

## นิพนธ์ต้นฉบับ

การประยุกต์ การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับในการประเมินของป่า ณ ป่าสาธิต และ  
ต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว

**Application of Adaptive Cluster Sampling for Non-timber Forest Products  
Assessment in Training and Model Forest, Faculty of Forestry,  
National University of Laos**

คำพิเชิร พรหมภูมิ\*  
วีระภาส คุณรัตน์ศิริ  
สันติ สุขสอาด

Khamphet Phomphoumy\*  
Weeraphart Khunrattanasiri  
Santi Suksard

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900  
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand  
\*Corresponding Author, E-mail: khamphet2000@hotmail.com

รับต้นฉบับ 3 ธันวาคม 2555

รับลงพิมพ์ 11 มกราคม 2556

### ABSTRACT

The aim of this study were to assessment the quantity of non-timber forest products namely: rattan (*Calamus viminalis* willd.), sugar palm (Tao) (*Armnga westerhoulii* Griff.), and Hem (*Goscinium fernestratum* Colebr.) by employed adaptive cluster sampling (ACS) and simple random sampling (SRS), The size of sample area was fixed at 1.25 percent of the total area. The sampling plot was a rectangle with measuring size of 20 m × 25 m. The sampling without replacement consist 100 initial sampling plots were used to collect data. Statistical methods used in the analysis were frequency, percent, mean, variance, sampling errors, coefficient variation.

The result of ACS study, there were 57 network consisting 179 plots in which 224 clumps or 1,085 culms of rattan were found, making up 38.14 percent. The average value was 176.69 culms per ha and its variance value was 1.46. For Tao, there are 152 clumps or 667 culms, which was about 23.44 percent. The average value was 164.69 culms per ha and its variance value was 5.32. For Hem, there were 198 clumps or 1,093 culms with the percentage of 38.42. The average value was 214.31 culms per ha and its variance value was 5.57. The result of SRS consisted of 100 plots in which 115 clumps or 539 culms of rattan were found, making up 40.31 percent. The average value was 171.13 culms per ha with the variance value of 42.77. The analysis also revealed that 71 clumps or 331 culms of Tao were found, making up 24.76 percent. The average value was 165.50 culms per ha with the variance value of 47.18. The analysis also found 89 clumps or 467 culms of Hem, making up 34.93 percent. The average value was 203.06 culms per ha with the variance value of 41.73.

The relative efficiency (RE) of ACS and SRS in the assessment of the amount of NTFPs of three types found that RE was greater than 1 indicating that the estimator derived from the Horvitz-Thompson, which primary random sampling was done with SRS under ACS was more efficient in term of accuracy than the traditional sampling of SRS.

**Keywords:** Adaptive cluster sampling, Non-timber forest products, Training and model forest

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณผลผลิตของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ต้ว และแสม โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย กำหนดการสุ่มตัวอย่างร้อยละ 1.25 ของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ (394 เฮกแตร์) แปลงตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 20 × 25 เมตร วิธีการสุ่มแบบง่ายไม่ใส่คืน แปลงตัวอย่างเริ่มต้น 100 แปลง การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติวิเคราะห์ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวน ค่าความคลาดเคลื่อน ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน

ผลการศึกษาพบว่า การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ พบ 57 กลุ่มปรับ 179 แปลง พบหวาย 224 กอ 1,085 ลำ คิดเป็นร้อยละ 38.14 ของจำนวนลำของป่า 3 ชนิดที่พบ ค่าเฉลี่ย 176.69 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 1.46 พบต้ว 152 กอ 667 ลำ คิดเป็นร้อยละ 23.44 ของจำนวนลำของป่า 3 ชนิดที่พบ ค่าเฉลี่ย 164.69 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 5.32 พบแสม 198 กอ 1,093 ลำ คิดเป็นร้อยละ 38.42 ของจำนวนลำของป่า 3 ชนิดที่พบ ค่าเฉลี่ย 214.31 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 5.57 การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย แปลงตัวอย่าง 100 แปลง พบหวาย 115 กอ 539 ลำ คิดเป็นร้อยละ 40.31 ของจำนวนลำของป่า 3 ชนิดที่พบ ค่าเฉลี่ย 171.13 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 42.77 พบต้ว 71 กอ 331 ลำ คิดเป็นร้อยละ 24.76 ของจำนวนลำของป่า 3 ชนิดที่พบ ค่าเฉลี่ย 165.50 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 47.18 พบแสมจำนวน 89 กอ 467 ลำ คิดเป็นร้อยละ 34.93 ของจำนวนลำของป่า 3 ชนิดที่พบ ค่าเฉลี่ย 203.06 ลำต่อเฮกแตร์ ค่าความแปรปรวน 41.73

เปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ของการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS และ SRS ในการประเมินปริมาณของป่า 3 ชนิด พบว่า RE มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าตัวประมาณค่าที่ดัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ที่มี การสุ่มตัวอย่างเริ่มต้นแบบง่ายภายใต้การสุ่มแบบกลุ่มปรับ มีประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำมากกว่าตัวประมาณ ค่าเฉลี่ยของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS

**คำสำคัญ:** การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ ของป่า ป่าสาธิตและต้นแบบ

## คำนำ

ของป่าเป็นปัจจัยหลักของการดำรงชีวิตของ ประชาชนในเขตชนบท (Wong, 2000) และมีความสำคัญ ต่อเศรษฐกิจ และผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (gross national product) ประชากรกว่าร้อยละ 80 ได้พึ่งพิงและ ใช้ประโยชน์ผลผลิตจากป่าในด้านต่างๆ ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค ผลผลิตจาก ป่าเป็นแหล่งรายได้กว่าร้อยละ 50 ของรายได้ในครัวเรือน

ทั้งหมด (Foppes and Ketphanh, 2000a) นอกจากนั้น ยังพบว่า การใช้ประโยชน์ของป่าประมาณร้อยละ 40-60 ของรายรับที่ได้มาจากการขายของป่าโดยเฉพาะประชาชน ในเขตชนบท ซึ่งส่วนใหญ่มีฐานะยากจน (Dechaineux et al., 1998) ของป่ามีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม ประชาชาติ ค.ศ.1996 ของป่ามีมูลค่าการส่งออกประมาณ ร้อยละ 2.5 หรือมีมูลค่าประมาณ 4.3 ล้านดอลลาร์ สหรัฐอเมริกา รองจากการขายไม้ซุง ฟ้าไหม ไฟฟ้า

และกาแฟ ตามลำดับ (Foppes and Ketphanh, 2000b) หรือร้อยละ 20 - 30 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (adaptive cluster sampling) ถูกนำเสนอโดย Thompson (1990) และถูกพัฒนามาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster sampling) เป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพในการประมาณค่าประชากร และค่าเฉลี่ยของประชากร เป็นแบบแผนการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมกับการสำรวจสิ่งที่หายากมักจะอยู่บริเวณที่เกาะกลุ่มกันหรือใกล้เคียงกัน เช่น การประมาณจำนวนสัตว์ พืชตระกูลต่างๆ และได้มีการใช้กันมากในงานวิจัยในด้านสังคม และงานวิจัยทางด้านธรรมชาติ (Vorgelegt, 2006; Gelens *et al.*, 2008; Noon *et al.*, 2006; Talvitie *et al.*, 2006) การศึกษาเกี่ยวกับของป่าได้มีมานาน แต่การศึกษาส่วนใหญ่จะศึกษาการใช้ประโยชน์ของป่า ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางเศรษฐกิจ และการพึ่งพิงของป่าเป็นต้น

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

1) ประเมินผลผลิตของของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ต้าว และแสม ในพื้นที่ป่าสาธิต และต้นแบบของคณะ

ป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย 2) เพื่อเปรียบเทียบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ และการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ในการประเมินของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ต้าว และแสมในพื้นที่ป่าสาธิต และต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว

## อุปกรณ์และวิธีการ

### พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ (training and model forest) มีเนื้อที่ทั้งหมด 1,303 เฮกแตร์ (8,143.75 ไร่) พื้นที่ดังกล่าวอยู่ในเส้นลองจิจูด (longitude)  $102^{\circ} 9' 40.30''$  (E) ตะวันออก และ เส้นละติจูด (latitude)  $18^{\circ} 20' 24.70''$  (N) เหนือ ป่าอนุรักษ์ภูผาเดือนเป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ของคณะป่าไม้ ซึ่งมีเนื้อที่ทั้งหมด 394 เฮกแตร์ (2,462.25 ไร่) ครอบคลุมประมาณร้อยละ 30.2 ของพื้นที่ป่าสาธิตและต้นแบบของคณะป่าไม้ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว (Figure 1)

