# บทที่ 4

# ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

## 4.1. โครงสร้างของสังคมพืชในระบบ

การศึกษาถึงโครงสร้างของสังคมพืชในระบบวนเกษตรนั้น เป็นการศึกษาเพื่ออธิบายถึงสภาพการอยู่ร่วมกันของพืชชนิดต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญในระบบ จะทำให้ทราบถึงอิทธิพลที่มีต่อกันและกันระหว่างพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งอิทธิพลที่พืชแต่ละชนิดมีต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เช่น กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน เป็นต้น

ในการศึกษานี้ข้อมูลที่นำมาใช้ในการอธิบายโครงสร้างของสังคมพืช ได้แก่ ชนิดและลักษณะสัณฐานของพืช ระยะปลูกหรือความหนาแน่นและตำแหน่งการขึ้นอยู่ในพื้นที่ โดยนำมาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช 2 แบบคือ โครงสร้างทางแนวดิ่ง (vertical structure) และโครงสร้างทางแนวราบ (horizontal structure)

4.1.1. โครงสร้างทางแนวดิ่ง (vertical structure) เป็นการจัดเรียงของพืชตามความสูง การจัดเรียงของเรือนยอดของพืชในป่าธรรมชาตินั้นมีลักษณะเป็นไปตามธรรมชาติอันเกิดจากอิทธิพลของการแก่งแย่งแสงจากดวงอาทิตย์ พืชที่มีเรือนยอดเด่นหรืออยู่ชั้นบนสุดเป็นพวกที่ต้องการแสงมาก พืชที่อยู่ในชั้นเรือนยอดต่ำลงมาจะเป็นพวกที่สามารถปรับตัวให้ขึ้นอยู่ได้ภายใต้สภาพที่มีความเข้มของแสงต่ำ พืชที่อยู่พื้นล่างก็จะได้รับพลังแสงน้อยที่สุด ส่วนพลังงานแสงที่ทะลุผ่านชั้นเรือนยอดของพืชทั้งหมดก็จะกระทบผิวดิน มีการถ่ายทอดพลังงานสู่ดินหรืออาจสูญเสียไปในรูปของความร้อน

ในป่าธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์นั้น การจัดเรียงของชั้นเรือนยอดในสังคมพืชนั้นมีความซับซ้อนมาก จึงทำให้สังคมพืชนั้นมีประสิทธิภาพในการดูดพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้มาก โอกาสที่ผิวดินจะได้รับพลังงานจากแสงมีน้อย ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสังคมพืชที่ประกอบด้วยพืชชนิดเดียวล้วน (monoculture) เช่น การปลูกพืชในไร่นา สวนผลไม้และสวนป่า เป็นต้น สังคมพืชแบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

นี้จะมีประสิทธิภาพในการดูดยึดพลังงานน้อยกว่า แต่ในระบบวนเกษตรนั้นมีการจัดเรียงชั้นเรือนยอดของพืชปานกลาง จึงทำให้ประสิทธิภาพในการดูดพลังงานแสงมากกว่าการปลูกพืชชนิดเดียวล้วน แต่น้อยกว่าในป่าธรรมชาติ

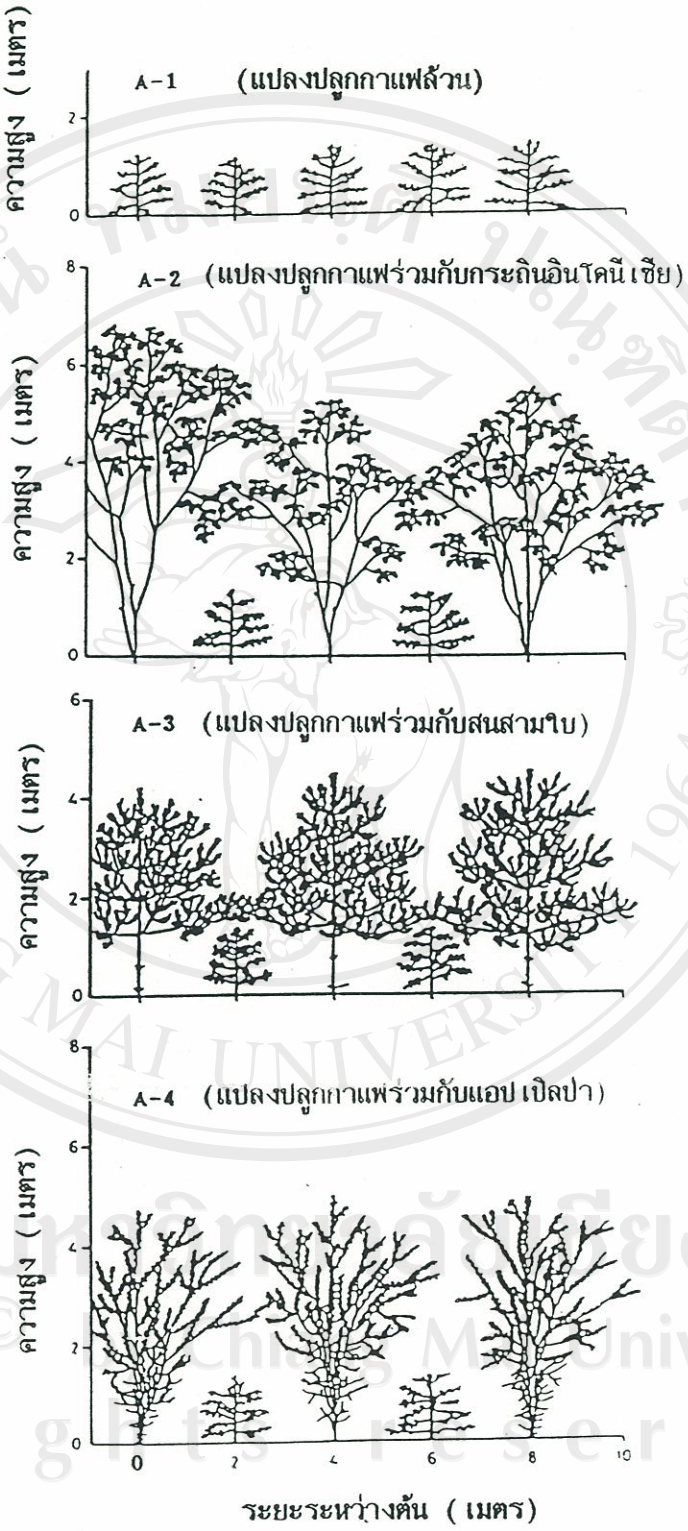
ในรูปที่ 3 ได้แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างในแนวดิ่งของแปลงกาแฟ 4 แปลงที่ดอยสามหมื่น ซึ่งมีอายุของกาแฟและต้นไม้ 4 ปี

แปลง A-1 เป็นแปลงที่ปลูกกาแฟเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีผลทำให้ต้นกาแฟได้รับแสงโดยตรง และในลักษณะที่กาแฟมีเรือนยอดขนาดเล็ก และมีความสูงไม่เกิน 2 ม. ทำให้แสงสามารถส่องผ่านช่องว่างระหว่างต้นกาแฟได้มาก ทำให้สภาวะของอากาศใกล้ผิวดินและดินได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากแสงที่มีความเข้มสูงโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดของอากาศใกล้ผิวดินสูงถึง 41 °ซ.

แปลง A-2 เป็นแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซียประกอบด้วยชั้นเรือนยอด 2 ชั้น ชั้นบนเป็นชั้นเรือนยอดของกระถินอินโดนีเซียที่มีเรือนยอดติดกันโดยตลอด จนคลุมพื้นที่เกือบทั้งแปลง เรือนยอดมีลักษณะโปร่งอันเนื่องมาจากลักษณะการแตกกิ่งและลักษณะของใบ ในช่วงฤดูฝนใบกระถินอินโดนีเซียจะปกคลุมหนาแน่นและมีเรือนยอดทับซ้อนกัน ยังผลให้เกิดสภาพร่มเงามาก มีเรือนยอดอยู่ในช่วงความสูง 1.1-6.7 ม. จากพื้นดิน มีความหนาของเรือนยอด 4.6 ม. แต่ในช่วงฤดูแล้งใบกระถินจะร่วงหมดทั้งต้นเป็นระยะเวลาหลายเดือนจึงทำให้แสงส่องถึงต้นกาแฟและพื้นโดยตรง ซึ่งส่งผลให้มีอุณหภูมิของอากาศใกล้ผิวดินสูงขึ้น โดยมีอุณหภูมิสูงสุดของอากาศใกล้ผิวดินสูงถึง 36 °ซ. ในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นลักษณะโครงสร้างแบบนี้เป็นสิ่งไม่พึงประสงค์

แปลง A-3 เป็นแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ สนสามใบมีความหนาของเรือนยอด 3.2 ม. โดยเรือนยอดจะอยู่ในช่วงความสูง 1.2-4.6 ม. จากพื้นดิน มีลักษณะลำต้นเดี่ยว ซึ่งแตกต่างจากกระถินอินโดนีเซียที่มีหลายลำต้น ประกอบกับไม้สนมีการแตกกิ่งสม่ำเสมอรอบลำต้น ลักษณะเช่นนี้ทำให้เรือนยอดของไม้สนเป็นรูปโดม สนสามใบเป็นต้นไม้ที่ไม่ผลัดใบหมดทั้งต้นในฤดูแล้ง ทำให้ยังมีร่มเงาอยู่ ส่งผลให้มีอุณหภูมิและแสงที่เหมาะสมสำหรับต้นกาแฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูปที่ 3 ลักษณะของโครงสร้างทางแนวดิ่ง (vertical structure) ของสังคมพืชที่มีอายุ 4 ปีที่ดอยสามหมื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แปลง A-4 เป็นแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอป เปิลป่า มีเรือนยอดชั้นบนที่เป็นของต้นแอป เปิลป่าอยู่ในช่วงความสูง 1.0-5.3 ม. จากพื้นดิน ลักษณะการแตกกิ่ง รูปร่างและความหนาแน่น ของใบ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อิทธิพลของ เรือนยอดแตกต่างจากไม้กระถินอินโดนี เซียและสนสามใบ เรือนยอดของต้นแอป เปิลป่ายังไม่ต่อ เนื่องกันตลอดทั้งแปลง แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างแบบนี้ทำให้สภาวะของอุณหภูมิอากาศใกล้ผิวดินคล้ายคลึงกับในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ (A-3)

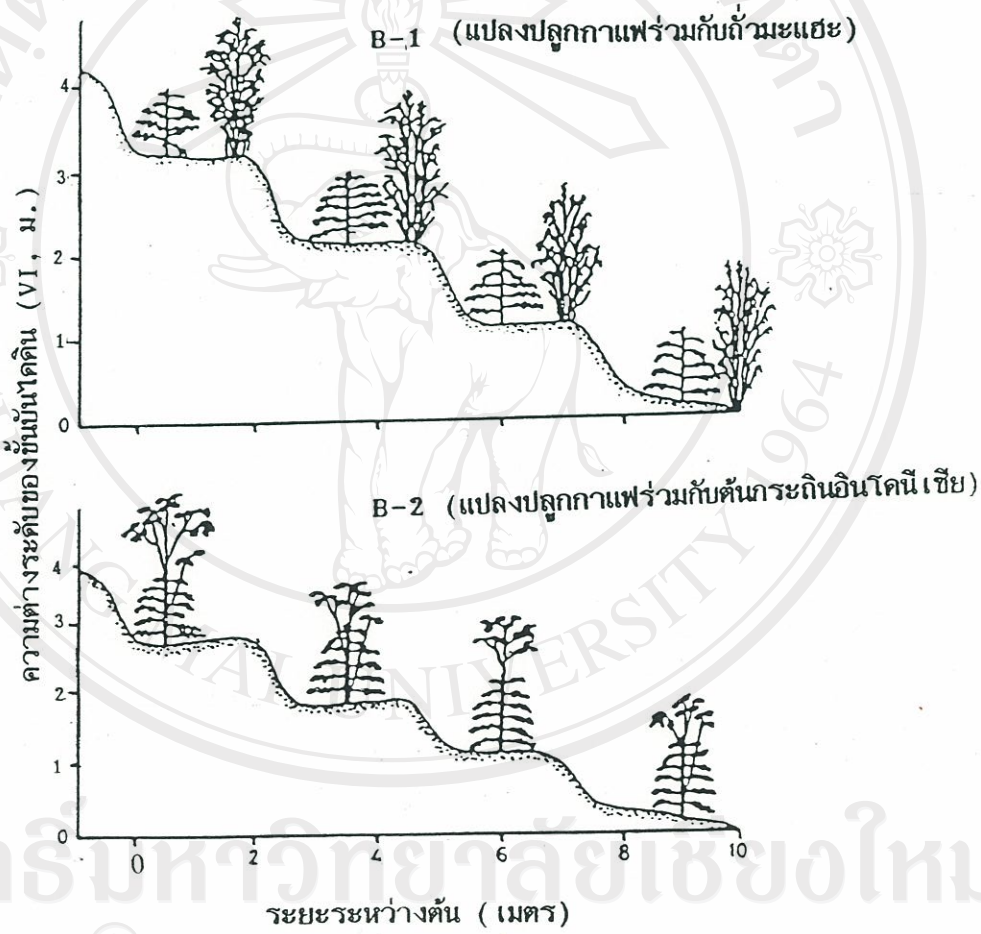
จากลักษณะโครงสร้างทางแนวดิ่งของแปลงทดลองแต่ละแปลงนั้น ลักษณะโครงสร้างของแปลงกาแฟที่ปลูกร่วมกับสนสามใบและแอป เปิลป่า (A-3 และ A-4) น่าจะ เป็นโครงสร้างที่พึงประสงค์ เพราะทำให้สภาวะของอากาศใกล้ผิวดินมีความสมดุลของพลังงานมากกว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน กล่าวคือมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศใกล้ผิวดินผันแปรอยู่ในช่วง 7-19 °ซ. ในขณะที่แปลงที่ปลูกกาแฟล้วนมีค่าอยู่ในช่วง 14-29 °ซ.

**ข. พื้นที่คอยขุนช่าง เคี่ยน**

รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างของแปลงปลูกกาแฟที่คอยขุนช่าง เคี่ยนที่มีอายุ 2 ปี เนื่องจากต้นไม้ยังมีขนาด เล็ก ต้นกระถินอินโดนี เซียในแปลง B-2 มีความสูง 1.73 ม. มีขนาดของ เส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่ม 1.07 ม. และความหนาของทรงพุ่ม 1.27 ม. จึงทำให้ผลกระทบของโครงสร้างในแนวดิ่งที่มีต่อต้นกาแฟและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ยังไม่ค่อยมาก

โครงสร้างของสังคมพืชในระบบวน เกษตรนั้นจะ เปลี่ยนแปลงไปตามอายุของต้นไม้ให้ร่ม เมื่อต้นไม้ เจริญ เติบโต เต็มที่แล้วอัตราการ เปลี่ยนแปลงจะ เริ่มช้าลง อิทธิพลของไม้ เรือนยอดบนที่มีต่อต้นกาแฟนั้น นอกจากจะ เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของกาแฟแล้วยัง เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการสัง เคราะห์แสงของต้นกาแฟ ความ เสียหายที่มีต่อกาแฟจากสภาวะการ เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศที่มีผลต่อการระบาดของโรคราสนิม กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน การคายน้ำและอัตราการหมุน เวียนของธาตุอาหาร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 4 ลักษณะของโครงสร้างทางแนวดิ่ง (vertical structure) ของสังคมพืชที่มีอายุ 2 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยน

โครงสร้างทางแนวดิ่งของป่าไม้จะมีความซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของป่านั้น ๆ (สง่า 2509; Crawley, 1986; Kimmins, 1987) อายุของต้นไม้มีอิทธิพลต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมในระบบพืชอย่างมาก เพราะมีพื้นที่ผิวใบมากขึ้น เช่น ชุมพล (2516) พบว่าไม้สักอายุ 1, 5, 10, 15 และ 20 ปี จะมีพื้นที่ผิวใบเท่ากับ 6.02, 28.41, 76.0, 82.91 และ 137.17 ตร.ม. ตามลำดับ

4.1.2 โครงสร้างทางแนวราบ (horizontal structure) เป็นการจัดเรียงของพืชตามแนวราบ ซึ่งเกี่ยวข้องกับระยะระหว่างลำต้นของพืชหรือความหนาแน่นของต้นไม้ ระยะถี่ห่างระหว่างลำต้นของพืชจะเกี่ยวข้องกับการแก่งแย่งน้ำและธาตุอาหารโดยรากพืช รวมไปถึงการแก่งแย่งแสงโดยเรือนยอดของพืช (Kimmins, 1987)

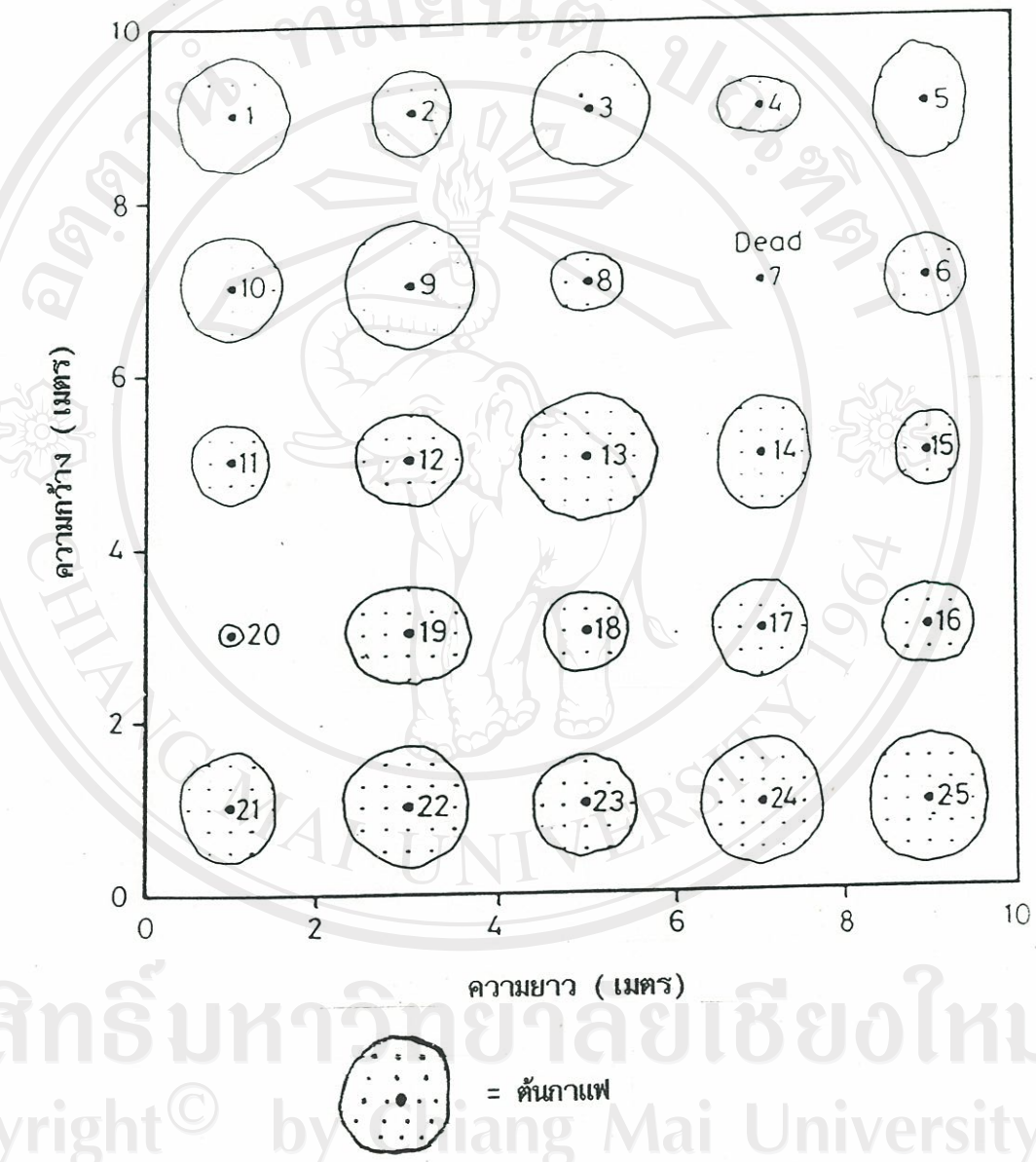
**ก. พื้นที่คอยสามหมื่น**

โครงสร้างทางแนวราบของแปลงปลูกกาแฟล้วน กาแฟซึ่งปลูกระยะ 2 x 2 ม. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเรือนยอดเฉลี่ยต่อต้นเท่ากับ 1.07 ม. จึงไม่สามารถครอบคลุมได้ทั่วแปลงมีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเรือนยอดเท่ากับ 22.48 % ของพื้นที่ จึงแสดงให้เห็นว่าโครงสร้างทางแนวราบของแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนมีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่น้อย (รูปที่ 5)

โครงสร้างทางแนวราบของแปลงปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซียนั้นกาแฟปลูกระยะ 4 x 4 ม. สลับแทรกกับไม้กระถินอินโดนีเซีย ต้นกาแฟถูกปกคลุมด้วยต้นกระถินอินโดนีเซีย ซึ่งพบว่าสำหรับต้นกระถินอินโดนีเซียที่สมบูรณ์จะมีเรือนยอดแผ่กว้างมากและทับซ้อนกัน แต่บางต้นตายลงอันเนื่องมาจากเป็นพืชที่ไม่ทนแล้งและมักถูกทำลายโดยด้วงที่เจาะรอบลำต้น (stemring borer) มีบางต้นที่แตกลำต้นขึ้นมาใหม่ นับว่าเป็นข้อเสียของต้นกระถินอินโดนีเซีย จึงทำให้อิทธิพลของต้นกระถินชนิดนี้ที่มีต่อต้นกาแฟและสิ่งแวดล้อมเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางเรือนยอดเฉลี่ยของต้นไม้ชนิดนี้เท่ากับ 4.5 ม. มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเรือนยอดเท่ากับ 194 % ซึ่งลักษณะโครงสร้างแบบนี้เป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ (รูปที่ 6)

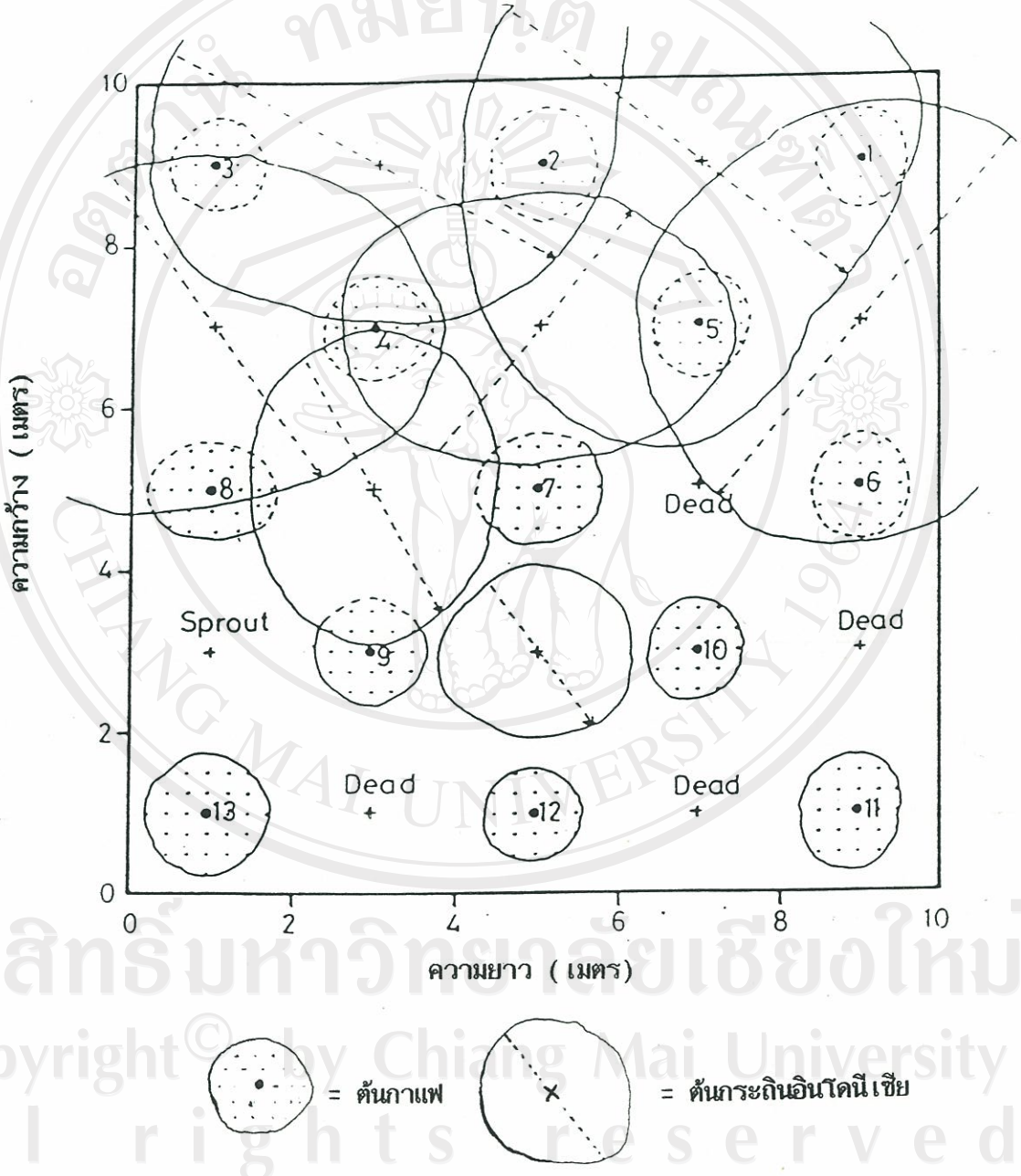
โครงสร้างทางแนวราบของแปลงปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบนั้น มีระยะปลูกของกาแฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



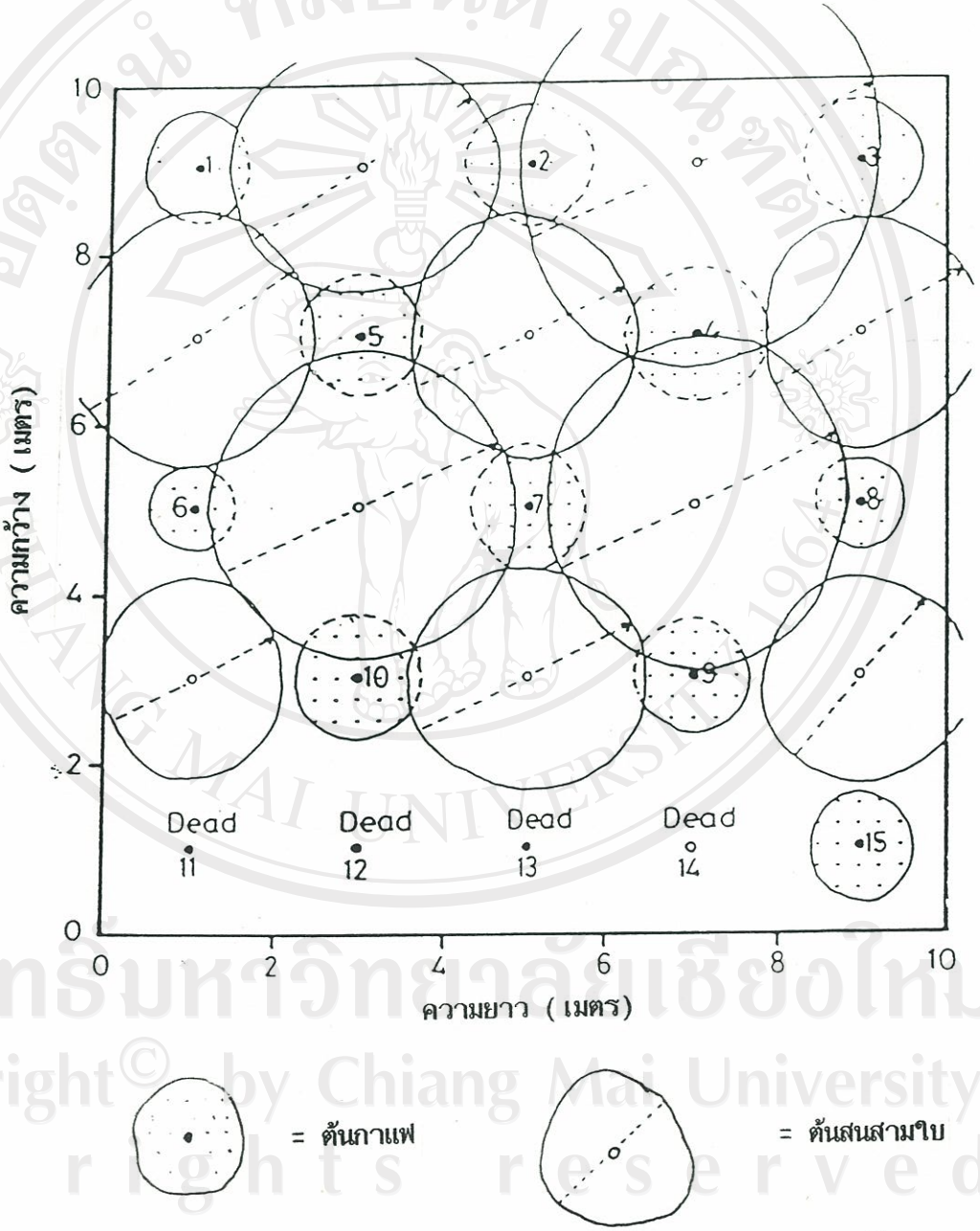

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 5 ลักษณะโครงสร้างทางแนวราบ (horizontal structure) ของสังคมพืชที่มีอายุ 4 ปีในแปลงปลูกกาแฟล้วน (A-1) ที่พื้นที่ดอยสามหมื่น



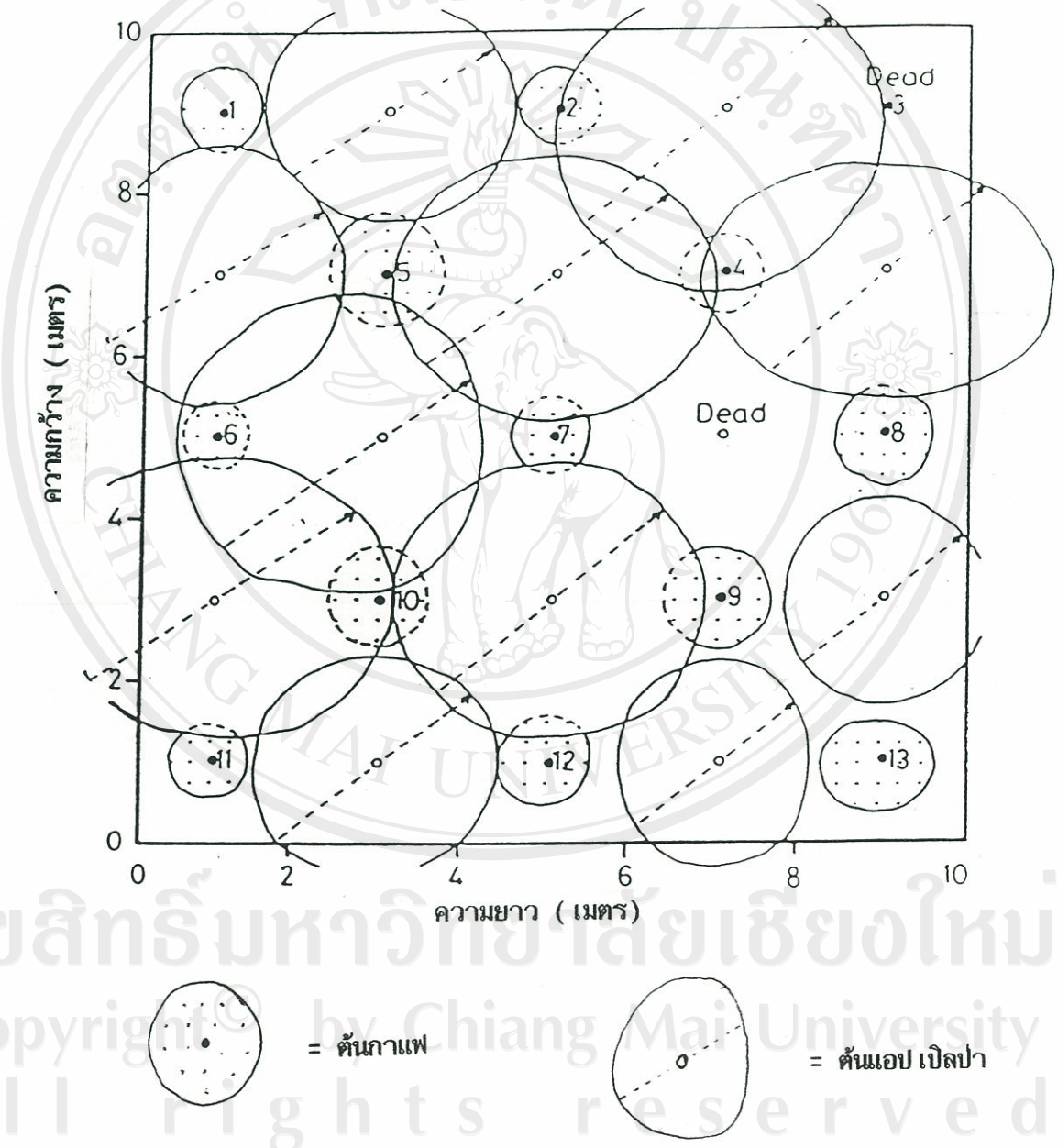

รูปที่ 6 ลักษณะโครงสร้างทางแนวราบ (horizontal structure) ของสังคมพืชที่มีอายุ 4 ปีในแปลงปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) ที่พื้นที่ดอยสามหมื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูปที่ 7 ลักษณะโครงสร้างทางแนวราบ (horizontal structure) ของสังคมพืชที่มีอายุ 4 ปีในแปลงปลูกกาแฟร่วมกับต้นสนสามใบ (A-3) ที่พื้นที่ดอยสามหมื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูปที่ 8 ลักษณะโครงสร้างทางแนวราบ (horizontal structure) ของสังคมพืชที่มีอายุ 4 ปีในแปลงปลูกกาแฟร่วมกับต้นแอป เปิลป่า (A-4) ที่พื้นที่ดอยสามหมื่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และสนสามใบ เช่นเดียวกับแปลงปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย ต้นกาแฟถูกปกคลุมด้วยเรือนยอดของสนสามใบค่อนข้างสม่ำเสมอ ลักษณะการปกคลุมของเรือนยอดไม้สนเป็นวงกลมเริ่มมีเรือนยอดซ้อนทับกันเรือนยอดของไม้สนสามใบมีลักษณะค่อนข้างดี ประกอบกับเป็นไม้ที่ไม่ทิ้งใบหมดต้น จึงเป็นผลดีด้านสิ่งแวดล้อม ทำให้อิทธิพลของต้นไม้ชนิดนี้มีต่อกาแฟและสิ่งแวดล้อมเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเรือนยอดเฉลี่ยของต้นไม้ชนิดนี้เท่ากับ 3.07 ม. มีเปอร์เซ็นต์ของเรือนยอดเท่ากับ 88 % ซึ่งลักษณะโครงสร้างแบบนี้จึงเป็นสิ่งที่พึงปรารถนา (รูปที่ 7)

