

Thesis Title	Fallow Regeneration and Upland Rice Yield Variation in a System of Shifting Cultivation with Pada (<i>Macaranga denticulata</i> (Bl.) Muell. Arg) as the Fallow Enriching Species in Northern Thailand	
Author	Mr. Narit Yimyam	
Degree	Doctor of Philosophy (Agronomy)	
Thesis Advisory Committee	Prof. Dr. Benjavan Rerkasem	Chairperson
	Dr. Kanok Rerkasem	Member
	Dr. David E. Thomas	Member

Abstract

In Northern Thailand, Pwo Karen farmers of Tee Cha village in Mae Hong Son province manage *Macaranga denticulata*, a local pioneer tree species to enrich their shifting cultivation system with short fallow, for subsistence production of upland rice and other useful plants. The purposes of this thesis were to examine the farmers' management of the fallow and crop diversity in short rotational shifting cultivation, to evaluate variation at different successional stages of fallow vegetation and the dominance of various stages of *Macaranga* in shifting cultivation cycle, and determine the effects of *Macaranga* on yield of upland rice.

The study involved examination of farmers' management of the fallow and crop diversity in the face of change and their efforts to encourage *Macaranga* in shifting cultivation fields. Different study approaches conducted included participatory rapid

appraisal (PRA), village and land use survey, group discussion, and key informant interview. Variations in fallow vegetation in different successional stages and dominance of *Macaranga* in various stages of the shifting cultivation cycle were determined by comparing effects of different *Macaranga* densities within fields of different ages over the course of the rotation cycle such as species number and species composition, production of the fallow in biomass and nutrient storage. The reproductive rate of *Macaranga*, namely, seed production, soil seed stores, and numbers of seedlings and adults of *Macaranga*, was determined for each site. The effects of dense and sparse *Macaranga* density on yield of upland rice were determined. In addition, other methods to restore fertility in the area were examined by applying ash from burnt biomass and chemical fertilizers. The effect of indigenous mycorrhizal fungi on growth and nutrient accumulation of *Macaranga* was also evaluated.

Management decisions in shifting cultivation were found made at communal and household level. Many rules, customs and traditions are being kept although there are many changes in customary land allocation and ownerships, management of fallows and the role of natural leaders. The maintenance of shifting cultivation in Tee Cha is also relating to the maintenance of crop diversity during the cropping year and fallow years. They employ many practices aiming to maintain survival, growth and development of *Macaranga*, which are key to successful regeneration of the fallow forest.

Farmers' management of dominant *Macaranga* in the fallow area did not affect species diversity and species composition for forest fallow regrowth in this relatively short rotation cycle. This management is thus highly successful, in term of

ecological succession. The higher *Macaranga* density was associated with high biomass production of the fallow vegetation, which was reflected in greater nutrient accumulation below as well as above ground, within the limited rotation cycle of only 7 years. For the dynamics of *Macaranga* reproduction, its seed is relatively short-lived and almost total loss in viability within only 7 months after fruit maturity. The recruitment of seedlings is very large (220 to 280 seedlings m⁻²) but the survival of seedlings in the first year of fallow is very low (< 1.5 %). The seedling competition within and between species could be very strong at early stages of fallow regrowth and led to self-thinning of *Macaranga*, before stabilizing, at 10 to 40 plants m⁻² by the end of the cropping year.

After seven years of regrowth, densely populated *Macaranga* patches accumulated 43 ton ha⁻¹ of above ground biomass, 20% more than sparse patches. The biomass in dense *Macaranga* contained disproportionately more P, K, Ca and Mg (34%, 92%, 80% and 107% more, respectively) than in sparse *Macaranga* patches and higher when comparing with the mature fallow of 8 years rotation in the village of Pa Pae in the same vicinity with no *Macaranga*. In areas of densely populated *Macaranga*, grain yield of upland rice, was relatively stable through the whole course of rotation with an average at 2.62±0.08 tons ha⁻¹. In sparsely populated area, rice yield was much lower and fluctuated much more, with an average of 1.32±0.21 tons ha⁻¹, ranging between 0.83-1.87 tons ha⁻¹.

The growth and nutrients accumulation of *Macaranga* plants were found to be highly dependent on arbuscular mycorrhizal (AM) fungi. When N was not limiting, dry weight and nutrient accumulation in *Macaranga* seedlings were increased by AM fungi just as much as by P fertilizer.

