ Hackl *et al.* (2000) ซึ่งได้ศึกษาป่าแบบต่าง ๆ 12 พื้นที่เพื่อศึกษาปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์และกิจกรรมต่าง ๆ พบว่าปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ มีความผันแปรสูงมาก ปริมาณน้ำตาลที่พบมากในป่าทุกพื้นที่คือ glucose และ trehalose และมีกรดอะมิโนเช่น glutamine , alanine , valine และ leucine โดดเด่นมากในดินที่เป็นกรดมาก มวลชีวภาพของจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่าความเป็นกรด-ด่างของดินและพบว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชื้นดินและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน นอกจากนี้ยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณน้ำตาลและกรดอมิโนในอินทรีย์วัตถุอีกด้วยส่วนปริมาณมวลชีวภาพในรูปไนโตรเจนจะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับ mineralizable-N ในสภาพที่มีออกซิเจนน้อยด้วย

Funakawa *et a.*(1997) ได้ศึกษาความแตกต่างของปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน ชีวมวลและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ในพื้นที่ป่าที่ไม่เคยมีการใช้ประโยชน์และพื้นที่ซึ่งมีการทำไร่เลื่อนลอยตามวิธีการต่าง ๆ ในภาคเหนือของประเทศไทยโดยระบบพืชที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย (1) ระบบการทำไร่เลื่อนลอยของชาวกระเหรี่ยงแบบดั้งเดิม ซึ่งมีการปลูกพืชในพื้นที่เพียง 1 ปี หลังจากนั้นทิ้งพื้นที่ให้รกร้างว่างเปล่าเป็นเวลาอย่างต่ำ 7 ปี ก่อนหมุนเวียนกลับมาใช้พื้นที่เดิมอีกครั้งหนึ่ง (2) ระบบไร่เลื่อนลอยของชาวกระเหรี่ยง ซึ่งลดเวลาการฟื้นฟู

พื้นที่เดิมจาก 8 ปี เป็น 4 ปี (3) ระบบการทำไร่เลื่อนลอยของชาวม้งและคนไทย ซึ่งมีการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งข้าวไร่ อย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 2-5 ปี และปล่อยพื้นที่รกร้าง 3-5 ปี พบว่าพื้นที่ที่มีการทิ้งไว้ให้เป็นป่าและป่าธรรมชาติมีปริมาณของคาร์บอน ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในเซลล์ของจุลินทรีย์ (Bc Bn และ Bp) สูงกว่าพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง และมีค่า C/N ในมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ประมาณ 10 ในขณะที่พื้นที่ซึ่งมีการปล่อยทิ้งไว้ ระยะสั้นหรือพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องมีค่า C/N มากกว่า 15 เพราะมีการสูญเสียไนโตรเจนมากกว่า นอกจากนี้ปริมาณของ Bn และ Bp มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่มีการใช้ประโยชน์ จึงอาจกล่าวได้ว่าปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลดลงเมื่อพื้นที่ในบนสูงถูกใช้ในการเกษตร ในกรณีของกระบวนการ nitrogen mineralization พบว่าเมื่อพื้นที่ป่าที่มีอายุน้อยถูกเปิดและมีการเผาป่าจะมี lag period ในระยะแรกหลังจากนั้นปริมาณของไนโตรเจนในรูปของไนเตรตไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียมและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดเพิ่มขึ้น สำหรับพื้นที่ที่ปล่อยทิ้งไว้ 7 ปีแล้วจึงเปิดป่าและทำการเพาะปลูกไม่พบความแตกต่างของ nitrogen mineralization ในดินระยะก่อนเผาและหลังเผา และพื้นที่ดังกล่าวมีการสะสมมวลชีวภาพของพืชพรรณน้อย (38.7t/ha) ส่วนพื้นที่ที่มีการปล่อยทิ้งไว้ 20 ปี ซึ่งมีการสะสมมวลชีวภาพของพืชพรรณถึง 58.4 t/ha และมีปริมาณต้นไม้ขนาดใหญ่ถูกเผารวมอยู่ด้วยจะพบความแตกต่างของ nitrogen mineralization ในดินก่อนเผาและหลังเผาอย่างชัดเจน และพบว่าหลังจากการเผาในพื้นที่นี้ ปริมาณไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวนการ nitrogen mineralization เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากการบ่มดินเป็นเวลา 4 สัปดาห์พบว่าความเป็นกรดของดินจะเพิ่มขึ้นจากกระบวนการ nitrification และสภาวะดังกล่าวอาจทำให้ประจุบวกที่เป็นด่างในส่วนที่เหลือจากการดูดใช้ของรากพืชจะสูญเสียออกไปจากดินได้ อย่างไรก็ตามเขาเสนอว่าการมีพืชขึ้นปกคลุมผิวดินหลังจากการเผาพื้นที่ อาจช่วยป้องกันการสูญเสียประจุบวกที่เป็นด่างจากการถูกชะล้างได้