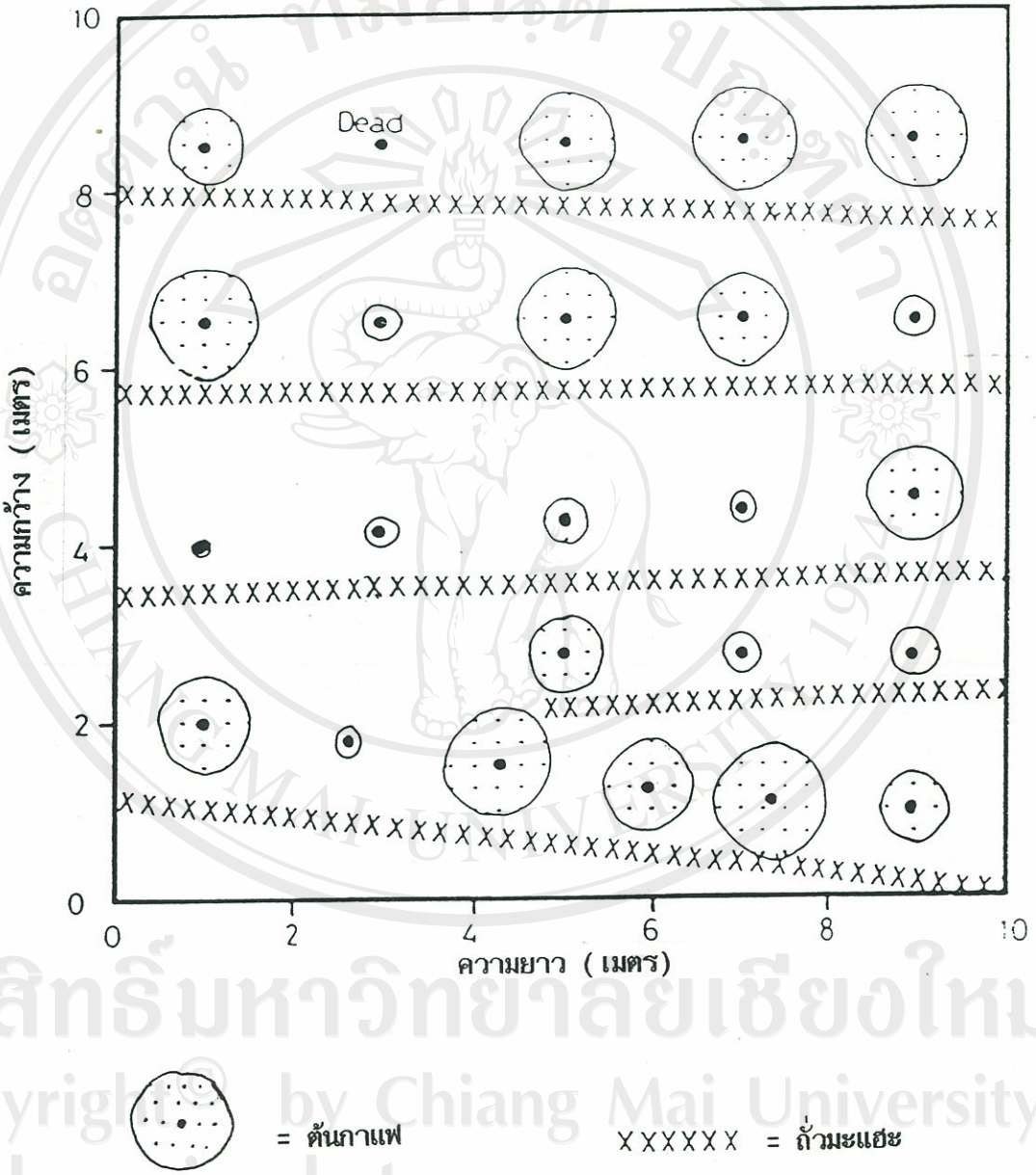
โครงสร้างทางแนวราบของแปลงปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่านั้น มีระยะปลูกของกาแฟและแอปเปิลป่าเช่นเดียวกับแปลงปลูกร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย ต้นกาแฟถูกปกคลุมด้วยเรือนยอดของแอปเปิลป่าค่อนข้างสม่ำเสมอ การปกคลุมของเรือนยอดมีรูปวงรีหรือวงกลมแต่มีเรือนยอดที่โปร่งเริ่มมีเรือนยอดที่ทับซ้อนกันบ้าง เรือนยอดของไม้แอปเปิลป่าใบมีขนาดปานกลาง เนื่องจากเป็นไม้ที่ทิ้งใบหมดต้นในช่วงระยะสั้น จึงเป็นผลดีด้านสิ่งแวดล้อมปานกลาง อิทธิพลของต้นไม้ชนิดนี้ที่มีต่อกาแฟและสิ่งแวดล้อมปานกลางเช่นกัน เมื่อเทียบกับต้นไม้สองชนิดดังกล่าว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเรือนยอดเฉลี่ยของต้นไม้ชนิดนี้เท่ากับ 3.3 ม. และมีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเรือนยอดเท่ากับ 102 % (รูปที่ 8)

**ข. พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน**

โครงสร้างทางแนวราบของแปลงทดลองที่ดอยขุนช่างเคี่ยนนั้น ยังไม่ได้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของต้นไม้ให้ร่มมากนัก เนื่องจากต้นไม้ยังมีขนาดเล็กอยู่ (รูปที่ 9-10)

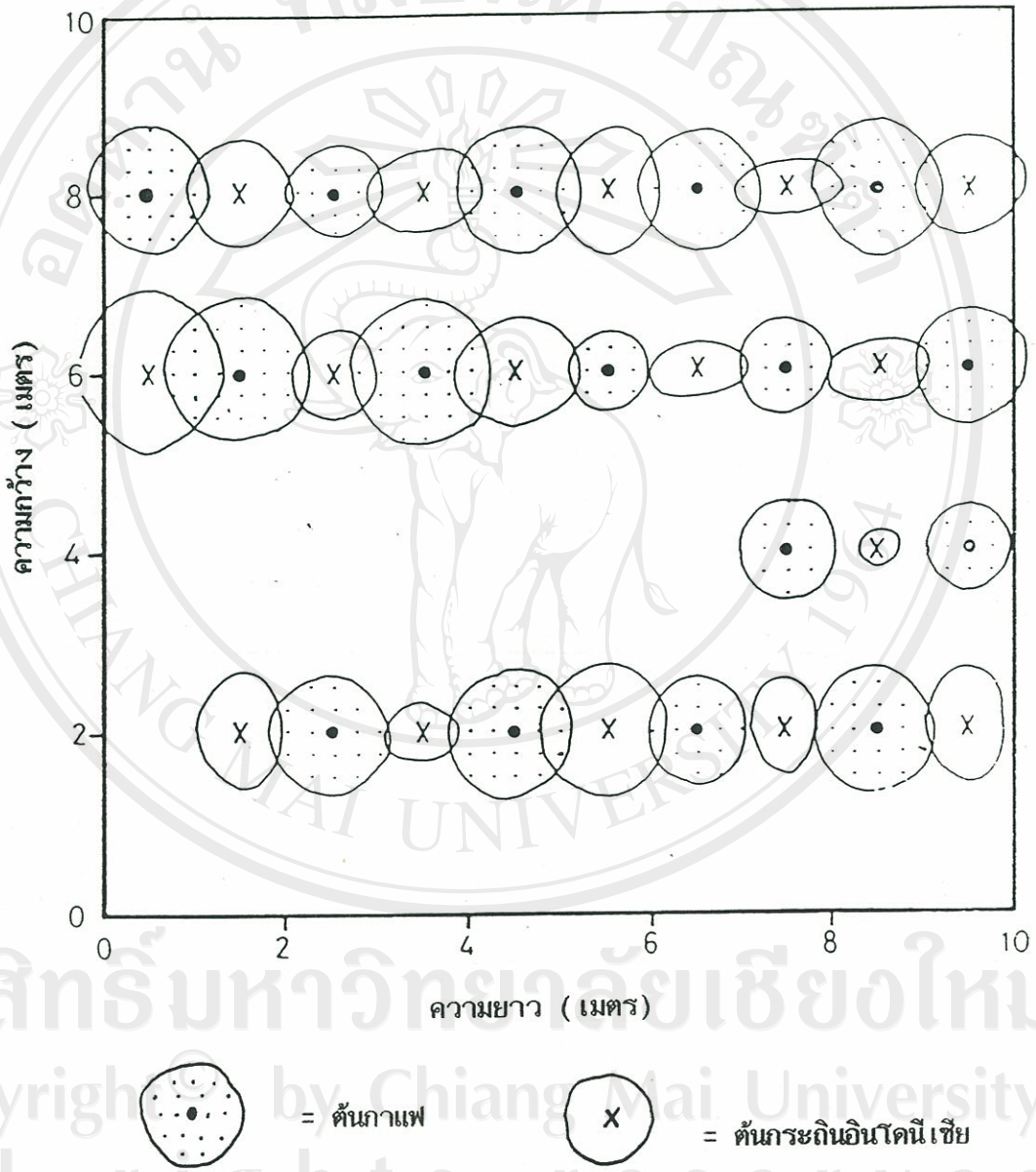
โครงสร้างทางแนวราบที่แสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของเรือนยอดของต้นไม้มีความสำคัญมาก ถ้าหากมีความหนาแน่นมากเกินไปหรือน้อยเกินไปก็จะทำให้สภาพสิ่งแวดล้อมภายใต้ เรือนยอดไม่เหมาะสม ช่องว่างระหว่างเรือนยอด (gap) ที่พอดีจะทำให้สภาวะของแสง อุณหภูมิ ความชื้นและการเคลื่อนไหวของมวลอากาศเป็นไปอย่างพอเหมาะ (Crawley, 1986) การมีร่มเงาของต้นไม้ที่แน่นทึบเกินไปจะทำให้กาแฟติดผลน้อย แต่ถ้ามีร่มเงาน้อยต้นกาแฟจะได้รับอันตรายจากสภาวะของปัจจัยแวดล้อม ดังนั้นควรมีการตัดแต่งกิ่งต้นไม้ให้ร่มบ้างเพื่อให้เกิดความเหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 9 ลักษณะโครงสร้างทางแนวราบ (horizontal structure) ของสังคมพืชที่มีอายุ 2 ปีในแปลงปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) ที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 10 ลักษณะโครงสร้างทางแนวราบ (horizontal structure) ของสังคมพืชที่มีอายุ 2 ปีในแปลงปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (B-2) ที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน

4.2 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟและไม้ให้ร่ม

การเจริญเติบโตของต้นกาแฟและต้นไม้ให้ร่มสามารถแสดงได้ โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของพืช ได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ความสูงทั้งหมดและขนาดของเรือนยอด

4.2.1. ต้นกาแฟ

ก. พื้นที่ดอยสามหมื่น

การเจริญเติบโตของกาแฟที่ดอยสามหมื่นได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 พบว่าในขณะที่กาแฟมีอายุ 4 ปี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่คอรากอยู่ในช่วง 3.64-4.14 ซม. โดยต้นกาแฟในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ที่สุด และในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) เล็กที่สุด ส่วนกาแฟในแปลงที่ปลูกร่วมกับกระถินอินโดนีเซียและร่วมกับสนสามใบ (A-2 และ A-3) มีขนาดเท่ากับ 4.15 และ 4.12 ซม. ตามลำดับ เมื่อกาแฟมีอายุ 6 ปี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางผันแปรอยู่ในช่วง 4.87-5.28 ซม. โดยในแปลง A-1 มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่ที่สุด และแปลง A-4 เล็กที่สุด ส่วนแปลง A-2 และ A-3 มีขนาดเท่ากับ 5.17 และ 5.14 ซม. ตามลำดับ

ขนาดของเรือนยอด พบว่าเมื่อกาแฟมีอายุ 4 ปี ต้นกาแฟมีความหนาของเรือนยอดอยู่ในช่วง 0.70-0.95 ม. และความกว้างของเรือนยอดอยู่ในช่วง 1.07-1.31 ม. โดยมีขนาดใหญ่มากที่สุดในแปลง A-2 และน้อยที่สุดในแปลง A-1 เมื่อมีอายุ 6 ปี มีความหนาของเรือนยอดอยู่ในช่วง 0.86-1.05 ม. โดยกาแฟในแปลง A-4 มีความหนามากที่สุดและในแปลง A-1 มีความหนาน้อยที่สุด ส่วนความกว้างของเรือนยอดมีขนาดอยู่ในช่วง 1.27-1.57 ม. โดยกาแฟในแปลง A-3 มีความกว้างมากที่สุดส่วนแปลง A-1 มีความกว้างน้อยที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟเมื่ออายุ 4 ปี และ 6 ปี ของแปลงทดลองที่ดอยสามหมื่น

| แปลง | ลำต้น | | | | เรือนยอด | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.) | | ความสูง (ม.) | | ความหนา (ม.) | | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม.) | | การปกคลุม (%) | |
| | 4 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 6 ปี |
| A-1 | 4.14 | 5.28 | 1.10 | 1.32 | 0.70 | 0.86 | 1.07 | 1.27 | 22.48 | 31.66 |
| | ± 0.68 | ± 0.88 | ± 0.15 | ± 0.18 | ± 0.15 | ± 0.12 | ± 0.32 | ± 0.22 | | |
| | (1.04) | (0.88) | (0.28) | (0.22) | (0.18) | (0.14) | (0.27) | (0.21) | | |
| A-2 | 4.15 | 5.17 | 1.31 | 1.40 | 0.95 | 0.99 | 1.31 | 1.52 | 17.52 | 23.59 |
| | ± 0.44 | ± 0.38 | ± 0.11 | ± 0.16 | ± 0.16 | ± 0.13 | ± 0.15 | ± 0.06 | | |
| | (1.04) | (0.86) | (0.33) | (0.23) | (0.24) | (0.16) | (0.33) | (0.25) | | |
| A-3 | 4.02 | 5.14 | 1.31 | 1.45 | 0.90 | 0.97 | 1.30 | 1.57 | 17.25 | 25.17 |
| | ± 0.68 | ± 0.52 | ± 0.16 | ± 0.15 | ± 0.19 | ± 0.14 | ± 0.20 | ± 0.19 | | |
| | (1.00) | (0.85) | (0.33) | (0.24) | (0.22) | (0.16) | (0.32) | (0.26) | | |
| A-4 | 3.64 | 4.87 | 1.28 | 1.53 | 0.90 | 1.05 | 1.08 | 1.30 | 11.91 | 17.25 |
| | ± 0.41 | ± 0.50 | ± 0.14 | ± 0.18 | ± 0.19 | ± 0.08 | ± 0.18 | ± 0.21 | | |
| | (0.91) | (0.81) | (0.32) | (0.26) | (0.22) | (0.17) | (0.27) | (0.22) | | |

(...) = อัตราความเพิ่มพูนเฉลี่ยต่อปี



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อัตราความเพิ่มพูนเฉลี่ยของลำต้นกาแฟเมื่ออายุ 4 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 0.91-1.04 ซม./ปี แต่เมื่ออายุ 6 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 0.81-0.88 ซม./ปี และในช่วงอายุ 4-6 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 0.33-0.57 ซม./ปี (ตารางที่ 8)

ความสูงของต้นกาแฟที่ดอยสามหมื่นนี้มักถูกควบคุมไม่ให้สูงเกินไป โดยมักถูกตัดยอดที่ระดับ 1.5 ม. ดังนั้นความสูงของกาแฟจึงไม่อาจเป็นดรรชนีที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างได้ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าต้นกาแฟที่ปลูกในที่โล่งมักมีขนาดของลำต้นใหญ่กว่ากาแฟที่ปลูกร่วมกับต้นไม้ ส่วนกาแฟที่ปลูกร่วมกับไม้ให้ร่มมักมีเรือนยอดที่แผ่กว้างและสูงชลูดกว่าที่ปลูกในที่โล่งแจ้ง การริดกิ่งและการทิ้งใบก็จะมีน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงอัตราความเพิ่มพูนจากปีที่ 4 ถึงปีที่ 6 พบว่ากาแฟที่ปลูกร่วมกับสนสามใบมีความเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นใกล้เคียงกับกาแฟที่ปลูกในที่โล่ง คือ 0.56 ซม./ปี ขณะที่กาแฟที่ปลูกร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย เพิ่มพูนต่ำสุด

**ข. พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน**

การเจริญเติบโตของกาแฟ ในแปลงทดลองทั้งสองที่ดอยขุนช่างเคี่ยนนั้นได้แสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่าในขณะที่ต้นกาแฟมีอายุ 3 ปี และ 5 ปี ต้นกาแฟในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (B-2) มีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นกาแฟในแปลงที่ปลูกร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) กาแฟอายุ 3 ปีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่คอราก 2.70 ซม. และ 3.00 ซม. และเมื่ออายุ 5 ปี มีขนาด 4.10 ซม. และ 4.95 ซม. ตามลำดับ

4.2.2. ต้นไม้ให้ร่ม

**ก. พื้นที่ดอยสามหมื่น**

การเจริญเติบโตของต้นไม้ให้ร่มในแปลงทดลองที่ดอยสามหมื่น พบว่าเมื่อต้นไม้มีอายุ 4 ปีและ 6 ปี ต้นสนสามใบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่ความสูง 1.3 ม. (DBH) มากที่สุด คือเท่ากับ 10.59 ซม. และ 16.77 ซม. ตามลำดับ ส่วนต้นกระถินอินโดนีเซียและต้นแอปเปิลป่าที่มีอายุ 4 ปี มีขนาด DBH เท่ากับ 7.96 ซม. และ 8.31 ซม. และเมื่อมีอายุ 6 ปี มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตของต้นกาแฟเมื่ออายุ 3 ปี และ 5 ปี ของแปลงทดลองที่ดอยขุนช่างเคี่ยน

| แปลง | ลำต้น | | | | เรือนยอด | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.) | | ความสูง (ม.) | | ความหนา (ม.) | | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม.) | | การปกคลุม (%) | |
| | 3 ปี | 5 ปี | 3 ปี | 5 ปี | 3 ปี | 5 ปี | 3 ปี | 5 ปี | 3 ปี | 5 ปี |
| B-1 | 2.70 | 4.10 | 0.90 | 1.30 | 0.80 | 0.90 | 0.80 | 1.35 | 11.56 | 32.90 |
| | ± 1.27 | ± 0.29 | ± 0.34 | ± 0.36 | ± 0.37 | ± 0.37 | ± 0.38 | ± 0.40 | | |
| | (1.36) | (1.02) | (0.45) | (0.32) | (0.40) | (0.22) | (0.40) | (0.34) | | |
| B-2 | 3.00 | 4.95 | 1.42 | 1.64 | 1.05 | 1.12 | 1.28 | 1.47 | 20.59 | 27.15 |
| | ± 0.65 | ± 0.76 | ± 0.28 | ± 0.31 | ± 0.23 | ± 0.34 | ± 0.24 | 0.18 | | |
| | (1.50) | (1.24) | (0.71) | (0.38) | (0.52) | (0.28) | (0.69) | (0.37) | | |

(...) = อัตราความเพิ่มพูนเฉลี่ยต่อปี



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของต้นไม้ให้ร่มเมื่ออายุ 4 ปี และ 6 ปี ของแปลงทดลองที่ดอยสามหมื่น

| แปลง | ลำต้น | | | | เรือนยอด | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.) | | ความสูง (ม.) | | ความหนา (ม.) | | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม.) | | การปกคลุม (%) | |
| | 4 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 6 ปี | 4 ปี | 6 ปี |
| A-1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| A-2 | 7.96 | 9.23 | 5.71 | 6.00 | 4.60 | 4.80 | 4.54 | 4.50 | 194.26 | 190.85 |
| | ± 1.80 | ± 1.90 | ± 1.20 | ±1.26 | ± 1.30 | ±1.42 | ± 1.48 | ±1.89 | | |
| | (1.99) | (1.54) | (1.43) | (1.00) | (1.15) | (0.80) | (1.14) | (0.75) | | |
| A-3 | 10.59 | 16.77 | 4.53 | 6.90 | 3.20 | 4.60 | 3.07 | 4.31 | 88.83 | 175.08 |
| | ± 2.32 | ± 2.16 | ± 0.30 | ± 0.50 | ± 0.41 | ± 0.60 | ± 0.71 | ± 0.56 | | |
| | (2.65) | (2.80) | (1.13) | (1.15) | (0.80) | (0.77) | (0.77) | (0.72) | | |
| A-4 | 8.31 | 11.59 | 5.30 | 6.78 | 4.34 | 5.11 | 3.29 | 3.62 | 102.01 | 123.51 |
| | ± 2.23 | ± 2.78 | ± 0.80 | ± 1.03 | ± 0.80 | ± 1.01 | ± 0.61 | ± 1.11 | | |
| | (2.08) | (1.93) | (1.32) | (1.13) | (1.08) | (0.85) | (0.82) | (0.60) | | |

(...) = อัตราความเพิ่มพูนเฉลี่ยต่อปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 7 การเจริญเติบโตของต้นไม้ให้ร่มเมื่ออายุ 2 ปี และ 4 ปี ของแปลงทดลองที่ดอยขุนช่างเคี่ยน

| แปลง | ลำต้น | | | | เรือนยอด | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.) | | ความสูง (ม.) | | ความหนา (ม.) | | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม.) | | การปกคลุม (%) | |
| | 2 ปี | 4 ปี | 2 ปี | 4 ปี | 2 ปี | 4 ปี | 2 ปี | 4 ปี | 2 ปี | 4 ปี |
| B-1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| B-2 | 3.32 | 6.91 | 1.73 | 5.60 | 1.27 | 4.92 | 1.07 | 3.76 | 15.29 | 188.76 |
| | ± 0.23 | ± 1.47 | ± 0.42 | ± 1.14 | ± 0.39 | ± 1.26 | ± 0.32 | ± 1.37 | | |
| | (1.66) | (1.73) | (0.86) | (1.40) | (0.68) | (1.23) | (0.54) | (0.94) | | |

(...) = อัตราความเพิ่มพูนเฉลี่ยต่อปี



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 8 อัตราการเพิ่มพูนของกาแฟและต้นไม้ให้ร่มที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยน ในช่วง 2 ปี (2532-2534)

| แปลง | ลำต้น | | | | เรือนยอด | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม./ปี) | | ความสูง (ม./ปี) | | ความหนา (ม./ปี) | | เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม./ปี) | |
| | กาแฟ | ต้นไม้ให้ร่ม | กาแฟ | ต้นไม้ให้ร่ม | กาแฟ | ต้นไม้ให้ร่ม | กาแฟ | ต้นไม้ให้ร่ม |
| A-1 | 0.57 | - | 0.11 | - | 0.08 | - | 0.10 | - |
| A-2 | 0.33 | 0.64 | 0.04 | 0.14 | 0.02 | 0.10 | 0.10 | 0 |
| A-3 | 0.56 | 3.09 | 0.07 | 1.18 | 0.04 | 0.70 | 0.14 | 0.62 |
| A-4 | 0.42 | 1.64 | 0.12 | 0.74 | 0.08 | 0.38 | 0.11 | 0.16 |
| B-1 | 0.70 | - | 0.20 | - | 0.05 | - | 0.28 | - |
| B-2 | + 0.98 | 1.80 | 0.06 | 1.94 | 0.04 | 1.82 | 0.10 | 1.34 |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขนาด 9.23 ซม. และ 11.59 ซม. ตามลำดับ เมื่อต้นไม้อายุ 4 ปีนั้น ต้นกระถินอินโดนีเซียมีความสูงและขนาดของเรือนยอดมากที่สุด คือมีความสูงเท่ากับ 5.71 ม. มีความหนาของเรือนยอดเท่ากับ 4.60 ม. และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเรือนยอดเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ม. และเมื่อมีอายุ 6 ปี ต้นสนสามใบมีความสูงมากที่สุดคือเท่ากับ 6.9 ม. ส่วนต้นแอปเปิลป่านั้นมีขนาดของเรือนยอดมากที่สุดคือ เท่ากับ 5.11 ม. แต่ต้นกระถินอินโดนีเซียนั้นยังมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของเรือนยอดมากที่สุดอยู่คือ เท่ากับ 4.50 ม. (ตารางที่ 6)

สำหรับความเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นจากอายุ 4 ปีถึง 6 ปี (ตารางที่ 8) พบว่าต้นสนสามใบที่ดอยสามหมื่นนั้นมีอัตราความเพิ่มพูนสูงสุดคือ 3.09 ซม./ปี ต้นแอปเปิลป่ามีอัตราความเพิ่มพูนเท่ากับ 1.64 ซม./ปี และต้นกระถินอินโดนีเซียน้อยที่สุดคือ 0.64 ซม./ปี แสดงว่าในต้นไม้ให้ร่มในช่วงอายุ 4 ปี ถึง 6 ปี ต้นสนสามใบมีการเจริญเติบโตดีที่สุดและต้นกระถินอินโดนีเซียน้อยที่สุด

ในแง่ผลผลิตเนื้อไม้แล้วกล่าวได้ว่าไม้สนสามใบให้ผลผลิตสูงกว่าไม้ชนิดอื่นคือ เมื่ออายุ 6 ปี มีขนาด DBH เท่ากับ 16.77 ซม. อย่างไรก็ตามจำเป็นที่จะต้องศึกษาต่อไป ถ้าหากต้องการรอบตัดฟันของต้นไม้ 10-20 ปี ทั้งนี้เพราะแอปเปิลป่าอาจเจริญเติบโตได้ดีในช่วงหลังก็เป็นได้ แต่สำหรับต้นกระถินอินโดนีเซียนั้นมักจะเจริญเติบโตได้เต็มที่เมื่ออายุได้ประมาณ 6 ปี ซึ่งอาจต้องตัดเพื่อให้แตกหน่อ

**ข. พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน**

ส่วนต้นกระถินอินโดนีเซียที่ดอยขุนช่างเคี่ยน เมื่อมีอายุ 2 และ 4 ปี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น 3.32 และ 6.91 ซม. มีความสูง 1.73 และ 5.60 ม. และมีการเจริญเติบโตของเรือนยอดคือความหนา 1.27 และ 4.92 ม. และมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของเรือนยอด 1.07 และ 3.76 ม. ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## 4.3. การเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ

### 4.3.1. อุณหภูมิของอากาศใกล้ผิวดิน

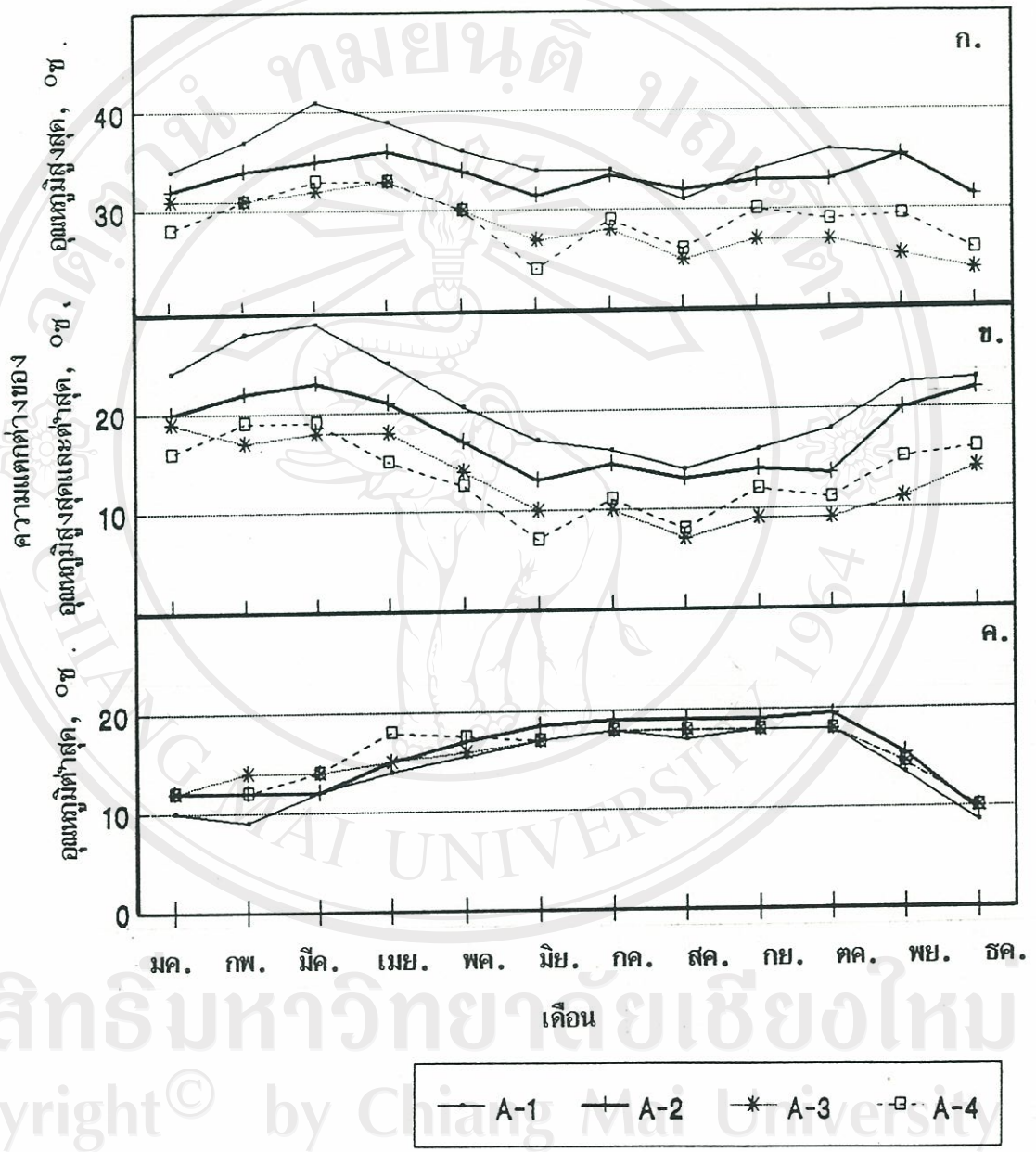
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศใกล้ผิวดิน จะมีอิทธิพลต่อพืชพื้นล่างหรือธัญญพืชที่ปลูก เนื่องจากธัญญพืชมักมีขนาดเล็ก อุณหภูมิของอากาศใกล้ผิวดินจะแสดงให้เห็นถึงสมดุลของพลังงานระหว่างดินกับอากาศ คือดินและอากาศจะมีการถ่ายเทพลังงานกันเสมอ ถ้าหากผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดมีมากย่อมกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกโดยเฉพาะกาแฟที่ปลูก ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิได้แสดงไว้ใน ตารางผนวกที่ 1

**ก. พื้นที่ดอยสามหมื่น**

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของอุณหภูมิสูงสุดของอากาศใกล้ผิวดินในแปลงทดลองปลูกกาแฟ 4 แปลงซึ่งเป็นข้อมูลในปี พ.ศ. 2532 พบว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละเดือนในรอบปีผันแปรมากที่สุดคืออยู่ในช่วง 31.5 ถึง 41 °ซ. รองลงไปคือในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) มีอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละเดือนผันแปรอยู่ในช่วง 31.5 ถึง 36 °ซ. สำหรับในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นสนสามใบ (A-3) และแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) มีอุณหภูมิสูงสุดของแต่ละเดือนอยู่ในช่วง 24 ถึง 33 °ซ. โดยในแต่ละแปลงจะมีอุณหภูมิสูงที่สุดใน เดือนมีนาคมหรือเมษายน โดยตลอดเกือบทั้งปีอุณหภูมิสูงสุดในแปลง A-1 สูงกว่าทุกแปลงยกเว้นในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมที่มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับในแปลง A-2 แต่เดือนอื่น ๆ แล้วมักสูงกว่าแปลง A-2 อยู่ในช่วง 1 ถึง 6 °ซ.และสูงกว่าแปลง A-3 และ A-4 อยู่ในช่วง 6 ถึง 9 °ซ. (รูปที่ 11 ก.)

แสดงให้เห็นว่าการปลูกกาแฟล้วนในที่โล่ง ทำให้อุณหภูมิของอากาศใกล้ผิวดินสูงกว่าในพื้นที่ที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นไม้ ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดความแตกต่างหลายอย่างระหว่างพื้นที่ที่ปลูกกาแฟล้วนกับบริเวณที่ปลูกกาแฟใต้ต้นไม้ เช่น การย่อยสลายของซากอินทรีย์และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่าง ๆ ในแปลงกาแฟล้วนจะเกิดขึ้นได้เร็วกว่าถ้าหากมีความชื้นที่พอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 11 ความผันแปรของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศใกล้ผิวดินในแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่น เป็นรายเดือนในรอบปี พ.ศ. 2532

เหมาะ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดการคายระเหยของน้ำจากระบบได้สูงกว่า ในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงและความชื้นในอากาศสูงจะทำให้เกิดการระบาดของโรคราสนิมได้ง่าย (Clarke, 1988) ดังนั้นถ้าหากมีการปลูกกาแฟล้วนเพียงอย่างเดียวในพื้นที่ต้นน้ำย่อมส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น ๆ คือ อุณหภูมิสูงขึ้นและปริมาณความชื้นลดลงอย่างรวดเร็ว

รูปที่ 11 ค. แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศใกล้ผิวดินในแปลงทดลองปลูกกาแฟสี่แปลงในปี พ.ศ. 2532 พบว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละเดือนในรอบปีผันแปรอยู่ในช่วง 8.5 ถึง 18 °ซ. ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) มีอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละเดือนผันแปรอยู่ในช่วง 9.5 ถึง 19 °ซ. สำหรับแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นสนสามใบ (A-3) และแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) มีอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละเดือนผันแปรอยู่ในช่วง 10 ถึง 18 °ซ. แต่ละแปลงจะมีอุณหภูมิต่ำที่สุดในเดือนธันวาคม โดยตลอดเกือบทั้งปีนั้นอุณหภูมิต่ำสุดในแปลง A-1 ต่ำกว่าทุกแปลงยกเว้นในช่วงเดือนมิถุนายน กรกฎาคม กันยายนและตุลาคม มีอุณหภูมิเท่ากับของแปลง A-3 และ แปลง A-4 และในเดือนมีนาคม ที่มีอุณหภูมิเท่ากับของแปลง A-2

แม้ว่าความแตกต่างของอุณหภูมิต่ำสุดของแปลงทดลองจะไม่มากนัก แต่ก็มีแนวโน้มว่าในเดือนที่มีอากาศหนาวที่สุด อุณหภูมิต่ำสุดของอากาศใกล้ผิวดินในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนจะต่ำกว่าแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับไม้ให้ร่ม ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะอิทธิพลของต้นไม้ให้ร่มจากการหายใจและปลดปล่อยพลังงานความร้อนในเวลากลางคืน (Kimmins, 1987)

ผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละแปลงตัวอย่างได้แสดงให้เห็นในรูปที่ 11 ข. พบว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดมากคืออยู่ในช่วง 14 ถึง29 °ซ. โดยมีความแตกต่างมากในช่วงฤดูแล้งคือในเดือนมีนาคม รองลงไปคือแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซียมีความแตกต่างอยู่ในช่วง 13 ถึง 23 °ซ. ส่วนแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบและแอปเปิลป่ามีความแตกต่างน้อยโดยมีค่าอยู่ในช่วง 7 ถึง 19 °ซ.

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดใกล้ผิวดินจะมากหรือน้อย เกิดจากอิทธิพลของไม้ให้ร่มที่จะป้องกันไม่ให้แสงกระทบผิวดินโดยตรงในเวลากลางวัน และการปลดปล่อยพลังงานความร้อนในเวลากลางคืน ซึ่งจะช่วยมิให้อุณหภูมิลดต่ำเกินไป (Kimmins, 1987) จะเห็นได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ว่าในระบบที่มีต้นสนสามใบ และแอป เปิลปา เป็นไม้ให้ร่มมีความแตกต่างของอุณหภูมิน้อย ทั้งนี้ เนื่องจากการมี เรือนยอดของต้นไม้ปกป้องไว้ ส่วนในระบบที่มีกระถินอินโดนี เซียมีความแตกต่างสูงกว่า เพราะ เรือนยอดของกระถินอินโดนี เซียป้องกันไม่ให้แสงกระทบสู่ผิวดินได้ไม่ดี เท่าที่ควรจะ เป็น ดังนั้นความสามารถในการรักษาสมดุลของพลังงานบริ เวณใกล้ผิวดินระหว่างพืชที่ปลูกในที่โล่งและภายใต้สภาพที่มีสิ่งปกคลุมดินต่าง ๆ กัน เช่น มีต้นไม้ให้ร่มที่ต่างชนิดกันจะมีความสามารถที่แตกต่างกัน

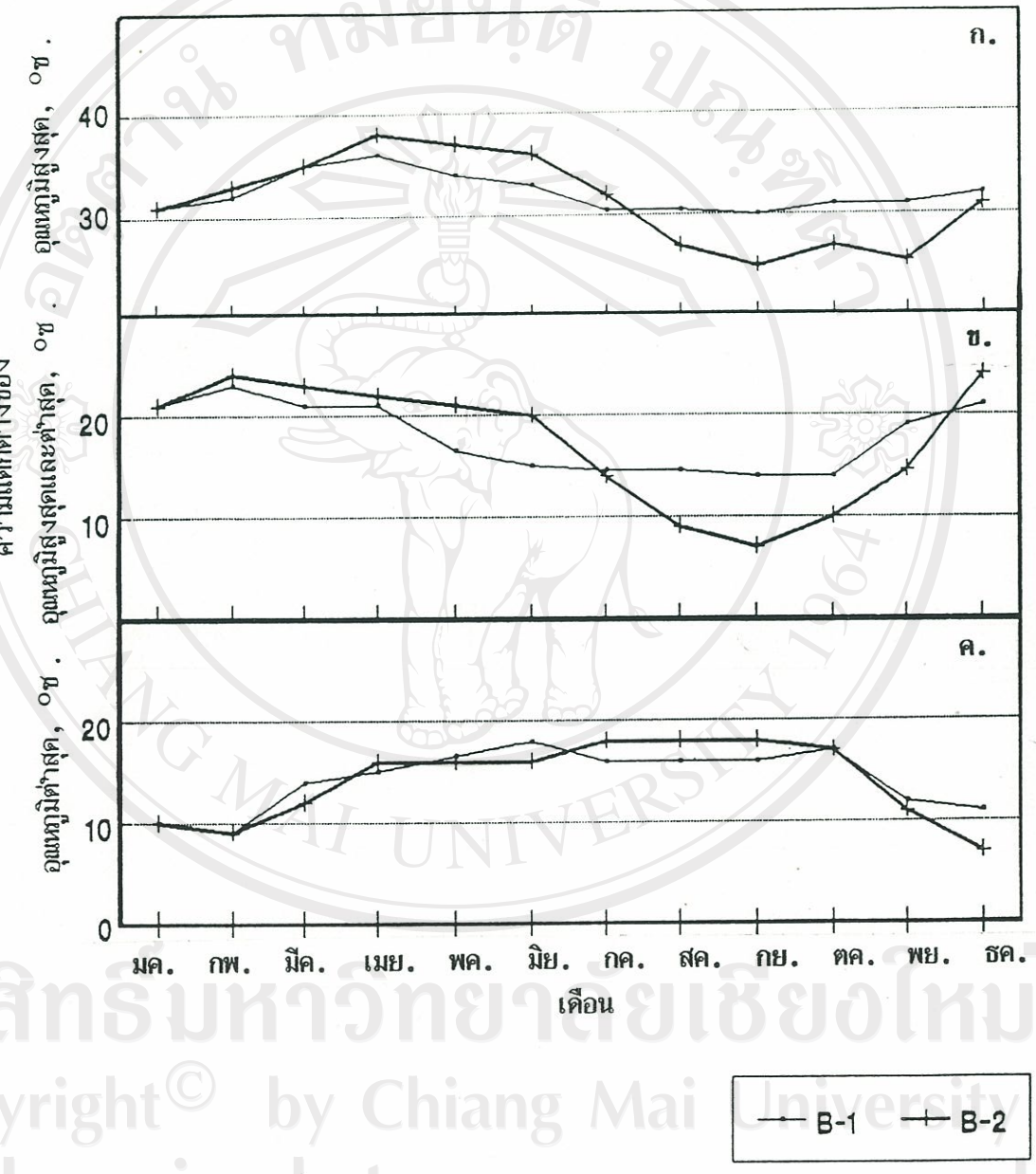
**ข. พื้นที่ดอยขุนช่าง เคี่ยน**

การ เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของอุณหภูมิสูงสุด ในอากาศใกล้ผิวดินของแปลงทดลองปลูกกาแฟสองแปลงในพื้นที่ดอยขุนช่าง เคี่ยนในปี พ.ศ.2532 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 12 ก. พบว่ามีอุณหภูมิสูงสุดผันแปรอยู่ในช่วง 25 ถึง 38 °ซ. โดยในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) มีอุณหภูมิผันแปรอยู่ในช่วง 30 ถึง 36 °ซ. และมีอุณหภูมิสูงสุดของ เดือน เมษายนสูงที่สุดในรอบปีคือสูงถึง 36 °ซ. และในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนี เซียมีอุณหภูมิผันแปรอยู่ในช่วง 25 ถึง 38 °ซ. โดยอุณหภูมิสูงสุดของ เดือน เมษายนสูงที่สุดในรอบปีสูงถึง 38 °ซ. เนื่องจากในช่วงฤดูแล้งต้นกระถินอินโดนี เซียจะทิ้งใบหมด จึงทำให้อุณหภูมิสูงสุดพอ ๆ กับที่โล่งในฤดูแล้ง

รูปที่ 12 ค. แสดงให้ เห็นถึง การ เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของอุณหภูมิต่ำสุดในอากาศใกล้ผิวดินของแปลงทดลองปลูกกาแฟสองแปลงในปี พ.ศ. 2532 ในพื้นที่ดอยขุนช่าง เคี่ยน พบว่ามีอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละ เดือนผันแปรอยู่ในช่วง 7 ถึง 18 °ซ. โดยในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) มีอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ละ เดือนผันแปรอยู่ในช่วง 9 ถึง 18 °ซ. ใน เดือนกุมภาพันธ์มีอุณหภูมิต่ำสุดในรอบปีคือต่ำถึง 9 °ซ. และในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนี เซีย (A-2) มีอุณหภูมิต่ำสุดของแต่ เดือนอยู่ในช่วง 7 ถึง 18 °ซ. โดยใน เดือนธันวาคมมีอุณหภูมิต่ำที่สุดในรอบปีคือต่ำถึง 7 °ซ. การผันแปรของอุณหภูมิต่ำสุดมีลักษณะใกล้ เคียงกันระหว่างแปลงทดลองทั้งสอง

ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดของอุณหภูมิใกล้ผิวดินของแปลงทดลองปลูกกาแฟทั้งสองแปลงที่ดอยขุนช่าง เคี่ยน พบว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะมีความแตกต่างอยู่ในช่วง 14 ถึง 23 °ซ. และในแปลงที่ปลูกกาแฟกับกระถินอินโดนี เซีย มีความแตกต่างอยู่ในช่วง 7 ถึง 24 °ซ. ความแตกต่างจะ เกิดขึ้นน้อยในช่วงฤดูฝนที่ต้นไม้ยังไม่มีการทิ้งใบหมดต้น แต่จะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 12 ความผันแปรของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของอากาศใกล้ผิวดินในแปลงปลูกกาแฟที่ดอยขุนช่าง เคี่ยน เป็นราย เดือนในรอบปี พ.ศ. 2532

เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดมากในช่วงฤดูแล้งอิทธิพลที่มีต่ออุณหภูมิในแปลงทั้งสองจะไม่แตกต่างกันใน เดือนมีนาคม- เมษายน (รูปที่ 12 ข.)

