บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินจากพื้นที่ต่างๆ ที่ศึกษาในช่วงฤดูฝนมีมากกว่าช่วงฤดูแล้ง มีความสอดคล้องกับข้อมูลของ Groffman *et al.* (2001) สำหรับปริมาณของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ที่เป็นป่า ซึ่งการทดลองนี้พบว่าดินจากพื้นที่ป่าดิบเขารุ่นแรกมีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินมากกว่าดินจากพื้นที่ป่าดิบรุ่นที่สอง โดยปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินขึ้นกับอายุของป่าและมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ป่ามีมากกว่าดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องและพื้นที่รกร้าง มีความสอดคล้องกับรายงานของ Funakawa *et al.* (1997) ซึ่งรายงานว่า ในภาคเหนือของประเทศไทยมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน (Bc, Bn และ Bp) ในดินจากพื้นที่ที่เป็นธรรมชาติและพื้นที่ที่มีการทิ้งไว้ให้เป็นป่า มีมากกว่าพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง สำหรับมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง (Bn และBp) มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการใช้ประโยชน์ จากข้อมูลของ Funakawa *et al.* (1997) มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในรูปคาร์บอน (Bc) ของดินจากพื้นที่ป่าซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 5-9% มีอยู่ในช่วงตั้งแต่ 1120-1950 μgCg^{-1} และมีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในรูปไนโตรเจน (Bn) ในช่วงตั้งแต่ 102-188 μgNg^{-1} ส่วน Bc ของดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 2-8% อยู่ในช่วงตั้งแต่ 372-821 μgCg^{-1} ส่วน Bn มีอยู่ในช่วงตั้งแต่ 30.9-62 μgNg^{-1} สำหรับพื้นที่รกร้าง ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 5.5-6% มี Bc อยู่ในช่วงตั้งแต่ 786-991 μgCg^{-1} ส่วน และมี Bn อยู่ในช่วง 55-66 μgNg^{-1} โดยการศึกษามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ใช้วิธีการ Chloroform fumigation extraction ในการทดลองนี้ใช้วิธีการหาปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินด้วยวิธี Chloroform fumigatoin incubation ซึ่งพบว่าปริมาณ Bc ของดินจากพื้นที่ป่าซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วง 9-29% มีประมาณ 463-1718 μgCg^{-1}สำหรับในช่วงฤดูฝนและในช่วงฤดูหนาวมีอยู่ในช่วงตั้งแต่ 140-518 μgCg^{-1} ส่วน Bn มีอยู่ในช่วงตั้งแต่ 49-375 μgNg^{-1} สำหรับช่วงฤดูฝนและในช่วงฤดูหนาวมีประมาณ 27-310 μgNg^{-1} สำหรับพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีปริมาณอินทรีย์วัตถุ อยู่ในช่วงตั้งแต่ 4-8% มีปริมาณ Bc อยู่ในช่วงตั้งแต่ 507-708 μgCg^{-1} และมี Bn อยู่ในช่วง 38-81 μgNg^{-1} สำหรับช่วงฤดูฝน

ในกรณีของดินจากพื้นที่รกร้างซึ่งมีอินทรีย์วัตถุอยู่ในช่วงตั้งแต่ 3-8% มีปริมาณ Bc อยู่ในช่วงตั้งแต่ 393-499 μgCg^{-1} ในช่วงฤดูฝน ส่วน Bn มีอยู่ในช่วงตั้งแต่ 15-68 μgNg^{-1} กล่าวได้ว่าปริมาณของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินพื้นที่ต่างๆ ที่ใช้ศึกษาในการทดลอง มีค่าน้อยกว่าปริมาณ

มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ที่ Funakawa *et al.*(1997)ได้รายงานไว้โดยใช้ข้อมูลของดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกันในการเปรียบเทียบ จากรายงานของ Vance *et al.* (1987) การใช้วิธี Chloroform fumigation incubation ในการหาปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในดินที่มี pH ต่ำกว่า 4.5 จะได้ค่า Bc ต่ำกว่าความเป็นจริง เพราะการย่อยสลายสารอินทรีย์บางชนิดในดินที่เป็นกรด โดยจุลินทรีย์ในดินที่ใส่ลงไปในดินภายหลังการอบด้วยคลอโรฟอร์มเกิดได้ไม่ดีเท่าที่ควร สำหรับดินจากพื้นที่ป่าและพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง มี pH อยู่ในช่วงตั้งแต่ 3.8-5.3 ส่วนดินจากพื้นที่รกร้างมี pH อยู่ในช่วง 5.4-5.7 ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการหามวลชีวภาพของจุลินทรีย์โดย วิธี Chloroform fumigation incubation ที่ใช้ในการทดลองนี้อาจไม่ใช่ วิธีการที่เหมาะสมนัก สำหรับใช้กับดินที่มี pH ต่ำ จากรายงานของ Vance *et al.* (1987) มีคำแนะนำให้ใช้ค่า Kc = 0.30 สำหรับการศึกษามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในดินที่มี pH ต่ำกว่า 4.5 แต่ในการทดลองนี้ใช้ค่า Kc ที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ Kc = 0.41 ในการคำนวณ ซึ่งน่าจะเป็นที่สาเหตุหนึ่งทำให้ Bc ที่ได้จากการคำนวณมีค่าต่ำ

จากรายงานของ Groffman *et al.* (2001) ซึ่งได้ศึกษามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในป่าที่ไม่เคยถูกรบกวนกับพื้นที่ป่าที่ถูกรบกวนในประเทศ Costa Rica และพบว่า มวลชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินในป่าเก่าแก่ที่ไม่ถูกรบกวน ไม่แตกต่างจากป่าที่ถูกรบกวนและมีการฟื้นตัวขึ้นมาใหม่ สำหรับการทดลองนี้พบว่ามีความแตกต่างของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินจากพื้นที่ป่าดิบเขารุ่นแรก ซึ่งไม่เคยถูกรบกวนและป่าดิบเขารุ่นที่สอง โดยป่าดิบเขารุ่นแรกมีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินมากกว่าอย่างเด่นชัดซึ่งขัดแย้งกับรายงานของ Groffman *et al,* (2001) อย่างไรก็ตาม จากรายงานของ Groffman *et al,* (2001) พบว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่ที่ใช้ศึกษาซึ่งได้แก่ พื้นที่ป่า ทุ่งหญ้าและพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ มีสหสัมพันธ์กับอินทรีย์วัตถุและความชื้นของดินอย่างมี นัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้

จากรายงานของ Hackl *et al.* (2000) ซึ่งได้ศึกษามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินจากพื้นที่ป่าธรรมชาติ 9 ประเภท พบว่าดินจากป่าที่ใช้ศึกษาแต่ละประเภท มีปริมาณและชนิดสารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย เช่น กรดอะมิโนแตกต่างกันโดยมีความผันแปรตามฤดูกาล และป่าทุกชนิดมีน้ำตาลพวก กลูโคสและทรีฮาโลส (trehalose) ในดินมากที่สุด ป่าแต่ละประเภทมีปัจจัยที่จำกัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดินแตกต่างกัน สำหรับดินที่มี pH ต่ำมากกว่า มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินมีความสัมพันธ์กับ pH ของดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าป่าเกือบทุกประเภทยกเว้นป่าโอ๊ค มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความชื้นดินและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน สำหรับพืชพรรณที่ขึ้นในป่ามีผลต่อปริมาณของสารอินทรีย์ที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยในดิน สำหรับในการทดลองนี้พบว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินจากพื้นที่ป่าดิบเขาในหมู่บ้านขุนแม่วากและป่าสนในบริเวณหมู่บ้านเดียวกัน มีปริมาณของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินแตกต่างกัน

ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของชนิดสารอินทรีย์ในดินดังรายงานของ Hackl *et al.* (2000) ตลอดจน pH และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินด้วย

