

นิพนธ์ต้นฉบับ

การสลายตัวของซากใบในสวนป่าไม้พื้นเมือง ณ สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

Leaf Litter Decomposition of Indigenous Tree Plantations at
Thong Pha Phum Plantation, Kanchanaburi Provinceพีธีกร สุภาวงศ์¹รุ่งเรือง พูลศิริ^{1*}เชียวชาญ พิบูลย์²Piteekorn Supawong¹Roongreang Poolsiri^{1*}Chiaowchan Piboon²¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

²องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ ป้อมปราบศัตรูพ่าย กรุงเทพฯ 10100

Forest Industry Organization, Pom Prap Sattru Phai, Bangkok 10100, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: fforrrp@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 17 กรกฎาคม 2558

รับลงพิมพ์ 28 กรกฎาคม 2558

ABSTRACT

Leaf litter decomposition of indigenous tree plantations was carried out at Thong Pha Phum plantation, Kanchanaburi province. Four tree species were used in the experiment, i.e., *Tectona grandis* Linn. f., *Xylia xylocarpa* Taub var. *kerrii* Nielson, *Hopea odorata* Roxb. and *Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don. The objectives were to study the rates and nutrient releases of four indigenous tree species leaf litter decomposition. The study was conducted between March 2006 and February 2007. Leaf decomposition was evaluated through the litterbag technique and placed on the forest floor. At the end of each month, 3 litterbags of each tree species were collected for dry weight loss and release nutrient determination.

The results showed that mean rates of leaf litter decomposition of *T. grandis*, *X. xylocarpa*, *H. odorata* and *D. alatus* were 73.79, 43.73, 67.96, 57.68% yr⁻¹, respectively. The annual decay constant (k) of the four tree species were 1.3392, 0.5750, 1.1382 and 0.8599, respectively. The concentration of nitrogen (N), phosphorus (P) and calcium (Ca) of *T. grandis*, *X. xylocarpa*, *H. odorata* and *D. alatus* showed trend decreasing in the beginning and showed increasing trend later. Meanwhile, potassium (K) and magnesium (Mg) were dramatically decreasing in the beginning and were slightly decreasing later. The initial nutrient content of *T. grandis* was N > Ca > K > Mg > P and *X. xylocarpa*, *H. odorata* and *D. alatus* of those were N > Ca > Mg > K > P. At the end of study found that total nutrient turnover of *T. grandis* was N > K > Ca > Mg > P, meanwhile *X. xylocarpa* and *H. odorata* were N > Ca > Mg > K > P and *D. alatus* was N > K > Mg > Ca > P.

Keywords: leaf litter decomposition, decay constant (k), indigenous tree, Thong Pha Phum plantation

บทคัดย่อ

อัตราการสลายตัวของซากใบพืชในสวนป่าไม้พื้นเมือง ณ สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ได้ทำการศึกษา 4 ชนิดไม้ คือ สัก (*Tectona grandis* Linn. f.) แดง (*Xylia xylocarpa* Taub var. *kerrii* Nielson) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb.) และยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb. ex G. Don) ในสวนป่าสัก แดง ตะเคียนทอง และตะเคียนทองผสมยางนา มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงอัตราการสลายตัวของซากใบรวมถึงปริมาณสารอาหารที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวของซากใบในสวนป่าไม้พื้นเมืองทั้ง 4 ชนิด ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 โดยบรรจุซากใบพืชในถุงตาข่ายไนล่อนและวางบนพื้นดิน และทำการเก็บซากใบพืชในแต่ละชนิดไม้ จำนวนชนิดไม้ละ 3 ถุง มาวิเคราะห์น้ำหนักแห้งที่สูญเสียไปและปริมาณสารอาหารที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวของซากพืชทุกๆ สัปดาห์

ผลการศึกษา พบว่า อัตราการย่อยสลายของซากใบสัก แดง ตะเคียนทอง และยางนา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 73.79, 43.73, 67.96, 57.68 โดยน้ำหนักต่อปี ตามลำดับ ค่าคงที่ของการย่อยสลาย (k) มีค่าเท่ากับ 1.3392, 0.5750, 1.1382 และ 0.8599 ต่อปี ตามลำดับ ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม ของซากใบสัก แดง ตะเคียนทอง และยางนา มีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกและเพิ่มขึ้นในช่วงหลัง ส่วนโพแทสเซียมและแมกนีเซียมมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและค่อยๆ ลดลงในช่วงหลัง ปริมาณสารอาหารในซากใบสัก เมื่อเริ่มต้นการทดลองมีปริมาณ $N > Ca > K > Mg > P$ และในซากใบแดง ตะเคียนทอง และยางนา มีปริมาณ $N > Ca > Mg > K > P$ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ปริมาณสารอาหารที่คืนกลับทั้งหมด ในซากใบสัก มีปริมาณสารอาหารที่คืนกลับทั้งหมดเปลี่ยนเป็น $N > K > Ca > Mg > P$ ส่วนในซากใบแดงและตะเคียนทอง ปริมาณที่คืนกลับทั้งหมด $N > Ca > Mg > K > P$ และซากใบยางนามีปริมาณสารอาหารที่คืนกลับทั้งหมดเปลี่ยนเป็น $N > K > Mg > Ca > P$

คำสำคัญ: การสลายตัวของซากใบพืช ค่าคงที่ของการย่อยสลาย (k) ไม้พื้นเมือง สวนป่าทองผาภูมิ

คำนำ

ปัจจุบันทรัพยากรป่าไม้ได้ถูกทำลายและแผ้วถางไปเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มที่จะลดน้อยลงเนื่องจากประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ความต้องการใช้ผลผลิตที่ได้จากป่าไม้ก็เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย (Silver *et al.*, 2000) ทำให้ป่าไม้เกิดความเสื่อมโทรม การหมุนเวียนสารอาหารในระบบนิเวศป่าไม้ขาดความสมดุล ลดความอุดมสมบูรณ์ของดิน เกิดอุทกภัย ความแห้งแล้ง ซึ่งทรัพยากรป่าไม้มีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนสารอาหารในระบบนิเวศเป็นอย่างมาก สารอาหารที่เก็บสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของใบ กิ่ง เปลือก ดอก ผล หรือส่วนสืบพันธุ์ที่ร่วงหล่นลงมาสู่พื้นดิน จากนั้นจะถูกย่อยสลายปลดปล่อยสารอาหารออกมาสะสมบริเวณ