เนื่องจากขณะที่ เก็บข้อมูลของอุณหภูมิอากาศใกล้ผิวดินนั้น ต้นกระถินอินโดนี เซียซึ่ง เป็นไม้ให้ร่มในแปลง B-2 ยังมีขนาด เล็กอยู่จึงอาจยังไม่ส่งอิทธิพลต่อสภาวะของอุณหภูมิ ดังนั้นจึงยังไม่อาจจะชี้ชัดถึงความแตกต่างของอุณหภูมิในแปลงทั้งสองได้

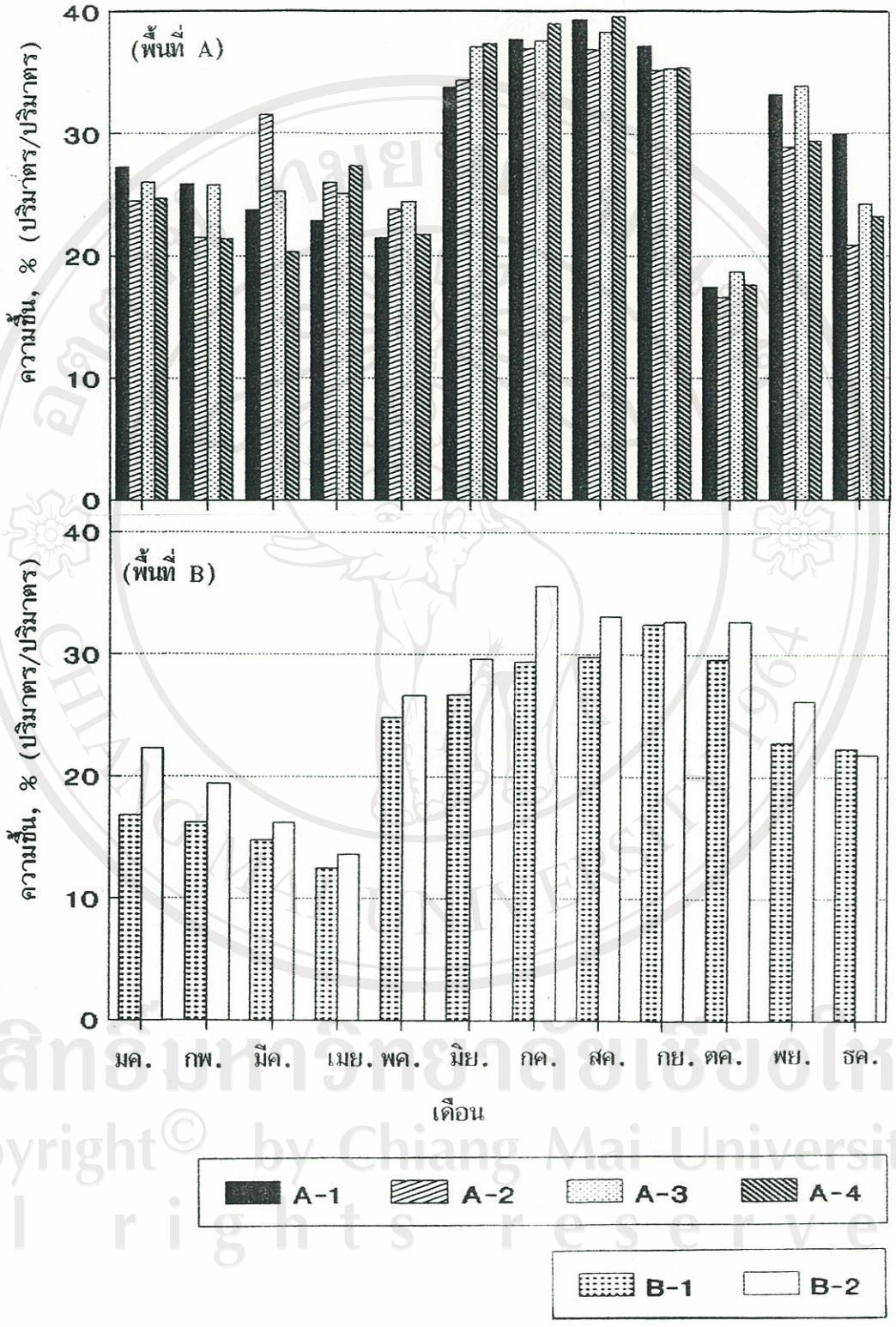
4.3.2. ความชื้นในดิน

ปริมาณความชื้นในดินตามความลึก 0-100 ซม. และความชื้น เฉลี่ย เป็นราย เดือนในปี 2532 ได้แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 2 และรูปที่ 13 ได้แสดงให้ เห็นถึงการ เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-100 ซม. ที่ผันแปรในรอบปี 2532 ในแปลงทดลอง 4 แปลงที่ดอยสามหมื่นและ 2 แปลงที่ดอยขุนช่าง เคี่ยน

**ก. พื้นที่ดอยสามหมื่น**

พบว่าในดินที่ระดับความลึก 0-100 ซม. ของแต่ละแปลงมีปริมาณความชื้นโดย เฉลี่ยตลอดทั้งปี 2532 มีความแตกต่างกันบ้างในแต่ละแปลงคือ แปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) เท่ากับ 29.2% แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนี เซีย (A-2) เท่ากับ 27.3% แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ (A-3) เท่ากับ 29.3% และแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอป เปิลป่า (A-4) เท่ากับ 28.1% แต่ในการศึกษาถึงความชื้นในดินที่ดอยสามหมื่นนี้มีข้อจำกัดอยู่หลายประการในการที่จะพิจารณาถึงความแตกต่างในแต่ละแปลง คือ ในแปลงปลูกกาแฟแต่ละแปลงจะมีการให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง ( เดือนมกราคม- เมษายนและ เดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม) โดยในแต่ละแปลงจะได้รับน้ำใน เวลาที่แตกต่างกัน ในช่วง เดือนมิถุนายนถึง เดือนกันยายนซึ่ง เป็นช่วงที่มีฝนตก แต่ก็ไม่อาจจะ เห็นความแตกต่างของความชื้นในดินแต่ละแปลงได้ชัดนัก ซึ่งโดยปกติแล้วความชื้นในดินของแปลงกาแฟที่อยู่ภายใต้ร่ม เงาของต้นไม้น่าจะแตกต่างจากแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนบ้างอัน เนื่องมาจากถูกรองรับไว้ที่ เรือนยอดของต้นไม้ (interception) (Kimmins, 1987) แต่ก็ไม่พบความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูปที่ 13 ความผันแปรของความชื้นในดินที่ระดับความลึก 0-100 ม. ของแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่าง เดือนใน พ.ศ. 2532

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แตกต่าง ซึ่งอาจเนื่องมาจากต้นไม้ให้ร่มยังมีอายุน้อยอยู่จึงยังไม่แสดงอิทธิพลให้เห็นความแตกต่าง และข้อจำกัดอีกอย่างหนึ่งคือการเก็บความชื้นมีการเก็บเพียงหนึ่งครั้งต่อเดือน ซึ่งในช่วงที่เก็บอาจเป็นช่วงที่ไม่เหมาะสมจึงไม่สามารถเห็นความแตกต่างที่ชัดเจน (รูปที่ 13 ก.)

**ข. พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน**

พบว่าระดับความชื้นในดินที่ระดับลึก 0-100 ซม. โดยเฉลี่ยตลอดปี 2532 ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) มีค่าเท่ากับ 23.2% ส่วนแปลงที่ปลูกกาแฟกับกระถินอินโดนีเซีย (B-2) เท่ากับ 25.8% และความชื้นรายเดือนส่วนใหญ่นั้นแปลง B-2 มีความชื้นสูงกว่า แปลง B-1 บ้าง ยกเว้นในเดือนธันวาคม (รูปที่ 13 ข.)

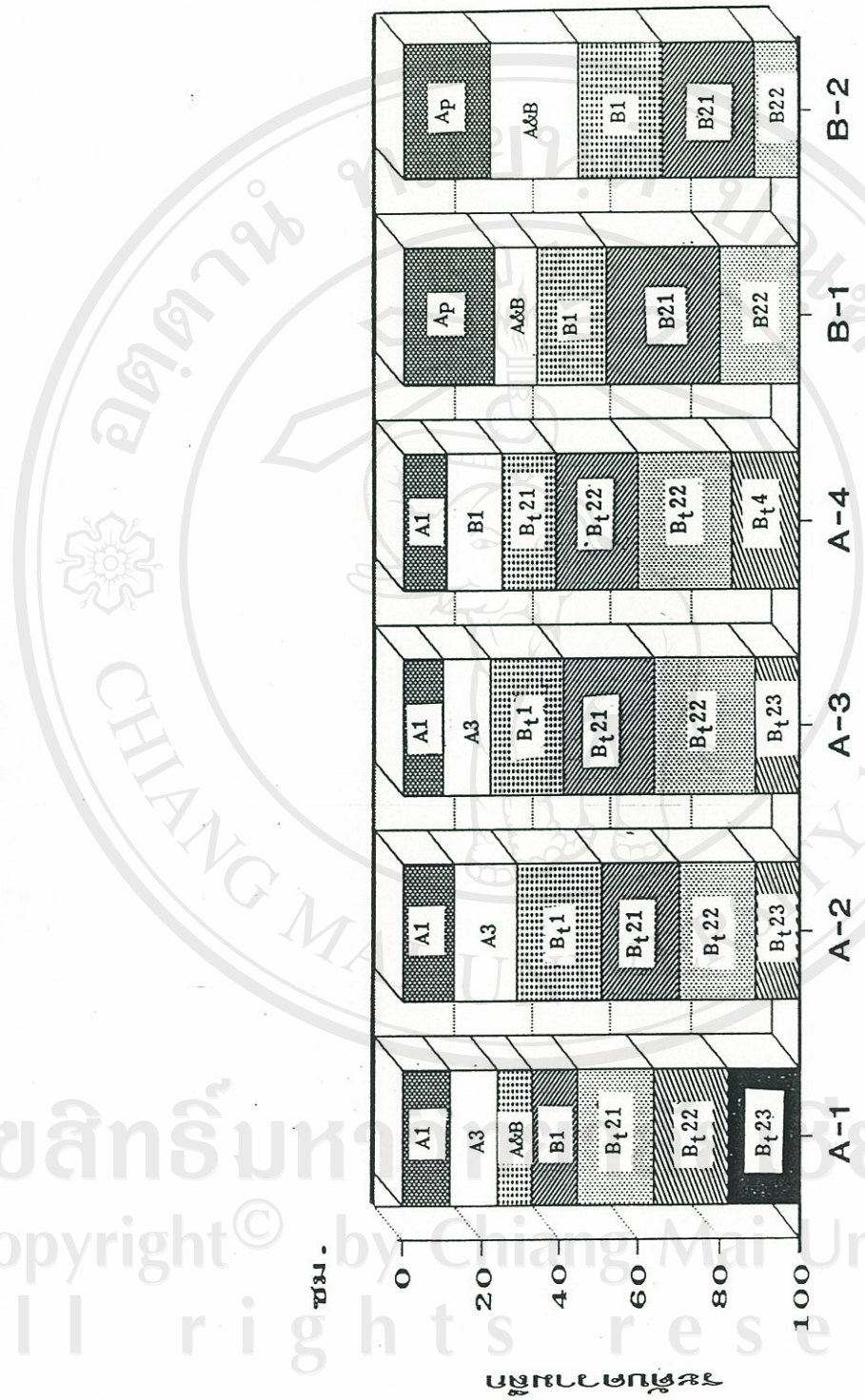
4.3.3. คุณสมบัติและลักษณะของดิน

การศึกษาคุณสมบัติและลักษณะของดินจากหน้าตัดของดิน (soil profile) ก็เพื่อทราบถึงชนิดของดินและการพัฒนาตัวของชั้นดิน รูปที่ 14 และรายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะของหน้าตัดดินตามชั้นดินต่าง ๆ ไว้ในภาคผนวกที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 9 และคุณสมบัติทางเคมีของดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 โดยมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางผนวกที่ 3-10

4.3.3.1. คุณสมบัติทางกายภาพของดิน (Physical properties)

คุณสมบัติทางกายภาพบางประการของดินในแปลงทดลองปลูกกาแฟ 6 แปลงของพื้นที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยนได้แสดงไว้ในตารางที่ 9 พบว่าการกระจายของอนุภาคดิน (soil particle distribution) เนื้อดิน (soil texture) ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (particle density) และสัดส่วนของช่องว่างในดิน (total porosity) มีความผันแปรตามความลึกของชั้นดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูปที่ 14 ลักษณะของหน้าตัดดินของดินในแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ก. พื้นที่ดอยสามหมื่น**

คุณสมบัติทางกายภาพของดินในแปลงปลูกกาแฟ 4 แปลงบริเวณพื้นที่ดอยสามหมื่นนั้น พบว่า ความหนาแน่นรวม (bulk density) ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (particle density) และสัดส่วนของช่องว่างในดิน (total porosity) ในดินลึก 0-100 ซม. มีความผันแปรแตกต่างกันบ้างแต่ยังไม่ชัดเจนนักคือ ความหนาแน่นที่ระดับผิวดินไม่แตกต่างกันโดยมีความหนาแน่นค่อนข้างสูง (1.30-1.42 ก./ซม.$^3$) ที่ระดับดินลึก 0-10 ซม. และลดลงในชั้นดินที่มีระดับที่ลึกลงไป ความหนาแน่นของอนุภาคดินอยู่ในช่วง 2.34-2.58 ก./ซม.$^3$ โดยมีแนวโน้มที่ดินชั้นบนมีค่าต่ำกว่าและเพิ่มขึ้นในดินชั้นล่าง สัดส่วนของช่องว่างในดินอยู่ในช่วง 44.30 ถึง 56.02% โดยมีค่าเพิ่มขึ้นในดินที่ลึกลงไป แต่สำหรับเนื้อดินนั้นในดินชั้นบนของทุกแปลงมีเนื้อดินค่อนข้างหยาบ คือ มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงดินร่วนปนทราย ในดินชั้นที่ลึกลงไปมีความผันแปรแตกต่างกันอยู่ แต่มีแนวโน้มที่จะเป็นดินเนื้อละเอียดหรือมีการสะสมของดินเหนียว

จะเห็นได้ว่าในดินชั้นบนของแปลงกาแฟทั้ง 4 แปลงมีเนื้อดินค่อนข้างหยาบ มีชั้นดินที่มีการสะสมของดินเหนียวในชั้นดินล่าง ส่วนคุณสมบัติอื่น ๆ ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ซึ่งอาจมีความผันแปรแตกต่างกันบ้าง อาจจะเนื่องมาจากความผันแปรของดินในแต่ละแปลงที่เกิดจากอิทธิพลของพืช แต่ก็ยังไม่ทราบแน่ชัดถึงอิทธิพลของต้นไม้ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของดิน จากการศึกษาของวันชัย (2525) พบว่าในดินของพื้นที่สวนป่ามีแนวโน้มที่ความหนาแน่นรวมจะต่ำกว่าในพื้นที่เกษตรกรรม ทั้งนี้เนื่องจากมีการสะสมของซากอินทรีย์สูงกว่า แต่สำหรับความหนาแน่นของอนุภาคดินไม่แตกต่างกัน ซึ่งรวมไปถึงสัดส่วนของช่องว่างในดินน่าจะสูงกว่า สำหรับในแปลงวนเกษตรของกาแฟนั้นในระยะยาวน่าจะมีคุณสมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น เนื่องจากมีการสะสมของซากอินทรีย์จากต้นไม้ให้ร่ม

**ข. พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน**

ส่วนพื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน พบว่าตลอดชั้นความลึกของดินที่ทำการศึกษา (0-100 ซม.) ในแปลงที่ปลูกกาแฟทั้ง 2 แปลงมีลักษณะเนื้อดินค่อนข้างหยาบ ดินเกือบทุกระดับความลึกมีเนื้อดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 9 คุณสมบัติทางกายภาพของดินบางประการตามระดับความลึกของดินในแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่าง เคี่ยน

| Plot | Depth | Bulk density | Particle density | Total porosity | Sand | Silt | Clay | Texture |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (cm.) | (g/cm.$^3$) | | (%) | | (%) | | |
| A-1 | 0-10 | 1.32 | 2.37 | 44.30 | 49.8 | 24.2 | 26.0 | Sandy clay loam |
| | 10-20 | 1.26 | 2.40 | 47.50 | 56.7 | 23.3 | 20.0 | Sandy loam |
| | 20-30 | 1.26 | 2.45 | 48.57 | 52.3 | 21.7 | 26.0 | Sandy clay loam |
| | 30-40 | 1.14 | 2.42 | 52.89 | 49.2 | 20.8 | 30.0 | Sandy clay loam |
| | 40-60 | 1.30 | 2.40 | 45.83 | 28.6 | 19.4 | 52.0 | Clay |
| | 60-80 | 1.27 | 2.52 | 49.60 | 36.3 | 19.7 | 44.0 | Clay |
| | 80-100 | 1.30 | 2.42 | 46.28 | 42.7 | 23.3 | 34.0 | Clay loam |
| A-2 | 0-10 | 1.32 | 2.45 | 45.71 | 70.5 | 15.5 | 14.0 | Sandy loam |
| | 10-20 | 1.34 | 2.46 | 45.53 | 48.5 | 21.5 | 30.0 | Sandy clay loam |
| | 20-30 | 1.22 | 1.42 | 49.59 | 46.5 | 20.5 | 33.0 | Sandy clay loam |
| | 30-40 | 1.17 | 2.34 | 50.00 | 40.6 | 15.4 | 44.0 | Clay |
| | 40-60 | 1.27 | 2.55 | 50.20 | 37.6 | 18.4 | 44.0 | Clay |
| | 60-80 | 1.34 | 2.51 | 46.61 | 42.3 | 17.7 | 40.0 | Clay |
| | 80-100 | 1.28 | 2.50 | 48.80 | 38.5 | 19.5 | 42.0 | Clay |
| A-3 | 0-10 | 1.38 | 2.57 | 46.30 | 54.8 | 19.2 | 26.0 | Sandy clay loam |
| | 10-20 | 1.34 | 2.51 | 45.82 | 50.6 | 21.4 | 28.0 | Sandy clay loam |
| | 20-30 | 1.22 | 2.38 | 48.79 | 41.3 | 16.7 | 42.0 | Clay |
| | 30-40 | 1.17 | 2.49 | 47.79 | 37.4 | 16.6 | 46.0 | Clay |
| | 40-60 | 1.27 | 2.48 | 47.58 | 39.8 | 14.2 | 46.0 | Clay |
| | 60-80 | 1.34 | 2.57 | 51.36 | 41.3 | 18.7 | 40.0 | Clay |
| | 80-100 | 1.28 | 2.56 | 49.22 | 45.4 | 20.6 | 34.0 | Clay loam |
| A-4 | 0-10 | 1.30 | 2.41 | 46.01 | 72.1 | 13.9 | 14.0 | Sandy loam |
| | 10-20 | 1.31 | 2.48 | 47.18 | 55.2 | 16.3 | 28.0 | Sandy clay loam |
| | 20-30 | 1.27 | 2.49 | 49.00 | 37.6 | 18.4 | 44.0 | Clay |
| | 30-40 | 1.27 | 2.58 | 50.78 | 33.0 | 13.0 | 44.0 | Clay |
| | 40-60 | 1.28 | 2.53 | 49.41 | 42.2 | 21.8 | 36.0 | Clay loam |
| | 60-80 | 1.42 | 2.56 | 44.53 | 51.1 | 20.9 | 28.0 | Sandy clay loam |
| | 80-100 | 1.38 | 2.52 | 45.24 | 39.3 | 34.7 | 26.0 | Loam |
| B-1 | 0-10 | 1.13 | 2.25 | 49.78 | 46.6 | 23.4 | 30.0 | Clay loam |
| | 10-20 | 1.02 | 2.43 | 58.02 | 58.8 | 17.2 | 24.0 | Sandy clay loam |
| | 20-30 | 1.09 | 2.39 | 54.39 | 49.5 | 20.5 | 30.0 | Sandy clay loam |
| | 30-40 | 1.05 | 2.47 | 57.49 | 54.4 | 17.6 | 28.0 | Sandy clay loam |
| | 40-60 | 1.10 | 2.46 | 55.28 | 52.5 | 17.5 | 30.0 | Sandy clay loam |
| | 60-80 | 1.24 | 2.44 | 49.82 | 51.6 | 18.4 | 30.0 | Sandy clay loam |
| | 80-100 | 1.13 | 2.48 | 54.44 | 58.6 | 15.4 | 28.0 | Sandy clay loam |
| B-2 | 0-10 | 1.01 | 2.37 | 57.38 | 53.1 | 22.9 | 24.0 | Sandy clay loam |
| | 10-20 | 1.11 | 2.42 | 54.13 | 59.1 | 18.9 | 22.0 | Sandy clay loam |
| | 20-30 | 1.09 | 2.46 | 55.69 | 58.4 | 23.6 | 18.0 | Sandy loam |
| | 30-40 | 1.16 | 2.45 | 52.65 | 60.0 | 16.0 | 24.0 | Sandy clay loam |
| | 40-60 | 1.31 | 2.40 | 45.42 | 56.1 | 19.9 | 24.0 | Sandy clay loam |
| | 60-80 | 1.32 | 2.46 | 46.34 | 64.1 | 13.9 | 22.0 | Sandy clay loam |
| | 80-100 | 1.43 | 2.49 | 42.27 | 61.4 | 14.6 | 24.0 | Sandy clay loam |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ยกเว้นในระดับความลึก 0-10 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) และที่ระดับความลึก 20-30 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย ที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทราย ตามลำดับ ที่ระดับผิวดิน (0-10 ซม.) ของแปลงปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะมีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1.13 ก./ซม.$^3$ มีค่าลดลงในดินที่ลึกลงไป แต่กลับเพิ่มขึ้นในดินที่ระดับความลึก 60-100 ซม. ส่วนที่ระดับผิวดินในแปลง B-2 พบว่ามีความหนาแน่นรวมเท่ากับ 1.01 ก./ซม.$^3$ และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นในดินที่อยู่ลึกลงไป โดยที่ดินที่ระดับความลึก 80-100 ซม. มีความหนาแน่นรวมถึง 1.43 ก./ซม.$^3$ ดินในแต่ละแปลงมีความหนาแน่นของอนุภาคดินอยู่ในช่วง 2.25-2.49 ก./ซม.$^3$ โดยมีแนวโน้มที่ดินชั้นบนมีค่าต่ำกว่าและเพิ่มขึ้นในดินชั้นล่าง ดินในแปลงทดลองทั้ง 2 แปลงมีสัดส่วนของช่องว่างในดินอยู่ในช่วง 42.27 ถึง 58.02% โดยมีความผันแปรตามความลึกที่ไม่ชัดเจนเนื่องจากเป็นดินที่เกิดจากการทำขั้นบันได

4.3.3.2. <u>คุณสมบัติทางเคมีของดิน</u> (Chemical properties)

ต้นไม้ให้ร่มที่ปลูกร่วมกับต้นกาแฟ จะส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของดินที่แตกต่าง ทั้งนี้เนื่องจากไม้ต่างชนิดกันจะมีปริมาณธาตุอาหารในซากอินทรีย์ที่แตกต่างกัน และยังส่งผลกระทบต่อความเป็นกรดและด่างของดิน ตลอดจนคุณสมบัติอื่น ๆ ของดินด้วย การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของดินในระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลัก จึงเป็นประเด็นการศึกษาที่น่าสนใจ ซึ่งคุณสมบัติทางเคมีของดินได้แสดงไว้ในตารางที่ 10 และจะได้กล่าวต่อไปนี้

**ก. พื้นที่ดอยสามหมื่น**

ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นนั้นปฏิกิริยาของดินที่ระดับความลึก 0-100 ซม. ของแปลงทดลองทั้ง 4 แปลงอยู่ในระดับปฏิกิริยาเป็นกรดแก่จัดถึงกรดแก่ (มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.5-5.5) โดยในดินที่ระดับผิวดิน (0-10ซม.) ของดินเกือบทุกแปลงมีปฏิกิริยาของดินอยู่ในระดับกรดแก่จัด (pH 4.5-5.0) ยกเว้นในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) อยู่ในระดับกรดแก่ (pH 5.1-5.5) ส่วนดินที่อยู่ในระดับความลึกถัดลงไปส่วนใหญ่มีปฏิกิริยาของดินอยู่ในระดับกรดแก่จัด ยกเว้นที่ระดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางเคมีของดินบางประการตามระดับความลึกของดินในแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยน

| Plot | Depth | pH | C.E.C. | O.M. | total-N | Extractable | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | P | K | Ca | Mg |
| | (cm.) | (2:5,$H_2O$) | (me/100g) | (%) | (%) | (ppm) | (ppm) | (me/100g) | (me/100g) |
| A-1 | 0-10 | 5.25 | 14.45 | 3.52 | 0.17 | 24.9 | 293.7 | 2.01 | 0.73 |
| | 10-20 | 5.01 | 13.38 | 3.20 | 0.16 | 12.3 | 229.2 | 1.52 | 0.62 |
| | 20-30 | 4.90 | 12.67 | 2.18 | 0.13 | 5.7 | 192.4 | 1.30 | 0.53 |
| | 30-40 | 4.88 | 12.60 | 1.59 | 0.08 | 3.7 | 127.4 | 1.34 | 0.46 |
| | 40-60 | 5.08 | 12.40 | 1.40 | 0.05 | 2.2 | 106.5 | 1.64 | 0.38 |
| | 60-80 | 5.18 | 12.72 | 0.70 | 0.05 | 1.7 | 94.0 | 1.69 | 0.40 |
| | 80-100 | 5.07 | 14.34 | 0.48 | 0.03 | 1.2 | 90.0 | 1.28 | 0.40 |
| A-2 | 0-10 | 5.06 | 13.95 | 3.25 | 0.18 | 16.1 | 235.2 | 1.97 | 0.71 |
| | 10-20 | 5.07 | 12.12 | 2.56 | 0.15 | 8.9 | 196.9 | 1.77 | 0.63 |
| | 20-30 | 4.97 | 11.76 | 2.05 | 0.09 | 4.8 | 191.4 | 1.19 | 0.53 |
| | 30-40 | 5.03 | 11.86 | 1.38 | 0.08 | 3.2 | 124.8 | 1.16 | 0.64 |
| | 40-60 | 5.16 | 12.61 | 0.56 | 0.05 | 2.5 | 126.7 | 1.42 | 0.41 |
| | 60-80 | 5.11 | 10.46 | 0.44 | 0.03 | 1.4 | 92.9 | 0.85 | 0.42 |
| | 80-100 | 4.99 | 10.17 | 0.32 | 0.02 | 1.7 | 69.2 | 0.42 | 0.45 |
| A-3 | 0-10 | 5.00 | 13.03 | 3.16 | 0.17 | 31.5 | 228.7 | 1.63 | 0.60 |
| | 10-20 | 4.86 | 12.53 | 2.19 | 0.11 | 8.4 | 166.9 | 1.52 | 0.53 |
| | 20-30 | 4.95 | 12.38 | 1.74 | 0.11 | 7.4 | 118.2 | 1.52 | 0.66 |
| | 30-40 | 5.05 | 11.49 | 1.28 | 0.08 | 3.7 | 108.9 | 1.53 | 0.59 |
| | 40-60 | 5.02 | 12.91 | 0.69 | 0.04 | 2.3 | 97.4 | 1.56 | 0.51 |
| | 60-80 | 5.18 | 12.60 | 0.41 | 0.03 | 1.4 | 109.8 | 1.34 | 0.40 |
| | 80-100 | 5.12 | 8.87 | 0.30 | 0.02 | 1.2 | 117.2 | 0.90 | 0.44 |
| A-4 | 0-10 | 5.05 | 14.44 | 3.32 | 0.15 | 11.1 | 218.3 | 2.22 | 0.72 |
| | 10-20 | 4.97 | 14.14 | 2.07 | 0.10 | 7.4 | 134.6 | 1.61 | 0.63 |
| | 20-30 | 4.88 | 14.26 | 2.07 | 0.06 | 2.8 | 108.0 | 1.46 | 0.64 |
| | 30-40 | 4.99 | 14.13 | 1.14 | 0.05 | 1.6 | 100.4 | 1.24 | 0.66 |
| | 40-60 | 5.10 | 14.60 | 0.82 | 0.04 | 1.3 | 107.5 | 1.26 | 0.40 |
| | 60-80 | 5.12 | 14.32 | 0.55 | 0.02 | 0.8 | 103.8 | 0.77 | 0.41 |
| | 80-100 | 5.09 | 8.68 | 0.35 | 0.02 | 0.7 | 92.6 | 0.60 | 0.43 |
| B-1 | 0-10 | 5.02 | 13.91 | 3.45 | 0.15 | 23.4 | 184.5 | 2.52 | 0.31 |
| | 10-20 | 5.09 | 13.88 | 3.09 | 0.12 | 13.9 | 100.1 | 2.20 | 0.31 |
| | 20-30 | 4.99 | 11.45 | 2.88 | 0.11 | 11.1 | 80.2 | 1.85 | 0.34 |
| | 30-40 | 4.87 | 11.05 | 2.55 | 0.08 | 8.1 | 61.8 | 1.43 | 0.23 |
| | 40-60 | 4.81 | 9.39 | 1.53 | 0.06 | 3.9 | 37.3 | 0.88 | 0.17 |
| | 60-80 | 4.78 | 8.14 | 1.03 | 0.04 | 1.9 | 41.5 | 1.06 | 0.14 |
| | 80-100 | 4.79 | 8.85 | 0.59 | 0.02 | 1.6 | 49.9 | 1.03 | 0.15 |
| B-2 | 0-10 | 5.32 | 15.64 | 4.20 | 0.18 | 23.3 | 233.5 | 2.66 | 0.58 |
| | 10-20 | 5.28 | 14.00 | 3.50 | 0.17 | 13.9 | 128.4 | 2.10 | 0.50 |
| | 20-30 | 5.21 | 15.36 | 2.75 | 0.16 | 10.2 | 95.8 | 2.18 | 0.61 |
| | 30-40 | 5.18 | 14.40 | 2.16 | 0.12 | 6.7 | 87.8 | 1.92 | 0.50 |
| | 40-60 | 5.15 | 9.08 | 1.50 | 0.07 | 4.2 | 69.8 | 1.50 | 0.35 |
| | 60-80 | 5.05 | 7.56 | 0.87 | 0.04 | 2.0 | 51.3 | 1.31 | 0.34 |
| | 80-100 | 5.04 | 6.89 | 0.70 | 0.03 | 1.8 | 52.3 | 0.95 | 0.27 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความลึก 60-80 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) ที่ระดับความลึก 40-60 ซม.ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) ที่ระดับความลึก 60-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ (A-3) และที่ระดับความลึก 40-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) ที่มีปฏิกิริยาของดินอยู่ในระดับกรดแก่ การที่ปฏิกิริยาของดินในที่ระดับความลึก 0-10 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นไม้มีความเป็นกรดมากกว่าอาจจะเนื่องมาจากการที่ซากอินทรีย์ที่ร่วงหล่นของพืชย่อยสลายแล้วให้ไฮโดรเจนไอออนออกมาสู่ดิน (Jordan, 1985)

ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange capacity) นั้น พบว่าเกือบตลอดทุกระดับความลึกของดิน (0-100 ซม.) มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนักระหว่างแปลงคืออยู่ระดับปานกลางคืออยู่ในช่วง 10-15 me/100 g ยกเว้นที่ระดับดินลึก 80-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ (A-3) และแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) ที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ คือมีค่าเท่ากับ 8.87 และ 8.68 me/100 g เนื่องจากมีเนื้อดินหยาบ

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) ของดินที่พื้นที่ดอยสามหมื่นนั้น พบว่าความผันแปรตามความลึกของดินในแปลงทดลองปลูกกาแฟทั้ง 4 แปลงอยู่ในระดับต่ำมากถึงสูง (0.5-4.5 %) โดยมีปริมาณสูงถึงค่อนข้างสูง (2.5-4.5%) ในระดับผิวดินของทุกแปลง และมีปริมาณลดลงตามความลึกของดิน ปริมาณของอินทรียวัตถุที่ระดับผิวดินของแต่ละแปลงนั้นมีความแตกต่างกันบ้าง ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างของปริมาณและอัตราการย่อยสลายของซากอินทรีย์ที่สะสมอยู่บนพื้นดิน (Jordan, 1985) อันได้แก่ซากที่ร่วงหล่นจากต้นไม้ ต้นกาแฟและพืชที่ปกคลุมดิน แต่ในระยะยาวนั้นดินในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นไม้น่าจะมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน ทั้งนี้เพราะจะมีการสะสมของซากอินทรีย์จากซากที่ร่วงหล่นจากต้นไม้มากกว่า

โดยเฉลี่ยในดินที่ระดับผิวดิน (0-10 ซม.) ของแปลงทดลองทั้ง 4 แปลง มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N) ในช่วง 0.15-0.18% โดยมีปริมาณสูงสุดในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากในซากที่ร่วงหล่นจากต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระถินอินโดนีเซียมีความเข้มข้นของไนโตรเจนสูง เนื่องจากเป็นพืชตระกูลถั่ว (พรชัย 2531) แต่ในดินที่ระดับความลึกลงไปในแต่ละแปลงจะมีความผันแปรแตกต่างกันบ้าง โดยจะมีปริมาณลดต่ำลงตามระดับความลึกของดิน

ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดิน (Extractable P) ของแปลงทดลองในพื้นที่ดอยสามหมื่นนั้นจะมีปริมาณอยู่ในระดับปานกลาง (15-25 ppm)ในดินที่ระดับผิวดิน (0-10 ซม.) ของทุกแปลง ยกเว้นในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ (A-3) ที่มีปริมาณสูงถึง 31.5 ppm และจะมีปริมาณลดลงจนถึงระดับต่ำมากในดินที่อยู่ลึกลงไป