จากผลการทดลองที่พบว่าปริมาณของมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในกลุ่มพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง พื้นที่ซึ่งมีการปลูกไม้ผลมีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินสูงกว่าดินจากพื้นที่ที่ใช้ปลูกพืชล้มลุกและมีความผันแปรระหว่างฤดูกาลน้อยกว่าด้วย แสดงว่าระบบการปลูกพืชระบบนี้น่าจะเหมาะสมกว่าระบบการปลูกพืชล้มลุกในแง่ของการอนุรักษ์ความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากรูปที่ 6 ซึ่งแสดงถึงสภาพพื้นที่และพืชพรรณที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวและจากรายงานของสุพัตรา (2545) พบว่าในพื้นที่ปลูกไม้ผลมีปริมาณของเศษซากพืชที่ร่วงหล่นปกคลุมดิน (litter) ประมาณ 1.3 kgm^{-2} ในช่วงฤดูฝนและ 2.28 kgm^{-2} ในฤดูหนาว และมีพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมดินคิดเป็นน้ำหนักแห้งถึง 1.20 kgm^{-2} ในฤดูฝนและ 0.97 kgm^{-2} ในช่วงฤดูหนาว การมีเศษพืชและพืชปกคลุมดินในพืชที่ดังกล่าวน่าจะเป็นผลดีต่อจุลินทรีย์ดิน เพราะมีรายงานว่าเมื่อไม่มีการไถพรวนดิน ปริมาณของมวลจุลินทรีย์ดินที่สามารถประกอบกิจกรรมได้อย่างรวดเร็ว (active microbial biomass) เพิ่มขึ้น 23% เมื่อเปรียบกับดินในพื้นที่ที่มีการไถพรวนและปริมาณมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดังกล่าวมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับเศษซากพืช (Alvarez และ Alvarez, 2000)

พื้นที่ซึ่งมีการปลูกกระหล่ำปลีอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลการทดลองพบว่ามีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินต่ำกว่าพื้นที่ปลูกไม้ผล สอดคล้องกับรายงานของ Holt และ Mayer (1998) ที่พบว่าการปลูกพืชเชิงเดี่ยว เช่น อ้อย ติดต่อกันเป็นเวลานานทำให้มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินลดลง

สำหรับผลของการเผาพื้นที่ต่อปริมาณของจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสในดินจากพื้นที่รกร้างซึ่งในการทดลองนี้พบว่า ในการเผาพื้นที่รกร้างทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ดังกล่าวในดินในพื้นที่รกร้างจากหมู่บ้านขุนแม่วากลดลงประมาณ 4 เท่า แต่ในพื้นที่รกร้างของหมู่บ้านแม่มะลอซึ่งมีการเผากลับมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายเซลลูโลสต่ำกว่าพื้นที่ที่ไม่มีการเผาเพียงเล็กน้อย การที่พื้นที่รกร้างในหมู่บ้านแม่มะลอได้รับผลกระทบจากการเผาพื้นที่น้อยกว่า เข้าใจว่าน่าจะเกิดจากระดับของอุณหภูมิและความชื้นในดินในระหว่างการเผาแตกต่างกัน เพราะจากรายงานของ Pietikainen, (1999) พบว่าการตอบสนองของจุลินทรียดินต่อการเผาพื้นที่ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของไฟและรูปแบบในการเผาตลอดจนช่วงเวลาในการเผาและจากรายงานของ Choromanska และ Deluca, (2002) พบว่าภายหลังการเผาพื้นที่มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินในรูปคาร์บอน (Bc) ลดลงทันทีโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออุณหภูมิในการเผาสูงถึง 380 องศาเซลเซียส สำหรับอุณหภูมิที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ที่มีชีวิตโดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 50-150 เซลเซียสโดยมีผลกระทบต่อเชื้อรามากกว่าแบคทีเรีย (Neary *et al.*, 1999, อ้างโดย Choromanska และ Deluca, 2002) และถ้าดินมีความชื้นก่อนการเผาทำให้จุลินทรีย์ได้รับผลกระทบจากการเผามากขึ้น (Dunn *et al.*, 1985 อ้างโดย Choromanska