Nutrients accumulated under dense *Macaranga* were enough to produce 4.27 ton ha⁻¹ biomass with 2.35 ton ha⁻¹ of grain yield of upland rice. That this effect was partly in the above ground biomass was reflected in a reduction of some 20% in the rice grain yield and total above ground dry matter when ash from the biomass was removed. Transferring the same amount of ash present in dense to sparse *Macaranga* patches succeed in increasing the rice grain yield from 0.68 to 1.11 ton ha⁻¹ and total above ground dry matter from 1.26 to 1.83 ton ha⁻¹. This suggests that a significant part of the effect of dense *Macaranga* was below ground. Applying N and P fertilizer had about the same effect on grain and dry matter yield of rice as the ash application. Further increase in rice yield, to 2.01 ton ha⁻¹ grain and 3.06 ton ha⁻¹ above ground dry matter was obtained in sparse *Macaranga* patches when N and P fertilizers were applied together with the ash. Liming effects of the ash, detected in a rise in soil pH after burning, appeared to be very important to rice production on this highly acidic soil. Adding more ash and application of N and P fertilizers to dense *Macaranga* patches had no further effect on the rice yield grain and dry matter yield.

In conclusion, this thesis has confirmed that, the Pwo Karen of Tee Cha village in Northern Thailand could manage the short cycle of rotational shifting cultivation system to improve crops productivity, stability and sustainability by using *Macaranga denticulata* to enrich the fallow. This thesis showed mechanism for soil fertility improvement by *Macaranga* tree in symbiosis with mycorrhizal fungi. The farmers successfully manage dominant *Macaranga* in the fallow field and conserve and maintain abundant diversity of crops in the cropping phase and useful and natural species in the fallow phase in the shifting cultivation system. This thesis has demonstrated that shifting cultivation, instead of leading to forest destruction as is

commonly believed, can actually help in forest regeneration and conserving biodiversity of wild and cultivated species, including a rich genetic diversity of local rice germplasm, while supporting a relatively productive cropping system. Remaining to be studied further in this area of sustainable management of shifting cultivation are the following issues.

- What is the lower time limit for the *Macaranga* enriched fallow period below six years but above three years which have been shown to be insufficient?
- If not seed production and recruitment of seedlings, which were clearly not limiting, what causes much more severe self thinning sparse *Macaranga* patches, leading to its patchiness?
- How this system might be transferred to other shifting cultivation systems on acidic, infertile soils in the region?

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การฟื้นตัวของป่าเห่าและการแปรปรวนของผลผลิต

ข้าวไร่ในระบบไร่หมุนเวียนที่มีต้นปะดะ (*Macaranga**denticulata* (Bl.) Muell. Arg.) เป็นพืชป่ารุงดินใน

ภาคเหนือของประเทศไทย

ผู้เขียน

นาย นริศ ยิ้มยิ้ม

ปริญญา

วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (พืชไร่)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ศ. ดร. เบญจวรรณ ฤกษ์เกษม ประธานกรรมการ

ดร. กนก ฤกษ์เกษม กรรมการ

Dr. David E. Thomas กรรมการ

บทคัดย่อ

ในภาคเหนือของประเทศไทยชุมชนกะเหรี่ยงโปว์ มีการจัดการระบบการทำไร่หมุนเวียน โดยใช้ต้นปะดะซึ่งเป็นพืชท้องถิ่น ในการฟื้นฟูระบบไร่หมุนเวียนที่มีรอบระยะเวลาที่สั้นลงเพื่อการผลิตข้าวไร่และพืช

อื่นๆเพื่อเป็นอาหารและปัจจัยเพื่อการยังชีพ การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากลไกในการฟื้นฟู

สภาพพื้นที่โดยการใช้ต้นปะดะ ตลอดระยะเวลาการทิ้งแปลง และยืนยันผลของต้นปะดะที่มีต่อผลผลิตข้าว

ไร่ Copyright © by Chiang Mai University

A ในการศึกษาทำการประเมินการจัดการแปลงป่าเห่าและความหลากหลายของพืชของเกษตรกร

ในช่วงที่มีการลดรอบระยะเวลาการหมุนเวียน และผลในการจัดการระบบไร่หมุนเวียนนี้สนับสนุนให้มีต้นปะดะ