โปแตสเซียมที่สกัดได้ในดิน (Extractable K) ของแปลงทดลองที่พื้นที่ดอยสามหมื่นพบว่าตลอดชั้นดินที่ระดับความลึก 0-100 ซม. มีปริมาณของโปแตสเซียมที่สกัดได้ในดินมีความผันแปรดังนี้ ในดินชั้นบนจะมีปริมาณสูงมาก ( > 120 ppm) และมีปริมาณลดต่ำลงตามระดับความลึกของดิน โดยมีปริมาณของโปแตสเซียมที่สกัดได้ในดินอยู่ในระดับสูงมาก ( > 120 ppm) ที่ระดับดินลึก 0-40 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน ที่ระดับดินลึก 0-60 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย และในดินที่ระดับลึก 0-20 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบและแอปเปิลป่า มีปริมาณอยู่ในระดับสูง (90-120 ppm) ที่ระดับดินลึก 40-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน ที่ระดับดินลึก 60-80 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซียและที่ระดับดินลึก 20-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบและปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า และมีปริมาณโปแตสเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับปานกลาง (60-90 ppm) ที่ระดับดินลึก 80-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย

จะเห็นได้ว่าในดินของแปลงทดลองปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นนั้นมีปริมาณของโปแตสเซียมที่สกัดได้ค่อนข้างมาก อาจเนื่องมาจากดินเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดที่มีองค์ประกอบของโปแตสเซียมสูง จึงทำให้ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของต้นไม้ได้

แคลเซียมที่สกัดได้ในดิน (Extractable Ca) ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นพบว่าตลอดความลึกของชั้นดิน (ที่ระดับดินลึก 0-100 ซม.) ในแปลงปลูกกาแฟสี่แปลงมีปริมาณของแคลเซียมที่สกัดได้ในดินอยู่ในระดับต่ำมาก ( <2 me/100g) ยกเว้นที่ระดับผิวดิน (0-10 ซม.) ของแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอป เปิลป่า (A-4) ที่มีปริมาณของแคล เซียมสูงกว่าดินที่ระดับ เดียวกันของแปลงอื่นคือมีความ เข้มข้น เท่ากับ 2.22 me/100g ทั้งนี้อาจจะ เนื่องมาจากการที่ซากที่ร่วงหล่นของแอป เปิลป่ามีปริมาณและความ เข้มข้นของแคล เซียมสูง จึงทำให้มีการปลดปล่อยแคล เซียมลงสู่ดินมากกว่าแปลงอื่น

แมกนี เซียมที่สกัดได้ในดิน (Extractable Mg) ที่พื้นที่ดอยสามหมื่น พบว่าตลอดความลึกของดินในระดับ 0-100 ซม. มีปริมาณแมกนี เซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำ (0.3-1.0 me/100g) โดยที่ระดับผิวดินจะมีมากกว่าในดินที่ลึกลงไป

อิทธิพลของต้นไม้ที่มีต่อคุณสมบัติทาง เคมีของดินนั้นอาจจะมีความแตกต่างกันบ้างระหว่างแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนและระหว่างแปลงที่มีต้นไม้ต่างชนิดกัน แต่ความแตกต่างนี้ยังไม่ชัด เจนนักทั้งนี้เพราะในช่วง 5-6 ปี ภายหลังการปลูกต้นไม้และกาแฟนั้นอิทธิพลของต้นไม้ที่มีต่อคุณสมบัติของดินอาจยัง เกิดขึ้นไม่มากนัก การที่จะพบความแตกต่างที่ชัด เจนนั้นคงต้องใช้ระยะ เวลานับสิบ ๆ ปี

**ข. พื้นที่ดอยชุนช่าง เคี่ยน**

ดินในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะมีปฏิกิริยาของดินอยู่ในระดับกรดแก่จัด โดยมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.5-5.0 สำหรับในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนี เซียในระดับดินลึก 0-60 ซม. มีปฏิกิริยาของดินอยู่ในระดับกรดแก่ และในระดับดินลึก 60-100 ซม. มีปฏิกิริยาของดินอยู่ในระดับกรดแก่ (pH 5.1-5.5)

ความสามารถในการแลก เปลี่ยนประจุบวก (Cation exchange capacity) พบว่าในชั้นดินบนที่ระดับความลึก 0-40 ซม. มีค่าความสามารถในการแลก เปลี่ยนประจุบวกของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง (10.0-20.0 me/100 g) โดยที่ระดับความลึก 0-40 ซม. ของดินในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะและที่ระดับดินลึก 10-20 ซม. และ 30-40 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนี เซียมีค่าอยู่ในระดับปานกลางคืออยู่ในช่วง 10-15 me/100 g ส่วนในดินที่ระดับความลึก 0-10 ซม. และ 20-30 ซม. มีค่าอยู่ในระดับค่อนข้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สูง (15-20 me/100 g) และในชั้นดินล่างที่ระดับความลึก 40-100 ซม. มีค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ (5.0-10.0 me/100 g)

อินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) พบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงสูง (0.5-4.5 %) อยู่ในดินลึก 0-100 ซม. โดยมีปริมาณอยู่ในระดับสูงในดินชั้นบนและลดลงตามความลึกของดินจนมีระดับต่ำในดินชั้นล่าง โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุในระดับสูง (3.5-4.5%) ที่ระดับดินลึก 0-20 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย มีระดับค่อนข้างสูง (2.5-3.5 %) ในดินที่ระดับความลึก 0-40 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะและที่ระดับดินลึก 20-30 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย มีระดับปานกลาง (1.5-2.5 %) ที่ระดับดินลึก 40-60 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะและที่ระดับดินลึก 30-60 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย และมีระดับต่ำถึงค่อนข้างต่ำ (0.5-1.5 %) ที่ระดับดินลึก 80-100 ซม. ของแปลงทดลองทั้งสอง

ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total N) พบว่าที่ระดับดินลึก 0-10 ซม. มีปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดในดินอยู่ในช่วง 0.15-0.18% และมีความเข้มข้นลดต่ำลงตามระดับความลึกของดินที่ลึกลงไป

ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดิน (Extractable P) พบว่าแปลงทดลองทั้งสองมีความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินในระดับค่อนข้างสูง (15.25 ppm) ในดินที่ระดับความลึก 0-10 ซม. มีระดับปานกลาง (10-15 ppm) ที่ระดับดินลึก 10-30 ซม. มีความเข้มข้นในระดับค่อนข้างต่ำ (6-10 ppm) ที่ระดับดินลึก 30-40 ซม. มีระดับต่ำ (3-6 ppm) ที่ระดับดินลึก 40-60 ซม. และมีอยู่ในระดับต่ำมาก ( <3 ppm) ในดินที่ระดับความลึก 60-100 ซม.

โปแตสเซียมที่สกัดได้ (Extractable K) พบว่าตลอดชั้นดินที่ระดับความลึก 0-100 ซม. มีความเข้มข้นของโปแตสเซียมที่สกัดได้ในดินมีความผันแปรดังนี้ ในดินชั้นบนจะมีความเข้มข้นสูงมากและมีความเข้มข้นลดต่ำลงตามระดับความลึกของดิน คือมีความเข้มข้นของโปแตสเซียมที่สกัดได้ในดินอยู่ในระดับสูงมาก (>120 ppm) ในดินที่ระดับความลึก 0-10 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะและที่ระดับดินลึก 0-20 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย มีความเข้มข้นในระดับสูง (90-120 ppm) ที่ระดับดินลึก 10-20 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับถั่วมะแฮะและที่ระดับดินลึก 20-30 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซียในระดับปานกลาง (60-90 ppm) ที่ระดับดินลึก 20-40 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ และที่ระดับดินลึก 30-60 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย และมีความเข้มข้นอยู่ในระดับต่ำ (30-60 ppm) ในดินที่ระดับลึก 40-100 ซม. และที่ระดับดินลึก 60-80 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย

แคลเซียมที่สกัดได้ในดิน (Extractable Ca) พบว่าตลอดความลึกของดิน (0-100 ซม.) มีความเข้มข้นของแคลเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำถึงระดับต่ำมาก โดยมีระดับต่ำ (2-5 me/100 g) ที่ระดับดินลึก 0-20 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะและที่ระดับดินลึก 0- 30 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย และมีความเข้มข้นอยู่ในระดับต่ำมากที่ระดับดินลึก 20-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะและที่ระดับดินลึก 30-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย

แมกนีเซียมที่สกัดได้ (Extractable Mg) พบว่าตลอดความลึกของดินในระดับ 0-100 ซม. มีความเข้มข้นแมกนีเซียมที่สกัดได้อยู่ในระดับต่ำมากถึงต่ำ โดยในดินที่ระดับความลึก 0-30 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะที่ระดับดินลึก 0-80 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย มีความเข้มข้นอยู่ในระดับต่ำ และมีความเข้มข้นอยู่ในระดับต่ำมากที่ระดับดินลึก 30-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมถั่วมะแฮะและที่ระดับดินลึก 80-100 ซม. ของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

## 4.4. การหมุนเวียนของธาตุอาหาร

### 4.4.1. การเข้าสู่ระบบของธาตุอาหาร (Nutrient inputs)

ธาตุอาหารที่เข้าสู่ระบบนิเวศน์วนเกษตรมีอยู่หลายทางได้แก่ การสลายตัวของหินต้นกำเนิดดิน การละลายมากับน้ำฝน การปลิวเข้ามากับฝุ่นละออง การเคลื่อนย้ายเข้ามาโดยสัตว์ และการใส่ปุ๋ย แต่ในการศึกษาครั้งนี้จะกล่าวเฉพาะส่วนที่ละลายมากับน้ำฝน

4.4.1.1. ธาตุอาหารที่ละลายมากับน้ำฝน

ตารางที่ 11 แสดงให้เห็นถึงปริมาณของน้ำฝนในพื้นที่ทดลองสองแห่งคือที่พื้นที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยน ซึ่งพบว่ามีปริมาณน้ำฝนต่อปีในปี 2532 เท่ากับ 1,111.5 มม. และ 1,882.7 มม. ตามลำดับ ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นมีฝนตกนับตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงเดือนตุลาคม โดยมีปริมาณฝนตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคมคือ มีปริมาณเท่ากับ 270 มม. ส่วนที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีฝนตั้งแต่เดือนมีนาคมจนถึงเดือนพฤศจิกายน โดยมีปริมาณฝนตกมากที่สุดในเดือนพฤษภาคมคือมีปริมาณเท่ากับ 358 มม. คุณสมบัติทางเคมีต่าง ๆ ของน้ำฝนที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ค่าความเป็นกรดด่าง ความเข้มข้นของธาตุ N, P, K, Ca และ Mg ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นได้ทำการเก็บเป็นช่วง ๆ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ส่วนพื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยนนั้นทำการเก็บได้ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมดังข้อมูลที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12 และ 13

พบว่าฝนที่ตกลงมาที่พื้นที่ดอยสามหมื่นมีความเป็นกรดเล็กน้อยหรือเป็นกลาง โดยมีค่า pH ผันแปรอยู่ในช่วง 6.0-7.1 มีค่าต่ำที่สุดในเดือนพฤษภาคมและสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม ความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจน ($NH_4^+$-N+$NO_3^-$-N ) ผันแปรอยู่ในช่วง 0.23-0.53 ppm ความเข้มข้นของ P มีน้อยมาก ความเข้มข้นของ K ผันแปรอยู่ในช่วง 0.20-1.61 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนพฤษภาคมและน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคม ส่วนความเข้มข้นของ Ca มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.10-2.42 ppm และความเข้มข้นของ Mg นั้นมีค่าน้อยมาก

ส่วนฝนที่ตกลงมาที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยนนั้นมีความเป็นกรดเล็กน้อยเช่นกัน คือมีค่า pH ผันแปรประมาณ 6.5-6.9 โดยในเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคมมีค่าเท่ากับ 6.9 ในเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคมมีค่าเท่ากับ 6.5 ความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจน ($NH_4^+$-N+$NO_3^-$-N) มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.13-0.62 ppm ขณะที่ความเข้มข้นของ P มีค่าน้อยมาก ส่วนความเข้มข้นของ K ผันแปรอยู่ในช่วง 0.82-1.90 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายนและน้อยที่สุดในเดือนกันยายน ความเข้มข้นของ Ca มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.40-1.31 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนสิงหาคมและน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม สำหรับความเข้มข้นของ Mg นั้นมีค่าน้อยมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 11 ปริมาณน้ำฝนเป็นรายเดือนในปี พ.ศ. 2532 ที่ตกลงมาในพื้นที่ดอยสามหมื่น (พื้นที่ A) และพื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน

| เดือน | พื้นที่ A | พื้นที่ B |
|---|---|---|
| | ปริมาณน้ำฝน (มม.) | ปริมาณน้ำฝน (มม.) |
| มกราคม | 0.3 | 0 |
| กุมภาพันธ์ | 7.8 | 0 |
| มีนาคม | 6.3 | 14.0 |
| เมษายน | 27.0 | 14.0 |
| พฤษภาคม | 205.0 | 358.0 |
| มิถุนายน | 146.0 | 326.0 |
| กรกฎาคม | 256.0 | 278.0 |
| สิงหาคม | 270.0 | 330.0 |
| กันยายน | 130.0 | 230.0 |
| ตุลาคม | 63.0 | 330.0 |
| พฤศจิกายน | 0 | 2.7 |
| ธันวาคม | 0 | 0 |
| รวม | 1,111.4 | 1,882.7 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 12 ค่าความเป็นกรดด่างและความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในตัวอย่างน้ำฝนที่เก็บในในเดือนต่าง ๆ ในปี 2532 ที่ดอยสามหมื่น

| เดือน | pH | ความเข้มข้น (ppm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $NH^{+}_{4}$-N | $NO^{-}_{3}$-N | Inorg.-N | P | K | Ca | Mg |
| พฤษภาคม | 6.0 | 0.02 | 0.51 | 0.53 | 0.00 | 1.61 | 2.42 | 0.05 |
| มิถุนายน | 6.6 | 0.12 | 0.11 | 0.23 | 0.00 | 0.66 | 1.00 | 0.00 |
| กรกฎาคม | 6.7 | 0.26 | 0.25 | 0.51 | 0.05 | 0.13 | 1.29 | 0.00 |
| สิงหาคม | 7.1 | 0.13 | 0.31 | 0.44 | 0.00 | 0.20 | 0.50 | 0.00 |
| กันยายน | 6.6 | 0.05 | 0.39 | 0.44 | 0.00 | 0.70 | 0.10 | 0.00 |
| ตุลาคม | 6.6 | 0.23 | 0.19 | 0.42 | 0.00 | 0.64 | 0.60 | 0.00 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 13 ค่าความเป็นกรดด่างและความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในตัวอย่างน้ำฝนที่เก็บในเดือนต่าง ๆ ในปี 2532 ที่ดอยขุนช่างเคี่ยน

| เดือน | pH | ความเข้มข้น (ppm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $NH^{+}_{4}$-N | $NO^{-}_{3}$-N | Inorg.-N | P | K | Ca | Mg |
| มิถุนายน | 6.9 | 0.11 | 0.22 | 0.33 | 0.00 | 1.90 | 0.95 | 0.00 |
| กรกฎาคม | 6.9 | 0.0 | 0.62 | 0.62 | 0.00 | 1.24 | 0.66 | 0.00 |
| สิงหาคม | 6.9 | 0.39 | 0.19 | 0.19 | 0.03 | 1.24 | 1.31 | 0.00 |
| กันยายน | 6.5 | 0.13 | 0.00 | 0.13 | 0.00 | 0.82 | 0.75 | 0.00 |
| ตุลาคม | 6.5 | 0.15 | 0.18 | 0.33 | 0.00 | 0.95 | 0.40 | 0.00 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แม้ว่าการศึกษานี้ได้ขาดข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำฝนในช่วงต้นฤดูฝนจริง ๆ โดยเฉพาะ ในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน ซึ่งเป็นฝนต้นฤดูก็ตาม แต่จากข้อมูลในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายนนั้น มีแนวโน้มว่าฝนต้นฤดูมีความเป็นกรดค่อนข้างมากกว่าฝนปลายฤดู เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะฝนต้นฤดูมีความเข้มข้นของไนเตรตที่ละลายมากับน้ำฝนค่อนข้างสูงในต้นฤดูฝนฝุ่นละอองที่มีมากในฤดูแล้ง ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้หรือไฟป่าจะถูกชะล้างลงมากับฝนต้นฤดู จึงทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ค่อนข้างสูงนอกจากนี้ยังเชื่อว่าการเกิดฟ้าแลบหรือฟ้าผ่าในช่วงต้นฤดูจะทำให้สารประกอบไนเตรตละลายมากับน้ำฝนมากขึ้น ซึ่งจะเกิดเป็นกรดไนตริก (Likens et al, 1977) แต่โดยเฉลี่ยแล้วพบว่าฝนทั้งสองบริเวณนี้มีความเป็นกรดน้อยมาก เมื่อเทียบกับข้อมูลที่พบในอเมริกาและยุโรป ส่วนอิทธิพลของกรดไนตริกและซัลฟูริคมีน้อยมาก (Kimmins, 1987)

ปริมาณของธาตุอาหารในน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ทั้งสองแห่งได้แสดงให้เห็น ในตารางที่ 14 และ ตารางที่ 15 พบว่าในน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ดอยสามหมื่นในปี 2532 มี $NH_4^+$-N+$NO_3^-$-N เท่ากับ 795 ก./ไร่ โดยคิดเป็น $NH_4^+$-N เท่ากับ 232 ก./ไร่ และ $NO_3^-$-N เท่ากับ 563 ก./ไร่ มี P น้อยมาก (20 ก./ไร่) K เท่ากับ 1.134 ก./ไร่ Ca เท่ากับ 2,005 ก./ไร่ และ Mg เท่ากับ 19 ก./ไร่ ส่วนในน้ำฝนในพื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยนในปี 2532 มี $NH_4^+$-N+$NO_3^-$-N เท่ากับ 1,181 ก./ไร่ โดยคิดเป็น $NH_4^+$-N เท่ากับ 458 ก./ไร่ และ $NO_3^-$-N เท่ากับ 722 ก./ไร่ มี P น้อยมาก (15.84 ก./ไร่) K เท่ากับ 4,178 ก./ไร่ Ca เท่ากับ 2,556 ก./ไร่ และ Mg เท่ากับ 30.88 ก./ไร่

จะเห็นว่าปริมาณธาตุอาหารที่ละลายมากับน้ำฝน เมื่อยกเว้นธาตุฟอสฟอรัสแล้ว ธาตุไนโตรเจน โปแตสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่ละลายมากับน้ำฝนที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีมากกว่าที่ดอยสามหมื่น ซึ่งเป็นเพราะมีปริมาณน้ำฝนในรอบปีมากกว่า อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารที่มากับน้ำฝนจะผันแปรแตกต่างกันไปตามพื้นที่ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนต่อปีและความเข้มข้นของธาตุต่าง ๆ ที่ปะปนอยู่ในบรรยากาศ (Likens et al, 1977; Lockaby, 1986; Kimmins, 1987; Pritchett & Fisher 1987)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 14 ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำฝนบริเวณดอยสามหมื่น ในปี 2532

| เดือน | ปริมาณ (กรัม/ไร่) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $NH^+_4$-N | $NO^-_3$-N | Inorg.-N | P | K | Ca | Mg |
| มกราคม | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| กุมภาพันธ์ | 0 | 6 | 6 | 0 | 19 | 29 | 0 |
| มีนาคม | 0 | 5 | 5 | 0 | 16 | 24 | 0 |
| เมษายน | 0 | 22 | 22 | 0 | 69 | 103 | 2 |
| พฤษภาคม | 6 | 167 | 173 | 0 | 524 | 787 | 16 |
| มิถุนายน | 28 | 25 | 53 | 0 | 154 | 233 | 0 |
| กรกฎาคม | 106 | 102 | 208 | 20 | 53 | 528 | 0 |
| สิงหาคม | 56 | 133 | 190 | 0 | 86 | 216 | 0 |
| กันยายน | 10 | 81 | 91 | 0 | 145 | 20 | 0 |
| ตุลาคม | 23 | 19 | 42 | 0 | 64 | 60 | 0 |
| พฤศจิกายน | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ธันวาคม | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รวม | 232 | 563 | 795 | 20 | 1,134 | 2,005 | 18 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 15 ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ละลายในน้ำฝนที่ตกลงมาบริเวณดอยขุนช่างเคี่ยน ใน พ.ศ. 2532

| เดือน | ปริมาณ (กรัม/ไร่) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $NH^{+}_{4}$-N | $NO^{-}_{3}$-N | Inorg.-N | P | K | Ca | Mg |
| มกราคม | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| กุมภาพันธ์ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| มีนาคม | 2 | 4 | 7 | 0 | 42 | 21 | 1 |
| เมษายน | 2 | 4 | 7 | 0 | 42 | 21 | 1 |
| พฤษภาคม | 63 | 126 | 189 | 0 | 1,088 | 544 | 28 |
| มิถุนายน | 57 | 114 | 172 | 0 | 991 | 495 | 0 |
| กรกฎาคม | 0 | 275 | 275 | 0 | 551 | 293 | 0 |
| สิงหาคม | 205 | 100 | 306 | 15 | 654 | 691 | 0 |
| กันยายน | 47 | 0 | 47 | 0 | 301 | 276 | 0 |
| ตุลาคม | 79 | 95 | 174 | 0 | 501 | 211 | 0 |
| พฤศจิกายน | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 |
| ธันวาคม | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| รวม | 458 | 722 | 1,181 | 15 | 4,178 | 2,556 | 30 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษานี้ถือว่าในแต่ละแปลงทดลองในพื้นที่เดียวกันจะได้รับปริมาณธาตุอาหารที่เข้าสู่ระบบโดยน้ำฝนไม่แตกต่างกัน แต่สำหรับแปลงทดลองที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยนนั้นจะมีความแตกต่างเกิดขึ้น

สำหรับแปลงทดลองในพื้นที่เดียวกันนั้น ธาตุอาหารที่เข้าสู่ระบบโดยขบวนการอื่น ๆ น่าจะคล้ายคลึงกัน เช่น การสลายตัวของหินและแร่ เป็นต้น แต่ขบวนการที่น่าจะแตกต่างกันระหว่างแปลงทดลองก็คือ การตรึงไนโตรเจนโดยพืชตระกูลถั่ว ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นนั้น แปลงที่ปลูกกาแฟรวมกับต้นกระถินอินโดนีเซียจะเป็นแปลงที่มีการนำธาตุไนโตรเจนจากบรรยากาศโดยการตรึงของเชื้อไรโซเบี่ยมที่ปมรากของไม้ชนิดนี้ ขณะที่แปลงทดลอง 2 แปลงที่ดอยขุนช่างเคี่ยนที่ปลูกถั่วมะแฮะ และกระถินอินโดนีเซียจะมีการตรึงไนโตรเจนได้เช่นกัน แต่อาจแตกต่างกันในแง่ปริมาณ สำหรับปริมาณการตรึงจะเป็นเท่าใดนั้นยังไม่ทราบ

4.4.2. การหมุนเวียนของธาตุอาหารภายในระบบ

เมื่อธาตุอาหารได้เคลื่อนย้ายเข้าสู่ระบบนิเวศน์วนเกษตร ธาตุอาหารจะเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่าง ๆ ของระบบ โดยมีทั้งขบวนการทางฟิสิกส์ เคมีและชีวะ การหมุนเวียนภายในระบบวนเกษตรสามารถพิจารณาเป็นการหมุนเวียนและการสะสมภายในดินและในพืช การดูดใช้ธาตุอาหารโดยพืชและการหมุนเวียนกลับของธาตุอาหารจากพืชลงสู่ดิน ในการศึกษานี้จะกล่าวถึงการหมุนเวียนกลับในน้ำที่ชะผ่านเรือนยอด ชะผ่านลำต้นและที่มากับซากอินทรียที่ร่วงหล่นของส่วนที่อยู่เหนือดินของพืช รวมทั้งการสะสมในระบบ

4.4.2.1. ธาตุอาหารในน้ำที่ชะผ่านเรือนยอด (Throughfall)

ตารางที่ 16 แสดงค่าความเป็นกรดด่างและความเข้มข้นของธาตุอาหารเป็นรายเดือนในปี 2532 ของน้ำที่ไหลผ่านเรือนยอดของไม้ให้ร่ม 3 ชนิดที่มีอายุ 4 ปีในแปลงปลูกกาแฟร่วมกับไม้ให้ร่มที่ดอยสามหมื่น พบว่า ในน้ำที่ไหลผ่านตามเรือนยอดของกระถินอินโดนีเซีย (แปลง A-2) มีค่า pH ผันแปรอยู่ในช่วง 6.2-6.8 โดยมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคมและต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 16 ค่าความเป็นกรดด่างและความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในน้ำที่ชะผ่านเรือนยอดของต้นไม้ให้ร่มทั้ง 3 ชนิดที่มีอายุ 4 ปีที่ดอยสามหมื่นในปี 2532

| แปลง | เดือน | pH | ความเข้มข้น (ppm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $NH_4^+$-N | $NO_3^-$-N | Inorg.-N | P | K | Ca | Mg |
| Rain | กรกฎาคม | 6.7 | 0.26 | 0.25 | 0.51 | 0 | 0.13 | 1.29 | 0 |
| | สิงหาคม | 7.1 | 0.13 | 0.31 | 0.44 | 0 | 0.20 | 0.50 | 0 |
| | กันยายน | 6.6 | 0.05 | 0.39 | 0.44 | 0 | 0.70 | 0.10 | 0 |
| | ตุลาคม | 6.6 | 0.23 | 0.19 | 0.42 | 0 | 0.64 | 0.60 | 0 |
| A-2 ต้นกระถินอินโดนีเซีย | กรกฎาคม | 6.2 | 0.20 | 0.20 | 0.40 | 0 | 3.40 | 0.50 | 0.10 |
| | สิงหาคม | 6.4 | 0.09 | 0.24 | 0.33 | 0 | 2.31 | 0.75 | 0 |
| | กันยายน | 6.3 | 0.04 | 0.20 | 0.24 | 0 | 1.10 | 1.25 | 0 |
| | ตุลาคม | 6.8 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0 | 0.70 | 0.0 | 0.10 |
| | เฉลี่ย | 6.4 | 0.10 | 0.17 | 1.07 | 0 | 7.51 | 0.62 | 0.05 |
| A-3 ต้นสนสามใบ | กรกฎาคม | 6.3 | 0.32 | 0.10 | 0.42 | 0 | 2.80 | 0.50 | 0.10 |
| | สิงหาคม | 6.5 | 0.20 | 0.09 | 0.29 | 0 | 1.19 | 2.50 | 0 |
| | กันยายน | 6.1 | 0.40 | 0.20 | 0.60 | 0 | 1.55 | 1.05 | 0 |
| | ตุลาคม | 6.7 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0 | 2.30 | 0.56 | 0.10 |
| | เฉลี่ย | 6.4 | 0.24 | 0.11 | 0.35 | 0 | 1.96 | 1.15 | 0.05 |
| A-4 ต้นแอปเปิลป่า | กรกฎาคม | 6.2 | 0.25 | 0.35 | 0.60 | 0 | 0.40 | 0.35 | 0.05 |
| | สิงหาคม | 6.3 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0 | 0.40 | 0.55 | 0.10 |
| | กันยายน | 6.2 | 0.20 | 0.31 | 0.51 | 0 | 0.20 | 1.25 | 0.20 |
| | ตุลาคม | 6.5 | 0.44 | 0.16 | 0.60 | 0 | 1.80 | 0.70 | 0.10 |
| | เฉลี่ย | 6.3 | 0.25 | 0.23 | 0.47 | 0 | 0.70 | 0.71 | 0.11 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจน ($NH^+_4$-N+$NO^-_3$-N) อยู่ในช่วง 0.10-0.40 ppm ความเข้มข้นของ P มีน้อยมาก มีความเข้มข้นของ K ผันแปรอยู่ในช่วง 0.70-3.40 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกรกฎาคมและน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม ส่วนความเข้มข้นของ Ca ผันแปรอยู่ในช่วง 0-1.25 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกันยายนและน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม สำหรับความเข้มข้นของ Mg นั้นมีค่าน้อยมาก (0.0-0.10 ppm) ในน้ำที่ไหลผ่านเรือนยอดของต้นสนสามใบ (A-3) มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.0-6.7 โดยมีค่าสูงสุดในเดือนตุลาคมและต่ำสุดในเดือนกันยายน มีค่าความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจน ($NH^+_4$-N+$NO^-_3$-N) ผันแปรอยู่ในช่วง 0.10-0.60 ppm มีความเข้มข้นของ P น้อยมาก มีความเข้มข้นของ K อยู่ในช่วง 1.19-2.80 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกรกฎาคมและน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคม มีความเข้มข้นของ Ca อยู่ในช่วง 0.50-2.50 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนสิงหาคมและน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคม ส่วนความเข้มข้นของ Mg นั้นมีค่าน้อยมาก (0.0-0.10) และในน้ำที่ไหลผ่านเรือนยอดของต้นแอปเปิลป่า (A-4) มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.2-6.5 มีความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจน ($NH^+_4$-N+$NO^-_3$-N) อยู่ในช่วง 0.20-0.60 ppm มีความเข้มข้นของ P น้อยมาก มีความเข้มข้นของ K อยู่ในช่วง 0.20-1.80 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนตุลาคมและน้อยที่สุดในเดือนกันยายน มีความเข้มข้นของ Ca อยู่ในช่วง 0.35-1.25 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกันยายน และน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคม สำหรับความเข้มข้นของ Mg นั้นมีค่า 0-0.20 ppm

จะเห็นได้ว่าน้ำที่ไหลผ่านเรือนยอดมีความเป็นกรดเล็กน้อย ความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันระหว่างต้นไม้สามชนิด ส่วนฟอสฟอรัสนั้นมีความเข้มข้นต่ำมากจนไม่สามารถวัดค่าได้ สำหรับโปแตสเซียมนั้นน้ำที่ไหลผ่านเรือนยอดของต้นกระถินอินโดนีเซียและต้นสนสามใบมีค่าสูงกว่าที่ไหลผ่านเรือนยอดแอปเปิลป่า ขณะที่ความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมไม่แตกต่างกัน

ข้อมูลนี้มีลักษณะที่แตกต่างจาก Lockaby (1986) ซึ่งพบว่าน้ำที่ไหลผ่านเรือนยอดของไม้ Populus deloides ในสวนป่าอายุ 7 ปี ทำให้ความเป็นกรดของน้ำฝนลดลงและมีปริมาณของธาตุอาหารต่าง ๆ มาก ยกเว้นไนโตรเจน ซึ่งได้แก่ ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แคลเซียมและแมกนีเซียม เขาเชื่อว่าไฮโดรเจนไอออนทำปฏิกิริยากับ cations ต่าง ๆ ที่อยู่ตามใบไม้ ความแตกต่างของข้อมูลอาจเป็นเพราะเป็นต้นไม้ต่างชนิดกัน

4.4.2.2. ธาตุอาหารในน้ำที่ไหลชะผ่านตามลำต้น (Stemflow)

ตารางที่ 17 แสดงค่าความเป็นกรดด่างและความเข้มข้นของธาตุอาหารเป็นรายเดือนในปี 2532 ของน้ำที่ไหลผ่านตามลำต้นของไม้ให้ร่ม 3 ชนิดที่มีอายุ 4 ปีในแปลงปลูกกาแฟร่วมกับไม้ให้ร่มที่ดอยสามหมื่นพบว่าในน้ำที่ไหลผ่านตามลำต้นของกระถินอินโดนีเซีย (แปลง A-2) มีค่า pH อยู่ในช่วง 6.2-6.8 โดยมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคมและต่ำสุดในเดือนตุลาคม มีความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจน ($NH^+_4$-N+$NO^-_3$-N) อยู่ในช่วง 0.10-0.34 ppm ความเข้มข้นของ P มีน้อยมาก มีความเข้มข้นของ K อยู่ในช่วง 2.10-10.40 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกรกฎาคมและน้อยที่สุดในเดือนกันยายน มีความเข้มข้นของ Ca อยู่ในช่วง 0-1.25 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกันยายนและน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม และความเข้มข้นของ Mg นั้นมีค่าน้อยมาก (0.0-0.10 ppm) ในน้ำที่ไหลผ่านตามลำต้นของต้นสนสามใบ (แปลง A-3) มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.4-6.2 โดยมีค่าสูงสุดในเดือนกรกฎาคมและต่ำสุดในเดือนกันยายน มีความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจน ($NH^+_4$-N+$NO^-_3$-N) อยู่ในช่วง 0.10-0.40 ppm มีความเข้มข้นของ P นั้นน้อยมาก มีความเข้มข้นของ K อยู่ในช่วง 0.55-3.80 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกรกฎาคมและน้อยที่สุดในเดือนกันยายน มีความเข้มข้นของ Ca ผันแปรอยู่ในช่วง 0-1.25 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกันยายนและน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม ส่วนความเข้มข้นของ Mg นั้นมีค่าน้อยมาก (0-0.10 ppm) สำหรับในน้ำที่ไหลผ่านตามลำต้นของต้นเอปเปิลป่า (แปลง A-4) มีค่า pH ผันแปรอยู่ในช่วง 5.76-6.37 โดยมีค่าสูงที่สุดในเดือนสิงหาคมและต่ำที่สุดในเดือนกรกฎาคม มีค่าความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจน ($NH^+_4$-N+$NO^-_3$-N) อยู่ในช่วง 0.10-0.31 ppm ส่วนความเข้มข้นของ P นั้นมีค่าน้อยมาก มีความเข้มข้นของ K อยู่ในช่วง 0.20-10.40 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกรกฎาคมและน้อยที่สุดในเดือนกันยายน มีความเข้มข้นของ Ca อยู่ในช่วง 0.25-1.25 ppm โดยมีค่ามากที่สุดในเดือนกันยายนและน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคม สำหรับความเข้มข้นของ Mg นั้นมีค่าน้อยมาก คือมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0-0.10 ppm

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 17 ค่าความเป็นกรดด่างและความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในน้ำที่ชะผ่านตามลำต้นของต้นไม้ให้ร่มทั้ง 3 ชนิดที่มีอายุ 4 ปีที่ดอยสามหมื่นในปี 2532

| แปลง | เดือน | pH | ความเข้มข้น (ppm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $NH_4^+$-N | $NO_3^-$-N | Inorg.-N | P | K | Ca | Mg |
| Rain | กรกฎาคม | 6.7 | 0.26 | 0.25 | 0.51 | 0.05 | 0.13 | 1.29 | 0 |
| | สิงหาคม | 7.1 | 0.13 | 0.31 | 0.44 | 0 | 0.20 | 0.50 | 0 |
| | กันยายน | 6.6 | 0.05 | 0.39 | 0.44 | 0 | 0.70 | 0.10 | 0 |
| | ตุลาคม | 6.6 | 0.23 | 0.19 | 0.42 | 0 | 0.64 | 0.60 | 0 |
| A-2 | กรกฎาคม | 6.8 | 0.08 | 0.26 | 0.34 | 0 | 10.40 | 0.25 | 0.05 |
| | สิงหาคม | 6.8 | 0.09 | 0.09 | 0.18 | 0 | 4.31 | 0.75 | 0 |
| ต้นกระถินอินโดนีเซีย | กันยายน | 6.2 | 0.04 | 0.20 | 0.24 | 0 | 2.10 | 1.25 | 0 |
| | ตุลาคม | 6.2 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0 | 8.70 | 0 | 0.10 |
| | เฉลี่ย | 6.5 | 0.07 | 0.15 | 0.22 | 0 | 6.38 | 0.56 | 0.04 |
| A-3 | กรกฎาคม | 6.2 | 0.0 | 0.40 | 0.40 | 0 | 3.80 | 0 | 0 |
| | สิงหาคม | 5.6 | 0.20 | 0.09 | 0.29 | 0 | 3.19 | 0.70 | 0 |
| ต้นสนสามใบ | กันยายน | 5.4 | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0 | 0.55 | 1.25 | 0 |
| | ตุลาคม | 5.5 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0 | 3.20 | 0 | 0.10 |
| | เฉลี่ย | 5.6 | 0.09 | 0.18 | 0.27 | 0 | 2.68 | 0.50 | 0.02 |
| A-4 | กรกฎาคม | 5.8 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 0 | 10.40 | 0.25 | 0.05 |
| | สิงหาคม | 6.4 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0 | 2.40 | 0.70 | 0.10 |
| ต้นแอปเปิลป่า | กันยายน | 6.0 | 0.10 | 0.21 | 0.31 | 0 | 0.20 | 1.25 | 0.0 |
| | ตุลาคม | 6.3 | 0.04 | 0.16 | 0.20 | 0 | 1.80 | 0.70 | 0.10 |
| | เฉลี่ย | 6.1 | 0.07 | 0.10 | 0.20 | 0 | 0.37 | 0.78 | 0.06 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำที่ไหลผ่านลำต้นของกระถินอินโดนีเซียและแอปเปิลป่ามีความเป็นกรดเล็กน้อยและไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ในไม้สนสามใบมีความเป็นกรดมากกว่าเล็กน้อย สำหรับปริมาณของอนินทรีย์ไนโตรเจนก็ไม่มีความแตกต่างกัน ฟอสฟอรัสมีค่าน้อยจนไม่สามารถวัดได้ ขณะที่โปแตสเซียมมีความเข้มข้นสูงในน้ำที่ไหลตามลำต้นกระถินอินโดนีเซีย ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมไม่ค่อยแตกต่างกันระหว่างต้นไม้ทั้งสามชนิด จะเห็นได้ว่าต้นไม้ต่างชนิดกันจะส่งอิทธิพลต่อน้ำที่ไหลผ่านลำต้นต่างกันและเมื่อน้ำไหลลงสู่ดินจะจะส่งอิทธิพลคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารในดิน แต่เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารที่มากับน้ำที่ไหลผ่านลำต้นของต้นไม้ต่าง ๆ มีน้อยมาก ข้อมูลที่ได้นี้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาต่อไป