และ Deluca, 2002) ในการทดลองนี้พื้นที่รกร้างจากหมู่บ้านขุนแม่วาก โดยทั่วไปแล้วมีระยะเวลาของการปล่อยพื้นที่รกร้างยาวนานกว่าพื้นที่รกร้างในหมู่บ้านแม่มะลอซึ่งอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และอาจเป็นไปได้ว่าปริมาณหญ้าและพืชต่าง ๆ ที่ขึ้นอยู่ในพื้นที่ก่อนการเผาในหมู่บ้านขุนแม่วากมีมากกว่าที่พบในหมู่บ้านแม่มะลอ เมื่อปริมาณเศษพืชต่าง ๆ ที่ถูกเผามีมาก อุณหภูมิในการเผาน่าจะสูงกว่าอีกทั้งน่าจะมีระยะเวลายาวนานกว่าด้วยจึงทำให้ปริมาณจุลินทรีย์พวกที่ย่อยเซลลูโลสซึ่งอาจจะเป็นเชื้อราโดยส่วนใหญ่ถูกทำลาย

สำหรับผลการทดลองที่พบว่ามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินจากพื้นที่ป่า พื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องและพื้นที่รกร้างมีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับอินทรีย์วัตถุในดิน ความชื้นดินและมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับ pH ของดิน สอดคล้องกับรายงานของ Groffman *et al.* (2001), Hackl *et al.* (2000), Schimel *et al.* (1999) และ Moore *et al.*(2000)

จากข้อมูลด้านการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดินจากพื้นที่ต่าง ๆ ซึ่งการทดลองนี้พบว่าในดินจากพื้นที่ป่าดิบเขารุ่นแรกไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวนการ mineralization ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแอมโมเนียม สำหรับการเกิด mineralization ของดินในพื้นที่จากป่าดิบเขารุ่นที่สองในหมู่บ้านแม่มะลอในระยะแรก ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกับดินจากป่าดิบเขารุ่นแรก แต่ในระยะหลังพบว่ามีไนเตรตเกิดขึ้นแสดงว่าการออกซิไดส์ของแอมโมเนียมในดินจากป่าทั้งสองแห่งเกิดน้อยซึ่งเป็นเพราะ pH ของดินจากพื้นที่ป่าทั้งสองแห่งอยู่ในช่วง 3.8-4.5 ในระดับ pH ดังกล่าวต่ำเกินไปสำหรับแบคทีเรียพวก autotroph ที่ทำให้เกิดกระบวนการ nitrification (Alexander, 1977) ในกรณีของดินจากพื้นที่ป่าดิบเขารุ่นแรก ซึ่งพบว่าปริมาณไนเตรตที่เกิดจากกระบวนการ N-mineralization มีน้อยกว่าแอมโมเนียมตลอดระยะ 4 เดือนของการบ่มดินในขณะที่ดินจากพื้นที่ป่าดิบเขารุ่นที่สองจากหมู่บ้านแม่มะลอยังมีมีไนเตรตเกิดขึ้นในระยะหลังของการบ่มดิน แสดงว่าปริมาณของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดกระบวนการ nitrificatiion ในดินจากพื้นที่ป่าดิบเขารุ่นแรกน่าจะมีปริมาณน้อยกว่า จากรายงานของ Zeller *et al.* (2000) ปริมาณของ N-mineralization สะสมในพื้นที่รกร้างต่ำกว่าพื้นที่ซึ่งมีการจัดการดิน และปริมาณของ N-mineralization สะสมมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับสารประกอบคาร์บอนในรูปสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ แต่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับแอมโมเนียมในดิน ในการทดลองนี้ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดที่เกิดจากกระบวนการ N-mineralization (TMN) เมื่อบ่มดินครบ 4 เดือนในดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์โดยส่วนใหญ่มีมากกว่าดินจากพื้นที่รกร้าง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Zeller *et al.*(2000) และพบว่าปริมาณของ TMN เกิดขึ้นในช่วงเวลา 4 เดือนของการบ่มดินมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินด้วยเช่นกัน