ผิวน้ำดิน ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการสลายตัวของซากพืชประกอบด้วย 3 ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยด้านกายภาพ เช่น ลักษณะภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อม ปัจจัยด้านเคมี เช่น องค์ประกอบทางเคมีของซากพืชหรือคุณภาพของซากพืช และปัจจัยด้านชีวภาพ เช่น จุลินทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เข้าไปย่อยสลายซากพืช (Swift *et al.*, 1979; Liao *et al.*, 2006; Polyakova and Billor, 2007) ซึ่งในป่าเขตร้อนกิจกรรมของจุลินทรีย์จะเกิดขึ้นได้ดีกว่าในป่าในเขตอื่นๆ (Barros *et al.*, 2002) ค่าคงที่ของการสลายตัว (k) ของป่าในเขตอบอุ่นมีค่าประมาณ 0.9 น้อยกว่าป่าในเขตร้อน ซึ่งมีค่าประมาณ 1.8 (Torreta and Takeda, 1999) สำหรับเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีค่าอยู่ระหว่าง 1-2 (Anderson and Swift, 1983) จึง

อาจกล่าวได้ว่า ป่าเขตร้อนมีการสลายตัวของซากพืชเร็วกว่าป่าในเขตอื่นๆ การสลายตัวของซากพืชจะเป็นตัวควบคุมการหมุนเวียนสารอาหาร รวมทั้งผลผลิตขั้นปฐมภูมิและการไหลเวียนของพลังงานในระบบนิเวศป่าไม้ (Olson, 1963; Bray and Gorham, 1964; Liao *et al.*, 2006)

อย่างไรก็ตามการปลูกสร้างสวนป่านับเป็นแนวทางหนึ่งที่จะก่อให้เกิดการหมุนเวียนสารอาหารขึ้นในระบบนิเวศ ดังนั้นการศึกษาการสลายตัวของซากใบในสวนป่าไม้พื้นเมือง จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ สัก แดง ตะเคียนทอง และยางนา ซึ่งไม้ดังกล่าวเป็นไม้ที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ และได้มีการส่งเสริมให้มีการปลูกในรูปแบบสวนป่าเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลต่อสมบัติของดินทั้งทางด้านกายภาพและทางด้านเคมี การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงการสลายตัวของซากใบรวมถึงปริมาณสารอาหารที่ปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวของซากใบในสวนป่าไม้พื้นเมือง ซึ่งการสลายตัวของซากใบดังกล่าวช่วยทำให้เกิดการหมุนเวียนสารอาหารและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินกลับคืนมา จึงสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปลูกสร้างสวนป่าไม้ชนิดอื่นๆ ได้ต่อไป

อุปกรณ์ และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

สวนป่าทองผาภูมิ ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าห้วยเขย่ง ตำบลท่าขนุน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ลักษณะภูมิอากาศอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้และลมจากทะเลอันดามัน มีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 2,000-4,000 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ย 26.7 องศาเซลเซียส ลักษณะพืชพรรณประกอบด้วย ป่าผสมผลัดใบ พบตั้งแต่บริเวณฝั่งแม่น้ำขึ้นไปจนถึงยอดเขา ป่าเต็งรัง พบในบริเวณที่สูงใกล้ยอดเขา หรือยอดเขาที่เป็นดินลูกรัง สภาพป่าโดยทั่วไปเปิดโล่ง ป่าดงดิบเขตร้อนและป่าดงดิบกึ่งเขตร้อน พบอยู่บริเวณที่ราบใกล้แม่น้ำ และริมฝั่งแม่น้ำ

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

ทำวางแปลงตัวอย่างขนาด 40×40 เมตร จำนวน 1 แปลง ในสวนป่าสัก แดง ตะเคียนทอง และตะเคียนทองผสมยางนา ที่ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2538 ทำการเลือกเก็บซากใบสดของสัก แดง ตะเคียนทอง ยางนา ที่ร่วงหล่นอยู่ในแปลง มาชั่งน้ำหนักให้ได้ตัวอย่างละ 50 กรัม ใส่ถุงตาข่ายไนล่อน (nylon net bag) ขนาด 50×50 เซนติเมตร โดยการศึกษาครั้งนี้จะใช้ซากพืชตัวอย่าง จำนวน 36 ถุง ต่อ 1 แปลงตัวอย่าง ทำการวางซากใบพืชในถุงตาข่ายให้กระจายทั่วแปลงตัวอย่าง นำตัวอย่างซากใบพืชแต่ละชนิดมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ประมาณ 48 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักแห้งเพื่อคำนวณหาปริมาณเริ่มต้น เพื่อหาอัตราการสลายตัวของซากใบพืช การเก็บข้อมูลได้ทำการเก็บซากใบพืชในถุงตาข่ายไนล่อนในแต่ละแปลงตัวอย่างทั้ง 4 แปลง แปลงละ 3 ถุง ทุกๆ สัปดาห์ เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

นำซากใบพืชในถุงตาข่ายไนล่อนมาล้างดินออกจนหมด แล้วนำซากใบพืชอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักแห้งคงที่ แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้งเพื่อหาน้ำหนักที่เหลืออยู่ในแต่ละเดือน จากนั้นนำตัวอย่างทั้งหมดมาวิเคราะห์หาสารอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ณ ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยที่ไนโตรเจนวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Dumas หรือ dry combustion ส่วนฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ทำการสกัดด้วยวิธี wet ashing ด้วยกรด HNO_3 - H_2SO_4 - HClO_4 acid mixture ในอัตราส่วน เท่ากับ 5:1:2 ทำการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส (vanadomolybdate yellow color) ด้วยเครื่อง spectrometer ที่ wavelength 440 นาโนเมตร วิเคราะห์โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrometer (Attanandana

and Chancharoensook, 1999) เพื่อหาปริมาณสารอาหาร
ที่พืชปลดปล่อยคืนสู่ดินรายปี

การศึกษาอัตราการสลายตัวของซากพืชแต่ละ
เดือนคิดเป็นร้อยละ โดยคำนวณจากน้ำหนักแห้งของ
ซากใบพืชแต่ละถุงเมื่อเริ่มวางทิ้งไว้ ลบด้วยน้ำหนัก
แห้งของซากใบพืชแต่ละถุงที่เก็บในแต่ละเดือน หาค
ด้วยน้ำหนักของซากใบพืชแต่ละถุงเมื่อเริ่มวางทิ้งไว้
คูณด้วย 100 ส่วนค่าคงที่ของการย่อยสลาย (k) คำนวณ
ได้จากสมการของ Olson (1963) ดังนี้

$$x/x_0 = e^{-kt}$$

$$k = -[\ln(x/x_0)]/t$$

เมื่อ x_0 คือ น้ำหนักแห้งของซากใบพืชเมื่อ
เริ่มสลายตัว (ร้อยละ)

x คือ น้ำหนักแห้งของซากที่เวลา t
(ร้อยละ)

t คือ เวลาที่ใช้ในการสลายซึ่งนิยมใช้
เป็นปี

ผลและวิจารณ์

อัตราการสลายตัวของซากใบพืช

น้ำหนักแห้งเฉลี่ย (ร้อยละ) ของซากใบสัก
แดง ตะเคียนทอง และยางนา ที่เหลืออยู่ในแต่ละเดือน
ตลอดระยะเวลา 12 เดือน พบว่า อัตราการย่อยสลาย
ของซากใบสักแดง ตะเคียนทอง และยางนา มีค่าเฉลี่ย
เท่ากับร้อยละ 73.79, 43.73, 67.96, 57.68 โดยน้ำหนัก
ต่อปี ตามลำดับ (Figure 1) ค่าคงที่ของการย่อยสลาย
(k) ที่คำนวณจากสมการของ Olson (1963) มีค่าเท่ากับ
1.3392, 0.5750, 1.1382 และ 0.8599 ต่อปี ตามลำดับ
โดยที่อัตราการสลายตัวของซากใบสักมีค่าสูงที่สุด
รองลงมาคือ ตะเคียนทอง ยางนา และ แดง ตามลำดับ

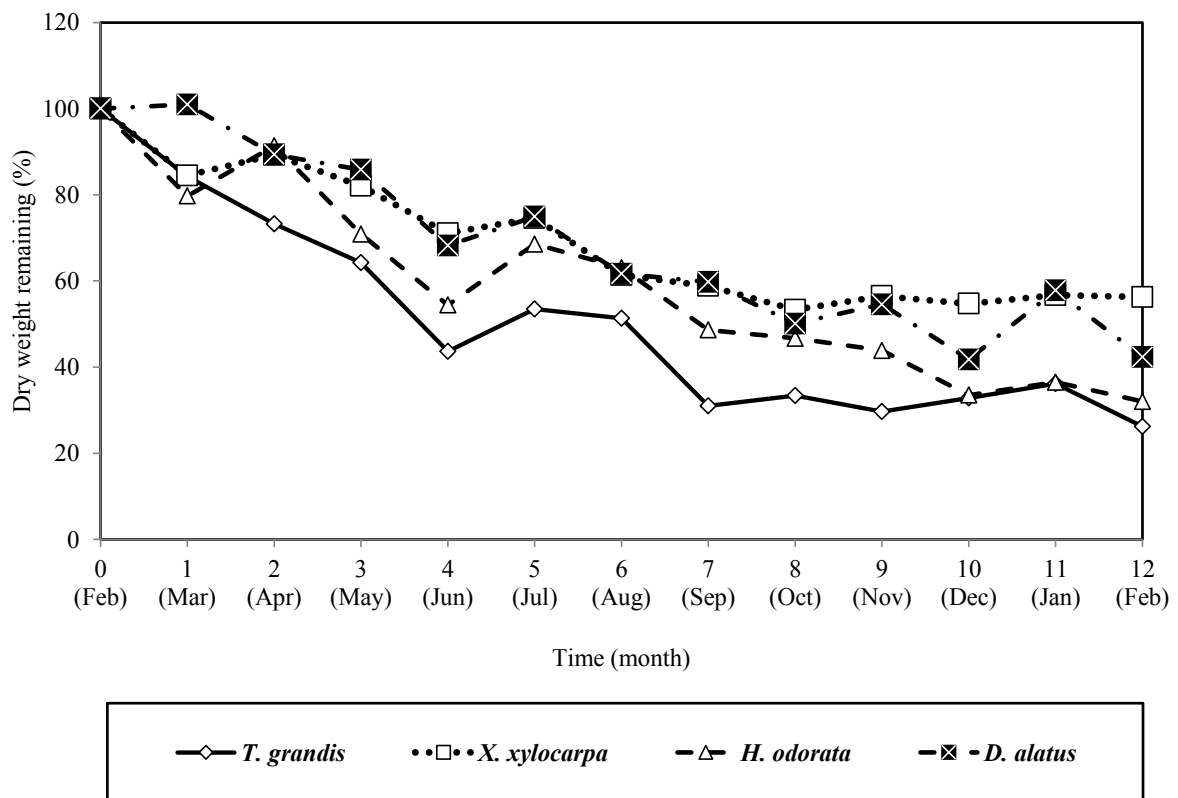


Figure 1 Dry weight remainings of *T. grandis*, *X. xylocarpa*, *H. odorata* and *D. alatus* leaf litters over 12 months.

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งของซากใบสั๊ก แดง ตะเคียนทอง และยางนา ที่สูญหายไปในแต่ละเดือน ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test พบว่า การสลายตัวของซากใบของไม้ทั้ง 4 ชนิด มีการสลายตัวที่แตกต่างกัน ส่วนระยะเวลาในการสลายตัวในแต่ละเดือน พบว่า ระยะเวลาที่มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของซากใบพืชของแต่ละชนิดสูญเสียไปมีค่าที่แตกต่างกัน ขณะที่ปัจจัยร่วมระหว่างชนิดไม้กับระยะเวลาแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างน้ำหนักแห้งที่สูญเสียไปของไม้แต่ละชนิดในแต่ละเดือน

โดยที่ร้อยละน้ำหนักแห้งของซากใบสั๊ก แดง ตะเคียนทอง และ ยางนา ที่เหลืออยู่ในแต่ละเดือน (y) สัมพันธ์กับระยะเวลาในการย่อยสลายเป็นเดือน (x) ดังสมการความสัมพันธ์ ดังต่อไปนี้

$$\text{สั๊ก} \quad y = 95.77e^{-0.1037x}$$

$$R^2 = 0.8610$$

$$\text{แดง} \quad y = 96.87e^{-0.0513x}$$

$$R^2 = 0.8597$$

$$\text{ตะเคียนทอง} \quad y = 106.07e^{-0.0925x}$$

$$R^2 = 0.9259$$

$$\text{ยางนา} \quad y = 108.78e^{-0.0725x}$$

$$R^2 = 0.8841$$

ค่าสัมประสิทธิ์ของการกำหนด (coefficient of determination, R^2) ทำให้ทราบวาระยะเวลามีอิทธิพลอย่างสูงต่อน้ำหนักแห้งของซากใบที่เหลืออยู่ (ร้อยละ 86-93) โดยที่น้ำหนักแห้งของซากใบที่เหลืออยู่แปรผกผันกับระยะเวลา น้ำหนักแห้งที่สูญเสียไปรายเดือนของซากใบพืชแต่ละชนิด แปรผันตามคุณภาพของซาก

พืช สิ่งมีชีวิตในดิน และสภาพภูมิอากาศ การสลายตัวจะเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน เนื่องจากฤดูฝนมีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Singh, 1968; Dutta and Agrawal, 2001)

การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอาหารในซากใบ

ร้อยละความเข้มข้นของสารอาหารในซากใบสั๊ก แดง ตะเคียนทอง และยางนา ตลอดระยะเวลาในการย่อยสลาย 12 เดือน แสดงใน Figure 2 มีรายละเอียดดังนี้

ความเข้มข้นของไนโตรเจนในซากใบทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงอย่างช้าๆ แล้วค่อยเพิ่มสูงขึ้นในเดือนหลัง ยกเว้น สั๊กที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ค่อยๆ เพิ่มขึ้นจากเดือนแรกไปจนถึงเดือนหลังๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dutta and Agrawal (2001) ที่พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่มีการสลายตัว อาจเกิดจากจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจนไว้เพื่อเป็นแหล่งพลังงานและสร้างเซลล์ขึ้นมาใหม่ (Berg and McClaugherty, 1989; Polyakova and Billor, 2007) และปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาอาจจะทำให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น (Bocock, 1963)

ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในซากใบทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงในช่วงเดือนแรกๆ เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในเดือนกันยายน และค่อยเพิ่มขึ้นในเดือนหลังๆ ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับไนโตรเจน เนื่องจากการที่ฟอสฟอรัสถูกตรึงไว้ในซากโดยจุลินทรีย์

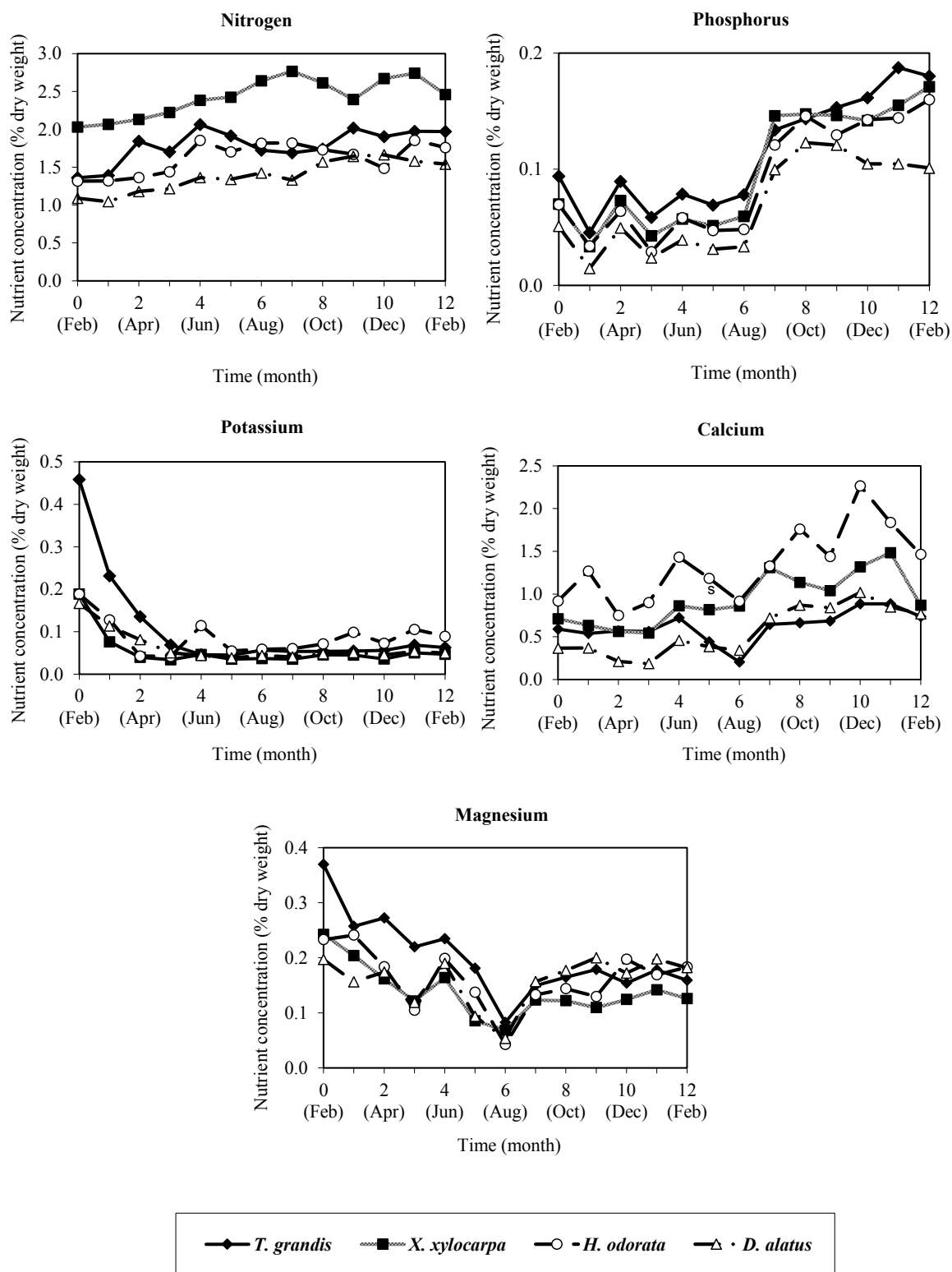


Figure 2 Changes in concentration of nitrogen, phosphorus, potassium calcium and magnesium in *T. grandis*, *X. xylocarpa*, *H. odorata* and *D. alatus* leaf litters over 12 months.