4.4.2.3. <u>การหมุนเวียนกลับของธาตุอาหารจากซากพืชที่ร่วงหล่นลงสู่ดิน</u> (Litterfall)

ซากพืชที่ร่วงหล่นเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เกี่ยวกับการหมุนเวียนของธาตุอาหารภายในระบบ โดยซากพืชที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นดินจะมีการย่อยสลายและปลดปล่อยธาตุอาหารลงสู่ดิน สำหรับพืชที่ต่างชนิดกันนั้นจะมีปริมาณของซากอินทรีย์ที่ร่วงหล่นต่างกัน ปริมาณของซากพืชที่จะปลดปล่อยธาตุอาหารลงสู่ดินขึ้นอยู่กับ ชนิดและอายุของพืช ปริมาณและความเข้มข้นของธาตุอาหารในซากพืชความยากง่ายในการย่อยสลายและปัจจัยสิ่งแวดล้อมของการย่อยสลาย (Jordan, 1985)

การร่วงหล่นของซากพืช ทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและใต้ดินเป็นกระบวนการที่สำคัญในการรักษาสมดุลของธาตุอาหารในดิน ตารางที่ 18 แสดงให้เห็นถึงปริมาณรายเดือนของซากอินทรีย์ของกาแฟและต้นไม้ให้ร่มของส่วนที่อยู่เหนือดิน (above-ground litter) สำหรับปริมาณของธาตุอาหารที่มีมากับซากที่ร่วงหล่นของต้นกาแฟและไม้ให้ร่มได้แสดงให้เห็นใน ตารางที่ 19 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพืชต่างชนิดกันจะให้ปริมาณซากอินทรีย์ที่แตกต่างกัน โดยจะผันแปรตามอายุของพืชด้วย และความเข้มข้นของธาตุอาหารในซากอินทรีย์ (ตารางที่ 20 และ ตารางผนวกที่ 11-13) เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้คุณภาพของซากอินทรีย์ของพืชแตกต่างกัน โดยในการศึกษานี้จะกล่าวถึงเฉพาะซากอินทรีย์ของส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นกาแฟและไม้ให้ร่ม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 18 ปริมาณซากที่ร่วงหล่นของส่วนที่อยู่เหนือดินของกาแฟและต้นไม้ให้ร่มต่อเดือน ในปี 2532 ของแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยน

| เดือน | น้ำหนักแห้งของซากพืชที่ร่วงหล่นในแต่ละแปลง (กก./ไร่) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A-1 | | | A-2 | | | A-3 | | | A-4 | | | B-1 | | | B-2 | | |
| | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม |
| มกราคม | 9.3 | 0.0 | 9.3 | 8.9 | 50.8 | 59.7 | 10.3 | 20.9 | 31.2 | 8.3 | 42.9 | 51.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.3 | 0.0 | 5.3 |
| กุมภาพันธ์ | 13.6 | 0.0 | 13.6 | 9.0 | 46.0 | 55.0 | 1.0 | 151.2 | 152.2 | 4.6 | 45.5 | 50.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.4 | 0.0 | 6.4 |
| มีนาคม | 10.8 | 0.0 | 10.8 | 6.4 | 63.2 | 69.6 | 7.3 | 46.0 | 53.3 | 1.7 | 126.5 | 128.2 | 9.3 | 0.0 | 9.3 | 8.0 | 0.0 | 8.0 |
| เมษายน | 8.4 | 0.0 | 8.4 | 2.0 | 19.6 | 21.6 | 3.5 | 245.3 | 248.8 | 0.8 | 52.1 | 52.9 | 5.9 | 0.0 | 5.9 | 3.6 | 0.0 | 3.6 |
| พฤษภาคม | 5.4 | 0.0 | 5.4 | 3.7 | 22.1 | 25.8 | 1.4 | 66.8 | 68.2 | 2.3 | 53.5 | 55.8 | 4.1 | 0.0 | 4.1 | 3.6 | 0.0 | 3.6 |
| มิถุนายน | 3.1 | 0.0 | 3.1 | 1.5 | 11.7 | 13.2 | 1.1 | 4.2 | 5.4 | 0.4 | 25.2 | 25.6 | 0.8 | 0.0 | 0.8 | 0.5 | 0.0 | 0.5 |
| กรกฎาคม | 3.1 | 0.0 | 3.1 | 1.5 | 11.7 | 13.2 | 1.1 | 4.2 | 5.4 | 0.4 | 25.2 | 25.6 | 0.8 | 0.0 | 0.8 | 0.5 | 0.0 | 0.5 |
| สิงหาคม | 2.2 | 0.0 | 2.2 | 1.1 | 15.0 | 16.1 | 0.2 | 2.4 | 2.6 | 0.2 | 35.3 | 35.5 | 6.6 | 0.0 | 6.6 | 1.6 | 0.0 | 1.6 |
| กันยายน | 2.2 | 0.0 | 2.2 | 1.1 | 14.9 | 16.0 | 0.2 | 2.4 | 2.6 | 0.2 | 35.3 | 35.5 | 6.6 | 0.0 | 6.6 | 1.6 | 0.0 | 1.6 |
| ตุลาคม | 7.6 | 0.0 | 7.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.4 | 11.4 | 0.0 | 75.2 | 75.2 | 19.3 | 0.0 | 19.3 | 3.8 | 0.0 | 3.8 |
| พฤศจิกายน | 7.0 | 0.0 | 7.0 | 2.5 | 50.1 | 52.6 | 2.6 | 5.8 | 8.4 | 0.1 | 86.8 | 86.8 | 14.6 | 0.0 | 14.6 | 2.3 | 0.0 | 2.3 |
| ธันวาคม | 9.3 | 0.0 | 9.3 | 8.9 | 50.8 | 59.7 | 10.3 | 20.9 | 31.2 | 8.3 | 42.9 | 51.2 | 10.4 | 0.0 | 10.4 | 3.7 | 0.0 | 3.7 |
| รวม | 82.0 | 0.0 | 82.0 | 46.6 | 355.9 | 402.5 | 39.0 | 581.5 | 620.9 | 27.3 | 646.4 | 673.6 | 78.5 | 0.0 | 78.4 | 40.9 | 0.0 | 40.9 |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 19 ปริมาณของธาตุอาหารต่าง ๆในซากที่ร่วงหล่นของส่วนที่อยู่ เหนือดินของกาแฟและต้นไม้ให้ร่มในปี 2532 ในแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่าง เคี่ยน

| ธาตุอาหาร | ปริมาณธาตุอาหารในซากพืชที่ร่วงหล่นของแต่ละแปลง (กก./ไร่) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A-1 | | | A-2 | | | A-3 | | | A-4 | | | B-1 | | | B-2 | | |
| | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม | กาแฟ | ต้นไม้ | รวม |
| ไนโตรเจน | 1.59 | 0.0 | 1.59 | 0.98 | 5.73 | 6.71 | 0.77 | 3.90 | 4.67 | 0.59 | 6.37 | 6.96 | 1.51 | 0.0 | 1.51 | 0.86 | 0.0 | 0.86 |
| ฟอสฟอรัส | 0.04 | 0.0 | 0.04 | 0.03 | 0.08 | 0.11 | 0.02 | 0.12 | 0.14 | 0.01 | 0.20 | 0.21 | 0.02 | 0.0 | 0.02 | 0.02 | 0.0 | 0.02 |
| โปแตสเซียม | 0.50 | 0.0 | 0.50 | 0.31 | 1.50 | 1.81 | 0.20 | 0.77 | 0.97 | 0.18 | 3.09 | 3.27 | 0.44 | 0.0 | 0.44 | 0.22 | 0.0 | 0.22 |
| แคลเซียม | 0.42 | 0.0 | 0.42 | 0.24 | 0.78 | 1.02 | 0.24 | 0.55 | 0.79 | 0.16 | 1.68 | 1.84 | 0.49 | 0.0 | 0.49 | 0.22 | 0.0 | 0.22 |
| แมกนีเซียม | 0.09 | 0.0 | 0.09 | 0.08 | 0.31 | 0.39 | 0.03 | 0.32 | 0.35 | 0.03 | 0.39 | 0.42 | 0.09 | 0.0 | 0.09 | 0.04 | 0.0 | 0.04 |



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 20 ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารต่าง ๆ ในซากที่ร่วงหล่นของส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นไม้ให้ร่มทั้ง 3 ชนิดและต้นกาแฟในปี 2532

| ชนิดต้นไม้ | ความเข้มข้น (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
| กระถินอินโดนีเซีย | 1.48 | 0.02 | 0.39 | 0.20 | 0.08 |
| สนสามใบ | 0.61 | 0.02 | 0.12 | 0.10 | 0.05 |
| แอปเปิลป่า | 0.93 | 0.03 | 0.46 | 0.26 | 0.06 |
| กาแฟ (A-1) | 1.79 | 0.04 | 0.62 | 0.52 | 0.10 |
| กาแฟ (A-2) | 1.89 | 0.06 | 0.61 | 0.52 | 0.15 |
| กาแฟ (A-3) | 1.77 | 0.04 | 0.52 | 0.62 | 0.08 |
| กาแฟ (A-4) | 1.81 | 0.04 | 0.61 | 0.62 | 0.10 |
| กาแฟ (B-1) | 1.89 | 0.03 | 0.51 | 0.62 | 0.10 |
| กาแฟ (B-2) | 1.93 | 0.05 | 0.51 | 0.51 | 0.10 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 21 ปริมาณเฉลี่ยของมวลชีวภาพและธาตุอาหารต่าง ๆ ในซากที่ร่วงหล่นของส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นกาแฟในแปลงทดลองปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยนในปี 2532

| แปลง | มวลชีวภาพ | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | กรัม/ต้น/ปี | | | | | |
| A-1 | 205 | 3.75 | 0.08 | 1.25 | 1.00 | 0.18 |
| A-2 | 224 | 4.33 | 0.10 | 1.44 | 0.96 | 0.19 |
| A-3 | 188 | 3.36 | 0.05 | 0.96 | 0.96 | 0.14 |
| A-4 | 131 | 2.40 | 0.05 | 0.96 | 0.48 | 0.10 |
| B-1 | 213 | 4.08 | 0.08 | 1.09 | 1.09 | 0.19 |
| B-2 | 160 | 3.12 | 0.04 | 0.78 | 0.78 | 0.12 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก. มวลชีวภาพจากต้นกาแฟ

ที่พื้นที่ดอยสามหมื่น ต้นกาแฟมีอายุ 4 ปี พบว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีปริมาณมวลชีวภาพของกาแฟที่ร่วงหล่นเท่ากับ 82 กก./ไร่/ปี มีธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 1.59, 0.04, 0.5, 0.4 และ 0.07 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) มีปริมาณมวลชีวภาพของกาแฟที่ร่วงหล่นเท่ากับ 46.6 กก./ไร่/ปี มีธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 0.98, 0.03, 0.31, 0.24 และ 0.08 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบมีปริมาณมวลชีวภาพของกาแฟที่ร่วงหล่นเท่ากับ 39.7 กก./ไร่/ปี มีธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 0.77, 0.02, 0.20, 0.24 และ 0.03 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) มีปริมาณมวลชีวภาพของกาแฟที่ร่วงหล่นเท่ากับ 27.2 กก./ไร่/ปี มีธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 0.59, 0.01, 0.18, 0.16 และ 0.03 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ

ที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน ซึ่งต้นกาแฟมีอายุ 3 ปี ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) มีปริมาณมวลชีวภาพของกาแฟที่ร่วงหล่นเท่ากับ 78.5 กก./ไร่/ปี มีธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 1.51, 0.02, 0.44, 0.49 และ 0.09 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นกระถินอินโดนีเซีย (B-2) มีปริมาณมวลชีวภาพของกาแฟที่ร่วงหล่นเท่ากับ 40.9 กก./ไร่/ปี มีธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 0.86, 0.02, 0.22, 0.22และ 0.04 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าปริมาณซากอินทรีย์ต่อพื้นที่ของกาแฟในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) ที่ดอยสามหมื่นมีมากกว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับไม้ให้ร่ม ซึ่งเป็นเพราะมีจำนวนต้นมากกว่าในแปลงอื่น แต่ถ้าพิจารณาจากปริมาณของซากพืชที่ร่วงหล่นต่อต้นกาแฟ (ตารางที่ 21) พบว่า ปริมาณของซากกาแฟที่ร่วงหล่นในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) มีปริมาณมากที่สุดคือ เท่ากับ 224 ก./ต้น/ปี ส่วนในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) มีปริมาณน้อยที่สุดคือ เท่ากับ 131 ก./ต้น/ปี สำหรับปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ในซากกาแฟที่ร่วงหล่นต่อต้นนั้นส่วนใหญ่ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกับมวลชีวภาพ ยกเว้นปริมาณธาตุแคลเซียมที่มีในแปลง A-1> A-2 = A-3> A-4 ทั้งนี้เนื่องจากในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนนั้นต้นกาแฟไม่ได้อยู่ในสภาพใต้ร่มเงา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนในแปลง A-2 นั้นในช่วงฤดูแล้งต้นกระถินอินโดนีเซียจะมีการร่วงหล่นของใบเกือบหมดทั้งต้น แล้วจึงมีใบใหม่ขึ้นมา จึงทำให้ทั้งสองแปลงได้รับอิทธิพลจากความรุนแรงของรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสรีระของต้นกาแฟ เนื่องจากกาแฟเป็นพืชพวก $C_3$ ในสภาพที่ได้รับแสงมากเกินไปคลอโรฟิลจะถูกทำลายอย่างรวดเร็วทำให้ใบกาแฟเกิดอาการเหลือง (chlorosis) ซึ่งทำให้ใบร่วงหล่นมาก นอกจากนั้นรังสีจากดวงอาทิตย์ยังส่งผลกระทบต่อสภาพอุณหภูมิและความชื้นในบรรยากาศใกล้ผิวดิน และดิน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสรีรวิทยาของต้นกาแฟ (สดุดี 2531) สำหรับปริมาณธาตุอาหารนั้นจะแตกต่างกันโดยสอดคล้องกับปริมาณของซากกาแฟที่ร่วงหล่น

สำหรับกาแฟที่ดอยขุนช่างเคี่ยนนั้น ต้นกาแฟในแปลงที่ปลูกร่วมกับถั่วมะแฮะมีปริมาณซากอินทรีย์ที่ร่วงหล่นสูงกว่าที่ปลูกร่วมกับกระถินอินโดนีเซียทั้งนี้เพราะถั่วมะแฮะให้ร่มเงาน้อยและภายหลังได้ถูกตัดทิ้งไป

อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารที่มากับซากอินทรีย์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของซากอินทรีย์เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของธาตุอาหารในซากอินทรีย์อีกด้วย (ตารางที่ 20) ความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในซากอินทรีย์จากต้นกาแฟที่มีอายุ 4 ปี ในพื้นที่ดอยสามหมื่น พบว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 1.79, 0.04, 0.62, 0.52 และ 0.10 % ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) มีมีความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 1.89, 0.06, 0.61, 0.52 และ 0.15 % ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ (A-3) มีความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 1.81, 0.04, 0.61, 0.62 และ 0.10 %และแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) มีความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 1.81, 0.04, 0.61, 0.62 และ 0.10 % ตามลำดับ

ที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยนนั้นซากอินทรีย์ที่ร่วงหล่นจากต้นกาแฟมีอายุ 3 ปี ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) มีความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 1.89, 0.03, 0.51, 0.62 และ 0.10 % ตามลำดับ และในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (B-2) เท่ากับ 1.93, 0.05, 0.51, 0.51 และ 0.10 % ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารในซากกาแฟที่ร่วงหล่นเป็นรายเดือน ได้แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 11-12 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชชนิดเดียวกันอาจจะแตกต่างกันได้ ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลจากความอุดมสมบูรณ์ของดินและความผันแปรเกี่ยวกับพันธุกรรม

**ข. มวลชีวภาพจากต้นไม้ให้ร่ม (Shade trees)**

ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นนั้น ต้นไม้มีอายุ 4 ปี จากตารางที่ 16 และ ตารางที่ 17 พบว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) มีปริมาณมวลชีวภาพของกระถินอินโดนีเซียที่ร่วงหล่นเท่ากับ 355.9 กก./ไร่/ปี (2.2 ตัน/เฮกแตร์/ปี) มีธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 5.73, 0.08, 1.50, 0.78 และ 0.31 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับนสามใบ (A-3) มีปริมาณมวลชีวภาพของสนสามใบที่ร่วงหล่นเท่ากับ 581.5 กก./ไร่/ปี (3.6 ตัน/เฮกแตร์/ปี) มีปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 3.90, 0.12, 0.77, 0.55, และ 0.32 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ และในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) มีปริมาณมวลชีวภาพของต้นแอปเปิลป่าที่ร่วงหล่นเท่ากับ 646.4 กก./ไร่/ปี (4.0 ตัน/เฮกแตร์/ปี) มีปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 6.37, 0.20, 3.09, 1.68 และ 0.42 กก./ไร่/ปี ตามลำดับ

กล่าวได้ว่าปริมาณของซากอินทรีย์ของไม้แอปเปิลป่าสูงที่สุด รองลงมาคือ สนสามใบ อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุอาหารที่มากับซากอินทรีย์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของซากอินทรีย์เพียงอย่างเดียว หากแต่ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของธาตุอาหารในซากอินทรีย์อีกด้วย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 20 ความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในซากอินทรีย์ของต้นไม้ให้ร่มมีดังนี้ ในกระถินอินโดนีเซียมีความเข้มข้นของ N มากที่สุดคือเท่ากับ 1.48 % ในสนสามใบเท่ากับ 0.61 % และในแอปเปิลป่าเท่ากับ 0.92 % ความเข้มข้นของธาตุ P ในพืชทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกันคือเท่ากับ 0.02-0.03 % สำหรับความเข้มข้นธาตุ K, Ca และ Mg ในแอปเปิลป่ามีค่าเท่ากับ 0.46, 0.25 และ 0.06 % ตามลำดับ กระถินอินโดนีเซียเท่ากับ 0.39, 0.20 และ 0.08 % ส่วนในต้นสนสามใบเท่ากับ 0.12, 0.10 และ 0.05 % ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาทั้งระบบแล้ว พบว่าที่พื้นที่ดอยสามหมื่นนั้น แปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ (A-3) และแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) มีมวลชีวภาพของซากกาแฟและต้นไม้รวมกันเท่ากับ 0.5, 2.5, 3.9 และ 4.2 ตัน/เฮกแตร์/ปี คิดเป็นปริมาณธาตุ N เท่ากับ 9.94, 41.94, 29.19, 43.50 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณธาตุ P เท่ากับ 0.25, 0.69, 0.88 และ 1.31 กก./เฮกแตร์/ปี คิดเป็นปริมาณธาตุ K เท่ากับ 3.13, 11.31, 6.06 และ 20.44 กก./เฮกแตร์/ปี คิดเป็นปริมาณของ Ca เท่ากับ 2.63, 6.38, 4.94 และ 11.50 กก./เฮกแตร์/ปี คิดเป็นปริมาณของธาตุ Mg เท่ากับ 0.56, 2.44, 2.19 และ 2.63 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าระบบวนเกษตรที่ประกอบด้วยต้นไม้ต่างชนิดกันจะทำให้อัตราการหมุนเวียนกลับของธาตุอาหารต่าง ๆ ที่ลงสู่ดินนั้นแตกต่างกัน

เมื่อเทียบกับป่าธรรมชาติในท้องที่ต่าง ๆ พบว่าป่าดิบแล้งที่สมบูรณ์มีมวลชีวภาพของซากพืชที่ร่วงหล่นผันแปรอยู่ในช่วง 7.4-9.4 ตัน/เฮกแตร์/ปี คิดเป็น N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 84.8-145.3, 3.4-7.5, 27.9-68.4, 75.0-169.0 และ 11.9-29.6 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ (บัวเรศและคณะ 2533; ธำรง 2527; ทรงธรรม 2532) สำหรับป่าเต็งรังนั้นมีมวลชีวภาพ 4.7 ตัน/เฮกแตร์/ปี คิดเป็น N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 64.2-120.0, 4.0-7.5, 37.0-69.1, 48.8-91.0 และ 12.7-23.8 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ (Thaiutsa et al., 1978) ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบวนเกษตรของกาแฟที่ศึกษาครั้งนี้ยังมีอัตราการหมุนเวียนกลับของธาตุอาหารจากซากพืชที่ร่วงหล่นน้อยกว่าในป่าดงดิบธรรมชาติ จะต้องใช้เวลาอีกหลายปีกว่าที่ต้นไม้ให้ร่มจะเติบโต และให้อัตราการหมุนเวียนกลับสูงใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติที่เกิดสมดุลของธาตุอาหารด้วยตัวเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2.4. การสะสมของธาตุอาหารในมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นไม้ให้ร่มและต้นกาแฟ (Nutrient accumulation in above ground biomass)

ธาตุอาหารที่ถูกพืชดูดไปใช้นั้น บางส่วนจะถูกเก็บสะสมไว้ในเนื้อเยื่อของพืชทั้งในส่วนที่อยู่เหนือดินและใต้ดิน การสะสมดังกล่าวเป็นกลไกสำคัญของระบบนิเวศน์ในการอนุรักษ์ธาตุอาหารไว้ ธาตุอาหารบางส่วนก็จะถูกปลดปล่อยหมุนเวียนกลับลงสู่ดินอันจะเป็นการรักษาสมดุลของธาตุอาหารในดินอยู่เสมอ (Odum, 1971; Kimmins, 1987)

4.4.2.4.1. การสะสมในต้นไม้ให้ร่ม

ในตารางที่ 22 แสดงการสะสมและการกระจายของมวลชีวภาพในส่วนต่าง ๆ ของไม้ให้ร่ม สำหรับตารางที่ 23 ถึง ตารางที่ 27 นั้นแสดงการสะสมและการกระจายของธาตุอาหารต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียมและ แมกนีเซียม ในเนื้อเยื่อส่วนที่อยู่เหนือดิน (ช่วงโคนต้นที่ระดับผิวดินถึงยอด) อันได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ ดอกและผลในไม้ให้ร่ม

ที่ดอยขุนช่างเคี่ยน ต้นกระถินอินโดนีเซียที่มีอายุ 4 ปี มีความสูงโดยเฉลี่ยจากผิวดินจนถึงยอดเท่ากับ 6.0 เมตร (DBH = 3.32 ซม.) ส่วนไม้ให้ร่มที่ดอยสามหมื่นที่มีอายุ 6 ปี โดยที่ต้นกระถินอินโดนีเซียมีความสูงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.0 เมตร (DBH = 9.23 ซม.) ต้นสนสามใบที่มีความสูงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.8 เมตร (DBH = 16.77 ซม.) สำหรับต้นแอปเปิลป่าหรือหมักขี้หนูที่มีความสูงโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.5 เมตร (DBH = 11.59 ซม.) โดยไม้ให้ร่มทั้งสามชนิดที่ปลูกในแปลงทดลองที่ดอยสามหมื่น มีความหนาแน่นเท่ากับ 192 ต้น/ไร่ ส่วนที่ดอยขุนช่างเคี่ยนแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซียมีความหนาแน่นของต้นไม้ให้ร่มเท่ากับ 272 ต้น/ไร่

ปริมาณการสะสมของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของมวลชีวภาพที่สะสม (ตารางที่ 22) และความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละชนิดในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ที่อยู่เหนือดินของต้นไม้ให้ร่ม (ตารางผนวกที่ 14-18 ) ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อทุกส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นกระถินอินโดนีเซีย และต้นสนสามใบมีค่าเรียงตามลำดับ คือ N>Ca>K>P>Mg สำหรับในใบของต้นแอปเปิลป่าก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน ส่วน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในกิ่งและลำต้นของต้นแอป เปิลป่าจะมีความ เข้มข้นของธาตุอาหาร เรียงตามลำดับ คือ Ca>N>K> P>Mg ในต้นสนสามใบและแอป เปิลป่านั้นจะมีความ เข้มข้นของธาตุอาหารทุกชนิดมากที่สุดในใบ รองลงไปคือในกิ่งและน้อยที่สุดในลำต้น สำหรับต้นกระถินอินโดนี เซียจะมีความ เข้มข้นของธาตุ อาหาร N, Ca และ Mg มากที่สุดในใบ เช่นกัน รองลงไปคือในดอกผลและกิ่ง โดยมีค่าน้อยที่สุด ในลำต้น ส่วน P และ K จะมีมากที่สุดในดอกผลและน้อยที่สุดในลำต้น

**ก. มวลชีภาพของต้นไม้ให้ร่ม**

ตารางที่ 22 แสดงการสะสมของมวลชีวภาพในส่วนที่อยู่ เหนือดินของไม้ให้ร่มซึ่งแสดง เป็นปริมาณของน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ ต้นกระถินอินโดนี เซียที่ดอยขุนช่าง เคี่ยนมีอายุ 4 ปี ส่วนต้น กระถินอินโดนี เซีย สนสามใบและต้นแอป เปิลป่าที่ดอยสามหมื่นนั้นมีอายุ 6 ปี พบว่าต้นแอป เปิลป่ามี อัตราการสะสมสูงสุดคือ เท่ากับ 13,382 กก./ไร่ ต้นสนสามใบมีอัตราการสะสม เท่ากับ 9,246 กก./ไร่ ส่วนต้นกระถินอินโดนี เซียที่มีอายุ 4 ปีมีอัตราการสะสม เท่ากับ 2,074.3 กก./ไร่ ขณะที่ต้นที่มีอายุ 6 ปีมีการสะสม เท่ากับ 5,802 กก./ไร่

ต้นไม้ให้ร่มแต่ละชนิดที่มีอายุ 6 ปี ที่ดอยสามหมื่นนั้น มีการกระจายของมวลชีวภาพใน ส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ เหนือดินที่แตกต่างกันคือ กระถินอินโดนี เซียมีการสะสมของมวลชีวภาพส่วนใหญ่อยู่ ในเนื้อไม้ในลำต้นคือมีถึง 69.8 % ของมวลชีวภาพทั้งหมดที่อยู่ เหนือดิน ส่วนในกิ่ง ใบและดอก ผล มีการสะสมในสัดส่วนที่ใกล้ เคียงกันคือ 10.83 % 9.77 % และ 9.60 % ตามลำดับ สนสาม ใบมีการสะสมของมวลชีวภาพส่วนใหญ่อยู่ในลำต้นคือมีอยู่ 47.41 % ส่วนในกิ่งและใบมี 29.81 % และ 22.78 % ตามลำดับ สำหรับในดอกผลยังไม่มีการสะสม เพราะช่วงที่ เก็บไม่ได้ เป็นฤดูติดดอก และผล สำหรับต้นแอป เปิลป่าหรือหมักขี้หนูนั้นมีการสะสมของมวลชีวภาพในลำต้น เท่ากับ 46.08 % ของมวลชีวภาพทั้งหมด แต่ในกิ่งมีการสะสมในสัดส่วนที่ใกล้ เคียงกับในลำต้น คือ เท่ากับ 44.40 % ส่วนในใบมีการสะสม เท่ากับ 9.52 % สำหรับในดอกและผลยังไม่มีการสะสม เพราะช่วงที่ เก็บไม่ ได้ เป็นฤดูติดดอกผล ส่วนต้นกระถินอินโดนี เซียที่มีอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่าง เคี่ยนการสะสมส่วนใหญ่ อยู่ในลำต้นคือ เท่ากับ 51.06 % ส่วนในกิ่ง ใบและดอกผลมีการสะสม เท่ากับ 18.94 %, 27.68 % และ 2.32 % ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 22 การกระจายของมวลชีวภาพในส่วนที่อยู่เหนือดินในต้นไม้ให้ร่มสามชนิดที่มีอายุ 4 ปี และ 6 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและดอยสามหมื่น

| ชนิดต้นไม้ | ช่วงความสูง (เมตร) | มวลชีวภาพ (กิโลกรัมต่อไร่) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ลำต้น | กิ่ง | ใบ | ดอกและผล | รวม |
| กระถินอินโดนีเซีย อายุ 4 ปี พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน | 0.0-0.3 | 140.5 | 0 | 0 | 0 | 140.5 |
| | 0.3-1.3 | 353.8 | 0 | 0 | 0 | 353.8 |
| | 1.3-2.3 | 194.1 | 45.4 | 243.7 | 3.7 | 486.9 |
| | 2.3-3.3 | 127.4 | 152.8 | 121.8 | 10.9 | 412.9 |
| | 3.3-4.3 | 99.1 | 77.6 | 125.6 | 21.0 | 323.3 |
| | 4.3-6.0 | 144.3 | 117.0 | 83.0 | 12.6 | 356.9 |
| | รวม | 1,059.2 | 392.8 | 574.1 | 48.2 | 2,074.3 |
| กระถินอินโดนีเซีย อายุ 6 ปี พื้นที่ดอยสามหมื่น | 0.0-0.0 | 330.5 | 0 | 0 | 0 | 330.5 |
| | 0.3-1.3 | 976.7 | 0 | 0 | 0 | 976.7 |
| | 1.3-2.3 | 953.5 | 0 | 0 | 0 | 953.5 |
| | 2.3-3.3 | 752.3 | 76.2 | 40.6 | 44.3 | 913.4 |
| | 3.3-4.3 | 741.0 | 182.1 | 92.3 | 110.8 | 1,126.2 |
| | 4.3-6.0 | 295.7 | 369.9 | 433.8 | 402.5 | 1,501.9 |
| | รวม | 4,049.7 | 628.2 | 566.7 | 557.6 | 5,802.2 |
| สนสามใบ อายุ 6 ปี พื้นที่ดอยสามหมื่น | 0.0-0.3 | 468.8 | 0 | 0 | 0 | 468.8 |
| | 0.3-1.3 | 1,448.3 | 0 | 0 | 0 | 1,448.3 |
| | 1.3-2.3 | 965.4 | 0 | 0 | 0 | 965.4 |
| | 2.3-3.3 | 813.9 | 974.7 | 548.3 | 0 | 2,336.9 |
| | 3.3-4.3 | 520.8 | 1,260.8 | 941.6 | 0 | 2,723.2 |
| | 4.3-5.8 | 166.1 | 520.6 | 616.6 | 0 | 1,303.3 |
| | รวม | 4,383.3 | 2,756.1 | 2,106.5 | 0 | 9,245.9 |
| แอปเปิลป่า อายุ 6 ปี พื้นที่ดอยสามหมื่น | 0.0-0.3 | 832.6 | 0 | 0 | 0 | 832.6 |
| | 0.3-1.3 | 2,318.9 | 0 | 0 | 0 | 2,318.9 |
| | 1.3-2.3 | 1,423.4 | 4,852.2 | 721.4 | 0 | 6,997.0 |
| | 2.3-3.3 | 717.6 | 912.0 | 251.7 | 0 | 1,881.3 |
| | 3.3-4.3 | 352.6 | 120.0 | 167.7 | 0 | 640.3 |
| | 4.3-6.5 | 297.3 | 282.4 | 132.3 | 0 | 712.0 |
| | รวม | 5,942.4 | 6,166.6 | 1,273.1 | 0 | 13,382.1 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในต้นกระถินอินโดนีเซียขณะมีอายุ 4 ปี จะมีการสะสมในเนื้อไม้น้อยกว่าเมื่อมีอายุ 6 ปี ขณะที่การสะสมในใบมากกว่า แสดงให้เห็นว่าเมื่อต้นไม้มีอายุมากขึ้น การสะสมส่วนใหญ่จะไปอยู่ในเนื้อไม้ในลำต้น ธาตุอาหารที่อยู่ในส่วนของใบทั้งหมดจะร่วงหล่นลงสู่ดิน ซึ่งพบว่ามวลชีวภาพของใบกระถินอินโดนีเซียอายุ 4 และ 6 ปี มีค่า 574.1 และ 566.7 กก./ไร่ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า อัตราการหมุนเวียนกลับของธาตุอาหารจากใบไม้ที่ร่วงหล่นลดลงเมื่อต้นกระถินอินโดนีเซียอายุมากขึ้น สำหรับต้นสนสามใบนั้นมีมวลชีวภาพในลำต้นและกิ่งสูงถึง 77% มีเพียงบางส่วนของใบสนที่ร่วงหล่นลงสู่ดิน ที่เหลือยังคงอยู่บนลำต้น ส่วนต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมมากที่สุด 90.5 % ของมวลชีวภาพสะสมอยู่ในใบและกิ่งที่เหลือ 9.5% ที่สะสมอยู่ในใบและจะหมุนเวียนกลับลงสู่ดิน จึงกล่าวได้ว่าต้นแอปเปิลป่าและสนสามใบมีประสิทธิภาพในการสะสมมวลชีวภาพได้ดีกว่าไม้กระถินอินโดนีเซีย

การสะสมในมวลชีวภาพนั้น ทรงธรรม (2532) พบว่าในป่าดิบแล้งที่ห้วยหินดาด มีการสะสมของมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือดิน 112.296 ตัน/เฮกแตร์ (17.96 ตัน/ไร่) และในป่าเต็งรังที่สะแกราช มีการสะสม 130.86 ตัน/เฮกแตร์ (20.94 ตัน/ไร่) (พงษ์ศักดิ์และคณะ, 2527) ในป่าปลูก loblolly pine อายุ 4 ปีมีมวลชีวภาพในรูปน้ำหนักแห้ง 6.25 ตัน/เฮกแตร์ (1 ตัน/ไร่) อายุ 5 ปีมีการสะสมเท่ากับ 15.65 ตัน/เฮกแตร์ (2.5 ตัน/ไร่) (Kimmins, 1987) Feller (1983) พบว่ามีการสะสมของมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือดินของ Pinus radiata อายุ 37 ปี 337.5 ตัน/เฮกแตร์ (54 ตัน/ไร่) ส่วนในระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลักที่ทำการศึกษานั้น ในต้นไม้ให้ร่มที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่น พบว่าต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมเท่ากับ 13.4 ตัน/ไร่ ต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 9.25 ตัน/ไร่ และในกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมเท่ากับ 5.8 ตัน/ไร่ สำหรับในกระถินอินโดนีเซียที่มีอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีอัตราการสะสมเท่ากับ 2.07 ตัน/ไร่ จึงกล่าวได้ว่าอัตราการสะสมของมวลชีวภาพขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ความหนาแน่น ชนิดและอายุของพืช สภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินและสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ข. การสะสมของธาตุไนโตรเจนในไม้ให้ร่ม**

ตารางที่ 23 แสดงการสะสมของธาตุไนโตรเจนในส่วนที่อยู่เหนือดินของไม้ให้ร่มที่มีอายุ 4 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและที่มีอายุ 6 ปี ที่ดอยสามหมื่น พบว่าต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมสูงที่สุดคือเท่ากับ 62.01 กก./ไร่ ส่วนต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 43.64 กก./ไร่ และต้นกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมเท่ากับ 43.78 กก./ไร่ สำหรับต้นกระถินอินโดนีเซียอายุ 4 ปีที่ดอยขุนช่างเคียนมีการสะสมเท่ากับ 26.46 กก./ไร่

ในไม้ให้ร่มแต่ละชนิดที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่นมีการกระจายธาตุไนโตรเจนในส่วนต่าง ๆ ที่อยู่เหนือดินที่แตกต่างกันคือ กระถินอินโดนีเซียมีการสะสมของธาตุไนโตรเจนในลำต้นเท่ากับ 39.03 % ส่วนในกิ่ง ใบและดอกผล มีการสะสมเท่ากับ 9.68, 30.24 และ 21.0 % ตามลำดับ ต้นสนสามใบมีการสะสมของธาตุไนโตรเจนในลำต้นเท่ากับ 26.37 % ส่วนในกิ่งและใบมีค่าเท่ากับ 14.78 % และ 58.84 % ตามลำดับ ส่วนต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมของไนโตรเจนในลำต้นเท่ากับ 26.2 % ในกิ่งและใบมีการสะสมเท่ากับ 48.46 % และ 25.33 % ตามลำดับ สำหรับต้นกระถินอินโดนีเซียอายุ 4 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีการสะสมของไนโตรเจนในลำต้นเท่ากับ 21.78 % ส่วนในกิ่ง ใบและดอกผลมีการสะสมเท่ากับ 13.49, 61.11 % และ 3.70 % ตามลำดับ