เป็นพืชเด่นในแปลงและช่วยฟื้นฟูสภาพป่า โดยการใช้วิธีการหลายๆอย่าง ตั้งแต่การประเมินสถานการณ์

ร่วมกับเกษตรกร (PRA) การสำรวจหมู่บ้านและการใช้ที่ดิน การสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกร และเกษตรกร ทำการประเมินการเปลี่ยนแปลงป่าเหล่านี้ในระยะต่างๆ โดยการเก็บตัวอย่างมวลชีวะส่วนเหนือดินและใต้ดินและวิเคราะห์ตัวอย่าง หาปริมาณธาตุอาหาร บทบาทของไมโครไรซา เปรียบเทียบระหว่างแปลงที่มีต้นปะดะหนาแน่นต่างกัน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดพืชและองค์ประกอบของชนิดพืชที่พบ ทำการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นปะดะ ทั้งในด้านจำนวนต้นปะดะต่อพื้นที่ การผลิตเมล็ดและการสะสมเมล็ดปะดะในดิน ของแปลงที่มีจำนวนต้นปะดะขึ้นอยู่หนาแน่นต่างกัน ทำการเปรียบเทียบผลของต้นปะดะในด้านความหนาแน่นที่มีผลต่อผลผลิตข้าวไร่ที่ตามมา ในขณะที่เดียวกันทำการทดสอบการปรับปรุงแปลงที่เสื่อมโทรม โดยการเพิ่มมวลทางชีวภาพ และการใช้ปุ๋ย เพื่อที่จะเพิ่มปริมาณการสะสมธาตุอาหาร และส่งผลให้ผลผลิตข้าวไร่ที่ปลูกตามมาเพิ่มขึ้น

จากการศึกษา พบว่ากระบวนการตัดสินใจในการจัดการเกี่ยวกับระบบไร่หมุนเวียนของเกษตรกรนั้น จะขึ้นอยู่กับทั้งชุมชน และครอบครัวของเกษตรกร ในด้านความสามารถในการจัดการทรัพยากร กฎเกณฑ์ ประเพณีและวัฒนธรรมจะมีการรักษาให้คงไว้ ถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่ การเป็นเจ้าของ การจัดการไร่หมุนเวียน และกฎเกณฑ์ของผู้นำในชุมชน การดูแลรักษาระบบการทำไร่หมุนเวียนของบ้านที่จะมีความเกี่ยวข้องกับการรักษาความหลากหลายของพืชปลูกทั้งในช่วงที่มีการเพาะปลูกและช่วงที่มีการทิ้งแปลง เกษตรกรมีการจัดการต้นปะดะในแปลง เช่นการปล่อยให้ต้นปะดะขึ้นร่วมกับต้นข้าวในอัตราที่เหมาะสม มีการป้องกันไฟป่าที่จะเข้ามาทำลายในช่วงทิ้งแปลง ส่งผลให้ต้นปะดะมีการเจริญเติบโตและมีพัฒนาการที่ดี โดยสามารถมีชีวิตรอดได้ในแปลงไร่หมุนเวียนทั้งในช่วงที่มีการเพาะปลูกและช่วงของการทิ้งแปลงเพื่อการฟื้นฟูสภาพป่า

การจัดการของเกษตรกรในการฟื้นฟูสภาพพื้นที่โดยใช้ต้นปะดะป็นพืชเด่นในพื้นที่ที่มีรอบระยะเวลาการหมุนเวียนที่สั้น พบว่าไม่มีผลกระทบต่อการจำนวนชนิดพืชและสัดส่วนของชนิดพืชที่พบในแปลงป่าที่มีการฟื้นตัว การจัดการนี้ถือเป็นความสำเร็จอย่างมาก ในด้านของนิเวศวิทยา การจัดการของเกษตรกรนี้สามารถทำให้ได้ผลผลิตของมวลชีวภาพของป่าเหล่าสูง และส่งผลให้มีการสะสมของธาตุอาหารเพิ่มขึ้นนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตของการเพาะปลูกพืชในช่วงที่ตามมา ภายในรอบระยะเวลาของการหมุนเวียนเพียง 7 ปี ในด้านการเจริญพันธุ์ของต้นปะดะพบว่าเมล็ดปะดะมีอายุสั้น ถึงแม้ว่าต้นกล้าปะดะที่งอกขึ้นมาใหม่จะมีจำนวนมากภายหลังจากที่มีฝนแรกตกลงมาตอนปลูกข้าวไร่ แต่ความสามารถในการรอดของต้นกล้าในช่วงปีแรกจะต่ำมากคือน้อยกว่า 1.5 % โดยมีการแก่งแย่งแข่งขันกันอย่างมากทั้งในระหว่างต้นกล้าปะดะด้วยกันเองและระหว่างต้นปะดะกับพืชชนิดอื่นในช่วงแรกของการฟื้นฟูป่า ซึ่งจะส่งผลให้ต้นกล้าปะดะที่มีชีวิตรอดหลังจากปีแรก เหลือเพียง 10 และ 40 ต้นต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