จากการศึกษาผลของการไถพรวนดินต่อมวลชีวภาพและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน Kandeler *et al.* (1999 b) พบว่าดินที่มีการไถพรวนบ่อย ๆ มีมวลชีวภาพของจุลินทรีย์ในดินในระดับความลึก 0-10 เซนติเมตรน้อยกว่าดินที่มีการไถพรวนน้อย แต่มีกิจกรรมของเอนไซม์ protease และ phosphatase สูงกว่า การลดการไถพรวนจะส่งเสริมการเกิด N-mineralization และเร่งกิจกรรมของ protease มากกว่าการเกิด nitrification ของดินในระดับความลึก 0-10 เซนติเมตร สำหรับผลการทดลองนี้ ซึ่งพบว่าดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องด้วยการปลูกพืชล้มลุก โดยเฉพาะพื้นที่แปลงกระหล่ำปลีในหมู่บ้านแม่มะลอซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชติดต่อกันมาเป็นเวลานาน มีปริมาณ TMN ต่ำกว่าพื้นที่อื่นและต่ำกว่าพื้นที่รกร้างซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันด้วย สอดคล้องกับรายงานของ Kandeler *et al.*(1999c)

จากผลการศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของ pH กับปริมาณไนเตรตที่เกิดจากกระบวนการ N-mineralization ซึ่งการทดลองนี้พบว่า ในดินจากพื้นที่ป่าและพื้นที่รกร้างความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่มีนัยสำคัญในทางสถิติ แต่ในกลุ่มดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องกลับพบว่าปริมาณไนเตรตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ N-mineralization มีสหสัมพันธ์ในทางลบกับการเปลี่ยนแปลงของ pH อย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าในพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง nitrificatiion ที่เกิดขึ้นเป็นกิจกรรมของแบคทีเรียพวก autoroph ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าวมีการปลดปล่อยโปรตอน (H^+) จากปฏิกิริยาออกซิไดส์ แอมโมเนียมและไนไตรท์ ซึ่งให้พลังงานแก่แบคทีเรียเหล่านี้ สำหรับพื้นที่ป่าและพื้นที่รกร้างซึ่งไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างไนเตรตกับการเปลี่ยนแปลง pH การเกิดไนเตรตน่าจะมาจากกิจกรรมของจุลินทรีย์พวก heterotroph มากกว่าแบคทีเรียพวก autotroph อนึ่ง จากการทดลองซึ่งพบว่าปริมาณของ TMN และการเปลี่ยนแปลงของไนเตรตและ pH ดินที่เกิดจากกระบวนการ mineralization ของดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณของธาตุอาหารพืชเช่น แคลเซียม ทองแดง ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม และอลูมิเนียม ที่สามารถสกัดได้ในดินชี้ให้เห็นว่าการเกิดกระบวนการดังกล่าวโดยเฉพาะกิจกรรม nitrification ในดินน่าจะสัมพันธ์กับการสูญเสียธาตุอาหารเหล่านี้ในดิน

สำหรับในพื้นที่รกร้างซึ่งผลการทดลองนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของไนเตรตที่เกิดจากกระบวนการกระบวนการ mineralization (ΔNO_3^--N) มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณของอลูมิเนียมและเหล็กที่สามารถสกัดได้และมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณธาตุอาหารพืชบางธาตุเช่น โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม ทองแดงและแมกนีเซียม ส่วนในพื้นที่ป่า การเปลี่ยนแปลงของ pH ของดินเนื่องจากกระบวนการ mineralizatiion ของไนโตรเจน มีสหสัมพันธ์ในทางลบกับปริมาณของแคลเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้และมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณ

อลูมิเนียมและเหล็ก ที่สามารถสกัดได้ ความสัมพันธ์ดังกล่าวระหว่างผลิตผลจากกระบวนการ mineralization ของไนโตรเจนของดินจากพื้นที่เหล่านี้กับปริมาณของธาตุอาหารพืชหรือธาตุอลูมิเนียมในดินชี้ให้เห็นว่ากระบวนการดังกล่าวเกี่ยวข้องกับความเป็นประโยชน์และการสูญเสียธาตุอาหารพืชเหล่านั้นในดินจากพื้นที่รกร้างและพื้นที่ป่าเช่นกัน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University