สำหรับไม้กระถินอินโดนีเซียนั้น ขณะมีอายุ 4 ปี จะมีการสะสมในใบมากกว่าส่วนอื่น ๆ เมื่ออายุ 6 ปีการสะสมในใบจะลดลง เนื่องจากต้นไม้เริ่มมีอายุและเริ่มมีปริมาณใบน้อยลง บางต้นอาจตายลงและมีการแตกต้นใหม่ขึ้นมา สำหรับต้นสนสามใบนั้นมีอัตราการสะสมในใบสูงเช่นกัน แม้ว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบสนจะต่ำก็ตาม แต่มวลชีวภาพของใบสนมีมากกว่าต้นไม้ชนิดอื่น ส่วนไม้แอปเปิลป่านั้นมีการสะสมของไนโตรเจนในกิ่งมากกว่าส่วนอื่น ๆ เมื่อพิจารณาในแง่แนวโน้มการหมุนเวียนกลับของไนโตรเจนลงสู่ดินแล้ว ไม้สนสามใบมีอัตราการหมุนเวียนสูงกว่าไม้ชนิดอื่น แต่ถ้าพิจารณาในระยะยาวจะเห็นว่าไม้แอปเปิลป่าน่าจะให้ผลดีมากกว่า ทั้งนี้เพราะมีการสะสมในลำต้นและกิ่งสูงถึง 74 % (46 กก./ไร่) ขณะที่ไม้สนและกระถินอินโดนีเซียที่มีอายุเท่ากันมีการสะสมเท่ากับ 41% และ 48% (18 และ 21 กก./ไร่) ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 23 การกระจายของธาตุไนโตรเจนในเนื้อเยื่อของส่วนที่อยู่เหนือดินในต้นไม้ให้ร่ม 3 ชนิดที่มีอายุ 4 ปี และ 6 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและดอยสามหมื่น

| ชนิดต้นไม้ | ช่วงความสูง (เมตร) | ไนโตรเจน (กิโลกรัมต่อไร่) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ลำต้น | กิ่ง | ใบ | ดอกและผล | รวม |
| กระถินอินโดนีเซีย | 0.0-0.3 | 0.58 | 0 | 0 | 0 | 0.58 |
| | 0.3-1.3 | 1.63 | 0 | 0 | 0 | 1.63 |
| อายุ 4 ปี | 1.3-2.3 | 1.10 | 0.51 | 7.25 | 0.05 | 8.91 |
| พื้นที่ | 2.3-3.3 | 0.72 | 1.17 | 3.36 | 0.18 | 5.42 |
| ดอยขุนช่างเคี่ยน | 3.3-4.3 | 0.73 | 0.74 | 3.10 | 0.56 | 5.13 |
| | 4.3-6.0 | 1.00 | 1.15 | 2.46 | 0.19 | 4.81 |
| | รวม | 5.76 | 3.57 | 16.17 | 0.98 | 26.46 |
| กระถินอินโดนีเซีย | 0.0-0.3 | 1.39 | 0 | 0 | 0 | 1.39 |
| | 0.3-1.3 | 4.10 | 0 | 0 | 0 | 4.10 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 4.10 | 0 | 0 | 0 | 4.10 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 3.15 | 0.56 | 0.99 | 0.75 | 5.45 |
| | 3.3-4.3 | 3.10 | 1.62 | 2.14 | 0.03 | 8.89 |
| | 4.3-6.0 | 1.25 | 2.06 | 10.11 | 6.43 | 19.85 |
| | รวม | 17.09 | 4.24 | 13.24 | 9.21 | 43.78 |
| สนสามใบ | 0.0-0.3 | 0.90 | 0 | 0 | 0 | 0.90 |
| | 0.3-1.3 | 3.04 | 0 | 0 | 0 | 3.04 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 2.32 | 0 | 0 | 0 | 2.32 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 2.85 | 1.86 | 6.08 | 0 | 10.78 |
| | 3.3-4.3 | 1.82 | 3.02 | 11.58 | 0 | 16.43 |
| | 4.3-5.8 | 0.58 | 1.57 | 8.02 | 0 | 10.16 |
| | รวม | 11.51 | 6.45 | 25.68 | 0 | 43.64 |
| แอปเปิลป่า | 0.0-0.3 | 2.00 | 0 | 0 | 0 | 2.00 |
| | 0.3-1.3 | 5.57 | 0 | 0 | 0 | 5.57 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 3.42 | 24.26 | 8.37 | 0 | 36.05 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 3.38 | 3.01 | 3.20 | 0 | 9.59 |
| | 3.3-4.3 | 1.02 | 0.83 | 2.30 | 0 | 4.15 |
| | 4.3-6.5 | 0.86 | 1.95 | 1.84 | 0 | 4.65 |
| | รวม | 16.25 | 30.05 | 15.71 | 0 | 62.01 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การสะสมของธาตุไนโตรเจนในมวลชีวภาพนั้น ทรงธรรม (2532) พบว่าในป่าดิบแล้งที่ห้วยหินดาดมีการสะสมในส่วนที่อยู่เหนือดิน 583.89 กก./เฮกแตร์ (93.42 กก./ไร่) ขณะที่ในป่าเต็งรังที่สะแกราชมีการสะสม 225.45 กก./เฮกแตร์ (36.07 กก./ไร่) (พงษ์ศักดิ์และคณะ, 2527) ในป่าปลูก loblolly pine อายุ 4 ปีมีธาตุไนโตรเจน 37.2 กก./เฮกแตร์ (5.95 กก./ไร่) ที่มีอายุ 5 ปีมีการสะสมเท่ากับ 71.4 กก./เฮกแตร์ (11.42 กก./ไร่) (Kimmins, 1987) ส่วน Pritchett (1987) พบว่าใน slash pine ที่มีอายุ 15 ปี มีการสะสมของธาตุไนโตรเจน 345 กก./เฮกแตร์ (55.2 กก./ไร่) Feller (1983) พบว่ามีการสะสมของธาตุไนโตรเจนของส่วนที่อยู่เหนือดินของ Pinus radiata อายุ 37 ปี เท่ากับ 449.3 กก./เฮกแตร์ (71.89 กก./ไร่) ส่วนในระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลักร่วมกับต้นไม้ให้ร่มที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่นนั้น พบว่า ต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมเท่ากับ 62.01 กก./ไร่ ต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 43.64 กก./ไร่ และในกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมเท่ากับ 43.78 กก./ไร่ สำหรับไม้กระถินอินโดนีเซียที่มีอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีอัตราการสะสมเท่ากับ 26.46 กก./ไร่ นอกจากปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่เกี่ยวกับมวลชีวภาพ ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้เป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้อัตราการสะสมของไนโตรเจนมีลักษณะแตกต่างไปจากการสะสมของมวลชีวภาพ

**ค. การสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในไม้ให้ร่ม**

ตารางที่ 24 แสดงการสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในส่วนที่อยู่เหนือดินของไม้ให้ร่มที่มีอายุ 4 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่น พบว่าต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมสูงสุดคือเท่ากับ 18.05 กก./ไร่ ส่วนต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 11.40 กก./ไร่ และในกระถินอินโดนีเซียเท่ากับ 10.04 กก./ไร่ สำหรับในกระถินอินโดนีเซียที่มีอายุ 4 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีการสะสมเท่ากับ 2.42 กก./ไร่

ในต้นไม้ให้ร่มแต่ละชนิดที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่นมีการกระจายของฟอสฟอรัสในส่วนต่าง ๆ ที่อยู่เหนือดินแตกต่างกันคือ ในกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมของฟอสฟอรัส ส่วนใหญ่จะอยู่ในลำต้นคือมีถึง 63.25 % ส่วนในกิ่ง ใบและดอกผลมีการสะสมในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันคือเท่ากับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 24 การกระจายของธาตุฟอสฟอรัสในเนื้อเยื่อของส่วนที่อยู่เหนือดินในต้นไม้ให้ร่ม 3 ชนิดที่มีอายุ 4 ปี และ 6 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและดอยสามหมื่น

| ชนิดต้นไม้ | ช่วงความสูง (เมตร) | ฟอสฟอรัส (กิโลกรัมต่อไร่) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ลำต้น | กิ่ง | ใบ | ดอกและผล | รวม |
| กระถินอินโดนีเซีย | 0.0-0.3 | 0.08 | 0 | 0 | 0 | 0.08 |
| | 0.3-1.3 | 0.22 | 0 | 0 | 0 | 0.22 |
| อายุ 4 ปี | 1.3-2.3 | 0.19 | 0.05 | 0.34 | 0 | 0.58 |
| พื้นที่ | 2.3-3.3 | 0.14 | 0.14 | 0.22 | 0.02 | 0.52 |
| ดอยขุนช่างเคี่ยน | 3.3-4.3 | 0.12 | 0.13 | 0.19 | 0.05 | 0.49 |
| | 4.3-6.0 | 0.20 | 0.14 | 0.16 | 0.03 | 0.53 |
| | รวม | 0.95 | 0.46 | 0.91 | 0.10 | 2.42 |
| กระถินอินโดนีเซีย | 0.0-0.3 | 0.59 | 0 | 0 | 0 | 0.59 |
| | 0.3-1.3 | 1.76 | 0 | 0 | 0 | 1.76 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 1.33 | 0 | 0 | 0 | 1.33 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 1.12 | 0.16 | 0.08 | 0.11 | 1.47 |
| | 3.3-4.3 | 1.10 | 0.38 | 0.21 | 0.27 | 1.96 |
| | 4.3-6.0 | 0.45 | 0.67 | 0.96 | 0.85 | 2.93 |
| | รวม | 6.35 | 1.21 | 1.25 | 1.23 | 10.04 |
| สนสามใบ | 0.0-0.3 | 0.99 | 0 | 0 | 0 | 0.99 |
| | 0.3-1.3 | 1.44 | 0 | 0 | 0 | 1.44 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 0.96 | 0 | 0 | 0 | 0.96 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 0.82 | 1.17 | 0.93 | 0 | 2.92 |
| | 3.3-4.3 | 0.51 | 1.50 | 1.31 | 0 | 3.32 |
| | 4.3-5.8 | 0.16 | 0.51 | 1.10 | 0 | 1.77 |
| | รวม | 4.88 | 3.18 | 3.34 | 0 | 11.40 |
| แอปเปิลป่า | 0.0-0.3 | 1.17 | 0 | 0 | 0 | 1.17 |
| | 0.3-1.3 | 3.01 | 0 | 0 | 0 | 3.01 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 1.86 | 6.30 | 1.30 | 0 | 9.46 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 0.86 | 1.01 | 0.43 | 0 | 2.30 |
| | 3.3-4.3 | 0.42 | 0.24 | 0.30 | 0 | 0.96 |
| | 4.3-6.5 | 0.35 | 0.56 | 0.24 | 0 | 1.15 |
| | รวม | 7.67 | 8.11 | 2.27 | 0 | 18.05 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

12.05, 12.45 และ 12.25 % ตามลำดับ ต้นสนสามใบการสะสมของฟอสฟอรัส ส่วนใหญ่จะอยู่ในลำต้นคือมีถึง 42.81 % ส่วนในกิ่งและใบมี 27.89 % และ 29.30 % ตามลำดับ ในต้นแอปเปิลป่าหรือหมักขี้หนูการสะสมของฟอสฟอรัส ส่วนใหญ่จะอยู่ในกิ่งคือ เท่ากับ 44.93 % และในลำต้นมีการสะสมในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกับในกิ่ง คือ เท่ากับ 42.49 % ส่วนในใบมีการสะสม เท่ากับ 12.58 % สำหรับต้นภระถินอินโดนีเซียอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่าง เคียนการสะสมส่วนใหญ่อยู่ในลำต้นคือ เท่ากับ 39.26 % ส่วนในกิ่งใบ ดอกและผลมีการสะสม เท่ากับ 19.01 % 37.60 % และ 4.13 % ตามลำดับ

การสะสมของธาตุฟอสฟอรัสในมวลชีวภาพนั้นทรงธรรม (2532) พบว่าป่าดิบแล้งที่ห้วยหินดาดมีการสะสมในส่วนที่อยู่เหนือดิน เท่ากับ 49.55 กก./เฮกแตร์ (7.93 กก./ไร่) ในป่าเต็งรังที่สะแกราชมีการสะสม เท่ากับ 15.96 กก./เฮกแตร์ (2.55 กก./ไร่) (พงษ์ศักดิ์และคณะ, 2527) ในป่าปลูก loblolly pine อายุ 4 ปีมีธาตุฟอสฟอรัส 4.7 กก./เฮกแตร์ (0.75 กก./ไร่) ที่มีอายุ 5 ปีมีการสะสม เท่ากับ 9.4 กก./เฮกแตร์ (1.5 กก./ไร่) (Kimmins, 1987) ส่วน Pritchett (1987) พบว่าใน slash pine ที่มีอายุ 15 ปี มีการสะสมของธาตุฟอสฟอรัส 24 กก./เฮกแตร์ (3.84 กก./ไร่) Feller (1983) พบว่ามีการ สะสมของธาตุ ฟอสฟอรัสของส่วนที่อยู่เหนือดินของ Pinus radiata อายุ 37 ปี 15.6 กก./เฮกแตร์ (2.5 กก./ไร่) ส่วนในระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลักร่วมกับต้นไม้ให้ร่มที่มีอายุ 6 ปี ที่ดอยสามหมื่นนั้น พบว่าต้นแอปเปิลป่ามีการสะสม เท่ากับ 18.05 กก./ไร่ ต้นสนสามใบมีการสะสม เท่ากับ 11.40 กก./ไร่ และในภระถินอินโดนีเซียมีการสะสม เท่ากับ 10.04 กก./ไร่ สำหรับในภระถินอินโดนีเซียที่มีอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่าง เคียนมีการสะสม เท่ากับ 2.42 กก. /ไร่ การสะสมของฟอสฟอรัสค่อนข้างสูง เมื่อ เทียบกับข้อมูลในป่าธรรมชาติและสวนป่าอาจ เป็นเพราะ เป็นไม้โต เร็ว การสะสมของฟอสฟอรัสมีแนวโน้มการสะสมคล้ายคลึงกับไนโตรเจน เพียงแต่มีปริมาณน้อยกว่า เท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ง. การสะสมของธาตุโปแตสเซียมในไม้ให้ร่ม**

ตารางที่ 25 แสดงการสะสมของธาตุโปแตสเซียมในส่วนที่อยู่เหนือดินของไม้ให้ร่มที่มีอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและที่มีอายุ 6 ปี ที่ดอยสามหมื่น พบว่าต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมสูงที่สุดคือเท่ากับ 33.34 กก./ไร่ ต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 24.07 กก./ไร่ และในกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมเท่ากับ 18.14 กก./ไร่ สำหรับในกระถินอินโดนีเซียอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีการสะสมเท่ากับ 12.65 กก./ไร่

ในต้นไม้ให้ร่มแต่ละชนิดที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่นมีการกระจายของโปแตสเซียมในส่วนต่าง ๆ ที่อยู่เหนือดินแตกต่างกันคือ กระถินอินโดนีเซียการสะสมของโปแตสเซียม ส่วนใหญ่จะอยู่ในลำต้นคือมีถึง 60.75 % ในกิ่งเท่ากับ 11.63 % ในใบเท่ากับ 12.18 % ในดอกและผลมีการสะสมเท่ากับ 15.44 % ขณะต้นสนสามใบการสะสมโปแตสเซียมส่วนใหญ่จะอยู่ในใบคือมีถึง 52.80 % ส่วนในลำต้นและกิ่งมี 25.26 % และ 21.94 % ตามลำดับ ในแอปเปิลป่ามีการสะสมของโปแตสเซียมส่วนใหญ่จะอยู่ในกิ่งคือเท่ากับ 59.63 % ในลำต้นมีการสะสมเท่ากับ 23.46 % ส่วนในใบมีการสะสมเท่ากับ 16.92 % สำหรับต้นกระถินอินโดนีเซีย อายุ 4 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนการสะสมส่วนใหญ่อยู่ในลำต้นคือเท่ากับ 41.26 % ส่วนในกิ่งใบ และดอกและผลมีการสะสมเท่ากับ 22.21 % 32.73 % และ 3.80 % ตามลำดับ

เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณการสะสมของโปแตสเซียมในใบกระถินอินโดนีเซียและแอปเปิลป่ามีน้อยคือมีเพียง 2.21 และ 5.64 กก./ไร่ ตามลำดับ ขณะที่การสะสมในใบสนสามใบสูงถึง 12.71 กก./ไร่ ดังนั้นการหมุนเวียนกลับของโปแตสเซียมจากซากใบไม้ที่ร่วงหล่นจึงแตกต่างกันอย่างมากระหว่างไม้ทั้งสามชนิด เมื่อพิจารณาในแง่การสะสมในระยะยาวพบว่าต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมได้ดีกว่า

การสะสมของธาตุโปแตสเซียมในมวลชีวภาพนั้นทรงธรรม (2532) พบว่าในป่าดิบแล้งที่ห้วยหินดาดมีการสะสมในส่วนที่อยู่เหนือดิน 558.75 กก./เฮกแตร์ (7.93 กก./ไร่) และในป่าเต็งรังที่สะแกราชมีการสะสม 224.55 กก./เฮกแตร์ (35.93 กก./ไร่) (ผงษ์ศักดิ์และคณะ, 2527) ในป่าปลูก loblolly pine อายุ 4 ปีมีธาตุโปแตสเซียม 15.2 กก./เฮกแตร์ (2.43 กก./ไร่) ที่มีอายุ 5 ปีมีการสะสมเท่ากับ 34.1 กก./เฮกแตร์ (5.46 กก./ไร่)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 25 การกระจายของธาตุโปแตสเซียมในเนื้อเยื่อของส่วนที่อยู่เหนือดินในต้นไม้ให้ร่ม 3 ชนิดที่มีอายุ 4 ปี และ 6 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและดอยสามหมื่น

| ชนิดต้นไม้ | ช่วงความสูง (เมตร) | โปแตสเซียม (กิโลกรัมต่อไร่) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ลำต้น | กิ่ง | ใบ | ดอกและผล | รวม |
| กระถินอินโดนีเซีย | 0.0-0.3 | 0.35 | 0 | 0 | 0 | 0.35 |
| | 0.3-1.3 | 1.30 | 0 | 0 | 0 | 1.30 |
| อายุ 4 ปี | 1.3-2.3 | 0.83 | 0.27 | 1.81 | 0.03 | 2.94 |
| พื้นที่ | 2.3-3.3 | 0.94 | 1.07 | 0.86 | 0.11 | 2.98 |
| ดอยขุนช่างเคี่ยน | 3.3-4.3 | 0.73 | 0.61 | 0.85 | 0.21 | 2.40 |
| | 4.3-6.0 | 1.07 | 0.86 | 0.62 | 0.13 | 2.68 |
| | รวม | 5.22 | 2.81 | 4.14 | 0.48 | 12.65 |
| กระถินอินโดนีเซีย | 0.0-0.3 | 0.83 | 0 | 0 | 0 | 0.83 |
| | 0.3-1.3 | 2.45 | 0 | 0 | 0 | 2.45 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 2.38 | 0 | 0 | 0 | 2.38 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 2.26 | 0.27 | 0.16 | 0.22 | 2.91 |
| | 3.3-4.3 | 2.22 | 0.54 | 0.32 | 0.56 | 3.64 |
| | 4.3-6.0 | 0.88 | 1.30 | 1.73 | 2.02 | 5.93 |
| | รวม | 11.02 | 2.11 | 2.21 | 2.80 | 18.14 |
| สนสามใบ | 0.0-0.3 | 0.46 | 0 | 0 | 0 | 0.46 |
| | 0.3-1.3 | 1.15 | 0 | 0 | 0 | 1.15 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 0.77 | 0 | 0 | 0 | 0.77 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 1.63 | 0.98 | 2.74 | 0 | 5.35 |
| | 3.3-4.3 | 1.57 | 3.15 | 5.65 | 0 | 10.37 |
| | 4.3-5.8 | 0.50 | 1.15 | 4.32 | 0 | 5.97 |
| | รวม | 6.08 | 5.28 | 12.71 | 0 | 24.07 |
| แอปเปิลป่า | 0.0-0.3 | 1.09 | 0 | 0 | 0 | 1.09 |
| | 0.3-1.3 | 2.54 | 0 | 0 | 0 | 2.54 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 1.86 | 15.52 | 2.88 | 0 | 20.26 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 0.93 | 2.74 | 1.27 | 0 | 4.94 |
| | 3.3-4.3 | 0.70 | 0.48 | 0.83 | 0 | 2.01 |
| | 4.3-6.5 | 0.70 | 1.14 | 0.66 | 0 | 2.50 |
| | รวม | 7.82 | 19.88 | 5.64 | 0 | 33.34 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Kimmins, 1987) ส่วน Pritchett (1987) พบว่าใน slash pine ที่มีอายุ 15 ปี มีการสะสมของธาตุโปแตสเซียม 137 กก./เฮกแตร์ (21.92 กก./ไร่) Feller (1983) พบว่ามีการสะสมของธาตุโปแตสเซียมในส่วนที่อยู่เหนือดินของ Pinus radiata อายุ 37 ปี เท่ากับ 156.2 กก./เฮกแตร์ (24.99 กก./ไร่)

ส่วนในระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลักร่วมกับต้นไม้ให้ร่มที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่นนั้นพบว่า ต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมเท่ากับ 33.34 กก./ไร่ ต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 24.07 กก/ไร่ และต้นกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมเท่ากับ 18.14 กก./ไร่ สำหรับต้นกระถินอินโดนีเซียที่มีอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีการสะสมเท่ากับ 12.65 กก./ไร่ จะเห็นได้ว่ามีการสะสมของโปแตสเซียมค่อนข้างสูงในไม้โตเร็วทั้งสามชนิด

**จ. การสะสมของธาตุแคลเซียมในไม้ให้ร่ม**

ตารางที่ 26 แสดงการสะสมของธาตุแคลเซียมในส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นไม้ให้ร่มอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่น พบว่าต้นแอปเปิลป่าหรือหมักขี้หนูมีการสะสมสูงที่สุดคือเท่ากับ 90.93 กก./ไร่ ต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 27.34 กก./ไร่ และในกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมเท่ากับ 23.98 กก./ไร่ สำหรับในกระถินอินโดนีเซีย อายุ 4 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีการสะสมเท่ากับ 13.72 กก./ไร่

ในต้นไม้ให้ร่มแต่ละชนิดที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่นมีการกระจายของแคลเซียมในส่วนต่าง ๆ ที่อยู่เหนือดินแตกต่างกันคือ กระถินอินโดนีเซียการสะสมของแคลเซียมส่วนใหญ่จะอยู่ในลำต้น 41.03 % และในใบ 39.24 % ส่วนในกิ่งและในดอกผลเท่ากับ 12.26 % และ 7.47 % ตามลำดับ ต้นสนสามใบการสะสมแคลเซียม ส่วนใหญ่จะอยู่ในใบคือมีถึง 42.61 % ส่วนในลำต้นและกิ่งมีการสะสม 30.10 % และ 27.29 % ตามลำดับ ในต้นแอปเปิลป่าหรือหมักขี้หนูการสะสมของแคลเซียมส่วนใหญ่จะอยู่ในกิ่งคือเท่ากับ 57.57 % และในลำต้นเท่ากับ 27.49 % ส่วนในใบมีการสะสมเท่ากับ 14.94 %

สำหรับต้นกระถินอินโดนีเซียอายุ 4 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนแคลเซียมส่วนใหญ่จะถูกสะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 26 การกระจายของธาตุแคลเซียมในเนื้อเยื่อของส่วนที่อยู่เหนือดินในต้นไม้ให่ร่ม 3 ชนิดที่มีอายุ 4 ปี และ 6 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและดอยสามหมื่น

| ชนิดต้นไม้ | ช่วงความสูง (เมตร) | แคลเซียม (กิโลกรัมต่อไร่) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ลำต้น | กิ่ง | ใบ | ดอกและผล | รวม |
| กระถินอินโดนีเซีย อายุ 4 ปี พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน | 0.0-0.3 | 0.61 | 0 | 0 | 0 | 0.61 |
| | 0.3-1.3 | 1.20 | 0 | 0 | 0 | 1.20 |
| | 1.3-2.3 | 0.42 | 0.16 | 3.65 | 0.02 | 4.25 |
| | 2.3-3.3 | 0.35 | 0.48 | 1.79 | 0.06 | 2.68 |
| | 3.3-4.3 | 0.31 | 0.29 | 1.71 | 0.13 | 2.44 |
| | 4.3-6.0 | 0.90 | 0.38 | 1.18 | 0.08 | 2.54 |
| | รวม | 3.79 | 1.31 | 8.33 | 0.29 | 13.72 |
| กระถินอินโดนีเซีย อายุ 6 ปี พื้นที่ดอยสามหมื่น | 0.0-0.3 | 0.91 | 0 | 0 | 0 | 0.91 |
| | 0.3-1.3 | 2.14 | 0 | 0 | 0 | 2.14 |
| | 1.3-2.3 | 2.35 | 0 | 0 | 0 | 2.35 |
| | 2.3-3.3 | 1.86 | 0.29 | 0.61 | 0.14 | 2.90 |
| | 3.3-4.3 | 1.84 | 0.70 | 1.54 | 0.32 | 4.40 |
| | 4.3-6.0 | 0.74 | 1.95 | 7.26 | 1.33 | 11.28 |
| | รวม | 9.84 | 2.94 | 9.41 | 1.79 | 23.98 |
| สนสามใบ อายุ 6 ปี พื้นที่ดอยสามหมื่น | 0.0-0.3 | 0.85 | 0 | 0 | 0 | 0.85 |
| | 0.3-1.3 | 2.83 | 0 | 0 | 0 | 2.83 |
| | 1.3-2.3 | 1.65 | 0 | 0 | 0 | 1.65 |
| | 2.3-3.3 | 1.18 | 2.48 | 2.72 | 0 | 6.38 |
| | 3.3-4.3 | 1.30 | 3.41 | 5.23 | 0 | 9.94 |
| | 4.3-5.8 | 0.42 | 1.57 | 3.70 | 0 | 5.69 |
| | รวม | 8.23 | 7.46 | 11.65 | 0 | 27.34 |
| แอปเปิลป่า อายุ 6 ปี พื้นที่ดอยสามหมื่น | 0.0-0.3 | 3.01 | 0 | 0 | 0 | 3.01 |
| | 0.3-1.3 | 8.35 | 0 | 0 | 0 | 8.35 |
| | 1.3-2.3 | 7.26 | 43.74 | 7.39 | 0 | 58.39 |
| | 2.3-3.3 | 3.34 | 5.07 | 3.65 | 0 | 12.06 |
| | 3.3-4.3 | 1.65 | 1.06 | 1.61 | 0 | 4.32 |
| | 4.3-6.5 | 1.39 | 2.48 | 0.93 | 0 | 4.80 |
| | รวม | 25.00 | 52.35 | 13.58 | 0 | 90.93 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อยู่ในใบคือเท่ากับ 60.71 % รองลงไปจะอยู่ในลำต้นเท่ากับ 27.62 % สำหรับในกิ่ง และในดอกและผลมีการสะสมเท่ากับ 9.55 % และ 2.12 % ตามลำดับ

การสะสมของธาตุแคลเซียมในพืชนั้น พืชที่มีอายุมากขึ้นการสะสมมักจะมากในลำต้น เนื่องจากแคลเซียมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของผนังเซล ทรงธรรม (2532) พบว่าในป่าดิบแล้งที่ห้วยหินดาดมีการสะสมในส่วนที่อยู่เหนือดิน 482.98 กก./เฮกแตร์ (77.28 กก./ไร่) ในป่าเต็งรังที่สะแกราชมีการสะสม 1,032.25 กก./เฮกแตร์ (165.16 กก./ไร่) (พงษ์ศักดิ์และคณะ, 2527) ในป่าปลูก loblolly pine อายุ 4 ปีมีธาตุแคลเซียม 9.7 กก./เฮกแตร์ (1.55 กก./ไร่) และที่มีอายุ 5 ปีมีการสะสมเท่ากับ 31.7 กก./เฮกแตร์ (5.07 กก./ไร่) (Kimmins, 1987) ส่วน Pritchett (1985) พบว่าใน slash pine ที่มีอายุ 15 ปี มีการสะสมของธาตุแคลเซียม 226 กก./เฮกแตร์ (36.16 กก./ไร่) Feller (1983) พบว่ามีการสะสมของธาตุแคลเซียมในส่วนที่อยู่เหนือดินของ Pinus radiata อายุ 37 ปี เท่ากับ 225.5 กก./เฮกแตร์ (36.08 กก./ไร่)

ส่วนในระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลักร่วมกับต้นไม้ให้ร่มที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่นนั้น พบว่า ต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมเท่ากับ 90.93 กก./ไร่ ต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 27.34 กก./ไร่ และในกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมเท่ากับ 23.98 กก./ไร่ สำหรับในกระถินอินโดนีเซียที่มีอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีอัตราการสะสมเท่ากับ 13.72 กก./ไร่ จึงอาจกล่าวได้ว่ามีการสะสมของแคลเซียมค่อนข้างมากในไม้โตเร็วทั้งสามชนิด และนอกจากอายุและชนิดของต้นไม้แล้ว ยังเป็นที่สังเกตว่าต้นไม้ที่ขึ้นในดินเลวมักมีปริมาณการสะสมสูง เช่น ในป่าเต็งรัง เป็นต้น

### ฉ. การสะสมของธาตุแมกนีเซียมในไม้ให้ร่ม

ตารางที่ 27 แสดงการสะสมของธาตุแมกนีเซียมในส่วนที่อยู่เหนือดินในไม้ให้ร่มที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่นพบว่าต้นแอปเปิลป่าหรือหมักขี้หนูมีการสะสมสูงสุดคือเท่ากับ 16.64 กก./ไร่ ส่วนต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 6.52 กก./ไร่ และในกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมเท่ากับ 6.85 กก./ไร่ สำหรับกระถินอินโดนีเซียที่มีอายุ 4 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีการสะสมเท่ากับ 2.67 กก./ไร่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 27 การกระจายของธาตุแมกนีเซียมในเนื้อเยื่อของส่วนที่อยู่เหนือดินในต้นไม้ให้ร่ม 3 ชนิดที่มีอายุ 4 ปี และ 6 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและดอยสามหมื่น

| ชนิดต้นไม้ | ช่วงความสูง (เมตร) | แมกนีเซียม (กิโลกรัมต่อไร่) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ลำต้น | กิ่ง | ใบ | ดอกและผล | รวม |
| กระถินอินโดนีเซีย | 0.0-0.3 | 0.05 | 0 | 0 | 0 | 0.05 |
| | 0.3-1.3 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 0.13 |
| อายุ 4 ปี | 1.3-2.3 | 0.08 | 0.05 | 0.67 | 0 | 0.80 |
| พื้นที่ | 2.3-3.3 | 0.05 | 0.16 | 0.34 | 0.03 | 0.58 |
| ดอยขุนช่างเคี่ยน | 3.3-4.3 | 0.06 | 0.11 | 0.34 | 0.05 | 0.56 |
| | 4.3-6.0 | 0.16 | 0.14 | 0.22 | 0.03 | 0.55 |
| | รวม | 0.53 | 0.46 | 1.57 | 0.11 | 2.67 |
| กระถินอินโดนีเซีย | 0.0-0.3 | 0.13 | 0 | 0 | 0 | 0.13 |
| | 0.3-1.3 | 0.35 | 0 | 0 | 0 | 0.35 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 0.34 | 0 | 0 | 0 | 0.34 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 0.56 | 0.08 | 0.13 | 0.06 | 0.83 |
| | 3.3-4.3 | 0.56 | 0.35 | 0.42 | 0.16 | 1.49 |
| | 4.3-6.0 | 0.22 | 0.70 | 2.18 | 0.61 | 3.71 |
| | รวม | 2.16 | 1.13 | 2.73 | 0.83 | 6.85 |
| สนสามใบ | 0.0-0.3 | 0.19 | 0 | 0 | 0 | 0.19 |
| | 0.3-1.3 | 0.46 | 0 | 0 | 0 | 0.46 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 0.32 | 0 | 0 | 0 | 0.32 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 0.29 | 0.83 | 0.82 | 0 | 1.94 |
| | 3.3-4.3 | 0.26 | 0.94 | 1.18 | 0 | 2.38 |
| | 4.3-5.8 | 0.08 | 0.38 | 0.77 | 0 | 1.23 |
| | รวม | 1.60 | 2.15 | 2.77 | 0 | 6.52 |
| แอปเปิลป่า | 0.0-0.3 | 0.62 | 0 | 0 | 0 | 0.62 |
| | 0.3-1.3 | 1.50 | 0 | 0 | 0 | 1.50 |
| อายุ 6 ปี | 1.3-2.3 | 0.93 | 6.78 | 2.16 | 0 | 9.87 |
| พื้นที่ดอยสามหมื่น | 2.3-3.3 | 0.50 | 1.28 | 0.75 | 0 | 2.53 |
| | 3.3-4.3 | 0.35 | 0.24 | 0.42 | 0 | 1.01 |
| | 4.3-6.5 | 0.29 | 0.56 | 0.26 | 0 | 1.11 |
| | รวม | 4.19 | 8.86 | 3.59 | 0 | 16.64 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในต้นไม้ให้ร่มแต่ละชนิดที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่นมีการกระจายของธาตุแมกนีเซียมในส่วนต่าง ๆ ที่อยู่เหนือดินแตกต่างกันคือ กระถินอินโดนีเซียการสะสมของแมกนีเซียมส่วนใหญ่จะอยู่ในลำต้น 31.53 % และในใบ 39.85 % ส่วนในกิ่งและดอกผลเท่ากับ 16.50 % และ 12.12 % ตามลำดับ ต้นสนสามใบมีการสะสมแมกนีเซียม ส่วนใหญ่จะอยู่ในใบคือมีถึง 42.48 % ส่วนในลำต้นและกิ่งมีการสะสม 24.54 % และ 42.48 % ตามลำดับ สำหรับในดอกและผลยังไม่มีการสะสมเพราะช่วงที่เก็บไม่ได้เป็นฤดูติดดอกและผล ต้นแอปเปิลป่าหรือหมักขี้หนูมีการสะสมของแมกนีเซียมส่วนใหญ่จะอยู่ในกิ่งคือเท่ากับ 53.25 % ในลำต้นมีการสะสมเท่ากับ 25.18 % ส่วนในใบมีการสะสมเท่ากับ 21.57 %

สำหรับต้นกระถินอินโดนีเซีย อายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยน แมกนีเซียมส่วนใหญ่จะถูกสะสมอยู่ในใบคือเท่ากับ 58.80 % ส่วนในลำต้นเท่ากับ 19.85 % สำหรับในกิ่งและในดอกผลมีการสะสมเท่ากับ 17.23 % และ 4.12 % ตามลำดับ

แมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ ดังนั้นปริมาณที่สะสมในใบจึงมักสูง ทรงธรรม (2532) พบว่าในป่าดิบแล้งที่ห้วยหินดาดมีการสะสมในส่วนที่อยู่เหนือดิน 93.32 กก./เฮกแตร์ (15.89 กก./ไร่) ในป่าปลูก loblolly pine อายุ 4 ปีมีธาตุแมกนีเซียม 3.9 กก./เฮกแตร์ (0.62 กก./ไร่) ที่มีอายุ 5 ปีมีการสะสมเท่ากับ 8.7 กก./เฮกแตร์ (1.39 กก./ไร่) (Kimmins, 1987) ส่วน Pritchett (1987) พบว่าใน slash pine ที่มีอายุ 15 ปี มีการสะสมของธาตุแมกนีเซียม 53 กก./เฮกแตร์ (8.48 กก./ไร่) Feller (1983) พบว่า มีการสะสมของธาตุแมกนีเซียมในส่วนที่อยู่เหนือดินของ Pinus radiata อายุ 37 ปี เท่ากับ 78 กก./เฮกแตร์ (12.48 กก./ไร่)

ส่วนในระบบวนเกษตรที่มีกาแฟเป็นพืชหลักร่วมกับต้นไม้ให้ร่มที่มีอายุ 6 ปี ที่ดอยสามหมื่นนั้น พบว่า ต้นแอปเปิลป่ามีการสะสมเท่ากับ 16.64 กก./ไร่ ต้นสนสามใบมีการสะสมเท่ากับ 6.52 กก./ไร่ และกระถินอินโดนีเซียมีการสะสมเท่ากับ 6.85 กก./ไร่ สำหรับในกระถินอินโดนีเซียที่มีอายุ 4 ปี ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนมีการสะสมเท่ากับ 2.67 กก./ไร่ การสะสมในไม้โตเร็วทั้งสามชนิดนี้ค่อนข้างสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2.4.2. <u>การสะสมในต้นกาแฟ</u>

ตารางที่ 28 แสดงการสะสมของมวลชีวภาพและธาตุอาหารในส่วนที่อยู่เหนือดิน (ลำต้น กิ่ง ใบ ดอกและผล) ของต้นกาแฟ ที่มีอายุ 5 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและต้นกาแฟที่มีอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่น

ในพื้นที่ดอยสามหมื่น พบว่าในแต่ละแปลงมีการสะสมมวลชีวภาพในต้นกาแฟในรูปน้ำหนักแห้งดังนี้ แปลงกาแฟล้วน (A-1) เท่ากับ 526.6 กก./ไร่ (1.32 กก./ต้น) แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) เท่ากับ 277.3 กก./ไร่ (1.32 กก./ต้น) แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นสนสามใบ (A-3) เท่ากับ 235.6 กก./ไร่ (1.13 กก./ต้น) แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) เท่ากับ 264.2 กก./ไร่ (1.27 กก./ต้น) และมีการสะสมของธาตุอาหารคือ N, P, K, Ca และ Mg ในแต่ละแปลงตามลำดับดังนี้คือ แปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) เท่ากับ 9.02, 0.40, 2.42, 2.76 และ 0.68 กก./ไร่ แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) เท่ากับ 4.68, 0.21, 1.32, 1.46 และ 0.36 กก./ไร่ แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นสนสามใบ (A-3) เท่ากับ 4.11, 0.18, 1.02, 1.25 และ 0.30 กก./ไร่ สำหรับแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) เท่ากับ 4.44, 0.19, 1.16, 1.44 และ 0.32 กก./ไร่

ในพื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน พบว่า ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) มีการสะสมมวลชีวภาพเท่ากับ 453.4 กก./ไร่ หรือ 1.13 กก./ต้น และในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (B-2) เท่ากับ 284.2 กก./ไร่ หรือ 1.11 กก./ต้น และมีการสะสมธาตุอาหารคือ N, P, K, Ca และ Mg ในแต่ละแปลงตามลำดับดังนี้คือ (B-1) เท่ากับ 7.78, 0.35, 2.20, 2.35 และ 0.60 กก./ไร่ และแปลง (B-2) เท่ากับ 5.11, 0.20, 1.27, 1.45 และ 0.35 กก./ไร่