หลังจากที่ทิ้งแปลงไว้ 7 ปี พบว่าในแปลงที่มีต้นปะดะขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นสะสมมวลชีวภาพของส่วนที่อยู่เหนือดินได้มากถึง 43 ตันต่อเฮกตาร์ โดยมวลชีวภาพในส่วนเหนือดินของแปลงที่มีต้นปะดะมากจะให้ค่ามากกว่าในแปลงที่มีปะดะน้อยถึง 20 % และมีปริมาณธาตุอาหารมากกว่าแปลงที่มีต้นปะดะน้อยอยู่ถึง 34% สำหรับธาตุฟอสฟอรัส 92% โปแตสเซียม 80% แคลเซียม และ 107% แมกนีเซียม และมากกว่าธาตุอาหารที่สะสมได้ในป่าเหล่า ในพื้นที่บ้านป่าแปบริเวณที่ไม่มีต้นปะดะขึ้นอยู่ สำหรับผลต่อผลผลิตข้าวไร่ในส่วนของแปลงที่มีปะดะขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นก่อนการตัดเผา พบว่าผลผลิตข้าวไร่ที่ปลูกเฉลี่ย 5 ปี (ปี 2543-2547) สูงถึง 2.62 ± 0.08 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่แปลงที่ก่อนตัดเผามีต้นปะดะขึ้นกระจัดกระจาย จะให้ผลผลิตที่ต่ำและแปรปรวนมากกว่าโดยเฉลี่ย 5 ปีที่ 1.32 ± 0.21 ตันต่อเฮกตาร์ โดยมีช่วงตั้งแต่ 0.83 ถึง 1.87 ตันต่อเฮกตาร์

การศึกษาการเจริญเติบโตและการสะสมปริมาณธาตุอาหารของต้นปะดะพบว่ามีการพึงพาเชื่อไมโคไรซามาก ในพื้นที่บริเวณที่มีธาตุไนโตรเจนอย่างเพียงพอแต่ขาดฟอสฟอรัส เชื้อไมโคไรซาจะช่วยทำให้ต้นปะดะมีน้ำหนักแห้ง และการสะสมปริมาณธาตุอาหารเพิ่มขึ้นได้มากถึง 150% ในระดับเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส

ส่วนปัญหาในพื้นที่ที่มีการเสื่อมโทรมของป่าเห่าในระบบไร่หมุนเวียน โดยเฉพาะบริเวณที่มีต้นปะดะขึ้นอยู่น้อย ซึ่งจะทำให้การสะสมของมวลทางชีวภาพมีน้อยและส่งผลต่อการสะสมปริมาณธาตุอาหารไม่พอเพียงพอต่อความต้องการของพืชที่จะปลูกตามมา สามารถทำการการแก้ไขฟื้นฟูสภาพเสื่อมโทรมนี้ได้ โดยมีการจัดการที่ดีเพื่อให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณมวลทางชีวภาพพร้อมกับการใส่ปุ๋ยทั้งไนโตรเจนและปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งจะสามารถทำให้ผลผลิตของข้าวไร่เพิ่มขึ้น