ความเข้มข้นของโพแทสเซียมในซากใบทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนแรกๆ และลดลงอย่างช้าๆ ในช่วงเดือนหลังๆ เนื่องจากโพแทสเซียมถูกชะละลายได้ง่าย และถูกจัดให้อยู่ในองค์ประกอบที่ถูกย่อยสลายตัวได้ง่าย (Bidwell, 1974) การย่อยโพแทสเซียมโดยจุลินทรีย์เป็นสาเหตุที่ทำให้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมลดลง (Stark, 1972)

ความเข้มข้นของแคลเซียมในซากใบทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงเล็กน้อยในช่วงเดือนแรกๆ และเพิ่มสูงขึ้นในช่วงเดือนหลังๆ แคลเซียมเป็นอีกธาตุหนึ่งที่สำคัญเสียจากการถูกชะละลายโดยน้ำฝน เช่นเดียวกับโพแทสเซียมและแมกนีเซียม (Attiwill, 1968; Dutta and Agrawal, 2001) และส่งผลให้ความเข้มข้นของแคลเซียมลดลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป แต่การศึกษาส่วนมากพบว่า การเปลี่ยนแปลงของแคลเซียมมีแนวโน้มที่ไม่แน่นอน Wood (1974) ได้กล่าวถึงสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความเข้มข้นของแคลเซียมในซากเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดต่างๆ ที่กัดกินใบพืชเป็นอาหารเลือกกินเนื้อเยื่อใบส่วนที่มีแคลเซียมต่ำออกไป เหลือแต่เนื้อเยื่อส่วนที่มีแคลเซียมสูง นอกจากนี้ปัจจัยภายนอกที่สำคัญที่ส่งผลให้ความเข้มข้นของแคลเซียมเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ การรบกวนของวัตถุดิบกำเนิดดินที่เป็นหินปูน ซึ่งสลายตัวเป็นแคลเซียมออกมาเป็นจำนวนมาก (Lousier and Parkinson, 1978; Sang-on and Poolsiri, 2010)

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมในซากใบทั้ง 4 ชนิด มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนแรกๆ และลดลงต่ำสุดในเดือนสิงหาคม หลังจาก

นั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงเดือนหลัง เนื่องจากแมกนีเซียมเป็นสารอาหารที่ถูกย่อยสลาย และถูกชะละลายโดยน้ำฝนเช่นเดียวกับโพแทสเซียมและแคลเซียม (Attiwill, 1968; Dutta and Agrawal, 2001)

ปริมาณสารอาหาร และอัตราการคืนกลับของสารอาหาร

ปริมาณสารอาหารต่างๆ ในซากใบสัก แดง ตะเคียนทอง และยางนา เมื่อเริ่มต้นการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง รวมทั้งอัตราการคืนกลับของสารอาหารทั้งหมด (Figure 3 และ Figure 4)

ปริมาณสารอาหาร (กรัมต่อตารางเมตร) เรียงลำดับจากมากไปน้อย ในซากใบสัก เมื่อเริ่มต้นการทดลองมีปริมาณ $N > Ca > K > Mg > P$ และในซากใบแดง ตะเคียนทอง และยางนามีปริมาณ $N > Ca > Mg > K > P$ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณสารอาหารที่คืนกลับทั้งหมดเรียงลำดับจากมากไปน้อย ในซากใบสัก มีปริมาณสารอาหารที่คืนกลับทั้งหมดเปลี่ยนเป็น $N > K > Ca > Mg > P$ ส่วนในซากใบแดงและตะเคียนทอง ปริมาณที่คืนกลับทั้งหมด $N > Ca > Mg > K > P$ และซากใบยางนามีปริมาณสารอาหารที่คืนกลับทั้งหมดเปลี่ยนเป็น $N > K > Mg > Ca > P$

อัตราการคืนกลับของไนโตรเจนของ สัก > ตะเคียนทอง > แดง > ยางนา ฟอสฟอรัสของ สัก > ตะเคียนทอง > ยางนา > แดง โพแทสเซียม สัก > แดง > ตะเคียนทอง > ยางนา แคลเซียม ตะเคียนทอง > สัก > แดง > ยางนา และแมกนีเซียม สัก > ตะเคียนทอง > แดง > ยางนา

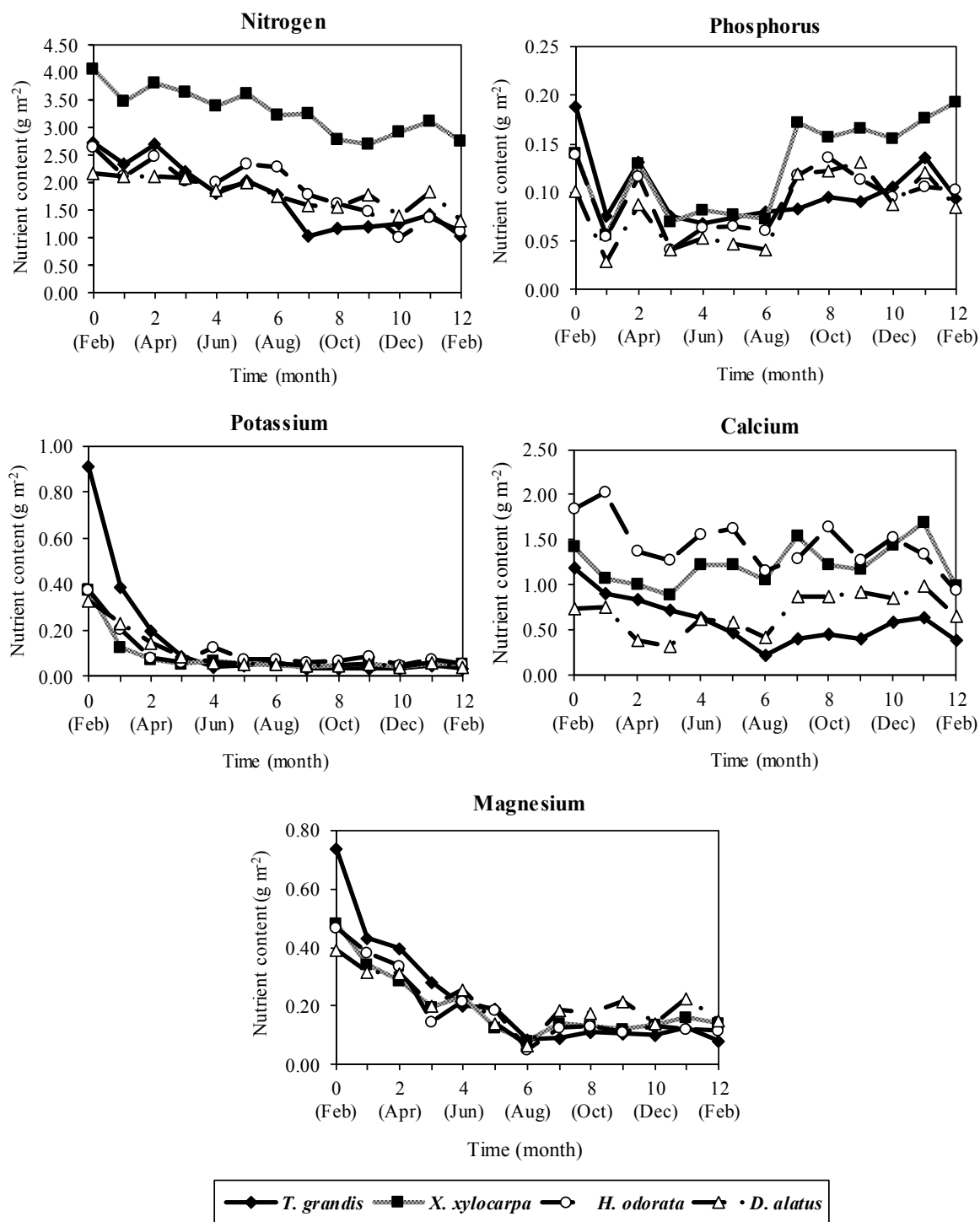


Figure 3 Changes in content of nitrogen, phosphorus, potassium calcium and magnesium in *T. grandis*, *X. xylocarpa*, *H. odorata* and *D. alatus* leaf litters over 12 months.

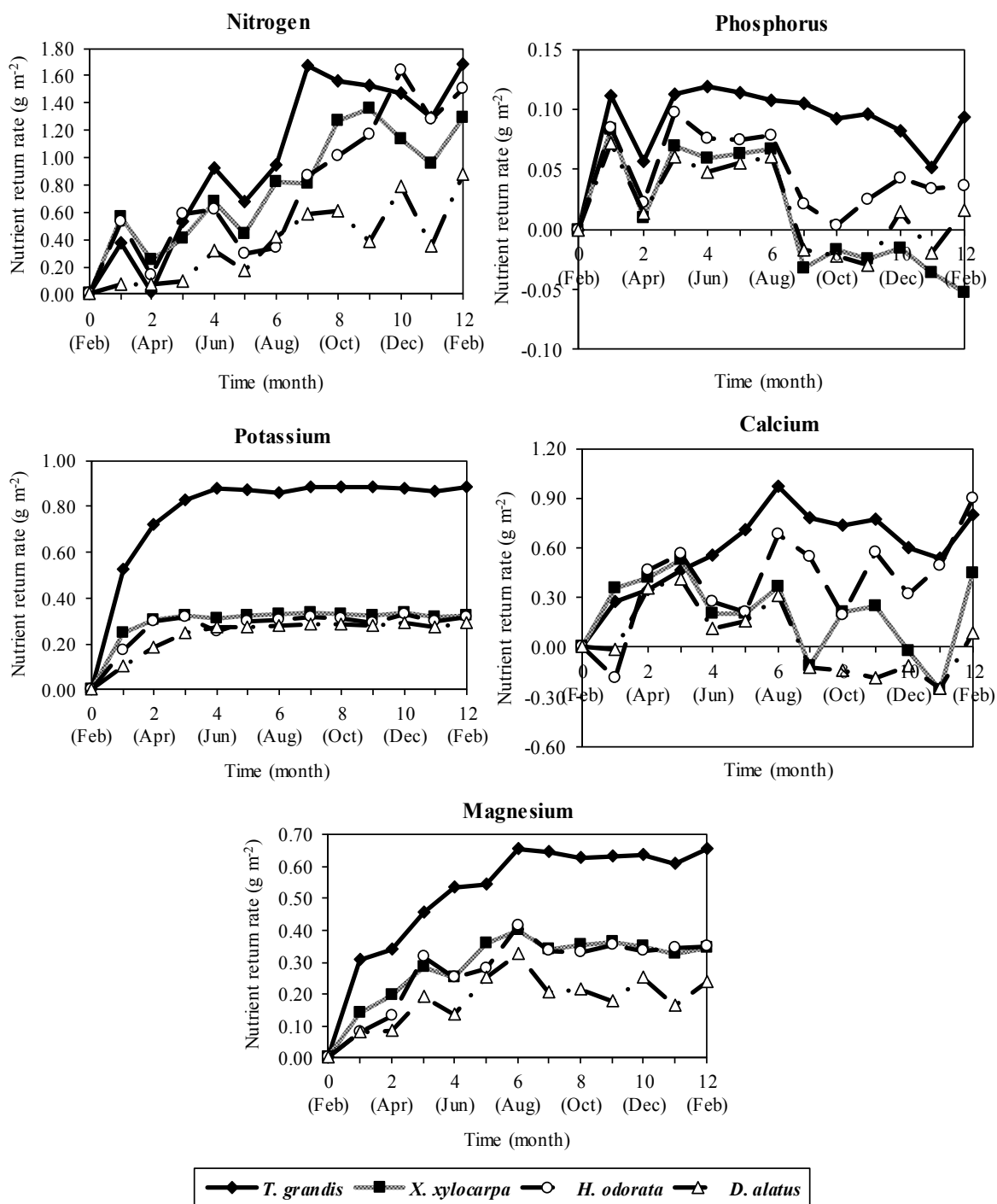


Figure 4 Changes in return rate of nitrogen, phosphorus, potassium calcium and magnesium in *T. grandis*, *X. xylocarpa*, *H. odorata* and *D. alatus* leaf litters over 12 months.

อัตราคืนกลับของสารอาหารตลอดระยะเวลาการย่อยสลายมีเพียงฟอสฟอรัสและแคลเซียม ที่ช่วงแรกลดลงอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นมีการสะสมเพิ่มมากขึ้น และช่วงสุดท้ายมีการปลดปล่อยสารอาหารออกมาจากการสลายตัวของซากพืช ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sang-on and Poolsiri (2010) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงสารอาหารมี 3 ระยะ คือ ระยะแรกเป็นระยะที่มีการปลดปล่อยสารอาหารอย่างรวดเร็วเนื่องจากการถูกชะละลายโดยน้ำฝน ระยะที่สองเป็นระยะที่มีการตรึงสารอาหารไว้หลังจากมีการชะละลาย หรือหลังจากที่เริ่มมีการสูญเสียน้ำหนัก และระยะสุดท้ายเป็นระยะที่มีการปลดปล่อยสารอาหารอีกครั้ง ซึ่งสารอาหารจะสูญเสียไปอย่างสมบูรณ์ขณะที่มีการสลายตัวของซากพืช (Staaf and Berg, 1982; Liao *et al.*, 2006)

อัตราการปลดปล่อยสารอาหารจากการสลายตัวของซากใบ

อัตราการปลดปล่อยสารอาหารจากการสลายตัวของซากใบในสัก แดง ตะเคียนทอง และยางนา (Table 1) พบว่า สักและแดง มีแนวโน้มของอัตราการปลดปล่อยสารอาหาร $N > Ca > K > Mg > P$ ส่วนตะเคียนทองมีแนวโน้มของอัตราการปลดปล่อยสารอาหาร $Ca > N >$

$K > Mg > P$ และยางนามีแนวโน้มของอัตราการปลดปล่อยสารอาหาร $N > Mg > K > Ca > P$ จากการศึกษาพบว่า อัตราการปลดปล่อยของสารต่างๆ มีดังนี้ ในโตรเจนมากที่สุดสีแดง รองลงมาคือ ตะเคียนทอง สัก และยางนา ตามลำดับ ฟอสฟอรัสมากที่สุดในตะเคียนทอง รองลงมาคือ สัก แดง และยางนา ตามลำดับ โพแทสเซียมมากที่สุดในสัก รองลงมาคือ แดง ตะเคียนทอง และยางนา ตามลำดับ แคลเซียมมากที่สุดในตะเคียนทอง รองลงมาคือ สัก แดง และยางนา ตามลำดับ และแมกนีเซียมมากที่สุดในยางนา รองลงมาคือ ตะเคียนทอง สัก และแดง ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราการปลดปล่อยสารอาหารจากการสลายตัวของซากใบในสัก แดง ตะเคียนทอง และยางนา พบว่า ตะเคียนทองมีอัตราการปลดปล่อยสารอาหารมากที่สุด แต่มีอัตราการสลายตัวรายปีน้อยกว่าสัก เนื่องจากปริมาณสารอาหารที่ได้จากการสลายตัว ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอาหารที่กลับคืนลงสู่ดินจากการร่วงหล่นของซากพืช ซึ่งเป็นการกำหนดปริมาณสารอาหารที่สลายตัวได้ ดังนั้นถ้ามีปริมาณสารอาหารที่คืนกลับจากการร่วงหล่นของซากพืชมาก จะมีอัตราการสลายตัวและปลดปล่อยสารอาหารออกมามากตามไปด้วย (Sang-on and Poolsiri, 2010)

Table 1 Nutrient release rates in *T. grandis*, *X. xylocarpa*, *H. odorata* and *D. alatus* leaf litters at Thong Pha Phum plantation, Kanchanaburi province.

Tree species	Annual decomposition rates (%)	Nutrient release rates (kg ha ⁻¹ yr ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
<i>T. grandis</i>	73.79	56.02	4.99	18.54	47.34	12.38
<i>X. xylocarpa</i>	43.73	78.26	4.67	16.53	32.63	9.39
<i>H. odorata</i>	67.96	64.67	7.93	12.88	78.37	12.84
<i>D. alatus</i>	57.68	37.01	1.99	5.30	4.91	14.09

สรุป

1. ซากใบสัก แดง ตะเคียนทอง และยางนามีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยที่เหลืออยู่ในแต่ละเดือน ตลอดระยะเวลา 12 เดือน เท่ากับร้อยละ 73.79, 43.73, 67.96, 57.68 โดยน้ำหนักต่อปี ค่าคงที่ของการย่อยสลาย (k) มีค่าเท่ากับ 1.3392, 0.5750, 1.1382 และ 0.8599 ต่อปี การสลายตัว

จะเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน เนื่องจากฤดูฝนมีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์

2. ความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแคลเซียม มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ลดลงอย่างช้าๆ แล้วค่อยเพิ่มสูงขึ้นในเดือนหลัง โพแทสเซียมลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนแรกๆ และลดลงอย่าง

ช้าๆ ในช่วงเดือนหลังๆ และแมกนีเซียมลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนแรกๆ หลังจากนั้นจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นในช่วงเดือนหลัง