ปริมาณการสะสมของธาตุอาหารในต้นกาแฟนั้นขึ้นอยู่กับการกระจายของของมวลชีวภาพและความเข้มข้นของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นกาแฟ (ตารางที่ 29 และ ตารางที่ 30) พบว่าในมวลชีวภาพของกาแฟในส่วนที่อยู่เหนือดินจะมีการสะสมของธาตุต่าง ๆ มากน้อยตามลำดับดังนี้คือ N> Ca> K> P> Mg โดยมีความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในส่วนประกอบคือ ลำต้น กิ่ง ใบ ดอกและผล มากน้อยตามลำดับคือ ธาตุ N มีใน ใบ> ลำต้น= ดอกและผล> กิ่ง ธาตุ P

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 28 มวลชีวภาพและปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ต่อพื้นที่ที่สะสมในส่วนที่อยู่เหนือดิน ของต้นกาแฟที่อายุ 6 ปี และ 5 ปี ที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยน

| แปลง | จำนวนต้น | กิโลกรัม/ไร่ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | มวลชีวภาพ | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
| A-1 | 400 | 526.6 | 9.02 | 0.40 | 2.42 | 2.76 | 0.68 |
| A-2 | 208 | 277.3 | 4.68 | 0.21 | 1.32 | 1.46 | 0.36 |
| A-3 | 208 | 235.6 | 4.11 | 0.18 | 1.02 | 1.25 | 0.30 |
| A-4 | 208 | 264.2 | 4.44 | 0.19 | 1.16 | 1.44 | 0.32 |
| B-1 | 368 | 453.4 | 7.16 | 0.32 | 2.02 | 2.17 | 0.55 |
| B-2 | 256 | 284.2 | 5.11 | 0.20 | 1.27 | 1.45 | 0.35 |

ตารางที่ 29 ความเข้มข้นเฉลี่ยของธาตุอาหารในส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นกาแฟ

| ส่วนประกอบ | ความเข้มข้น (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
| ลำต้น | 2.00 | 0.05 | 0.20 | 0.55 | 0.06 |
| กิ่ง | 1.10 | 0.10 | 0.70 | 0.60 | 0.19 |
| ใบ | 2.26 | 0.08 | 0.56 | 0.34 | 0.16 |
| ดอกและผล | 2.00 | 0.12 | 0.80 | 0.53 | 0.12 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 30 ปริมาณมวลชีวภาพและธาตุอาหารต่อต้นที่สะสมในส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นกาแฟที่มีอายุ 5 ปีที่ดอยขุนช่างเคี่ยนและอายุ 6 ปีที่ดอยสามหมื่น

| แปลงที่ | ส่วนประกอบ | กรัม/ต้น | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | มวลชีวภาพ | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
| A-1 | ลำต้น | 560.0 | 11.20 | 0.28 | 1.12 | 3.08 | 0.32 |
| | กิ่ง | 494.0 | 5.42 | 0.50 | 3.45 | 2.95 | 0.95 |
| | ใบ | 260.0 | 5.88 | 0.22 | 1.45 | 0.88 | 0.42 |
| | ดอกและผล | 2.5 | 0.05 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| | รวม | 1,316.5 | 22.55 | 1.00 | 6.04 | 6.90 | 1.69 |
| A-2 | ลำต้น | 520.0 | 10.38 | 0.24 | 1.06 | 2.88 | 0.29 |
| | กิ่ง | 540.0 | 5.96 | 0.53 | 3.80 | 3.22 | 1.01 |
| | ใบ | 270.0 | 6.10 | 0.24 | 1.49 | 0.91 | 0.43 |
| | ดอกและผล | 3.0 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 0.00 |
| | รวม | 1,330.3 | 22.5 | 1.01 | 6.35 | 7.02 | 1.73 |
| A-3 | ลำต้น | 540.0 | 10.82 | 0.29 | 1.06 | 2.98 | 0.38 |
| | กิ่ง | 380.0 | 4.18 | 0.38 | 2.64 | 2.26 | 0.72 |
| | ใบ | 207.0 | 4.66 | 0.19 | 1.15 | 0.72 | 0.34 |
| | ดอกและผล | 6.0 | 0.10 | 0.00 | 0.05 | 0.05 | 0.00 |
| | รวม | 1,132.6 | 19.76 | 0.86 | 4.60 | 6.00 | 1.44 |

(ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| แปลงที่ | ส่วนประกอบ | กรัม/ต้น | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | มวลชีวภาพ | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
| A-4 | ลำต้น | 620.0 | 12.40 | 0.29 | 1.25 | 3.41 | 0.38 |
| | กิ่ง | 490.0 | 5.38 | 0.48 | 3.41 | 2.93 | 0.91 |
| | ใบ | 150.0 | 3.36 | 0.14 | 0.82 | 0.53 | 0.24 |
| | ดอกและผล | 0.1 | 1.92 | 0.00 | 0.10 | 0.05 | 0.00 |
| | รวม | 1,270.0 | 21.35 | 0.92 | 5.58 | 6.92 | 1.54 |
| B-1 | ลำต้น | 423.0 | 8.48 | 0.19 | 0.84 | 2.34 | 0.24 |
| | กิ่ง | 433.0 | 4.76 | 0.43 | 3.02 | 2.61 | 0.82 |
| | ใบ | 267.0 | 6.03 | 0.24 | 1.49 | 0.90 | 0.43 |
| | ดอกและผล | 10.9 | 0.19 | 0.00 | 0.14 | 0.05 | 0.00 |
| | รวม | 1,133.9 | 19.46 | 0.87 | 5.49 | 5.90 | 1.49 |
| B-2 | ลำต้น | 490.0 | 9.80 | 0.23 | 0.98 | 2.70 | 0.31 |
| | กิ่ง | 330.0 | 3.63 | 0.31 | 2.30 | 1.99 | 0.62 |
| | ใบ | 280.0 | 6.33 | 0.23 | 1.56 | 0.94 | 0.43 |
| | ดอกและผล | 10.1 | 0.20 | 0.00 | 1.17 | 0.04 | 0.00 |
| | รวม | 1,110.0 | 19.96 | 0.78 | 4.96 | 5.66 | 1.37 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ ธาตุ K มีใน ดอกและผล> กิ่ง> ใบ> ลำต้น ธาตุ Ca มีใน กิ่ง> ลำต้น> ดอกและผล> ใบ ส่วน Mg มีใน กิ่ง> ใบ> ดอกและผล> ลำต้น

ข้อมูลเกี่ยวกับการสะสมธาตุอาหารในต้นกาแฟ อาจแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์และอายุของกาแฟ รวมทั้งคุณสมบัติของดินและสภาพพื้นที่

4.4.2.5. การสะสมของธาตุอาหารในพืชที่ปกคลุมผิวดิน (Ground cover)

จากตารางที่ 31 พบว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นกระถินอินโดนีเซีย (A-2) ที่ดอยสามหมื่นมีการสะสมมวลชีวภาพในรูปน้ำหนักแห้งสูงที่สุดคือ เท่ากับ 1,392 กก./ไร่ และมีการสะสมธาตุอาหารต่างคือ N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 13.1, 1.7, 12.9, 8.5 และ 1.9 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีการสะสมมวลชีวภาพในรูปน้ำหนักแห้งเท่ากับ 1,264 กก./ไร่ และมีการสะสมธาตุอาหารต่างคือ N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 11.9, 1.5, 13.8, 7.7 และ 1.8 กก./ไร่ ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นสนสามใบ (A-3) มีการสะสมมวลชีวภาพในรูปน้ำหนักแห้งเท่ากับ 256 กก./ไร่ และมีการสะสมธาตุอาหารต่างคือ N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 2.4, 0.3, 2.4, 1.6 และ 0.4 กก./ไร่ ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นแอปเปิลป่า (A-4) การสะสมมวลชีวภาพในรูปน้ำหนักแห้งเท่ากับ 576 กก./ไร่ และมีการสะสมธาตุอาหารต่างคือ N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 5.4, 0.7, 5.4, 3.5 และ 0.8 กก./ไร่ ตามลำดับ

ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนนั้นพบว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) มีการสะสมมวลชีวภาพในรูปน้ำหนักแห้งสูงสุดคือ เท่ากับ 480 กก./ไร่ และมีการสะสมธาตุอาหารต่างคือ N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 4.1, 0.6, 2.2, 2.9 และ 0.6 กก./ไร่ ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นกระถินอินโดนีเซีย (B-2) การสะสมมวลชีวภาพในรูปน้ำหนักแห้งเท่ากับ 288 กก./ไร่ และมีการสะสมธาตุอาหารต่างคือ N, P, K, Ca และ Mg เท่ากับ 2.5, 0.3, 1.4, 1.7 และ 0.3 กก./ไร่ ตามลำดับ

แปลงที่ปลูกกาแฟล้วนและแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย มีปริมาณของมวลชีวภาพและการสะสมของธาตุอาหารในพืชพื้นล่างสูงกว่าแปลงอื่น เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะในแปลงที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 31 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในพืชที่ปกคลุมดินในช่วงปีที่ 5-6 ภายหลังการปลูกของแปลงปลูกกาแฟที่คอยสามหมื่นและคอยขุนช่างเคี่ยน

| แปลง | กิโลกรัม/ไร่ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำหนักแห้ง | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
| A-1 | 1,264 | 11.9 | 1.5 | 13.8 | 7.7 | 1.8 |
| A-2 | 1,392 | 13.1 | 1.7 | 12.9 | 8.5 | 1.9 |
| A-3 | 256 | 2.4 | 0.3 | 2.4 | 1.6 | 0.4 |
| A-4 | 576 | 5.4 | 0.7 | 5.4 | 3.5 | 0.8 |
| B-1 | 480 | 4.1 | 0.6 | 2.2 | 2.9 | 0.6 |
| B-2 | 288 | 2.5 | 0.3 | 1.4 | 1.7 | 0.3 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปลูกกาแฟล้วนไม่มีร่มเงาบดบังแสง ส่วนแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินนั้นเพราะต้นไม้มีอายุ 6 ปี ซึ่งเติบโตเต็มที่ทำให้ร่มเงาไม่หนาแน่น ส่วนในแปลงอื่น ๆ นั้นร่มเงาของต้นไม้และซากใบไม้ทำให้พืชพื้นล่างน้อยลง

4.4.2.6. การสะสมของธาตุอาหารทั้งหมด

ก. การสะสมธาตุอาหารในระบบพืช

การสะสมธาตุอาหารในมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นไม้ให้ร่ม ต้นกาแฟ และในมวลชีวภาพของพืชที่ปกคลุมดิน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 32 พบว่าในพื้นที่ดอยสามหมื่นมีการสะสมของธาตุไนโตรเจนมากที่สุดในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) คือมีปริมาณ 71.85 กก./ไร่ รองลงไปคือในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (A-2) กาแฟร่วมกับสนสามใบ (A-3) และในแปลงปลูกกาแฟล้วน A-1 ตามลำดับคือเท่ากับ 61.56, 50.15 และ 20.92 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลองที่ดอยขุนช่างเคี่ยนในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) และ แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (B-2) นั้นมีค่าเท่ากับ 11.07 และ 32.07 กก./ไร่ ตามลำดับ

พื้นที่ดอยสามหมื่นมีการสะสมของธาตุฟอสฟอรัสมากที่สุดในแปลง A-4 คือมีปริมาณ 18.94 กก./ไร่ รองลงไปคือในแปลง A-2 A-3 และแปลง A-1 ตามลำดับคือเท่ากับ 12.31, 11.88 และ 1.90 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลองที่ดอยขุนช่างเคี่ยน ในแปลง B-1 และ B-2 นั้นมีค่าเท่ากับ 0.92 และ 2.92 กก./ไร่ ตามลำดับ

พื้นที่ดอยสามหมื่นมีการสะสมของธาตุโปแตสเซียมมากที่สุดในแปลง A-4 คือมีปริมาณ 39.90 กก./ไร่ รองลงไปคือในแปลง A-2 A-3 และแปลง A-1 ตามลำดับคือเท่ากับ 32.36, 27.49 และ 16.22 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลองที่ดอยขุนช่างเคี่ยน ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) และแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (B-2) นั้นมีค่าเท่ากับ 4.22 และ 15.32 กก./ไร่ ตามลำดับ พื้นที่ดอยสามหมื่นมีการสะสมของธาตุแคลเซียม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 32 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในส่วนที่อยู่เหนือดินของพืชทั้งหมดในแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่น และดอยขุนช่างเคี่ยน

| แปลง | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
|---|---|---|---|---|---|
| | กิโลกรัม/ไร่ | | | | |
| A-1 | 20.92 | 1.90 | 16.22 | 10.46 | 2.48 |
| A-2 | 61.56 | 12.31 | 32.36 | 33.94 | 9.11 |
| A-3 | 50.15 | 11.88 | 27.49 | 30.19 | 7.22 |
| A-4 | 71.85 | 18.94 | 39.90 | 95.87 | 17.76 |
| B-1 | 11.62 | 0.92 | 4.22 | 5.07 | 1.15 |
| B-2 | 32.07 | 2.92 | 15.32 | 16.87 | 3.32 |

ตารางที่ 33 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินลึก 1.00 เมตร ของแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยน

| แปลงที่ | ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (กก./ไร่) | ปริมาณที่สกัดได้ (กก./ไร่) ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
|---|---|---|---|---|---|
| A-1 | 1,556.8 | 11.1 | 277.7 | 364.6 | 183.1 |
| A-2 | 1,362.8 | 8.7 | 257.3 | 269.0 | 191.9 |
| A-3 | 1,312.1 | 12.4 | 251.4 | 331.5 | 200.9 |
| A-4 | 934.1 | 5.1 | 215.2 | 428.6 | 115.4 |
| B-1 | 1,216.4 | 12.3 | 119.3 | 487.0 | 44.7 |
| B-2 | 1,596.1 | 12.0 | 157.7 | 590.0 | 90.2 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มากที่สุดในแปลง A-4 คือมีปริมาณ 95.87 กก./ไร่ รองลงไปคือในแปลง A-2 A-3 และแปลง A-1 ตามลำดับคือ เท่ากับ 33.94, 30.19 และ 10.46 กก./ไร่ ตามลำดับ

ส่วนในแปลงทดลองที่ดอยขุนช่างเคี่ยน ในแปลง B-1 และ B-2 นั้นมีค่าเท่ากับ 5.07 และ 16.87 ตามลำดับ พื้นที่ดอยสามหมื่นมีการสะสมของธาตุแมกนีเซียมมากที่สุดในแปลง A-4 คือมีปริมาณ 17.76 กก./ไร่ รองลงไปคือในแปลง A-2 A-3 และแปลง A-1 ตามลำดับคือ เท่ากับ 9.11, 7.22 และ 2.48 กก./ไร่ ตามลำดับ ส่วนในแปลงทดลองที่ดอยขุนช่างเคี่ยน ในแปลง B-1 และ B-2 นั้นมีค่าเท่ากับ 1.15 และ 3.32 ตามลำดับ

จะเห็นได้ว่าในระบบที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นแอปเปิลป่า (A-4) จะมีปริมาณการสะสมของธาตุอาหารในระบบพืชสูงสุดทั้งนี้เพราะมีน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพของไม้ให้ร่มสูงสุด และรองลงไปในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นกระถินอินโดนีเซีย (A-2) ทั้งนี้เพราะมีความเข้มข้นของธาตุอาหารสูง ส่วนในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีการสะสมน้อยที่สุด เพราะไม่มีการสะสมในต้นไม้ให้ร่ม

ข. <u>การสะสมของธาตุอาหารในดิน</u>

จากตารางที่ 33 ได้แสดงปริมาณการสะสมของธาตุไนโตรเจนทั้งหมดและธาตุอาหารอื่น ๆ ที่สกัดได้ในดิน โดยได้แสดงเป็นปริมาณเฉลี่ยในดินที่ระดับความลึก 0-100 ซม. ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ของดินในแปลงทดลองทั้ง 6 แปลง พบว่า

**พื้นที่ดอยสามหมื่น**

ในแต่ละแปลงมีการสะสมของธาตุ N ทั้งหมดในดินของแต่ละแปลงดังนี้ ในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีการสะสมมากที่สุดโดยมีปริมาณการสะสมเท่ากับ 1,556.8 กก./ไร่ แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นกระถินอินโดนีเซีย (A-2) มีปริมาณเท่ากับ 1,362.8 กก./ไร่ แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นสนสามใบ (A-3) มีปริมาณเท่ากับ 1,312.1 กก./ไร่ และแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) มีการสะสมของธาตุ N ทั้งหมดในดินเท่ากับ 934.1 กก./ไร่ ในแปลง A-3 มีปริมาณของฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินสูงที่สุดคือ เท่ากับ 12.4 กก./ไร่ และแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

A-4 มีปริมาณน้อยที่สุดคือ เท่ากับ 5.1 กก./ไร่ ดินในแปลง A-1 มีปริมาณของโปแตสเซียมสะสมในดินสูงสุดคือ เท่ากับ 277.7 กก./ไร่ แปลง A-2 มีปริมาณเท่ากับ 257.3 กก./ไร่ แปลง A-3 มีปริมาณเท่ากับ 251.4 กก./ไร่ และแปลง A-4 มีปริมาณน้อยที่สุดคือ เท่ากับ 215.2 กก./ไร่ ปริมาณของแคลเซียมที่สกัดได้ในดินของแปลงที่ปลูก A-4 มีปริมาณสูงที่สุดคือ เท่ากับ 428.5 กก./ไร่ แปลง A-3 มีปริมาณเท่ากับ 331.5 กก./ไร่ แปลง A-2 มีปริมาณเท่ากับ 269.0 กก./ไร่ และแปลง A-1 มีปริมาณเท่ากับ 364.6 กก./ไร่ แปลงที่ A-3 มีปริมาณแมกนีเซียมสะสมในดินมากที่สุด คือ เท่ากับ 200.9 กก./ไร่ ในแปลง A-1 มีปริมาณแมกนีเซียมสะสมในดินเท่ากับ 183.1 กก./ไร่ แปลง A-2 มีปริมาณเท่ากับ 191.9 กก./ไร่ และแปลง A-4 มีปริมาณของแมกนีเซียมน้อยที่สุดคือ เท่ากับ 115.4 กก./ไร่

**พื้นที่คอยชุนช่างเคี่ยน**

มีการสะสมของธาตุ N ทั้งหมดในดินของแต่ละแปลงดังนี้ในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นกระถินอินโดนีเซีย (B-2) มีการสะสมมากที่สุด โดยมีปริมาณการสะสมเท่ากับ 1,596.1 กก./ไร่ และในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) มีปริมาณการสะสมเท่ากับ 1,216.4 กก./ไร่ ในแปลง B-1 และ B-2 มีปริมาณของฟอสฟอรัสในดินใกล้เคียงกันคือ เท่ากับ 12.3 และ 12.0 กก./ไร่ ตามลำดับ ในแปลง B-2 มีปริมาณของโปแตสเซียมในดินมากกว่าแปลง B-1 คือ เท่ากับ 157.7 และ 119.3 กก./ไร่ ตามลำดับ ในแปลงที่ B-2 มีปริมาณของแคลเซียมในดินมากกว่าแปลง B-1 คือเท่ากับ 590.1 และ 487.0 กก./ไร่ ตามลำดับ และในแปลงที่ปลูก B-2 มีปริมาณของแคลเซียมในดินมากกว่าแปลง B-1 ซึ่งเท่ากับ 90.2 และ 44.7 กก./ไร่ ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม การสะสมของธาตุอาหารต่าง ๆ ดังกล่าว ไม่อาจกล่าวได้ว่าเกิดจากอิทธิพลของต้นไม้ให้ร่มทั้งหมด แม้ว่าต้นไม้ให้ร่มจะปลดปล่อยธาตุอาหารลงสู่ดินในแต่ละปีก็ตาม ความแตกต่างดังกล่าวส่วนใหญ่เกิดจากความผันแปรของดินในแต่ละแปลงที่ทำการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4.2.7. ขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนในดิน

ขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนในดินหมายถึง ขบวนการเปลี่ยนแปลงรูปของไนโตรเจนในดินจากรูปที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ไปอยู่รูปที่เป็นสารประกอบอนินทรีย์ ที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Jansson & Persson, 1982) โดยที่จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปแอมโมเนียม ($NH_4^+$-N) ก่อน ขบวนการนี้เรียกว่า ammonification สำหรับในดินทั่วไปนั้นแอมโมเนียมจะถูกจุลินทรีย์พวก Nitrosomonas spp. เปลี่ยนรูปเป็นไนไตรต์ ($NO_2^-$-N) และสารไนไตรต์จะถูกเปลี่ยนเป็นรูปไนเตรต ($NO_3^-$-N) โดยจุลินทรีย์พวก Nitrobacter spp. ขบวนการนี้เรียกว่า nitrification อัตราความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชที่ขึ้นอยู่ อย่างไรก็ตามในดินบางแห่งนั้นพบว่าขบวนการ nitrification อาจจะถูกยับยั้งโดยปัจจัยที่เป็นตัวจำกัดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ความเป็นกรดของดิน สารประกอบเคมีบางอย่างในดินและสารที่ถูกขับออกมาจากพืช เป็นต้น

ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ทั่วไปขบวนการ nitrification มักเกิดขึ้นได้ดี แต่สำหรับในดินที่เป็นกรดจัด ขบวนการนี้มักถูกยับยั้ง (Rice, 1984) ปริมาณของสารไนเตรตแม้ว่าจะเป็นประโยชน์ต่อพืชก็ตาม แต่ก็มักสูญเสียได้ง่ายจากขบวนการชะล้างโดยน้ำ การยับยั้งขบวนการนี้ในดินบางแห่งจึงเป็นผลดี ในระบบวนเกษตรนั้นต้นไม้บางชนิดอาจจะส่งผลกระทบทำให้ดินเป็นกรดบางชนิดเป็นกลางหรือเป็นเบส ดังนั้นการศึกษาถึงขบวนการ mineralization และ nitrification ของไนโตรเจนในดิน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ทราบถึงผลกระทบของต้นไม้ให้ร่มที่มีต่อการหมุนเวียนของธาตุไนโตรเจนในระบบวนเกษตร

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งการศึกษาขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนในดินออกเป็น 2 ส่วนคือ ในสภาพพื้นที่จริง (ภาคสนาม) ซึ่งเป็นการศึกษาถึงอิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเพื่อศึกษาเปรียบเทียบถึงศักยภาพของดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ก. การศึกษาขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนในสนาม

ผลจากการศึกษาขบวนการ mineralization ในสภาพพื้นที่จริงได้แสดงไว้ในตารางผนวกที่ 19 โดยพบว่าจากการหมักดินในภาคสนามตามวิธีการในข้อ 3.3.3.7 (7.) จากตารางที่ 34 สามารถประเมินถึงปริมาณอนินทรีย์ไนโตรเจนภายหลังการหมักในรูป $NH_4^+$-N และ $NO_3^-$-N ที่เปลี่ยนแปลงในดินตลอดความลึก 0-100 ซม. ของแปลงทดลองที่ปลูกกาแฟในรอบปี คือ แปลง ที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีปริมาณรวมเท่ากับ 386.7 กก.N/ไร่/ปี คิดเป็น $NH_4^+$-N เท่ากับ 132.1 กก.N/ไร่/ปี และ $NO_3^-$-N เท่ากับ 254.9 กก.N/ไร่/ปี แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับ กระถินอินโดนีเซีย (A-2) มีปริมาณรวมเท่ากับ 291.9 กก.N/ไร่/ปี คิดเป็น $NH_4^+$-N เท่ากับ 132.7 กก.N/ไร่/ปี และ $NO_3^-$-N เท่ากับ 159.3 กก.N/ไร่/ปี แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ (A-3) มีปริมาณรวมเท่ากับ 294.8 กก.N/ไร่/ปี คิดเป็น $NH_4^+$-N เท่ากับ 127.3 กก.N/ไร่/ปี และ $NO_3^-$-N เท่ากับ 167.5 กก.N/ไร่/ปี และในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่า (A-4) มีปริมาณรวมเท่ากับ 182.7 กก.N/ไร่/ปี คิดเป็น $NH_4^+$-N เท่ากับ 90.0 กก.N/ไร่/ปี และ $NO_3^-$-N เท่ากับ 90.7 กก.N/ไร่/ปี

จะเห็นได้ว่าในดินของแปลง A-1 มีปริมาณของอนินทรีย์ไนโตรเจนภายหลังการหมักมากที่สุด รองลงไปคือแปลง A-3 และ A-2 ส่วนในแปลง A-4 นั้นน้อยที่สุด

ส่วนที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยนนั้นดินในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) มีปริมาณรวมสูงกว่าดินในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับกระถินอินโดนีเซีย (B-2) คือมีปริมาณเท่ากับ 284.8 กก.N/ไร่/ปี โดยคิดเป็น $NH_4^+$-N เท่ากับ 88.80 กก.N/ไร่/ปี และ $NO_3^-$-N เท่ากับ 196.0 กก.N/ไร่/ปี และแปลง B-2 มีปริมาณรวมเท่ากับ 254.1 กก.N/ไร่/ปี คิดเป็น $NH_4^+$-N เท่ากับ 254.1 กก.N/ไร่/ปี และ $NO_3^-$-N เท่ากับ 83.8 กก.N/ไร่/ปี

รูปที่ 15 และ 16 แสดงการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนในดินในแปลงปลูกกาแฟภายหลังการหมัก 1 เดือนที่ระดับความลึก 0-10 ซม. โดยการหมักดินไว้ในสภาพสนามเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนมีความผันแปรตามระดับความชื้นที่ผันแปรไป โดยในเดือนเมษายนและเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีระดับความชื้นในดินสูงขบวนการสามารถเกิดขึ้นได้ดี แต่เมื่อระดับความชื้นในดินได้ลดลงขบวนการก็เกิดขึ้นได้น้อยลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 34 ผลรวมต่อปีของปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนที่มีอยู่ในดินก่อนการหมัก และผลรวมต่อปีของปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนภายหลังการหมักดิน ทุก 1 เดือน (12 ครั้ง/ปี) ในสภาพสนามของดินในระดับความลึกต่าง ๆ ในแปลงปลูกกาแฟในปี 2532

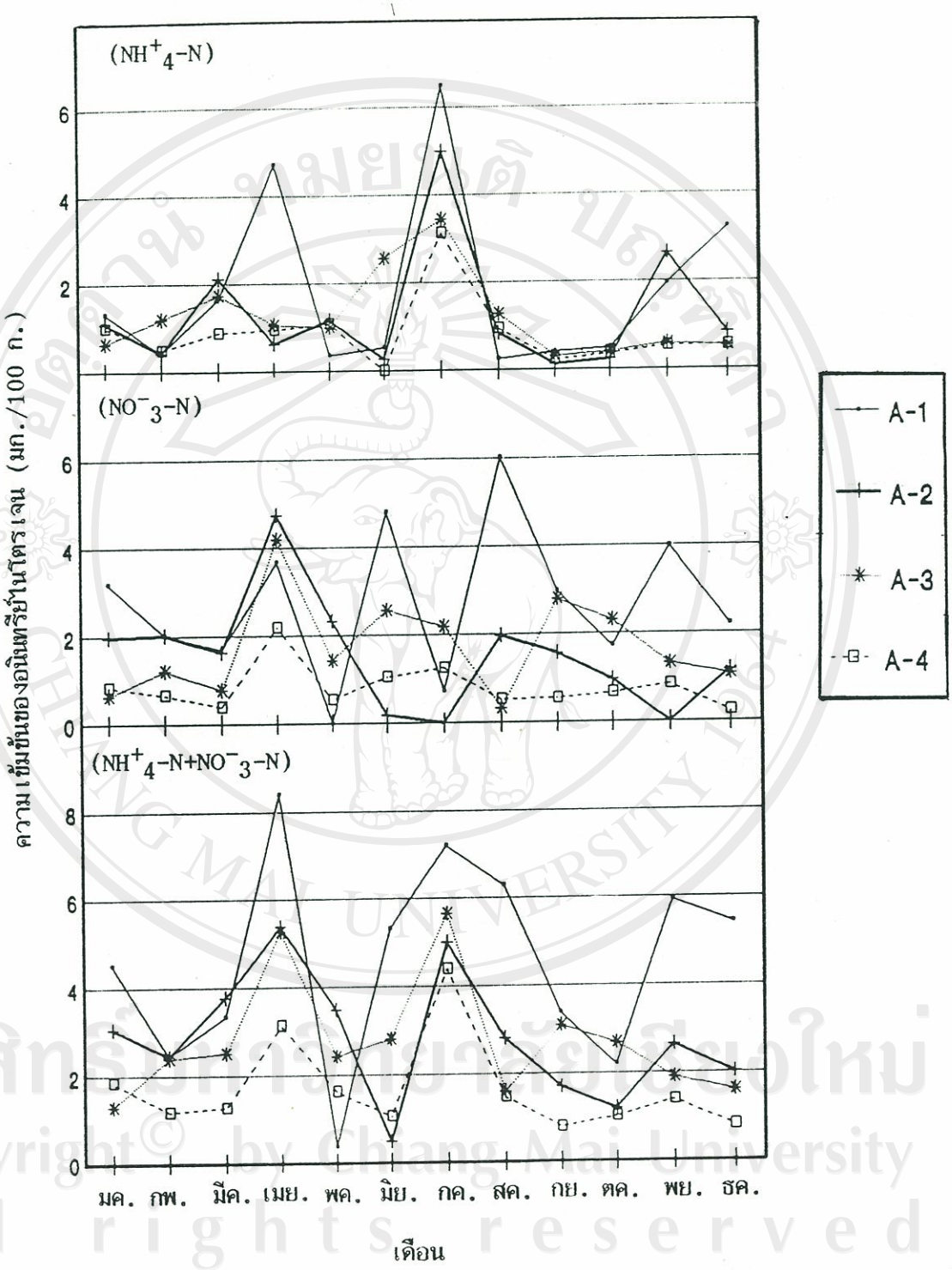
| แปลง | ระดับความลึกดิน (ซม.) | ก่อนหมัก (กก./ไร่/ปี) | | | หลังหมัก (กก./ไร่/ปี) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $NH_4^+$-N | $NO_3^-$-N | Total | $NH_4^+$-N | $NO_3^-$-N | Total |
| A-1 | 0-10 | 10.9 | 11.7 | 22.7 | 36.1 | 56.7 | 92.8 |
| | 10-20 | 13.3 | 10.2 | 23.6 | 20.1 | 37.5 | 57.7 |
| | 20-30 | 12.7 | 10.1 | 22.9 | 17.7 | 28.7 | 46.5 |
| | 30-40 | 8.3 | 11.7 | 20.1 | 6.6 | 25.4 | 32.2 |
| | 40-60 | 16.7 | 24.7 | 41.5 | 16.4 | 38.3 | 54.8 |
| | 60-80 | 20.1 | 24.8 | 45.0 | 17.0 | 35.7 | 49.3 |
| | 80-100 | 19.0 | 23.2 | 42.3 | 17.6 | 32.1 | 49.9 |
| | รวม | 101.5 | 116.7 | 218.2 | 132.1 | 254.9 | 386.7 |
| A-2 | 0-10 | 10.2 | 8.7 | 19.0 | 24.2 | 22.8 | 47.1 |
| | 10-20 | 11.3 | 13.2 | 24.5 | 26.4 | 21.0 | 47.4 |
| | 20-30 | 7.6 | 11.2 | 18.9 | 21.4 | 20.7 | 42.2 |
| | 30-40 | 7.2 | 14.8 | 22.0 | 11.3 | 27.7 | 39.1 |
| | 40-60 | 13.5 | 22.8 | 36.3 | 14.6 | 28.5 | 43.1 |
| | 60-80 | 12.3 | 17.7 | 30.1 | 13.0 | 16.3 | 30.8 |
| | 80-100 | 20.6 | 21.0 | 41.7 | 21.6 | 22.0 | 43.7 |
| | รวม | 83.1 | 109.4 | 192.5 | 132.7 | 159.3 | 291.9 |
| A-3 | 0-10 | 13.2 | 13.3 | 26.5 | 23.0 | 33.8 | 56.8 |
| | 10-20 | 13.0 | 15.9 | 28.9 | 21.7 | 25.6 | 47.3 |
| | 20-30 | 13.0 | 12.9 | 25.9 | 15.7 | 25.9 | 31.5 |
| | 30-40 | 10.7 | 9.7 | 20.4 | 10.6 | 14.9 | 25.5 |
| | 40-60 | 21.5 | 21.0 | 42.5 | 21.2 | 25.5 | 46.7 |
| | 60-80 | 19.8 | 20.5 | 40.3 | 20.1 | 17.0 | 37.1 |
| | 80-100 | 17.5 | 30.5 | 48.2 | 14.8 | 34.6 | 49.6 |
| | รวม | 108.8 | 123.9 | 232.7 | 127.3 | 167.5 | 294.8 |
| A-4 | 0-10 | 14.1 | 15.5 | 29.7 | 16.4 | 15.3 | 31.7 |
| | 10-20 | 15.3 | 9.4 | 24.6 | 16.9 | 7.8 | 24.7 |
| | 20-30 | 11.5 | 8.6 | 20.1 | 10.1 | 11.1 | 21.2 |
| | 30-40 | 11.1 | 8.9 | 20.1 | 9.2 | 9.2 | 18.4 |
| | 40-60 | 13.1 | 23.6 | 36.8 | 11.7 | 14.3 | 26.1 |
| | 60-80 | 17.7 | 20.3 | 38.0 | 14.1 | 14.2 | 28.3 |
| | 80-100 | 17.3 | 17.1 | 34.4 | 13.5 | 18.1 | 31.6 |
| | รวม | 100.2 | 103.6 | 203.8 | 92.0 | 90.7 | 182.7 |

(ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

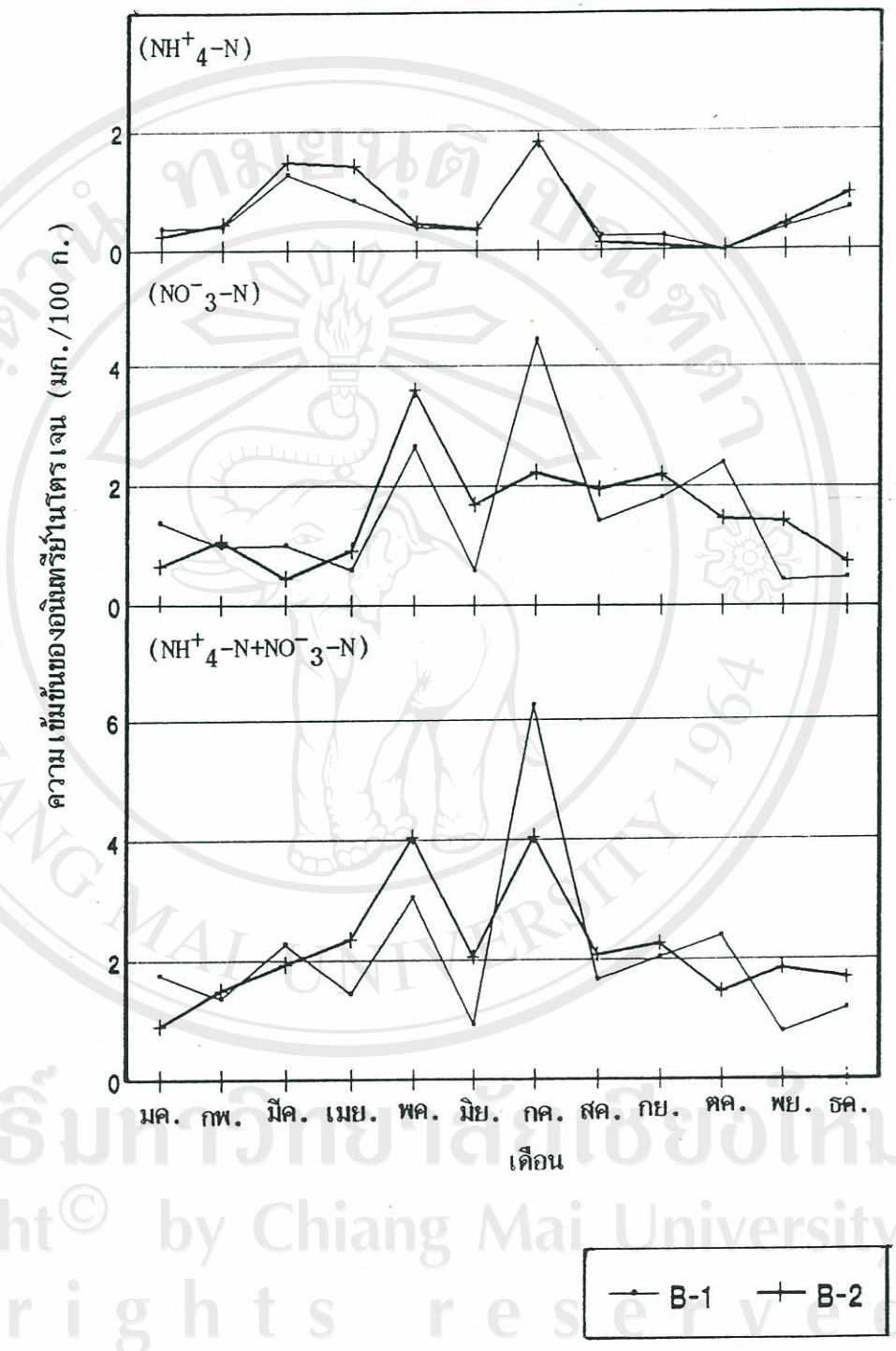
| แปลง | ระดับความลึกดิน (ซม.) | ก่อนหมัก (กก./ไร่/ปี) | | | หลังหมัก (กก./ไร่/ปี) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $NH_4^+$-N | $NO_3^-$-N | Total | $NH_4^+$-N | $NO_3^-$-N | Total |
| B-1 | 0-10 | 12.4 | 17.5 | 29.9 | 12.2 | 31.9 | 44.1 |
| | 10-20 | 12.6 | 14.9 | 27.6 | 9.2 | 20.6 | 30.0 |
| | 20-30 | 15.4 | 14.2 | 29.6 | 12.7 | 23.3 | 36.0 |
| | 30-40 | 13.4 | 14.4 | 27.8 | 10.1 | 20.0 | 30.1 |
| | 40-60 | 16.6 | 36.0 | 52.6 | 19.0 | 38.2 | 57.2 |
| | 60-80 | 12.2 | 41.4 | 53.6 | 15.9 | 31.6 | 47.5 |
| | 80-100 | 9.7 | 38.1 | 47.8 | 9.4 | 30.3 | 39.7 |
| | รวม | 92.5 | 176.5 | 269.0 | 88.8 | 196.0 | 284.8 |
| B-2 | 0-10 | 16.2 | 12.1 | 28.3 | 12.1 | 28.4 | 40.5 |
| | 10-20 | 12.7 | 17.4 | 30.1 | 9.9 | 21.0 | 31.9 |
| | 20-30 | 10.9 | 13.2 | 24.1 | 10.0 | 20.9 | 30.9 |
| | 30-40 | 10.0 | 10.2 | 20.6 | 8.2 | 16.5 | 24.7 |
| | 40-60 | 16.6 | 49.6 | 66.2 | 20.1 | 26.1 | 46.2 |
| | 60-80 | 12.5 | 21.5 | 34.0 | 11.2 | 21.9 | 33.1 |
| | 80-100 | 11.6 | 32.5 | 44.0 | 12.2 | 25.0 | 37.1 |
| | รวม | 90.6 | 156.9 | 247.5 | 83.8 | 161.2 | 254.1 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูปที่ 15 การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนภายหลังการหมักดินเป็นเวลา 1 เดือนที่ระดับความลึก 0-10 ซม. ของแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นในสนาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูปที่ 16 การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจนภายหลังการหมักดินเป็นเวลา 1 เดือนที่ระดับความลึก 0-10 ซม. ของแปลงปลูกกาแฟที่ดอยขุนช่างเคี่ยนในสนาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาถึงขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนในสนามนั้นจะเห็นได้ว่า ดินในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน (A-1) มีอัตราของขบวนการที่รวดเร็วกว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นไม้ให้ร่ม อย่างไรก็ตามอัตราของขบวนการมีความผันแปรในแต่ละเดือนสูง ซึ่งอาจเป็นเพราะความชื้นในดินมีความผันแปรสูง อัตราของการสร้างไนเตรตก็สูงกว่าเช่นกัน นอกจากนี้อาจเกิดจากดินที่เริ่มมีคุณสมบัติแตกต่างไปจากแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นไม้ให้ร่ม