ธาตุอาหารที่สะสมในป่าเห่าที่มีต้นปะดะขึ้นหนาแน่นส่วนหนึ่งอยู่เหนือดิน ซึ่งถูกย้ายออกจากแปลงมีผลทำให้ผลผลิตเมล็ดและน้ำหนักแห้งของข้าวลดลงถึง 20% ถ้าจากมวลชีวะในส่วนเหนือนี้เมื่อนำไปใส่ให้แก่แปลงปะดะน้อยมีผลในการเพิ่มผลผลิตเมล็ดข้าว จาก 0.68 เป็น 1.11 ตันต่อเฮกตาร์ และน้ำหนักแห้งจาก 1.26 เป็น 1.83 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งหลักฐานทั้งหมดนี้ชี้ถึงความสำคัญของธาตุอาหารส่วนที่สะสมอยู่ใต้ดิน การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในแปลงปะดะน้อยส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นในระดับเดียวกันกับการใส่ ถ้า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสรวมกับการใส่ถ้าทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวเพิ่มต่อไปอีกเป็น 2.01 ตันต่อเฮกตาร์ และน้ำหนักแห้งเป็น 3.06 ตันต่อเฮกตาร์ แต่การเพิ่มถ้าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสไม่ทำให้ผลผลิตเมล็ดและน้ำหนักแห้งข้าวในแปลงปะดะมากเพิ่มต่อไปอีก

โดยสรุปการศึกษานี้ได้ยืนยันชัดเจนว่าจัดการระบบไร่หมุนเวียนที่มีรอบระยะเวลาในการหมุนเวียนสั้นให้ข้าวไร่ได้ผลผลิตดีสม่ำเสมอในระดับหนึ่ง ด้วยการใส่ต้นปะดะเป็นพืชบำรุงดิน และแสดงถึงกลไกในการ

บำรุงดินด้วยต้นปะตะและเชื้อราไมโคไรซา โดยเกษตรกรกระเหรียงโปว์ในหมู่บ้านห้วยที่ชะ จังหวัดแม่ฮ่องสอน
 ความสำเร็จนี้อาศัยการจัดการของเกษตรกรที่ทำให้มีต้นปะตะเป็นพืชเด่นในแปลง และยังสามารถอนุรักษ์
 ความหลากหลายทางชีวภาพในระบบไร่หมุนเวียนทั้งในช่วงของการเพาะปลูกและช่วงเวลาของการทิ้งแปลง
 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การทำไร่หมุนเวียนที่มีความเชื่อโดยทั่วไปว่าเป็นการทำลายป่านั้น แท้จริงแล้ว
 กลับเป็นการช่วยในการฟื้นฟูป่า และทำให้มีการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชป่าและพืชปลูก
 รวมทั้งความหลากหลายทางพันธุกรรมของเชื้อพันธุ์ข้าวพื้นเมือง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนระบบ
 การเพาะปลูก

ในหัวข้อวิจัยเกี่ยวกับการจัดการระบบการทำไร่หมุนเวียนอย่างยั่งยืนด้วยพืชบำรุงดินนี้ ยังมีหัวข้อ
 วิจัยที่สมควรได้รับการศึกษาคือ

- แปลงป่าเหล่าที่มีต้นปะตะเป็นพืชเด่นสามารถฟื้นฟูความสมบูรณ์ของพื้นที่ ให้ปลูกข้าวไร่ได้ผลผลิตดีได้
 ทุกปีที่ 7 แม้ไม่สามารถฟื้นฟูป่าเหล่าให้สมบูรณ์เต็มที่ในเวลา 3 ปี การทำไร่ที่มีต้นปะตะเป็นพืชเด่นใน
 ป่าเหล่านี้จะลดรอบหมุนเวียนลงอีกเป็น 6 5 หรือ 4 ปีได้หรือไม่
- หากจำนวนเมล็ด และต้นกล้าปะตะ มีใช้ซ้ำจำกัดที่กำหนดจำนวนต้นปะตะในแปลงป่าเหล่า บ้างจ่าย

แวดล้อมใดบ้างมีผลให้ต้นปะตะบางหย่อมมีอัตราการตายสูงมากกว่าอีกบางหย่อม

- ทำอย่างไรจึงจะถ่ายทอด “เทคโนโลยีพื้นบ้าน” เรื่องการจัดการป่าเหล่าด้วยพืชบำรุงดินท้องถิ่นเช่นปะ
 ตะไปสู่หมู่บ้านอื่นที่ยังอาศัยการทำไร่เพื่อยังชีพในพื้นที่สูงในประเทศไทย และประเทศเพื่อนบ้านได้