3. ปริมาณสารอาหารในซากใบสั๊กเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีปริมาณ $N > Ca > K > Mg > P$ และในซากใบแดง ตะเคียนทอง และยางนา มีปริมาณ $N > Ca > Mg > K > P$ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปริมาณสารอาหารที่คืนกลับทั้งหมดในซากใบสั๊ก เปลี่ยนเป็น $N > K > Ca > Mg > P$ ส่วนในซากใบแดงและตะเคียนทอง ปริมาณที่คืนกลับทั้งหมด $N > Ca > Mg > K > P$ และซากใบยางนา มีปริมาณสารอาหารที่คืนกลับทั้งหมด เปลี่ยนเป็น $N > K > Mg > Ca > P$

4. อัตราการปลดปล่อยสารอาหารจากการสลายตัวของซากใบสั๊กและแดง มีแนวโน้มของอัตราการปลดปล่อย $N > Ca > K > Mg > P$ ส่วนตะเคียนทองมีแนวโน้มของอัตราการปลดปล่อย $Ca > N > K > Mg > P$ และยางนามีแนวโน้มของอัตราการปลดปล่อย $N > Mg > K > Ca > P$ ส่วนตะเคียนทองมีอัตราการปลดปล่อยสารอาหารมากที่สุด รองลงมาเป็นแดง สั๊ก และยางนา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มีข้อเสนอแนะ คือ 1) การศึกษาควรทำอย่างมีระบบและต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของสารอาหารในซากใบมีความแปรผันแตกต่างกันไปโดยตลอด 2) เนื่องจากอัตราการสลายตัวของซากใบไม้ทั้ง 4 ชนิด แปรผันแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบและลักษณะโครงสร้างของซากใบ รวมถึงกลุ่มผู้ย่อยสลาย ดังนั้นควรที่จะมีการศึกษาในระดับโครงสร้างของเซลล์ รวมทั้งปริมาณและโครงสร้างของเซลล์ ลิกนินในใบไม้ทั้ง 4 ชนิด และกลุ่มผู้ย่อยสลายที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีบทบาทต่อการสลายตัวของซากพืช และ 3) อัตราการย่อยสลายและปริมาณสารอาหารที่ถูกปลดปล่อยจากซากใบในไม้พื้นเมืองทั้ง 4 ชนิดนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเลือกชนิดไม้ปลูก เพื่อช่วยในการจัดการและรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินต่อไป

คำนิยาม

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยบางส่วน ผศ.ดร.รุ่งเรือง พูลศิริ ที่ให้คำปรึกษาและเจ้าหน้าที่สวนป่าทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ที่อำนวยความสะดวกในการหว่างดำเนินการวิจัย

REFERENCES

- Anderson, J.M. and M.J. Swift. 1983. Decomposition in tropical forests, pp. 287-309. In S.L. Sutton, T.C. Whitmore and A.C. Chadwick, eds. **Tropical Rain Forest: Ecology and Management**. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Attanandana, T. and J. Chanchaoensook. 1999. **Soil and Plant Analysis**. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Attiwill, P.M. 1968. The loss of elements from decomposing litter. **Ecol.** 49: 142-145.
- Barros, E., B. Pashanasi, R. Constantino and P. Lavelle. 2002. Effect of land-use system on the soil macrofauna in western Brazilian Amazonia. **Biol. Fertil. Soils**. 35: 338-347.
- Berg, B. and C. McClaugherty. 1989. Nitrogen and phosphorus release from decomposing litter in relation to the disappearance of lignin. **Can. J. Bot.** 67: 1148-1156.
- Bidwell, R.G.S. 1974. **Plant Physiology**. MacMillan Publishing Co., New York.

- Bocock, K.S. 1963. Changes in the amount of nitrogen in decomposing leaf litter of sessile oak (*Quercus pertraea*). **J. Ecol.** 51: 555-566.
- Bray, J.R. and E. Gorham. 1964. Litter production in forests of the world. **Adv. Ecol. Res.** 2: 101-157.
- Dutta, R.K. and M. Agrawal. 2001. Litterfall, litter decomposition and nutrient release in five exotic plant species planted on coal mine spoils. **Pedobiologia** 45 (4): 298-312.
- Liao, J.H., H.H. Wang, C.C. Tsai and Z.Y. Hseu. 2006. Litter production, decomposition and nutrient return of uplifted coral reef tropical forest. **For. Ecol. Manage.** 235: 174-185.
- Lousier, J.D. and D. Parkinson. 1978. Chemical element dynamics in decomposing leaf litter. **Can. J. Bot.** 56: 2795-2812.
- Olson, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecol.** 44 (2): 322-331.
- Polyakova, O. and N. Billor. 2007. Impact of deciduous tree species on litterfall quality, decomposition rates and nutrient circulation in pine stands. **For. Ecol. Manage.** 253: 11-18.
- Sang-on, P. and R. Poolsiri. 2010. Leaf litter decomposition in exotic tree plantations at the Royal Agricultural Station Angkhang, Chiang Mai province. **Thai J. For.** 29 (3): 26-35. (in Thai)
- Silver, S., G. Dunning, M. Ashton and H. Binko. 2000. **Tropical Forest Plantations and Biodiversity**. Yale Forest Forum Series Publication. Yale University, Connecticut.
- Singh, K.P. 1968. Litter production and nutrient turnover in deciduous forests of Varanasi, pp. 655-665. In R. Misra and B. Gopal, eds. **Proceedings of Symposium on Recent Advances in Tropical Ecology**. International Society of Tropical Biology, Varanasi, India.
- Staaf, H. and B. Berg. 1982. Accumulation and release of plant nutrients in decomposing Scots pine needle litter. Long-term decomposition in a Scots pine forest II. **Can. J. Bot.** 60: 1561-1568.
- Stark, W. 1972. Nutrient cycling pathways and litter fungi. **Bioscience** 22: 355-360.
- Swift, M.J., O.W. Heal and J.M. Anderson. 1979. **Decomposition in Terrestrial Ecosystems**. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Torreta, N.K. and H. Takeda. 1999. Carbon and nitrogen dynamics of decomposing leaf litter in a tropical hill evergreen forest. **Eur. J. Soil Biol.** 35: 57-63.
- Wood, T.G. 1974. Field investigations on the decomposition of leaves of *Eucalyptus delegatensis* in relation to environment factors. **Pedobiologia** 14: 343-371.