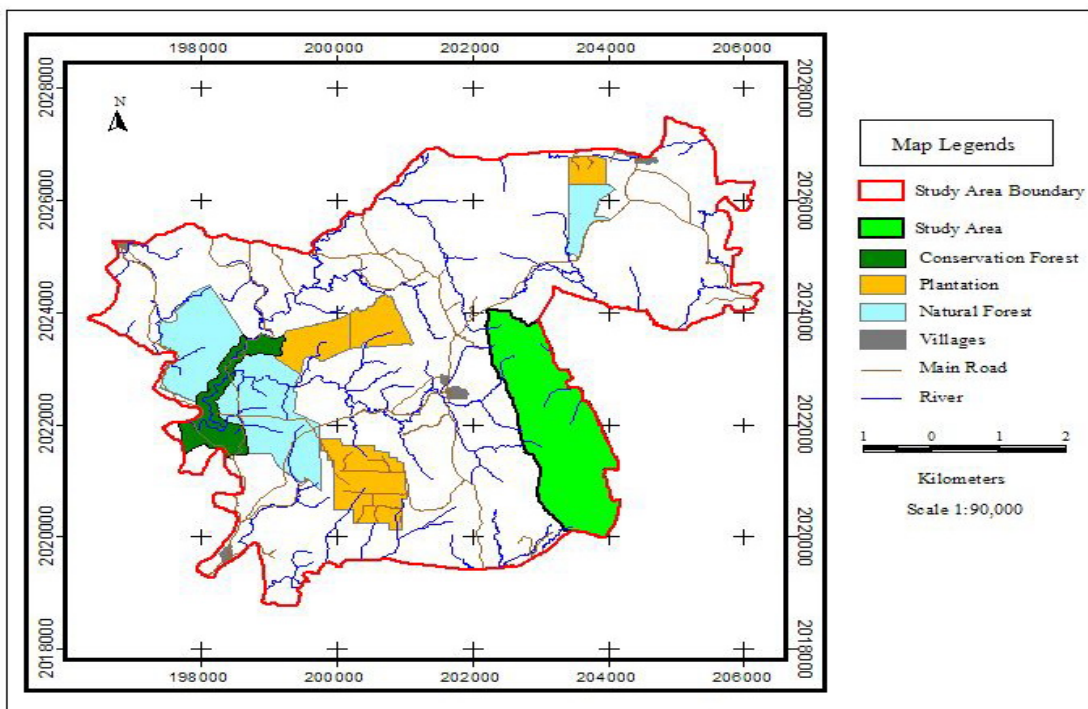


Figure 1 Map show boundary area and study area

### การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลในการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายและการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ ได้กำหนดเนื้อที่ทำการสำรวจร้อยละ 1.25 ของพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 394 เฮกตาร์ การวางแปลงตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลในการสำรวจแบบกลุ่มปรับ ได้สร้างตารางกริด (grid) ขนาด 20 × 25 เมตรลงในแผนที่ศึกษา จำนวนทั้งหมด 7,880 ตารางกริด กำหนดหมายเลขใส่ตารางกริดทั้งหมดแล้วจับฉลากเอาหมายเลขแปลงตัวอย่าง เมื่อจับฉลากได้เลขใดก็บันทึกไว้และจับฉลากเอาหมายเลขต่อไปจนครบจำนวน 100 แปลง ตามการกำหนด และฉลากที่จับไม่ต้องใส่คืนอีก ซึ่งเรียกวิธีการเช่นนี้ว่า Sampling without replacement (สถิติ, 2525)

การระบุกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับจะประกอบไปด้วยแปลงตัวอย่างแรก และแปลงตัวอย่างอื่นๆ ที่อยู่รอบๆ แปลงตัวอย่างแรกที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ กล่าวคือแปลงตัวอย่างแรกที่มีของป่าตามที่ต้องการก็จะขยายแปลงตัวอย่างนั้นออกไปแต่ละด้านของแปลงตัวอย่างแรก เช่น ด้านบน ด้านล่าง ด้านซ้าย และด้านขวา และถ้าแปลงตัวอย่างแรกไม่มีของป่าแปลงตัวอย่างอื่นๆ ที่อยู่รอบๆ ก็จะไม่ได้ขยายออก

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การคำนวณหาปริมาณของป่าแต่ละชนิดที่ทำการสำรวจ หายตัวและแถม หรือค่าความหนาแน่นของของป่า คำนวณจากสมการของ อุทิส (2541)

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนของป่าชนิดหนึ่งในแปลงตัวอย่างทั้งหมด}}{\text{พื้นที่รวมของแปลงตัวอย่างทั้งหมด}} \quad (1)$$

การคำนวณหาความถี่ของของป่าคือ ค่าความบ่อยครั้งของของป่าชนิดหนึ่งชนิดใดที่ปรากฏในแปลงตัวอย่าง นิยมวัดกันเป็นเปอร์เซ็นต์ ค่าความถี่เป็นการบอกถึงการกระจายของชนิดของป่าในพื้นที่ คำนวณจากสมการของ อุทิส (2541)

$$\text{ความถี่}(\%) = \frac{\text{จำนวนแปลงที่มีของป่าชนิดหนึ่ง}}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด}} \times 100 \quad (2)$$

ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (sample mean) เป็นค่าที่แสดงเฉลี่ยต่อหน่วยตัวอย่างที่เป็นตัวแทนประชากรนั้นๆ แทนด้วยสัญลักษณ์ “ $\bar{y}$ ” และใช้เป็นตัวแทนค่าเฉลี่ยประชากร ( $\mu$ )

$$\bar{y}_{SRS} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (3)$$

ค่าความแปรปรวนของตัวอย่าง (sample variance) เป็นค่าที่แสดงการแปรผันระหว่างค่าสังเกตหรือข้อมูลประจำหน่วยตัวอย่างที่ถูกสุ่มเลือกเป็นตัวอย่างแทนด้วยสัญลักษณ์ “ $S^2$ ” และใช้เป็นตัวแทนค่าความแปรปรวนประชากร ( $\sigma^2$ )

$$S_{SRS}^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n-1} \quad (4)$$

ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง (Sample error) ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง หมายถึง การกระจายของค่าเฉลี่ย โดยวัดเป็นค่าความแปรปรวน (Variance) หรือถอดรากที่สองของค่าความแปรปรวน เรียกว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของค่าเฉลี่ย

$$\text{ค่าความคลาดเคลื่อน ของตัวอย่างดังนี้} \\ se_{SRS} = \frac{sd}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง (Sample coefficient of variation) ถ้าต้องการเปรียบเทียบความผันแปรของค่าสังเกตระหว่างตัวอย่างหลายๆ ชุด ก็สามารถใช้ค่าอัตราส่วนระหว่างค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละชุด ค่าที่ได้จะเป็นค่าคงที่ เรียกว่า “ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่าง” แทนสัญลักษณ์ด้วย “CV”

$$\text{ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรของตัวอย่างดังนี้} \\ CV_{SRS} = \frac{sd}{\bar{y}} \times 100 \quad (6)$$

ขนาดตัวอย่างหรือจำนวนตัวอย่าง ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ (สุรินทร์, 2541)

$$n_{SRS} = \frac{Z^2 S^2}{d^2} \quad (7)$$

$Z^2$  = ค่าจากตารางการแจกแจงปกติมาตรฐาน  
ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95 เปอร์เซนต์

$d^2$  = ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่ยอมรับ  
ได้เท่ากับ 10 เปอร์เซนต์

การคำนวณหาค่าเฉลี่ย  $\bar{y}_{ACS}$  ซึ่งเป็นตัวประมาณ  
ที่ไม่เอนเอียงของประชากร  $\bar{Y}_{ACS}$  Thompson (1990) ได้  
เสนอตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ไม่เอนเอียงสำหรับแผน  
แบบการสุ่มตัวอย่างกลุ่มปรับ โดยการสร้างตัวประมาณ  
ค่าเฉลี่ยที่ตัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-  
Thompson

$$\bar{y}_{ACS} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^v \frac{y_k}{\alpha_k} \quad (8)$$

$$\text{เมื่อ } \alpha_k = 1 - \frac{(N-X_k)}{\binom{N}{n}} \quad (9)$$

โดย  $\bar{y}_{ACS}$  = เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่เอนเอียงของ  
ค่าเฉลี่ยที่ตัดแปลงมาจากตัวประมาณ  
ของ Horvitz-Thompson เมื่อตัวอย่าง  
ขึ้นต้นสุ่มแบบง่าย

$\alpha_k$  = เป็นความน่าจะเป็นที่หน่วยที่  $k$  รวม  
อยู่ในตัวอย่างที่เลือกมาโดยวิธี SRS

$y_k$  = เป็นจำนวนตัวอย่างของสิ่งที่เราสนใจ  
ในแปลงที่  $k$

$x_k$  = เป็นจำนวนแปลงตัวอย่างในกลุ่มที่  
พบสิ่งที่เราสนใจในแปลงที่  $k$

$v$  = เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างหลังจากการ  
สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ

$N$  = เป็นจำนวนแปลงตัวอย่างของกลุ่ม  
ประชากรมีค่าเท่ากับ 7,880 แปลง

$n$  = เป็นจำนวนแปลงตัวอย่างที่สุ่มมีค่า  
เท่ากับ 100 แปลง

ค่าประมาณของความแปรปรวนที่ไม่เอนเอียง  
คือ

$$\text{var}(\bar{y}_{ACS}) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=1}^v \sum_{l=1}^v \frac{y_k y_l}{\alpha_k \alpha_l} \left( \frac{\alpha_{kl}}{\alpha_k \alpha_l} - 1 \right) \quad (10)$$

$$\text{เมื่อ } \alpha_{kl} = 1 - \left\{ \binom{N-X_k}{n} + \binom{N-X_l}{n} - \binom{N-X_k-X_l}{n} \right\} / \binom{N}{n} \quad (11)$$

ให้  $\alpha_{kl}$  = เป็นความน่าจะเป็นที่หน่วยที่  $k$  และ  $l$  รวม  
อยู่ในตัวอย่างเดียว

เปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative  
efficiency: RE) ของการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS กับการ  
สุ่มตัวอย่างแบบ SRS หมายถึง อัตราส่วนระหว่างตัว  
ประมาณค่าของการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายกับตัวประมาณ  
ค่าของการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ โดยคำนวณจาก  
สมการของ วิชาญ (2546)

$$RE = \frac{\text{var}(\bar{y}_{SRS})}{\text{var}(\bar{y}_{ACS})} \quad (12)$$

เมื่อ RE = ประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่าง  
แบบ SRS เปรียบเทียบกับ ACS

$\text{var}(\bar{y}_{SRS})$  = ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย  
ของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS

$\text{var}(\bar{y}_{ACS})$  = ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย  
ของการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS

RE = 1 หมายความว่า ประสิทธิภาพในแง่  
ของความแม่นยำของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ตัดแปลงมา  
จากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ในแผนการ  
สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ เมื่อตัวอย่างขึ้นต้นสุ่มแบบ  
ง่ายเท่ากันกับการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น

RE < 1 หมายความว่า ประสิทธิภาพในแง่  
ของความแม่นยำของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ตัดแปลงมา  
จากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ในแผนการ  
สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ เมื่อตัวอย่างขึ้นต้นสุ่มแบบ  
ง่าย น้อยกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น

RE > 1 หมายความว่า ประสิทธิภาพในแง่  
ของความแม่นยำของตัวประมาณค่าเฉลี่ยที่ตัดแปลงมา  
จากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ในแผนการ  
สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ เมื่อตัวอย่างขึ้นต้นสุ่มแบบ  
ง่าย มากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น

เปรียบเทียบประสิทธิภาพ (efficiency: E) ของ  
การสุ่มตัวอย่างแบบ ACS และการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS  
โดยคำนวณจากสมการของ ทวี และสมศักดิ์ (2518)

$$E = 100 \left( \frac{CV_{SRS}}{CV_{ACS}} \right)^2 \quad (13)$$

เมื่อ E = ประสิทธิภาพของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS เปรียบเทียบกับ ACS

$CV_{ACS}$  = สัมประสิทธิ์การแปรผันของการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS

$CV_{SRS}$  = สัมประสิทธิ์การแปรผันของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS

## ผลและวิจารณ์

### การประเมินปริมาณของป่าด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ (ACS)

การประเมินปริมาณของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย (*Calamus viminalis* Willd.) ต้าว (*Arenga westerhoutii* Griff.) และแสม (*Coscinium fernestratum* Colebr.) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับจำนวนแปลงตัวอย่างขั้นต่ำจำนวน 100 แปลง จากการสำรวจสามารถกำหนดกลุ่มปรับ ได้ 57 กลุ่มปรับ รวม 179 แปลง ในการสำรวจพบ จำนวนกอของป่าที่พบทั้งหมด 574 กอ และมีจำนวนลำทั้งหมด 2,845 ลำ (Table 1 and 3)



Figure 2 Tao (*Arenga westerhoutii* Griff.)



Figure 2 Rattan (*Calamus viminalis* Willd.)



Figure 3 and 4 Hem (*Coscinium fernestratum* Colebr.)



จากการสำรวจพบหวาย 224 กอ รวม 1,085 ลำ ความถี่ร้อยละ 68.72 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 36.44 กอต่อเฮกแตร์ และปริมาณความหนาแน่นของลำเฉลี่ย 176.69 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 38.14 ค่าความแปรปรวน 1.46 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 12.09 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันร้อยละ 53.45 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 25 แปลง ค่าสูงสุดเท่ากับ 85 และค่าต่ำสุดเท่ากับ 8 (Table 1 and 3)

พบข้าว 152 กอ รวม 667 ลำ ความถี่ร้อยละ 45.25 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 37.50 กอต่อเฮกแตร์ และปริมาณความหนาแน่นของลำเฉลี่ย 164.69 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 23.44 ค่าความแปรปรวน 5.32

ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 23.06 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันร้อยละ 167.49 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 148 แปลง ค่าสูงสุดเท่ากับ 54 และค่าต่ำสุดเท่ากับ 3 (Table 1)

พบแสม 198 กอ รวม 1,093 ลำ ความถี่ร้อยละ 56.98 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 38.81 กอต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 34.49 และปริมาณความหนาแน่นของลำเฉลี่ย 214.31 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 38.42 ค่าความแปรปรวน 5.57 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 23.60 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันร้อยละ 107.10 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 97 แปลง ค่าสูงสุดเท่ากับ 76 และค่าต่ำสุดเท่ากับ 5 (Table 1 and 3)

**Table 1** Density and percentage of non-timber forest products species by ACS method

Species	Density			
	Clump/ha	Percent	Culm/ha	Percent
<i>Calamus viminalis</i> Willd	36.44	39.03	176.69	38.14
<i>Arenga westerhoutii</i> Griff	37.50	26.48	164.69	23.44
<i>Coscinium fernestratum</i> Colebr	38.81	34.49	214.31	38.42
<b>Total</b>	<b>112.75</b>	<b>100.00</b>	<b>555.69</b>	<b>100.00</b>

### การประเมินปริมาณของป่าด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (SRS)

การประเมินปริมาณของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย (*Calamus viminalis* Willd.) ข้าว (*Arenga westerhoutii* Griff.) และแสม (*Coscinium fernestratum* Colebr.) ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย การสุ่มสำรวจจำนวน 100 แปลง พบของป่า 73 แปลง ไม่พบของป่า 27 แปลง พบจำนวนกอของป่าที่พบทั้งหมด 275 กอ และมีจำนวนลำทั้งหมด 1,337 ลำ (Table 2 and 3)

จากการสำรวจพบหวาย 115 กอ รวม 539 ลำ ความถี่ร้อยละ 63.00 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 36.50 กอต่อเฮกแตร์ และปริมาณความหนาแน่นของลำเฉลี่ย 171.13 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 40.31 ค่าความแปรปรวน 42.77 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 82.00 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันร้อยละ 76.40 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 192 แปลง ค่าสูงสุดเท่ากับ 36 และ

ค่าต่ำสุดเท่ากับ 2 (Table 2 and 3)

พบข้าว 71 กอ รวม 331 ลำ ความถี่ร้อยละ 40.00 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 35.50 กอต่อเฮกแตร์ และปริมาณความหนาแน่นของลำเฉลี่ย 165.50 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 24.76 ค่าความแปรปรวน 47.18 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 109.00 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันร้อยละ 82.97 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 219 แปลง ค่าสูงสุดเท่ากับ 28 และค่าต่ำสุดเท่ากับ 1

พบแสม 89 กอ รวม 467 ลำ ความถี่ร้อยละ 46.00 ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย 38.69 กอต่อเฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 32.36 และปริมาณความหนาแน่นของลำเฉลี่ย 203.06 ลำต่อเฮกแตร์ คิดเป็น ร้อยละ 34.93 ค่าความแปรปรวน 41.73 ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 95.00 ค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันร้อยละ 63.56 ขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมเท่ากับ 158 แปลง ค่าสูงสุดเท่ากับ 29 และค่าต่ำสุดเท่ากับ 2 (Table 2 and 3)

**Table 2** Density and percentage of non-timber forest products species by SRS method

Species	Density			
	Clump/ha	Percent	Culm/ha	Percent
<i>Calamus viminalis</i> Willd	36.50	41.82	171.13	40.31
<i>Arenga westerhoutii</i> Griff	35.50	25.82	165.50	24.76
<i>Coscinium fernestratum</i> Colebr	38.69	32.36	203.06	34.93
<b>Total</b>	<b>110.69</b>	<b>100.00</b>	<b>539.69</b>	<b>100.00</b>

**Table 3** Statistical comparison between ACS and SRS

Statistic	Statistical comparison					
	ACS			SRS		
	<i>Calamus viminalis</i> Willd	<i>Arenga westerhoutii</i> Griff	<i>Coscinium fernestratum</i> Colebr	<i>Calamus viminalis</i> Willd	<i>Arenga westerhoutii</i> Griff	<i>Coscinium fernestratum</i> Colebr
	Variance	1.46	5.31	5.56	42.77	47.18
SE(%)	12.00	23.00	23.00	82.00	109.00	95.00
CV(%)	53.45	167.49	107.10	76.40	82.97	63.65
n	25	148	97	192	219	158

### เปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างแต่ละวิธี

การเปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นของกอของป่า 3 ชนิด ใช้สำรวจหาพบพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS คือ 36.50 กอต่อเฮกแตร์ และ 36.44 กอต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ในการสำรวจตัวอย่างพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS คือ 37.50 กอต่อเฮกแตร์ และ 35.50 กอต่อเฮกแตร์ ตามลำดับในการสำรวจแซมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS คือ 38.81 กอต่อเฮกแตร์ และ 38.69 กอต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ

การเปรียบเทียบปริมาณความหนาแน่นของลำของป่า 3 ชนิด ใช้สำรวจหาพบพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS คือ 176.69 ลำต่อเฮกแตร์ และ 171.13 ลำต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ใน

การสำรวจตัวอย่างพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS คือ 165.50 ลำต่อเฮกแตร์ 164.69 ลำต่อเฮกแตร์ ตามลำดับในการสำรวจแซมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาได้แก่ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS คือ 214.31 ลำต่อเฮกแตร์ และ 203.06 ลำต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ

การเปรียบเทียบค่าความแปรปรวน ในการสำรวจหาพบพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด 1.46 และ SRS มีค่าความแปรปรวน 42.77 ในการสำรวจตัวอย่างพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด 5.31 และ SRS มีค่าความแปรปรวน 47.18 ในการสำรวจแซมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุด 5.56 และ SRS มีค่าความแปรปรวน 41.73

การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อน ในการสำรวจหาพบพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดร้อยละ 12.00 และ SRS มีค่า



ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 82.00 ในการสำรวจตัวพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดร้อยละ 23.06 และ SRS มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 109.00 ในการสำรวจแซมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดร้อยละ 23.60 และ SRS มีค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 95.00

การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร ในการสำรวจหาพบพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยที่สุดร้อยละ 53.45 และ SRS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรร้อยละ 76.40 ในการสำรวจตัวพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยที่สุดร้อยละ 82.97 และ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรร้อยละ 167.49 ในการสำรวจแซมพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรน้อยที่สุดร้อยละ 63.56 และ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรร้อยละ 107.10

การเปรียบเทียบขนาดแปลงตัวอย่างที่ใช้สำหรับสำรวจหาพบ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ขนาด 25 แปลง และ SRS ขนาด 192 แปลง แต่ขนาดแปลงตัวอย่างดังกล่าว มีจำนวนมากกว่าจำนวนแปลงตัวอย่างที่วางขึ้นต้น 100 แปลง ซึ่งมีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างที่กำหนดขึ้นต้น ใช้ในการสำรวจตัว วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ขนาด 184 แปลง และ SRS ขนาด 219 แปลง แต่ขนาดแปลงตัวอย่างทั้ง 2 มีจำนวนมากกว่าจำนวนแปลงตัวอย่างที่วางขึ้นต้น 100 แปลง ซึ่งมีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างที่กำหนดขึ้นต้น ใช้ในการสำรวจแซม วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS และ SRS ขนาด 97 แปลง และ 158 แปลง ตามลำดับ แต่ขนาดแปลงตัวอย่างดังกล่าว มีจำนวนมากกว่าจำนวนแปลงตัวอย่างที่วางขึ้นต้น 100 แปลง ซึ่งมีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างที่กำหนดขึ้นต้น

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency) ของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS กับการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการประเมินปริมาณของป่า 3 ชนิด ได้แก่ หวาย ต้าว และแสม ผลการคำนวณพบว่า การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการประเมินปริมาณ หวาย ต้าว และแสม พบว่า  $RE > 1$  แสดงว่าตัวประมาณ

ค่าที่คิดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ที่มีวิธีการสุ่มตัวอย่างขึ้นต้น ภายใต้แผนการสุ่มแบบกลุ่มปรับ มีประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำมากกว่าตัวประมาณค่าเฉลี่ยของแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพ (efficiency) ของการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS กับการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการสำรวจหาพบว่าการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันมากกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS คือ 204.31 ต่อ 100 และใช้ในการสำรวจตัว และแซม พบว่าการสุ่มตัวอย่าง ACS มีค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันน้อยกว่าการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS คือ 24.54 ต่อ 100 และ 35.32 ต่อ 100 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีประสิทธิภาพในการสำรวจหาพบ และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีประสิทธิภาพในการสำรวจตัว และแซม

## สรุป

ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้ ปริมาณความหนาแน่นเฉลี่ย ในการสำรวจหาพบพบว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีความหนาแน่นเท่ากับ 36.44 กอต่อเฮกเตอร์ หรือ 176.69 ลำต่อเฮกเตอร์ และ แบบ SRS เท่ากับ 36.50 กอต่อเฮกเตอร์ หรือ 171.13 ลำต่อเฮกเตอร์ ใช้ในการสำรวจตัว พบว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีความหนาแน่นเท่ากับ 37.50 กอต่อเฮกเตอร์ หรือ 164.69 ลำต่อเฮกเตอร์ และแบบ SRS เท่ากับ 35.50 กอต่อเฮกเตอร์ หรือ 165.50 ลำต่อเฮกเตอร์ และใช้ในการสำรวจแซม พบว่าวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีความหนาแน่นเท่ากับ 38.81 กอต่อเฮกเตอร์ หรือ 214.31 ลำต่อเฮกเตอร์ และ แบบ SRS เท่ากับ 38.69 กอต่อเฮกเตอร์ หรือ 203.06 ลำต่อเฮกเตอร์

ความแปรปรวนของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการสำรวจของป่า 3 ชนิด คือ หวาย ต้าว และแสม มีค่าความแปรปรวนน้อยที่สุดเท่ากับ 1.46, 5.31 และ 5.56 ตามลำดับ ส่วนวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีค่าความแปรปรวน 42.77, 47.18 และ 41.73 ตามลำดับ

ความคลาดเคลื่อนของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการสำรวจของป่า 3 ชนิด คือ หวาย ต้าว และแสม มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 12.00, 23.06 และ 23.60 ตามลำดับ ส่วนวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีค่าความคลาดเคลื่อน เท่ากับร้อยละ 82.00, 109.00 และ 95.00 ตามลำดับ

สัมประสิทธิ์การแปรผันของวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการสำรวจของป่า 3 ชนิด คือ หวาย ต้าว และแสม มีสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับร้อยละ 53.45, 167.49 และ 107.10 ตามลำดับ ส่วนวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS มีค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันเท่ากับร้อยละ 76.40, 82.97 และ 63.56 ตามลำดับ

ขนาดแปลงตัวอย่างที่ใช้สำหรับสำรวจหาวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ขนาด 25 แปลง และ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ขนาด 192 ใช้ในการสำรวจต้าว วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ขนาด 184 แปลง และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ขนาด 219 แปลง ใช้ในการสำรวจแสม วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS และวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS ขนาด 97 แปลง และ 158 แปลง ตามลำดับ แต่ขนาดแปลงตัวอย่างบางแปลงของแต่ละวิธีที่มีขนาดแปลงมากกว่าจำนวนแปลงตัวอย่างที่วางขึ้นต้น 100 แปลง ซึ่งมีผลต่อจำนวนแปลงตัวอย่างที่กำหนดขึ้นต้น

ประสิทธิภาพสัมพัทธ์ (relative efficiency) ระหว่างวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS กับแบบ ACS ในการประเมินปริมาณหาวย ต้าว และแสม พบว่า  $RE > 1$  แสดงว่าตัวประมาณค่าที่ตัดแปลงมาจากตัวประมาณของ Horvitz-Thompson ที่มีการสุ่มตัวอย่างขึ้นต้นแบบง่ายภายใต้แผนการสุ่มแบบกลุ่มปรับ มีประสิทธิภาพในแง่ของความแม่นยำมากกว่าตัวประมาณค่าเฉลี่ยของแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS

ประสิทธิภาพ (efficiency) ระหว่างวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS กับวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS ในการประเมินปริมาณของป่า 3 ชนิด พบว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS มีประสิทธิภาพในการสำรวจหาวยมากกว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ SRS และวิธีการสุ่ม

ตัวอย่างแบบ SRS มีประสิทธิภาพในการสำรวจต้าว และแสม มากกว่า วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ ACS

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- ทวี แก้วละเอียด และสมศักดิ์ สุขวงศ์. 2518. การทดลองสำรวจนับไม้แบบ Point ในป่าเต็งรัง. รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 34. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิชาญ โชควิวัฒน์. 2546. กรอบแนวคิดของแผนแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มปรับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถิตย์ วัชรกิตติ. 2525. การสำรวจทรัพยากรป่าไม้. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุรินทร์ นิชมางกูร. 2541. เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อุทิศ กุญอินทร์. 2541. นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Dechaineux, R., S. Pamsoupha, V. Chanthanivong, S. Chanthavongsa, and Vongdeune. 1998. **Nongthe Village Profile, Nakhornphaeng District, Salavan Province. IUCN-NTFP Project.** Vientiane, Lao PDR.
- Foppes, J. and S. Ketphanh. 2000a. Forest extraction or cultivation? Local solutions from Lao PDR. **Paper for the workshop on the evolution and sustainability of "intermediate systems" of forest management, FOREASIA, 28 June-1 July 2000, Lofoten, Norway.**
- \_\_\_\_\_. 2000b. **No More Timber, More Non-Timber?** Discussion Paper. IUCN-NTFP Project. Vientiane, Lao PDR.

- Genlens, Ir. M. F., Ir. L. M. van. Leeuwen and Y. A. Hussin, 2008. **Geo-information application for off-reserve tree management (GORTMAN)** Ghana.
- Noon, B. R., N. M. Ishwar., V. Karthikeyan. 2006. Efficiency of adaptive cluster and random sampling in detecting terrestrial herpetofauna in a tropical rainforest. **Wildlife Society Bulletin** 34 (1): 59-68; 2006.
- Talvitie, M., O. Leino and M. Holopainen. 2006. Inventory of sparse forest populations using adaptive cluster sampling. **Silva Fennica** 40 (1): 101-108.
- Thompson, S. K. 1990. Adaptive cluster sampling. **Journal of the American Statistical Association.** 85, 1050-1059.
- Vorgelegt V. 2006. **Assessment methods for Non Timber Forest Products in off-Reserve Forest:** Case study of Goaso District, Ghana. Master thesis. University of Freiburg.
- Wong, J. L. G. 2000. The biometrics of non-timber forest product resource assessment: a review of current methodology. **Research paper for the European Tropical Forest Research Network (ETFRN)**, Department for International Development (DFID), UK.
-