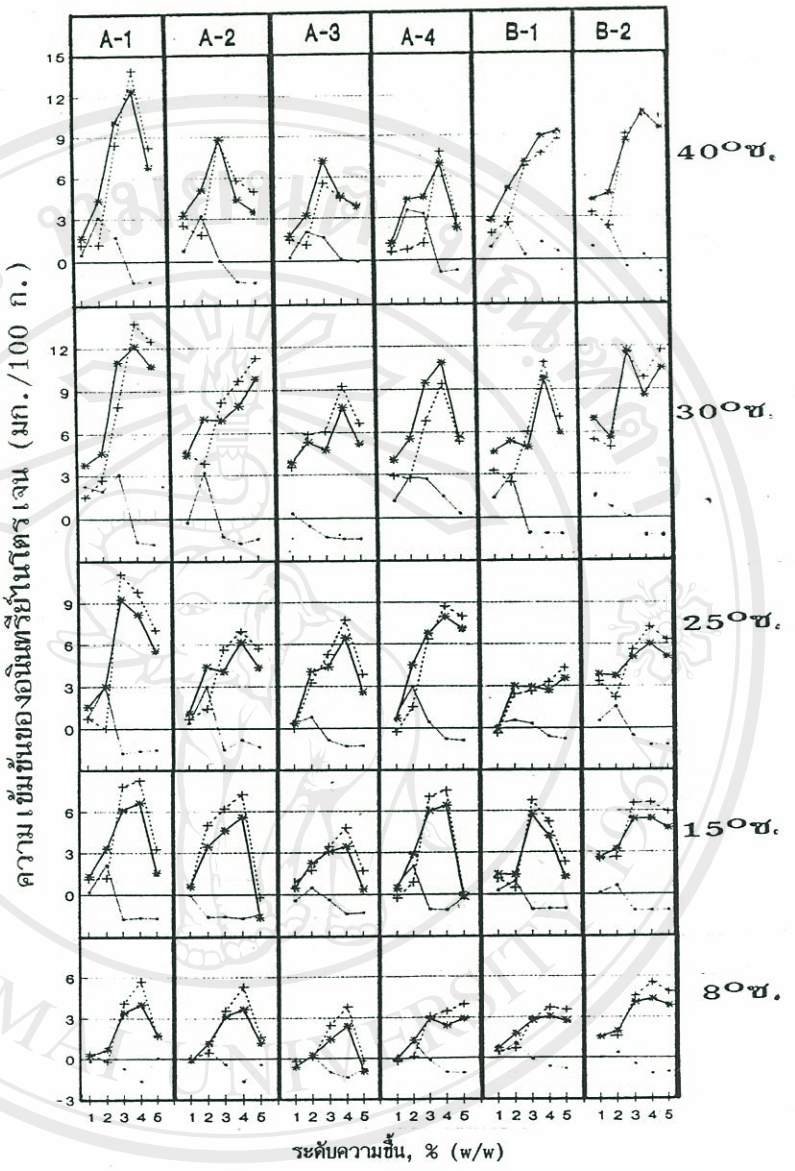
ดินในป่าดิบเขาตรงบริเวณด้านบนใกล้ยอดเขานั้นมักมีอัตราของขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนมักเกิดขึ้นช้ากว่าบริเวณเชิงเขา ขณะที่ขบวนการ nitrification ถูกยับยั้งในดินใกล้ยอดเขาและเกิดขึ้นได้ดีตรงดินเชิงเขา (เสวียน 2533) ลักษณะเช่นนี้คล้ายคลึงกับดิน Bb และ Bd ที่พบในป่าผลัดใบเขตอบอุ่นในญี่ปุ่น (Khamyong 1988) ซึ่งปกติแล้วดินในป่าธรรมชาตินั้นจะมีขบวนการ nitrification เกิดขึ้นอย่างช้าๆ หรือถูกยับยั้ง (Rice & Pancholy 1972-1974; Montes & Christensen 1979; Robertson & Vitousek 1981) การทำลายป่าเดิมจะทำให้ขบวนการทั้งสองเพิ่มขึ้นและสูญเสียไนเตรตออกสู่ลำธารมากขึ้น (Likens et al., 1970; Vitousek & Melillo 1979; Matson & Vitousek 1981; Krause 1982) การที่ไนเตรตถูกสร้างขึ้นในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนมากกว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นไม้จะทำให้เกิดแนวโน้มการสูญเสียไนเตรตมาก แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับไม้นั้นระบบกำลังพัฒนาไปสู่ระบบที่คล้ายคลึงกับที่เกิดขึ้นในป่าธรรมชาติ ขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนจะเริ่มช้าลงและการเกิดขบวนการ nitrification ก็จะถดถอยลง

ข. <u>การศึกษาขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนในห้องปฏิบัติการ</u>

การศึกษาถึงขบวนการ mineralization ของไนโตรเจนในดินที่ทำในห้องปฏิบัติการ (ตามวิธีการในข้อ 3.3.3.2 (7.)) เป็นการศึกษาถึงศักยภาพของดินโดยตัดปัจจัยภายนอกต่างๆ ออกเหลือแต่ปัจจัยความชื้นและอุณหภูมิ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของดินในแต่ละแปลง (รูปที่ 17 และตารางผนวกที่ 20)

ในดินเกือบทุกแปลงจะเริ่มเกิดขบวนการ mineralization ได้เมื่อมีความชื้น >5 % ในทุกระดับอุณหภูมิ ยกเว้นในแปลง A-2 ถึง A-4 ที่จะเริ่มเกิดขบวนการที่ระดับความชื้นเท่ากับ 10 % ที่ระดับอุณหภูมิ 8 °ซ. ส่วนในระดับอุณหภูมิอื่นจะเริ่มเกิดได้ที่ระดับความชื้นเท่ากับ 5 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved




รูปที่ 17 ความเข้มข้นสุทธิของอนินทรีย์ไนโตรเจนที่เกิดขึ้นจากการหมัก (incubate) ดินที่ระดับความลึก 0-10 ซม. ของแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่น และดอยขุนช่างเคี่ยนในสภาพที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 30 วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยขบวนการ mineralization จะเกิดได้ดีขึ้นเมื่อมีระดับความชื้นในดินเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีระดับความชื้นเท่ากับ 20-30 % ความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนจะสูงที่สุด และจะลดลงเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 45 % ในดินของทุกแปลงจะมีความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเมื่อมีระดับอุณหภูมิที่สูงขึ้นจนกระทั่งสูงสุดที่ระดับอุณหภูมิ 30 °ซ. และมีแนวโน้มที่จะลดลงเมื่อมีระดับอุณหภูมิเท่ากับ 40 °ซ. ยกเว้นในแปลง A-1 ที่ยังมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นอยู่เมื่ออุณหภูมิเท่ากับ 40 °ซ. โดยความเข้มข้นรูปไนเตรต ($NO_3^-$-N) มีความผันแปรเช่นเดียวกับความความเข้มข้นรวมของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด แต่ในรูปแอมโมเนียม ($NH_4^+$-N) จะมีความผันแปรผกผันกับความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดและที่อยู่ในรูปไนเตรต

ที่ระดับอุณหภูมิ 8 °ซ. ดินของแปลง A-1 B-1 และ B-2 เริ่มเกิดขบวนการ mimeralization ที่ระดับความชื้น 5 % ส่วนแปลง A-2 ถึง A-4 เริ่มเกิดเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 10 % และความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($NH_4^+$-N + $NO_3^-$-N) จะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความชื้นสูงขึ้นจนกระทั่งถึงระดับความชื้น 30 % แล้วกลับลดลงเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 45 % โดยมีความเข้มข้นสูงสุดของทุกแปลงอยู่ในช่วง 2.9-4.35 มก./100 ก. โดยในแปลง B-2 และ A-1 มีความเข้มข้นมากที่สุด คือเท่ากับ 4.35 และ 4.03 มก./100ก. ตามลำดับ ที่ระดับความชื้นเท่ากับ 30%

ที่ระดับอุณหภูมิ 15 °ซ. ในดินของทุกแปลงสามารถเกิดขบวนการ mineralization ที่ระดับความชื้น 5 % และความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($NH_4^+$-N + $NO_3^-$-N) จะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความชื้นสูงขึ้นจนกระทั่งถึงระดับความชื้น 30 % แล้วกลับลดลงเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 45 % ยกเว้นในแปลง B-1 ที่มีความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงสุดที่ระดับความชื้นเท่ากับ 20 % แล้วกลับลดลงเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 30 และ 45 % ตามลำดับ ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นมีความเข้มข้นสูงสุดของแต่ละแปลงทดลอง ในระดับอุณหภูมินี้อยู่ในช่วง 3.44-6.65 มก./100 ก. โดยในแปลง A-1 มีค่ามากที่สุด และแปลง A-3 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนแปลง A-2 และ A-4 มีค่าเท่ากับ 5.55 และ 6.40 มก./100ก. ตามลำดับ ส่วนที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยนในดินที่หมัก ในระดับอุณหภูมินี้มีความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมสูงสุดในระดับที่ใกล้เคียงกันคือในแปลง B-1 ที่ระดับความชื้น 20 % มีค่าเท่ากับ 5.69 มก./100ก. ส่วนในแปลง B-2 มีค่าเท่ากับ 5.44 มก./100ก. ที่ระดับความชื้น 30 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ระดับอุณหภูมิ 25 °ซ. ในดินของทุกแปลงสามารถเกิดขบวนการ mineralization ที่ระดับความชื้น 5 % และความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($NH_4^+$-N+ $NO_3^-$-N) จะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความชื้นสูงขึ้นจนกระทั่งถึงระดับความชื้น 30 % แล้วกลับลดลงเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 45 % ยกเว้นในแปลง A-1 และ B-1 ที่มีความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดที่ระดับความชื้นเท่ากับ 20 % แล้วกลับลดลงเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 30 และ 45 % ตามลำดับ ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นมีความเข้มข้นสูงสุดของแต่ละแปลงทดลองในระดับอุณหภูมินี้อยู่ในช่วง 6.13-9.26 มก./100 ก. โดยในแปลง A-1 มีค่ามากที่สุด และแปลง A-2 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนแปลง A-3 และ A-4 มีค่าเท่ากับ 6.44 และ 7.96 มก./100ก. ตามลำดับ ส่วนที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยนในดินที่หมัก ที่ระดับอุณหภูมินี้มีความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจนรวมสูงสุดในแปลง B-2 มีค่ามากกว่า แปลง B-1 โดยในแปลง B-1 มีค่าเท่ากับ 2.91 มก./100ก. ที่ระดับความชื้น 20 % ส่วนแปลง B-2 มีค่าเท่ากับ 6.02 % ที่ระดับความชื้น 30 %

ที่ระดับอุณหภูมิ 30 °ซ. ในดินของทุกแปลงสามารถเกิดขบวนการ mineralization ที่ระดับความชื้น 5 % และความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($NH_4^+$-N + $NO_3^-$-N) จะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความชื้นสูงขึ้นจนกระทั่งถึงระดับความชื้น 30 % แล้วกลับลดลงเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 45 % ยกเว้นในแปลง B-2 ที่มีความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดที่ระดับความชื้นเท่ากับ 20 % แล้วกลับลดลงเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 30 และกลับเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 45 % ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นมีความเข้มข้นสูงสุดของแต่ละแปลงทดลองในระดับอุณหภูมินี้อยู่ในช่วง 7.78 -12.17 มก./100 ก. โดยในแปลง A-1 มีค่ามากที่สุด และแปลง A-3 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนแปลง A-2 และ A-4 มีค่าเท่ากับ 7.93 และ 10.85 มก./100ก. ตามลำดับ ส่วนที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยนในดินที่หมักในระดับอุณหภูมินี้มีความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจนรวมสูงสุดในแปลง B-2 มีค่ามากกว่าแปลง B-1 โดยในแปลง B-2 มีค่าเท่ากับ 11.64 มก./100ก. ที่ระดับความชื้น 20 % ส่วนแปลง B-1 มีค่าเท่ากับ 9.78 % ที่ระดับความชื้น 30 %

ที่ระดับอุณหภูมิ 40 °ซ. ในดินของทุกแปลงสามารถเกิดขบวนการ mineralization ที่ระดับความชื้น 5 % ความเข้มข้นของอินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($NH_4^+$-N + $NO_3^-$-N) จะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความชื้นสูงขึ้นจนกระทั่งถึงระดับความชื้น 30 % แล้วกลับลดลงเมื่อระดับความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื้นเท่ากับ 45 % ยกเว้นในแปลง A-2 และ A-3 ที่มีความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมดสูงสุดที่ระดับความชื้นเท่ากับ 20 % แล้วกลับลดลงเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 30 % และ 45 % ตามลำดับ ส่วนในแปลง B-2 นั้นมีความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนทั้งหมด ($NH_4^+$-N + $NO_3^-$-N) จะเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความชื้นสูงขึ้นจนกระทั่งถึงระดับความชื้น 45 % ที่พื้นที่ดอยสามหมื่นมีความเข้มข้นสูงสุดของแต่ละแปลงทดลอง ในระดับอุณหภูมินี้อยู่ในช่วง 6.96-12.41 มก./100 ก. โดยในแปลง A-1 มีค่ามากที่สุด และ แปลง A-4 มีค่าน้อยที่สุด ส่วนแปลง A-2 และ A-3 มีค่าเท่ากับ 8.83 และ 7.18 มก./100ก. ตามลำดับ ส่วนที่พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยนในดินที่หมักในระดับอุณหภูมินี้มีความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนรวมสูงสุด ในแปลง B-2 มีค่ามากกว่าแปลง B-1 โดยในแปลง B-2 มีค่าเท่ากับ 10.77 มก./100ก. ที่ระดับความชื้น 45 % ส่วนแปลง B-1 มีค่าเท่ากับ 9.26 มก./100ก. ที่ระดับความชื้น 30 %

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าขบวนการ mineralization ของไนโตรเจน เป็นผลรวมของ 2 ขบวนการคือ ammonification และ nitrification ซึ่งถ้าดูถึงความผันแปรของทั้งสองขบวนการตามปัจจัยที่เกี่ยวกับอุณหภูมิและความชื้นที่หลายระดับ พบว่าปัจจัยทั้งสองมีอิทธิพลต่อสองขบวนการนี้เป็นอย่างมาก ความเข้มข้นของแอมโมเนียม ($NH_4^+$-N) และไนเตรต ($NO_3^-$-N) ในดินของแต่ละแปลงมีความผันแปรตามตามอุณหภูมิ และความชื้น คือ ที่ทุกระดับอุณหภูมิความเข้มข้นของแอมโมเนียมจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความชื้นเท่ากับ 5-10 % แต่กลับลดลงเมื่อมีระดับความชื้นมากขึ้น โดยในดินเกือบทุกแปลงจะมีความเข้มข้นสูงสุด ที่ระดับอุณหภูมิ 40 ◦ซ. ยกเว้น B-1 ที่มีความเข้มข้นสูงสุดของแอมโมเนียมที่ระดับอุณหภูมิ 30 ◦ซ. และความเข้มข้นสูงสุดของแอมโมเนียมในแปลง A-1, A-2, A-3, A-4, B-1 และ B-2 ตามลำดับดังนี้ 3.12, 3.19, 2.05, 3.51, 2.95 และ 2.32 มก./100ก. ส่วนความผันแปรของไนเตรตจะผกผันกับความเข้มข้นของแอมโมเนียม แต่จะมีแนวโน้มเช่นเดียวกับเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจนรวม โดยดินของแปลงทดลองที่ดอยสามหมื่นที่ทุกระดับอุณหภูมิเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นความเข้มข้นของไนเตรตจะสูงขึ้นจนสูงสุดที่ระดับความชื้น 30 % แต่ลดลงเมื่อความชื้นอยู่ที่ระดับ 45 % ในดินของเกือบทุกแปลงนั้นจะมีความเข้มข้นของไนเตรตสูงที่สุดที่ระดับอุณหภูมิ 30 ◦ซ. ยกเว้นในแปลง A-1 จะสูงสุดที่ระดับอุณหภูมิเท่ากับ 10 ◦ ซ. โดยดินในแปลง A-1, A-2, A-3 และ A-4 มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเข้มข้นของไนเตรตสูงสุดในแต่ละแปลงเท่ากับ 13.80, 9.67, 9.25 และ 9.39 มก./100ก. ตามลำดับ

การศึกษาในห้องปฏิบัติการมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของดินในแต่ละแปลง ซึ่งพบว่าในสภาพที่มีระดับความชื้นและอุณหภูมิเดียวกันนั้นอัตราของขบวนการ mineralization และ nitrification ของไนโตรเจนในดินที่ปลูกกาแฟล้วนกับที่ปลูกใต้ร่มเงาของต้นไม้จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินเป็นหลัก สำหรับที่ระดับอุณหภูมิต่ำ ๆ นั้นไม่เห็นความแตกต่างของอัตราของขบวนการ แต่ที่ระดับอุณหภูมิที่สูงและความชื้นพอเหมาะ เช่น 30 °ซ และ 40 °ซ ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Alexander, 1977) พบว่าแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนมีอัตราของขบวนการทั้งสองสูงกว่าในดินที่ปลูกกาแฟร่วมกับไม้ให้ร่ม สำหรับดินซึ่งได้รับซากอินทรีย์จากต้นไม้ป่านั้น ซากอินทรีย์อาจจะเกิดการย่อยสลายและเปลี่ยนแปลงเป็นสารฮิวมัสที่ค่อนข้างเสถียรและมีคุณสมบัติเป็นกรดมากขึ้น จึงมีผลทำให้อัตราของขบวนการมักช้าลงเมื่อเทียบกับดินเกษตร นอกจากนี้ดินป่าไม้มักมีค่า C/N ที่สูงกว่า (Ohta & Kumada, 1978) อย่างไรก็ตามไม้ตระกูลสนมักส่งผลกระทบที่มากกว่าต้นไม้ใบกว้าง และขบวนการ nitrification มักเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ในดินที่มีไม้สนปกคลุม (Krause, 1982) การที่ดินในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนมีอัตราของขบวนการ mineralization และ nitrification มีสูงกว่าในดินที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นไม้ย่อมชี้ให้เห็นว่าความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารมีมาก แต่ถ้าหากมีปริมาณเกินอัตราการดูดไปใช้โดยพืชการสูญเสียไนเตรตออกจากระบบก็จะเกิดขึ้น (Vitousek & Melillo, 1979) ระบบนิเวศน์ที่ปลูกกาแฟล้วนจึงเป็นระบบที่อาจเกิดการรั่วไหลของธาตุไนโตรเจนได้มากกว่าระบบที่ปลูกกาแฟร่วมกับต้นไม้ป่า

4.4.3. การออกจากระบบของธาตุอาหาร

4.4.3.1. ธาตุอาหารที่ออกไปกับผลผลิต

ปริมาณธาตุอาหารที่ออกไปกับผลผลิตกาแฟของแต่ละแปลงได้แสดงไว้ในตารางที่ 35 พบว่าปริมาณผลผลิตของเมล็ดกาแฟและปริมาณธาตุอาหารที่ออกไปกับผลผลิตในแต่ละแปลงแตกต่างกันระหว่างแปลง ในแปลง A-1, A-2, A-3 และ A-4 มีผลผลิตที่ออกไปคิดเป็นน้ำหนักแห้งเท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 35 ปริมาณมวลชีวภาพและธาตุอาหารที่ออกไปกับผลผลิตของแปลงปลูกกาแฟที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่าง เดือนในปี 2532

| แปลง | จำนวนต้น/ไร่ | น้ำหนักแห้ง | ไนโตรเจน | ฟอสฟอรัส | โปแตสเซียม | แคลเซียม | แมกนีเซียม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | กิโลกรัม/ไร่ | | | | | |
| A-1 | 400 | 39.8 | 0.8 | 0.05 | 0.4 | 0.2 | 0.05 |
| | | (99.5) | (2.0) | (0.1) | (1.0) | (0.5) | (0.1) |
| A-2 | 208 | 24.1 | 0.5 | 0.03 | 0.3 | 0.1 | 0.03 |
| | | (115.8) | (2.4) | (0.1) | (1.4) | (0.5) | (0.1) |
| A-3 | 208 | 36.7 | 0.7 | 0.04 | 0.4 | 0.2 | 0.04 |
| | | (176.4) | (3.4) | (0.2) | (0.2) | (1.0) | (0.2) |
| A-4 | 208 | 28.8 | 0.6 | 0.03 | 0.3 | 0.2 | 0.04 |
| | | (138.5) | (2.9) | (0.1) | (1.4) | (1.0) | (0.2) |
| B-1 | 368 | 25.9 | 0.5 | 0.03 | 0.3 | 0.1 | 0.03 |
| | | (70.4) | (1.4) | (0.1) | (0.8) | (0.3) | (0.1) |
| B-2 | 256 | 24.2 | 0.5 | 0.03 | 0.3 | 0.1 | 0.03 |
| | | (94.5) | (2.0) | (0.1) | (1.2) | (0.4) | (0.1) |

หมายเหตุ : (...) = (กรัม/ต้น)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กับ 39.8, 24.1, 36.7 และ 28.8 กก./ไร่ ตามลำดับ ซึ่งมีผลผลิตต่อพื้นที่สูงที่สุดในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนต้นต่อพื้นที่มากกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจำนวนต่อต้น พบว่า แปลง A-1, A-2, A-3 และ A-4 มีผลผลิตที่ออกไปคิดเป็นน้ำหนักแห้งเท่ากับ 99.5, 115.8, 176.4 และ 138.46 ก./ต้น ตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณผลผลิตต่อต้นในแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนน้อยกว่าในแปลงวนเกษตรแปลงที่มีผลผลิตมากที่สุดคือ แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ

ปริมาณธาตุ N, P, K, Ca และ Mg ที่ออกไปกับผลผลิตกาแฟในแปลง A-1, A-2, A-3 และ A-4 นั้นมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยโดยมีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่ คือ มากที่สุดในแปลง A-1 และน้อยที่สุดในแปลง A-2

พื้นที่ดอยขุนช่างเคี่ยน พบว่าปริมาณผลผลิตของเมล็ดกาแฟในรูปน้ำหนักแห้งของแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับถั่วมะแฮะ (B-1) และปลูกกาแฟร่วมต้นภระถินอินโดนีเซีย (B-2) มีปริมาณใกล้เคียงกันคือ เท่ากับ 25.9 และ 24.2 กก./ไร่ ตามลำดับ และปริมาณธาตุอาหารได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ที่ออกไปกับผลผลิตในแต่ละแปลงมีปริมาณเท่ากัน คือเท่ากับ 0.5, 0.03, 0.3, 0.1 และ 0.03 กก. ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตกาแฟที่ได้ศึกษานี้ ยังถือว่ามีค่าน้อย ทั้งนี้เพราะกาแฟเริ่มให้ผลผลิตนับตั้งแต่ปีที่สาม จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการศึกษากับกาแฟที่มีอายุมากกว่านี้ ในระยะยาวนั้นความแตกต่างเกี่ยวกับการให้ผลผลิตและการสูญเสียธาตุอาหารอาจเปลี่ยนแปลงไปจากนี้

4.4.3.2. การออกจากระบบของธาตุอาหารจากการชะล้างในดิน (Leaching)

ตารางที่ 36 แสดงให้เห็นถึงความเป็นกรดด่างและความเข้มข้นของธาตุอาหารในน้ำที่ชะล้างผ่านชั้นดินในแปลงทดลอง 6 แปลงที่ดอยสามหมื่นและดอยขุนช่างเคี่ยน เป็นรายเดือนในปี 2532 สำหรับการประเมินเป็นปริมาณการสูญเสียธาตุอาหารต่อพื้นที่จากขบวนการนี้ ไม่สามารถกระทำได้ เพราะขณะเก็บตัวอย่างน้ำมีปริมาณล้นถัง

พบว่า ในน้ำที่ชะล้างผ่านดินในแปลง A-1, A-2, A-3 และ A-4 มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.81-6.91, 7.56-8.05, 7.58-7.88 และ 7.50-8.15 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำที่ชะล้างดินในแปลงกาแฟล้วนมีความเป็นกรดมากกว่าในแปลงที่ปลูกกาแฟใต้ไม้ให้ร่ม สำหรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 36 ค่าความเป็นกรดด่างและความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ ในน้ำที่ชะล้างผ่านดินลึก 1 เมตรของแปลงทดลองปลูกกาแฟ

| แปลง | เดือน | pH | ความเข้มข้น (ppm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $NH_4^+$-N | $NO_3^-$-N | Inorg.-N | P | K | Ca | Mg |
| A-1 | กรกฎาคม | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | สิงหาคม | 6.9 | 0.12 | 0.18 | 0.30 | 0 | 2.31 | 4.72 | 0 |
| | กันยายน | 6.5 | 0.12 | 1.62 | 1.74 | 0 | 0.40 | 1.25 | 0.40 |
| | ตุลาคม | 5.8 | 0.21 | 5.48 | 5.69 | 0 | 1.85 | 0 | 0.59 |
| | เฉลี่ย | 6.4 | 0.15 | 7.28 | 7.73 | 0 | 1.52 | 1.99 | 0.33 |
| A-2 | กรกฎาคม | 7.6 | 0.09 | 0.09 | 0.18 | 0 | 4.40 | 28.50 | 0 |
| | สิงหาคม | 7.6 | 0.10 | 1.32 | 1.42 | 0 | 0.44 | 6.94 | 0 |
| | กันยายน | 7.9 | 0 | 2.90 | 2.90 | 0 | 0.45 | 18.25 | 1.10 |
| | ตุลาคม | 8.5 | 0.24 | 3.15 | 3.39 | 0 | 1.99 | 30.00 | 1.99 |
| | เฉลี่ย | 7.8 | 0.31 | 1.87 | 1.97 | 0 | 1.82 | 83.69 | 0.77 |
| A-3 | กรกฎาคม | 7.6 | 0.06 | 6.34 | 6.40 | 0 | 5.61 | 30.81 | 0 |
| | สิงหาคม | 7.7 | 0.09 | 6.90 | 6.99 | 0 | 2.40 | 15.11 | 0 |
| | กันยายน | 7.6 | 0.01 | 6.47 | 6.48 | 0 | 0.90 | 15.25 | 1.60 |
| | ตุลาคม | 7.9 | 0.09 | 4.95 | 5.04 | 0 | 5.40 | 25.00 | 3.67 |
| | เฉลี่ย | 7.7 | 0.06 | 6.15 | 6.22 | 0 | 3.60 | 21.50 | 1.32 |
| A-4 | กรกฎาคม | 7.9 | 0 | 0.25 | 0.25 | 0 | 3.24 | 32.10 | 0 |
| | สิงหาคม | 7.5 | 0.19 | 0.23 | 0.42 | 0 | 1.56 | 14.43 | 0.40 |
| | กันยายน | 7.7 | 0.09 | 0.46 | 0.55 | 0 | 0.40 | 14.50 | 0.65 |
| | ตุลาคม | 8.1 | 0.20 | 0.42 | 0.62 | 0 | 2.40 | 27.80 | 1.41 |
| | เฉลี่ย | 7.8 | 0.12 | 0.34 | 0.46 | 0 | 1.90 | 22.20 | 0.61 |
| B-1 | กรกฎาคม | 7.2 | 0.13 | 2.81 | 2.94 | 0 | 9.30 | 17.50 | 0 |
| | สิงหาคม | 6.8 | 0.18 | 2.31 | 2.49 | 0 | 1.58 | 12.54 | 0.91 |
| | กันยายน | 7.3 | 0.17 | 1.70 | 1.87 | 0 | 2.25 | 2.80 | 0.64 |
| | ตุลาคม | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | เฉลี่ย | 6.9 | 0.16 | 2.27 | 2.40 | 0 | 1.38 | 10.35 | 0.52 |
| B-2 | กรกฎาคม | 8.7 | 0.16 | 14.57 | 14.73 | 0.05 | 3.75 | 10.50 | 0 |
| | สิงหาคม | 7.0 | 0.38 | 8.38 | 8.76 | 0 | 2.71 | 12.11 | 0.57 |
| | กันยายน | 6.6 | 0.11 | 5.23 | 5.34 | 0 | 2.50 | 10.75 | 2.44 |
| | ตุลาคม | 6.8 | 0.09 | 3.86 | 3.95 | 0 | 2.68 | 10.00 | 0.14 |
| | เฉลี่ย | 7.3 | 0.18 | 8.01 | 8.20 | 0 | 2.91 | 10.84 | 0.79 |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แปลง B-1 และ B-2 มีค่า pH ผันแปรอยู่ในช่วง 6.73-7.15 และ 6.66-8.73 ความเป็นเบสที่มากขึ้นในแปลงวนเกษตรของกาแฟมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ $Ca^{+2}$ และ $Mg^{+2}$ ที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของไนเตรต อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลยืนยันที่ชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องนี้

ความเข้มข้นของอนินทรีย์ไนโตรเจน ($NH_4^+$-N+$NO_3^-$-N) ในน้ำที่ชะล้างผ่านดินในแปลง A-1, A-2, A-3 และ A-4 อยู่ในช่วง 0.30-5.69, 0.18-3.39, 5.04-6.99 และ 0.23-0.62 ppm ตามลำดับ โดยอยู่ในรูป $NH_4^+$-N ผันแปรอยู่ในช่วง 0.12-0.21, 0.0-0.24, 0.01-0.09 และ 0.0-0.2 ppm ตามลำดับ อยู่ในรูป $NO_3^-$-N ผันแปรอยู่ในช่วง 0.18-5.48, 0.09-3.15, 4.95-6.90 และ 0.25-0.62 ppm ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการชะล้างไนเตรตเกิดขึ้นได้ดีในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบ ขณะที่แปลงที่ปลูกกาแฟล้วนและที่ปลูกร่วมกับกระถินอินโดนีเซียมีปริมาณการชะล้างมากรองลงไป แต่แปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับแอปเปิลป่ากลับมีการสูญเสียน้อยมาก ตามที่กล่าวไปแล้วว่าดินเดิมที่เคยปกคลุมด้วยป่าดิบเขาของพื้นที่ตรงใกล้ยอดเขานั้น การสร้างไนเตรตในดินเกิดขึ้นได้น้อยมาก แต่เมื่อถูกเปลี่ยนเป็นไร่และต่อมามีการฟื้นฟูโดยปลูกกาแฟขึ้น ขบวนการสร้างไนเตรตกลับเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามยังไม่เป็นที่ทราบว่าทำไมดินในแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับสนสามใบจึงมีการสูญเสียไนเตรตไปจากระบบมากกว่าแปลงอื่น ข้อมูลมีลักษณะที่แตกต่างจากป่าสนทั่วไป ที่มักมีการสูญเสียไนเตรตน้อย (Krause, 1982) เนื่องจากซากใบสนที่มีปริมาณค่อนข้างมากมีการสลายตัวให้ไนเตรตมาก ขณะที่ดินยังเป็นกรดไม่มากพอ เนื่องจากไม้สนมีอายุเพียง 6 ปีเท่านั้น ขบวนการ nitrification จึงยังคงเกิดขึ้นได้ดี

สำหรับแปลง B-1 และ B-2 ที่ดอยขุนช่างเคี่ยน โดยที่แปลง B-2 เกิดขึ้นได้ดีมาก อย่างไรก็ตามเนื่องจากแปลงทั้งสองตั้งอยู่เชิงเขา ซึ่งพบว่าดินเชิงเขาในป่าเดิมจะเกิดขบวนการนี้ได้ดีมากเช่นกัน (เสาวียน 2533) ผลกระทบของระบบที่มีต่อขบวนการนี้จึงยังไม่ชัดเจน

ความเข้มข้นของ P ในน้ำที่ชะล้างผ่านดินในแปลง A-1, A-2, A-3 และ A-4 มีค่าน้อยมากจนวิเคราะห์หาเกือบไม่ได้ เข้าใจว่าฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ถูกตรึงไว้ในดิน จึงทำให้การสูญเสียโดยขบวนการนี้เกิดขึ้นได้น้อย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความเข้มข้นของ K ในน้ำที่ชะล้างผ่านดินในแปลง A-1, A-2, A-3 และ A-4 ผันแปรอยู่ในช่วง 0.4-2.31, 0.44-1.99, 0.9-5.61 และ 0.4-3.24 ppm ตามลำดับ แม้ว่าจะมีความแตกต่างกันบ้างระหว่างแปลงทดลองทั้งสี่ แต่ก็นับว่ายังไม่มาก

ความเข้มข้นของ Ca ในแปลงทั้งสี่ มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.0-4.72, 6.94-30.0, 15.11-30.81 และ 14.43-32.1 ppm ตามลำดับ จะเห็นว่าแปลงที่ปลูกกาแฟล้วนมีความเข้มข้นของ Ca ในน้ำที่ชะล้างหน้าดินน้อยกว่าแปลงที่ปลูกกาแฟร่วมกับไม้ให้ร่มทั้งสามชนิด ปัจจัยอย่างหนึ่งที่น่าจะเกี่ยวข้องมากก็คือ ซากใบไม้ที่ร่วงหล่นอาจมีการย่อยสลายให้แคลเซียมมากจนถูกชะล้างเลยชั้นดินลงไป

ความเข้มข้นของ Mg ในน้ำที่ชะล้างผ่านดินในแปลง A-1, A-2, A-3 และ A-4 ผันแปรอยู่ในช่วง 0-0.59, 0-1.99, 0-3.67 และ 0-1.41 ppm ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแมกนีเซียมส่วนเกินถูกชะล้างลงไปมากขึ้นในแปลงวนเกษตรของกาแฟ ด้วยเหตุผลเช่นเดียวกันกับแคลเซียม

สำหรับแปลง B-1 และ B-2 ที่ดอยขุนช่างเคี่ยนนั้น การสูญเสียธาตุอาหารต่าง ๆ ไปกับน้ำที่ชะล้างชั้นดินมีลักษณะคล้ายคลึงกับแปลงวนเกษตรที่ดอยสามหมื่น แต่ความแตกต่างระหว่างแปลงทั้งสองไม่ชัดเจน

Kimmins (1987) พบว่าการสูญเสียธาตุอาหารต่าง ๆ ไปกับน้ำที่ชะล้างออกไปจากดินที่ระดับความลึก 1 เมตรในป่า douglas fir ที่อุดมสมบูรณ์ที่วอชิงตันนั้น เกิดขึ้นน้อยมากคือ N, K และ Ca เท่ากับ 0.6, 1.0 และ 4.5 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ สำหรับป่าชนิดเดียวกันที่โอรีกอน นั้นมีการสูญเสีย N, P, K, และ Ca เท่ากับ 0.4, 0.5, 2.2, 50.3, 12.4 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ (Pritchett & Fisher, 1987) หินต้นกำเนิดที่แตกต่างกันจะมีอิทธิพลต่อการสูญเสียธาตุ Ca และ Mg สำหรับการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่เดียวกัน ดังนั้นการที่แปลงปลูกกาแฟร่วมกับไม้ให้ร่มมีการสูญเสียธาตุอาหารอื่น ๆ ค่อนข้างมากกว่าแปลงที่ปลูกกาแฟล้วน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากธาตุอาหารที่เกิดจากการย่อยสลายของซากอินทรีย์ของต้นไม้เป็นสำคัญ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved