

การเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)
ในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน
Growth and Yield of Rubber Trees (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.)
in Abandoned Paddy Field and Upper Land

ระวี เจียรวิภา^{1/}

อิบรอเฮม ยีดำ^{1/}

Rawee Chiarawipa^{1/}

Ibrohem Yeedum^{1/}

ABSTRACT

Rubber plantations in abandoned paddy fields have increased substantially both in number and area in the last few years in Phatthalung province. The objectives of this study were to investigate the growth and yield of rubber trees in abandoned paddy field in Khao Chaison sub-district, Khao Chaison district, Phatthalung province, during August 2007-July 2008. A field experiment was conducted to compare the growth and yield of rubber trees from two different rubber plantation areas where were located in the abandoned paddy field and upper land. RRIM 600 clone rubber plantations were subjected to 3 different age levels as 3, 6 and 16-year-old rubber trees. Seventy-eight replications (one tree per replication) were used in each location and analysed by t-test. Results were revealed that 16-year-old rubber tree showed significant decrease in leaf area index, trunk girth, adventitious root lengths (0-30 cm soil depth), leaf nutrients (P, K and Mg), reduced thiol content (R-SH), dry rubber content and fresh mass of wood in the abandoned paddy field. In addition, water table depth remained stable at a high level (25.14 cm below the soil surface) in the abandoned paddy field. It is recommended that growth and yield of rubber trees are markedly decreased in the abandoned paddy field.

Key words: abandoned paddy field, land use, soil property, rubber yield, *Hevea brasiliensis*

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

^{1/} Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai campus, Hat Yai district. Songkhla province 90112

บทคัดย่อ

การปลูกสวนยางพาราในพื้นที่นาร้าง บริเวณ จ.พัทลุง มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงศึกษาผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของยางพาราในพื้นที่นาร้างของเกษตรกร ต. เขาชัยสน อ. เขาชัยสน จ. พัทลุง ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2550-กรกฎาคม พ.ศ. 2551 โดยเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของยางพาราระหว่าง 2 กลุ่มตัวอย่าง คือพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอนจำนวน 6 แปลงๆ ละ 1 ไร่ (78 ต้น/ไร่) และลูกยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 3 6 และ 16 ปี ผลการศึกษาพบว่าต้นยางพาราในพื้นที่นาร้างอายุ 16 ปี มีค่าดัชนีพื้นที่ใบ เส้นรอบวงลำต้น ความยาวรากที่ระดับความลึก 0-30 ซม. ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียมในใบ ปริมาณรีดิซไธออลในน้ำยางเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง และน้ำหนักสดต้นต่ำกว่าในพื้นที่ดอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพื้นที่นาร้างมีระดับน้ำใต้ดินสูงเฉลี่ย 25.14 ซม. จากผิวดิน ดังนั้นการปลูกยางพาราในสภาพพื้นที่นาร้างมีผลให้ยางพารามีการเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง

คำหลัก: พื้นที่นาร้าง การใช้ประโยชน์ที่ดิน สมบัติของดิน ผลผลิตยางพารา ยางพารา

คำนำ

ปัจจุบันเกษตรกรให้ความสำคัญกับการขยายพื้นที่ปลูกยางพาราเพิ่มมากขึ้น โดยไม่ได้คำนึงถึงความเหมาะสมของพื้นที่ปลูก เช่น พื้นที่

ลาดชัน พื้นที่เนินเขา รวมถึงสภาพพื้นที่ดินที่ร้าง เช่น นาร้าง ไร่ร้าง เหมืองแร่ร้าง ที่ลุ่มต่ำ และป่าละเมาะ (นิรนาม, 2549) รวมถึงการปรับเปลี่ยนพื้นที่การเกษตรแบบเดิม เช่น พืชไร่ สวนไม้ผลและพื้นที่นา เป็นสวนยางพารามากขึ้น (Somboonsuke *et al.*, 2002) ซึ่งลักษณะการทำสวนยางพาราในประเทศไทยนั้น มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับลักษณะการใช้ที่ดิน และส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจและสังคมในระบบที่เกี่ยวข้องกับยางพาราได้ (สุจรรยาและเชาวน์, 2546) จากผลการสำรวจพื้นที่ศักยภาพในการปลูกยางพาราใน จ.พัทลุง พบว่ามีประมาณ 415,530 ไร่ แต่ปัจจุบันกลับมีการขยายพื้นที่ปลูกยางพารานอกเขตพื้นที่ศักยภาพดังกล่าวประมาณ 104,668 ไร่ (สมเจตน์และคณะ, 2548) โดยเฉพาะพื้นที่นาร้างซึ่งมีแนวโน้มว่าเกษตรกรบริเวณอ.เขาชัยสน จ.พัทลุง ได้ให้ความสนใจปลูกยางพารามากขึ้น และพบว่ามี การปลูกยางพาราในพื้นที่นาร้าง 21,851 ไร่ จากพื้นที่ปลูกทั้งสิ้น 62,245 ไร่ หรือประมาณ 1 ใน 3 ของพื้นที่ปลูกทั้งหมดของอ.เขาชัยสน (นิรนาม, 2550) อย่างไรก็ตามจากสภาพปัญหาการปลูกยางพาราในพื้นที่นาร้าง จึงมีการปลูกข้าวลดลงประกอบกับแรงจูงใจในด้านราคาของยางพารา (รจเรช, 2549) ได้ส่งผลให้บางช่วงของปีต้นยางพาราต้องอยู่ในสภาพน้ำท่วมขัง จนทำให้มีการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ และมีอัตราการรอดตายลดลง (อิบรอเฮมและพิทยา, 2534) ซึ่งลักษณะทางกายภาพของดินนาส่วนมากประกอบด้วยอนุภาคของดินเหนียว(clay) และอนุภาค

ทรายแป้ง (silt) มีรูปร่างเป็นแบบแผ่น (platy) เมื่อมีน้ำท่วมขังจึงมักมีตะกอนทับถม และเกิดการอัดแน่นเป็นชั้นแข็งได้ง่ายในสภาพแล้ง รวมทั้งการระบายน้ำภายในชั้นดินต่ำ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวลดลง อย่างไรก็ตามลักษณะทางกายภาพของดินนาอาจแตกต่างกัน ตามลักษณะการเตรียมดินปลูกพืช เช่น การไถพรวน (สรสิทธิ์และคณะ, 2527) นอกจากนี้ในสภาพธรรมชาติของดินนาเป็นดินที่มีโครงสร้างอัดแน่นของเม็ดดินสูง ปริมาณน้ำที่พืชใช้ประโยชน์ได้และความพรุนในดินต่ำ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูก (อรรวรรณและคณะ, 2549) ประกอบกับฤดูแล้งจะมีวัชพืชฤดูฝนมักมีน้ำท่วมขัง ซึ่งมีผลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของดิน (Kyuma, 2004) จึงถูกปล่อยทิ้งไว้เป็นพื้นที่ร้าง โดยไม่ได้เข้าทำประโยชน์ต่อเนื่องกันตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป (อนนท์, 2547) มีผลให้มีลักษณะดินแตกต่างจากสภาพพื้นที่ดอน ที่มีการระบายน้ำดีและไม่มีน้ำท่วมขัง จึงเหมาะต่อการปลูกไม้ผลและพืชยืนต้น (นิรนาม, 2548) การวิจัยนั้นนอกจากมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของยางพาราในพื้นที่นาร้างแล้ว ข้อมูลที่ได้ยังน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปปรับปรุงสภาพสวนยางพารา ของเกษตรกรที่ปลูกในพื้นที่นาร้างต่อไปได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอนบริเวณ ต.เขาชัยสน

อ.เขาชัยสน จ.พัทลุง ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2550 - กรกฎาคม พ.ศ. 2551 ดินเป็นชุดดินบางนารา (Bang Nara series, Ba); Fine Typic Paleaquults (นิรนาม, 2530) เพื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่มตัวอย่าง โดยวิธี t-test คือ ดินยางพาราที่ปลูกในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน ในต้นยางพาราที่มีช่วงอายุเดียวกัน 3 ช่วง ได้แก่ อายุ 3 6 และอายุ 16 ปี จากจำนวนตัวอย่างพื้นที่ 1 ไร่ หรือ 78 ต้น (1 ต้น/ไร่) ของทุกช่วงอายุในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน

1. สภาพอากาศ สมบัติทางกายภาพและเคมีในดิน

บันทึกข้อมูลสภาพอากาศบริเวณแปลงทดลองจากสถานีอุตุนิยมวิทยาพัทลุง ต.ลำปำ อ.เมือง จ.พัทลุง เพื่อเป็นค่าตัวแทนของพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและการระเหยน้ำรายเดือน และสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน ซึ่งประกอบด้วยความแน่นดิน (soil compaction) ด้วย hand penetrometer Eijkelkamp บริเวณพื้นที่ระหว่างแถวยางพารา โดยเว้นระยะห่างจากแถวยางพารา 1 ม. กำหนดพื้นที่ 4 x 4 ม. และวัดความแน่นดินทุกๆ 1 ตร.ม. ที่ระดับความลึก 20 40 และ 60 ซม. จากผิวดิน ซึ่งสุ่มวัดจำนวน 3 จุด/พื้นที่ปลูก 1 ไร่ วัดความชื้นดินจำนวน 5 ตัวอย่าง/พื้นที่ปลูก 1 ไร่ ที่ระดับความลึก 0-20 21-40 และ 41-60 ซม. จากผิวดิน โดยวิธีอบตัวอย่างดินที่อุณหภูมิ 80 °ซ. เป็นเวลา 48 ชม. และสุ่มเก็บตัวอย่างดินจำนวน 5 ตัวอย่าง/พื้นที่ปลูก 1 ไร่ ที่ระดับความลึก

0-20 21-40 41-60 61-80 และ 81-100 ซม. จากผิวดิน เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก อินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) ความเป็นกรดต่างของดิน หรือ pH และความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (cation exchange capacity, CEC) รวมถึงลักษณะเนื้อดิน (soil texture) เพื่อเป็นค่าเฉลี่ยของพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน ส่วนระดับน้ำใต้ดิน (water table) บันทึกเฉพาะในพื้นที่นาร้าง โดยใช้วิธีฝังท่อพีวีซี ปลายเปิดด้านล่างที่ระดับความลึก 2 ม. จากผิวดิน จำนวน 5 จุด/พื้นที่ปลูก 1 ไร่ และวัดระยะ ความสูงจากระดับผิวดินถึงระดับน้ำใต้ดินด้วย ตลับเมตรทุกเดือน เพื่อเป็นค่าเฉลี่ยของทุกช่วงอายุในพื้นที่นาร้าง

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตยางพารา

2.1 ดัชนีพื้นที่ใบ

บันทึกภาพใบต้นยางพาราโดยใช้วิธีถ่ายภาพดิจิทัลด้วยเลนส์ Fisheye บริเวณระหว่างแถวยางพาราจำนวน 5 ซ้ำ/ 1 ไร่ เพื่อเป็นค่าเฉลี่ยของทุกช่วงอายุในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน คำนวณดัชนีพื้นที่ใบด้วยโปรแกรม Gap Light Analyzer (GLA) V 2 และคำนวณดัชนีพื้นที่ใบจริงในต้นยางพาราที่ยังไม่เปิดกรีดและเปิดกรีดแล้วด้วยสมการ (Sopharat and Sdoodee, 2008)

$$y = 1.6413x \text{ และ}$$

$$y = 2.4683x - 1.1691$$

เมื่อ y = ดัชนีพื้นที่ใบจริง

และ x = ดัชนีพื้นที่ใบจากภาพถ่าย

ดิจิทัลเลนส์ Fisheye

2.2 ปริมาณธาตุอาหารในใบ

สุ่มเก็บตัวอย่างใบยางพาราบริเวณปลายกิ่งในระยะเพลลาด และเป็นใบย่อยที่มีขนาดใกล้เคียงกัน 25 ใบ/ต้น จำนวน 10 ต้น/พื้นที่ปลูก 1 ไร่ เพื่อเป็นค่าเฉลี่ยของทุกช่วงอายุในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน และวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็ก และอบตัวอย่างใบที่อุณหภูมิ 65 °ซ. เป็นเวลา 48 ชม.

2.3 ความยาวราก

วัดความยาวรากยางพาราโดยใช้วิธีถ่ายภาพดิจิทัลในท่อ mini rhizotron (สายันท์และนเรศ, 2551) ซึ่งเป็นท่อพีวีซีทรงกระบอกขนาดความกว้าง 15 ซม. และมีพื้นที่หน้าตัดทำด้วยพลาสติกใสขนาดความกว้าง 10 x 30 ซม. ฝังที่ระดับความลึก 30 ซม. จากผิวดิน และห่างจากลำต้น 1 ม. จำนวน 3 จุด/พื้นที่ปลูก 1 ไร่ เพื่อเป็นค่าเฉลี่ยของทุกช่วงอายุในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน คำนวณความยาวรากด้วยโปรแกรม IP3 จากสมการความสัมพันธ์ (ระวีและสมยศ, 2552)

$$y = 0.8511x - 0.1496$$

เมื่อ y = ความยาวรากยางพารา (ซม.)

และ x = จำนวนพิกเซลจากภาพถ่าย

ดิจิทัล

2.4 องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำยาง

วิเคราะห์องค์ประกอบทางชีวเคมีจากผล

ผลิตน้ำยางตามวิธีการ Gohet และ Chantuma (1999) คือเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (dry rubber content, DRC) น้ำตาลซูโครส (sucrose content, Suc) (มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ล.) อนินทรีย์ฟอสฟอรัส (inorganic phosphorus content, Pi) (มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ล.) รีดิวซ์ไฮออล (reduced thiols content, R-SH) (มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ล.) โดยสุ่มเก็บน้ำยางในช่วงเวลา 03.00-05.00 น. ปริมาณ 10 มล./ต้น จำนวน 20 ต้น/แปลง เพื่อเป็นค่าเฉลี่ยของต้นยางพาราอายุ 3 6 และ 16 ปี ในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน

2.5 ผลผลิตน้ำยางและน้ำหนักรีดน้ำยาง

บันทึกปริมาณผลผลิตน้ำยางสด (กก./ไร่) และเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง ของเกษตรกรในแต่ละเดือน ในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอนอายุ 6 ปี ซึ่งใช้ระบบกรีตครั้งลำต้น โดยกรีต 3 วัน เว้น 1 วัน (1/2s 3d/4) ส่วนพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอนอายุ 16 ปี ใช้ระบบกรีตครั้งลำต้น โดยกรีต 4 วัน เว้น 1 วัน (1/2s 4d/5) วัดเส้นรอบวงลำต้นของต้นยางพาราที่ระดับความสูง 1.70 ม. จากพื้นดิน (DBH) เพื่อประเมินน้ำหนักสดไม้ยาง ด้วยสมการความสัมพันธ์ (กฤษดา, 2548) คือ

$$Y = 2.3167x^{1.1972}$$

เมื่อ Y = น้ำหนักสดไม้ยางพารา/ต้น (กก.)

และ x = เส้นรอบวงลำต้นที่ระดับความสูง 1.70 ม. เพื่อเป็นค่าเฉลี่ยของทุกช่วงอายุในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สภาพอากาศ คุณสมบัติทางกายภาพและ

เคมีในดิน

สภาพอากาศบริเวณแปลงทดลอง จ.พัทลุง มีปริมาณน้ำฝนรายเดือนอยู่ในระหว่าง 63.20-310.60 มม. ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดและสูงที่สุดในเดือนมีนาคมและพฤศจิกายน ส่วนระดับน้ำใต้ดินบริเวณแปลงทดลองพื้นที่นาร้าง มีระดับน้ำใต้ดินสูงต่อเนื่องตลอดช่วงทำการทดลอง โดยมีระดับน้ำใต้ดินต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน (30.86 ซม.) และสูงสุดในเดือนมิถุนายน (16.32 ซม.) (Figure 1) ขณะที่บริเวณแปลงทดลองพื้นที่ดอนไม่พบระดับน้ำใต้ดินที่ระดับความลึกดังกล่าว

สมบัติบางประการของดินปลูกยางพาราในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน พบว่าส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน แต่อาจมีค่ามากน้อยสลับกันบางระดับความลึกจากผิวดิน ยกเว้นบางชนิดของธาตุอาหารซึ่งพบว่า พื้นที่นาร้างมีค่าสูงกว่าพื้นที่ดอน ได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่ระดับความลึก 40-100 ซม. โดยอยู่ในระหว่าง 0.03-0.05% ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ที่ระดับความลึก 20-100 ซม. มีค่าอยู่ระหว่าง 0.31-0.74 meq/100g และปริมาณความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ระดับความลึก 20-100 ซม. มีค่าอยู่ในช่วง 2.97-4.11 meq/100g (Figure 2) ขณะที่เนื้อดินบริเวณพื้นที่นาร้างมีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนบริเวณพื้นที่ดอนเป็นดินร่วนปนทราย

ความแน่นดินที่ระดับความลึก 20 40 และ 60 ซม. ระหว่างแถวยางพารา พบว่ามีค่าความแน่นดินเฉลี่ยสูงที่สุดที่ระดับความลึก 60 ซม. เมื่อเปรียบเทียบกับที่ระดับความลึก 20 และ 40 ซม.

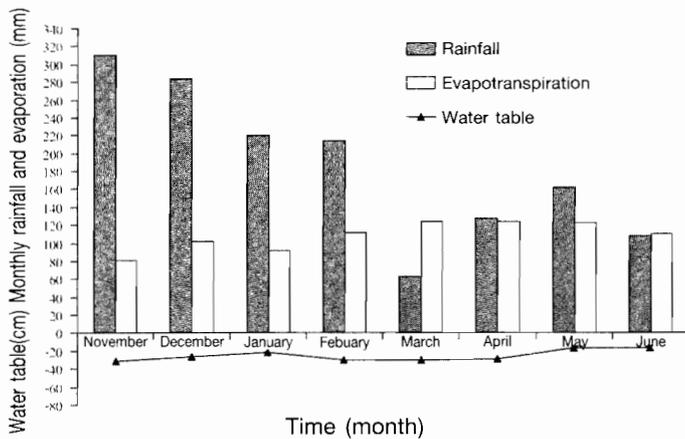


Figure 1. Monthly rainfall, evaporation and water table in abandoned paddy fields during November 2007-June 2008

โดยพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอนที่ระดับความลึก 20 ซม. มีค่าเฉลี่ย 301.67 และ 301.25 นิวตัน (ความชื้นในดินเฉลี่ย 17.30 และ 11.65%) ที่ระดับความลึก 40 ซม. มีค่าเฉลี่ย 451.08 และ 422.36 นิวตัน (ความชื้นในดินเฉลี่ย 17.08 และ 12.31%) และที่ระดับความลึก 60 ซม. มีค่าเฉลี่ย 502.49 และ 492.36 นิวตัน (ความชื้นในดินเฉลี่ย 17.70 และ 12.58%) ตามลำดับ (Figure 3)

พื้นที่ปลูกยางพาราบริเวณจ.พัทลุงในช่วงที่ศึกษามีปริมาณน้ำฝน และการคายระเหยน้ำสูง โดยมีปริมาณฝนตกอย่างต่อเนื่องและมากกว่า 100 มม. ทุกเดือน (ยกเว้นเดือนมีนาคม) ทำให้บริเวณพื้นที่นาร้างมีระดับน้ำใต้ดินสูงเฉลี่ย 25.14 ซม. จากผิวดิน ลักษณะเช่นนี้ต้นยางพาราที่ปลูกในพื้นที่นาร้าง จึงได้รับผลกระทบจากระดับน้ำใต้ดินสูงตลอดเวลา และมีความลึกหน้าดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตไม่ถึง 1 ม.

(นิรนาม, 2550) แม้เกษตรกรมีการจัดการเพื่อระบายน้ำโดยยกร่องปลูกร่วมกับการขุดคูระหว่างแถว ขณะที่พื้นที่ดอนน่าจะมีการระบายน้ำได้ดี จึงไม่มีน้ำท่วมขังหรือระดับน้ำใต้ดินสูง (นิรนาม, 2548) นอกจากนี้แม้ผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่ดอนมีความสมบูรณ์ของดินต่ำกว่าพื้นที่นาร้าง แต่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารบางชนิดในชุดดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกยางพาราในภาคใต้ (นุชนารถ, 2547) สมบัติของดินทั้ง 2 แปลงยังอยู่ระดับค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสมบัติของดินในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอนมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้ดินมีธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม และฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ ส่วนธาตุเหล็กที่พบยังอยู่ในระดับที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งต่างจากดินนาทั่วไปที่มักมีปัญหาธาตุเหล็กในดินสูง (Kyuma, 2004)

ส่วนค่าความแน่นดินในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอนที่ระดับความลึก 20 ซม. แม้มีค่าต่ำกว่าที่ระดับอื่นๆ และมีค่าสูงขึ้นตามระดับความลึก แต่ที่ระยะห่าง 1-2 ม. จากแถวยางพารามีค่าความแน่นดินสูง เนื่องจากเป็นบริเวณใกล้กับแถวยางพารา จึงมีการอัดแน่นของหน้าดินจากการยกร่องและการเดิน ซึ่งอาจมีผลต่อประสิทธิภาพในการหยั่งราก และการแทงทะลุผ่านของรากมากขึ้น (Bischetti *et al.*, 2005) โดยอาจมีผลให้การเจริญเติบโตของราก ลำต้นและผลผลิตลดลงได้ (Conlin and van den Driessche, 1996; Ferree and Schmid, 2001) อย่างไรก็ตามแรงต้านของดินจะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณความชื้นดิน

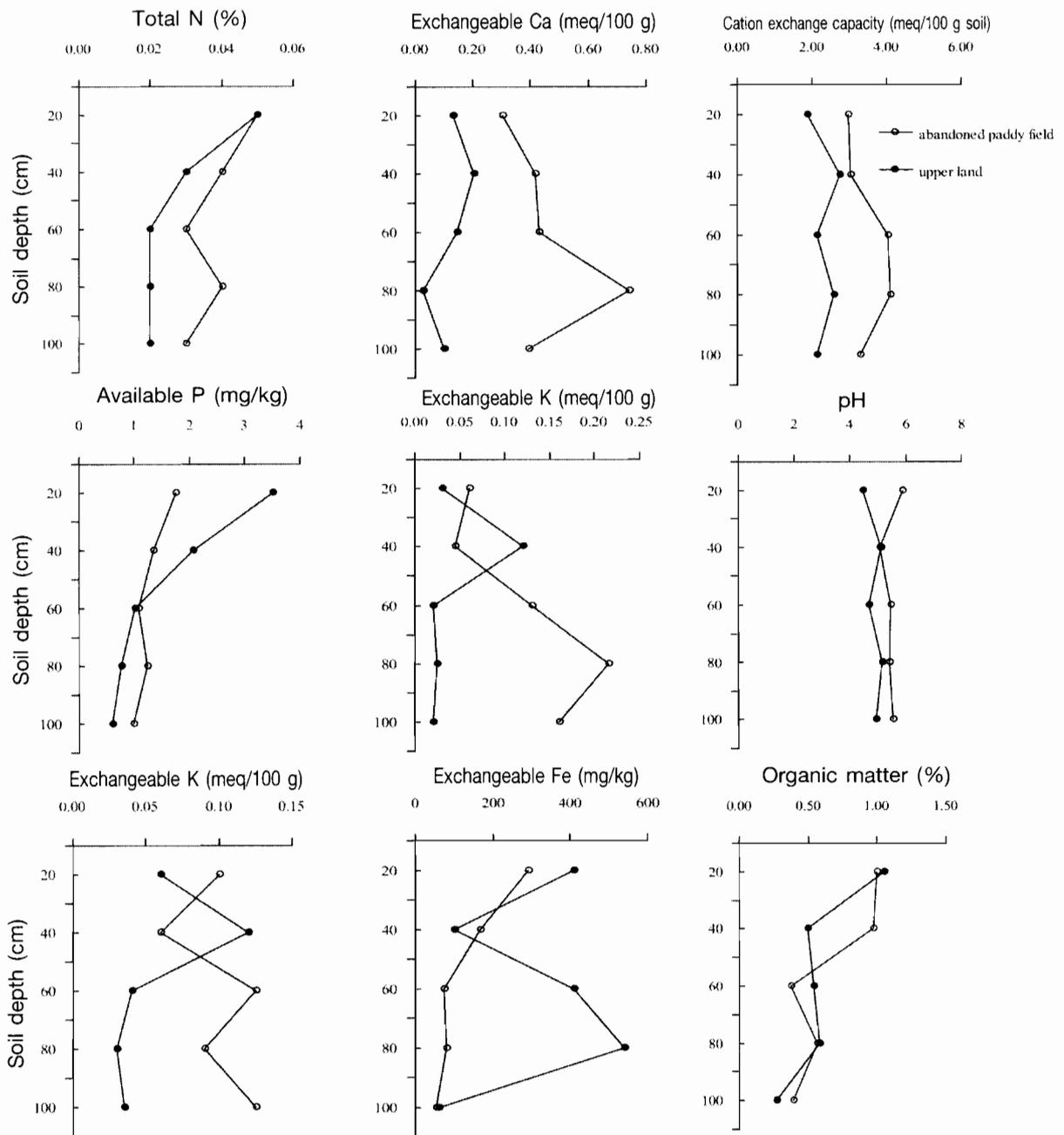


Figure 2. Soil fertilities at 0-100 cm soil depth in abandoned paddy fields and upper land

เพิ่มขึ้น (ถนอมและปิ่นเพชร, 2550) ซึ่งจากการทดลองพบว่าดินในพื้นที่นาร้างมีปริมาณความชื้นในดินสูงกว่าพื้นที่ดอน จึงน่าจะเป็นสาเหตุให้มีความแน่นดินใกล้เคียงกัน

2. การเจริญเติบโตและผลผลิตยางพารา

2.1 ดัชนีพื้นที่ใบและขนาดเส้นรอบวง

ลำต้น

ดัชนีพื้นที่ใบของต้นยางพาราในพื้นที่นาร้างอายุ 3 และ 6 ปี มีค่า 0.59 และ 1.34 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดัชนีพื้นที่ใบของต้นยางพาราในพื้นที่ดอนอายุ 3 และ 6 ปี ซึ่งมีค่า 1.20 และ 2.26 ตามลำดับ ส่วนที่อายุ 6 ปี ของต้นยางพาราในพื้นที่นาร้างและ

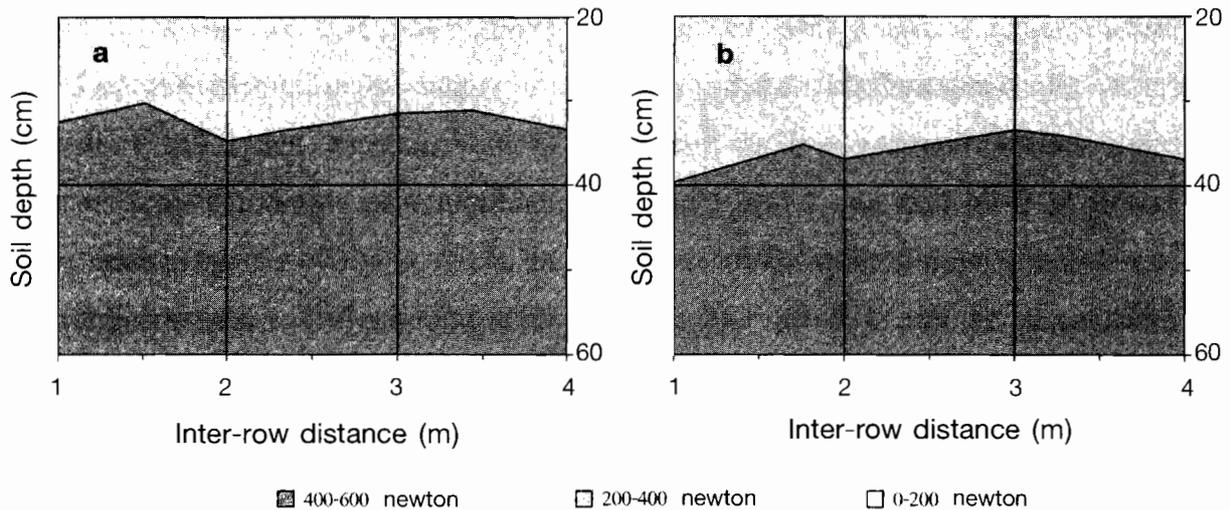


Figure 3. Soil compaction (N) in the inter-row spaces of rubber plantations at 0-60 cm soil depth in abandoned paddy fields (a) and upper land (b)

พื้นที่ดอน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ 1.78 และ 2.02 ขณะที่ขนาดเส้นรอบวงลำต้นซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทุกช่วงอายุ โดยต้นยางพาราในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอนอายุ 3 ปีมีค่า 15.97 และ 30.87 ซม. ที่อายุ 6 ปีมีค่า 34.77 และ 43.41 ซม. ส่วนอายุ 16 ปีมีค่า 52.03 และ 75.71 ซม. ตามลำดับ (Figure 4)

การประเมินดัชนีพื้นที่ใบและขนาดเส้นรอบวงลำต้น พบว่าต้นยางพาราในพื้นที่นาร้างมีการเจริญเติบโตช้ากว่าในพื้นที่ดอน จึงส่งผลให้มีลักษณะทรงพุ่มโปร่ง ใบมีขนาดเล็กและมีขนาดลำต้นเล็กกว่าปกติเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงอายุเดียวกัน โดยมีขนาดลำต้นทั้ง 3 ช่วงอายุ เจริญเติบโตช้ากว่าประมาณ 20-50% ถึงแม้ที่ระดับอายุ 6 ปี ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของดัชนีพื้นที่ใบก็ตาม แต่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนที่อายุ 16 ปี ทั้งดัชนีพื้นที่ใบและ

ขนาดเส้นรอบวงลำต้น ลักษณะเช่นนี้จึงน่าจะคล้ายคลึงกับต้นยางพาราที่อยู่ในสภาพพื้นที่น้ำท่วมขัง (อิบรอเฮมและพิทยา, 2534) รวมถึงสภาวะแล้งติดต่อกันนานกว่า 6 เดือน หรือการมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 1,250 มม./ปี (สุจินต์และคณะ, 2536) ซึ่งหากมีการเปิดกรีด อาจทำให้ต้นยางแคระแกรนและเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ 28-60% ในระยะต่อมา และอาจมีผลให้ผลผลิตน้ำยางตลอดวงจรชีวิตลดลงถึง 25-60% (พิศมัย, 2551) สำหรับดัชนีพื้นที่ใบนั้นมักมีความแตกต่างกันตามฤดูกาล และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเจริญเติบโตทางลำต้นของต้นยางพารา (Sopharat and Sdoodee, 2008) และผลผลิตน้ำยาง (Righi and Bernardes, 2008)

2.2 ธาตุอาหารในใบ

ในแต่ละพื้นที่ปลูกมีปริมาณธาตุอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไปดังนี้คือ ปริมาณธาตุไนโตรเจนมีมากและน้อยที่สุดในต้นยางพารา

พื้นที่นาไร่อายุ 3 และ 6 ปีคือ 3.21 และ 2.32% ปริมาณฟอสฟอรัสมีมากและน้อยที่สุดในต้นยางพาราพื้นที่ตอนอายุ 6 ปี และพื้นที่นาไร่อายุ 16 ปี คือ 0.23 และ 0.14% ปริมาณโพแทสเซียมมีมากและน้อยที่สุดในต้นยางพาราพื้นที่ตอนอายุ 16 และ 3 ปี คือ 1.45 และ 0.57% ปริมาณแคลเซียมมีมากและน้อยที่สุดในต้นยางพาราพื้นที่นาไร่อายุ 6 ปี และพื้นที่ตอนอายุ 3 ปีคือ 2.60 และ 0.79% ปริมาณแมกนีเซียมมีมากและน้อยที่สุดในต้นยางพาราพื้นที่ตอนอายุ 6 ปี และพื้นที่นาไร่อายุ 3 ปี คือ 0.47 และ 0.14% และปริมาณเหล็กมีมากและน้อยที่สุดในต้นยางพาราพื้นที่นาไร่อายุ 3 ปี และพื้นที่ตอนอายุ 3 ปี คือ 216.83 และ 83.13 มก./กก. (Table 1)

เมื่อเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในใบยางพารา (นิรนาม, 2550) พบว่าปริมาณไนโตรเจนในใบมีค่าต่ำกว่าระดับวิกฤต (3.31%) ทั้งพื้นที่นาไร่และพื้นที่ตอน ขณะที่ในพื้นที่ตอนอายุ 6 ปี มีปริมาณฟอสฟอรัส (0.20%) สูงกว่าระดับวิกฤต เช่นเดียวกับในพื้นที่ตอนอายุ 16 ปีที่มีปริมาณโพแทสเซียม (1.36%) และพื้นที่ตอนทั้ง 3 ช่วงอายุ มีปริมาณแมกนีเซียมในใบ (0.20%) สูงกว่าระดับวิกฤต ส่วนปริมาณธาตุเหล็กในใบทั้งสองพื้นที่ปลูกอยู่ในระดับปกติ (นุชนารถ, 2547) แต่มีปริมาณมากที่สุดในพื้นที่นาไร่อายุ 3 ปี นอกจากนี้ปริมาณธาตุอาหารในใบยังสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารในดินของพื้นที่ตอน ซึ่งมีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียมสูงกว่าในพื้นที่นาไร่ โดยเฉพาะที่

ระดับความลึก 0-40 ซม. ที่มีจำนวนรากเจริญเติบโตอยู่อย่างหนาแน่นกว่าที่ระดับความลึกอื่นๆ (สายพันธ์และนเรศ, 2551) จึงอาจส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการดูดซึมแร่ธาตุอาหารมากขึ้น อย่างไรก็ตาม แม้ปริมาณธาตุอาหารแต่ละชนิดมีค่าน้อยต่างกันในแต่ละสภาพพื้นที่และอายุต้นยางพารา แต่พบว่าต้นยางพารามีความต้องการปริมาณไนโตรเจน โพแทสเซียมและแคลเซียมในใบในสัดส่วนที่มากกว่าฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม เพราะธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่มีสัดส่วนมากที่สุดในน้ำยาง ส่วนธาตุแคลเซียมมีมากที่สุดในเนื้อไม้ (สุนทรและจินตนา, 2549) ต้นยางพาราจึงมีการสะสมธาตุอาหารทั้ง 3 ธาตุในสัดส่วนที่มากกว่าธาตุอื่นๆ ทั้งในพื้นที่นาไร่และพื้นที่ตอน

2.3 ความยาวราก

ในการเปรียบเทียบความยาวรากต้นยางพาราที่ระดับความลึก 10 ซม. ระหว่างพื้นที่นาไร่และพื้นที่ตอน พบว่าที่อายุ 3 ปี ต้นยางพาราในพื้นที่นาไร่มีความยาวรากใกล้เคียงกับพื้นที่ตอนคือ 19.33 และ 19.79 ซม. ส่วนที่อายุ 6 ปี ต้นยางพาราในพื้นที่นาไร่มีความยาวรากสูงกว่าพื้นที่ตอนคือ 30.14 และ 23.27 ซม. แต่ที่อายุ 16 ปี ต้นยางพาราในพื้นที่นาไร่มีความยาวรากต่ำกว่าพื้นที่ตอนคือ 18.94 และ 36.40 ซม. ส่วนที่ระดับความลึก 20 ซม. พบว่าที่อายุ 3 6 และ 16 ปี ต้นยางพาราในพื้นที่นาไร่มีความยาวราก 11.43 17.81 และ 20.42 ซม. ซึ่งต่ำกว่าพื้นที่ตอนคือ 20.01 29.58 และ 31.17 ซม. ตามลำดับ เช่นเดียวกับที่ระดับความลึก 30 ซม.

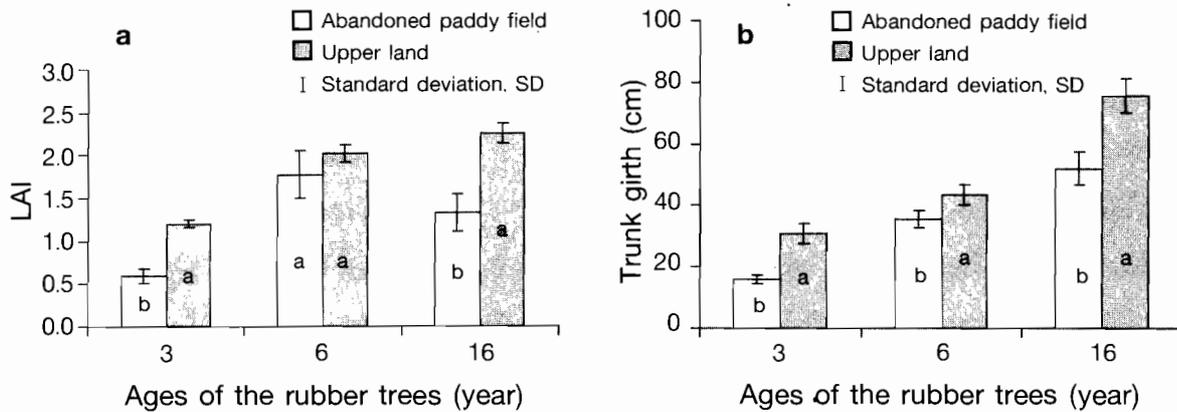


Figure 4. Leaf area index (a) and trunk girth (b) of rubber trees in abandoned paddy field and upper land, vertical bars represent standard deviations, a common letter in each age of rubber indicates non significant differences at the 5% level by t-test.

Table 1. Leaf nutrient contents of rubber trees in abandoned paddy fields and upper land

Leaf nutrient contents	Field locations	Ages of the rubber trees (year)		
		3	6	16
N (%)	Abandoned paddy field	3.21±0.06 a	2.32±0.06 b	2.39±0.04 a
	Upper land	2.90±0.05 a	2.94±0.08 a	2.39±0.06 a
P (%)	Abandoned paddy field	0.18±0.02 a	0.18±0.01 b	0.14±0.02 b
	Upper land	0.16±0.01 a	0.23±0.03 a	0.20±0.01 a
K (%)	Abandoned paddy field	1.19±0.07 a	1.06±0.04 a	1.23±0.06 a
	Upper land	0.57±0.05 b	0.96±0.04 a	1.45±0.08 a
Ca (%)	Abandoned paddy field	1.40±0.04 a	2.60±0.08 a	1.34±0.05 a
	Upper land	0.79±0.05 b	1.29±0.06 a	1.22±0.05 a
Mg (%)	Abandoned paddy field	0.14±0.01 b	0.23±0.01 b	0.23±0.01 b
	Upper land	0.30±0.01 a	0.47±0.02 a	0.47±0.02 a
Fe (mg/kg)	Abandoned paddy field	216.83±2.58 a	107.49±3.51 a	92.99±4.22 b
	Upper land	83.13±4.42 b	77.14±3.03 b	142.36±3.34 a

Means ± SD in the same column followed by a common letter within the same nutrient are not significantly different at the 5% level by t-test.

ที่อายุ 3 และ 16 ปี ต้นยางพาราในพื้นที่นาร้าง มีความยาวรากเท่ากับ 8.38 และ 16.95 ซม. ซึ่งต่ำกว่าพื้นที่ดอนคือ 21.75 และ 23.39 ซม. ตามลำดับ (Figure 5)

ต้นยางพารามีความยาวรากสูงสุดแตก

ต่างกันทั้งที่ระดับความลึก 10 20 และ 30 ซม. ทั้ง 3 ช่วงอายุ ในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน ขณะที่ปริมาณและความยาวรากของต้นยางพารามีปริมาณรากอยู่หนาแน่นบริเวณหน้าดิน (สายนท์และนเรศ, 2551) และลดลงตามระดับ

ความลึกของดิน (Bischetti *et al.*, 2005) หรือมีน้ำท่วมขัง (Klepper, 1990) อย่างไรก็ตามการที่ต้นยางพาราในพื้นที่ดอนมีการเจริญเติบโตของรากได้ดี อาจเป็นเพราะมีระดับน้ำใต้ดินต่ำกว่าพื้นที่นาร้าง แม้ว่าที่ระดับความลึก 10 และ 30 ซม. ของต้นยางพาราอายุ 3 และ 6 ปี ในพื้นที่นาร้างมีความยาวรากใกล้เคียงกับในพื้นที่ดอนและไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลักษณะเช่นนี้แสดงว่าต้นยางพาราในระยะยางอ่อนอาจปรับตัวในสภาพระดับน้ำใต้ดินสูงได้ดีกว่าต้นยางแก่ ขณะเดียวกันพื้นที่นาร้างยังมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส และอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกับพื้นที่ดอน ซึ่งอาจส่งผลดีต่อการเจริญเติบโตของราก ฉะนั้นระดับน้ำใต้ดิน ความสมบูรณ์ของดินและอายุของต้นยางพารา จึงน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญ

ต่อการเจริญเติบโตของรากเช่นเดียวกับพืชอื่นๆ (Kozlowski, 1982; Troeh *et al.*, 2004)

2.4 องค์ประกอบทางชีวเคมีในน้ำยาง

ต้นยางพาราในพื้นที่นาร้างอายุ 6 และ 16 ปี มีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงกว่าในพื้นที่ดอนคือ 16.18 และ 11.10 มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ล. เช่นเดียวกับที่อายุ 16 ปี ในพื้นที่นาร้างที่มีปริมาณอินทรีฟอสฟอรัส 19.32 มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ล. แต่ที่อายุ 6 ปี ในพื้นที่นาร้างมีปริมาณอินทรีฟอสฟอรัส 14.81 มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ล. ซึ่งน้อยกว่าพื้นที่ดอน เช่นเดียวกับที่อายุ 6 และ 16 ปี ในพื้นที่นาร้างซึ่งมีปริมาณรีดิวซ์ไฮดรอล 0.40 และ 0.28 มิลลิโมล/น้ำยาง 1 ล. และปริมาณเนื้อยางแห้ง 36.57 และ 31.08% ซึ่งน้อยกว่าพื้นที่ดอนเช่นกัน (Figure 6) แสดงว่าสภาพพื้นที่

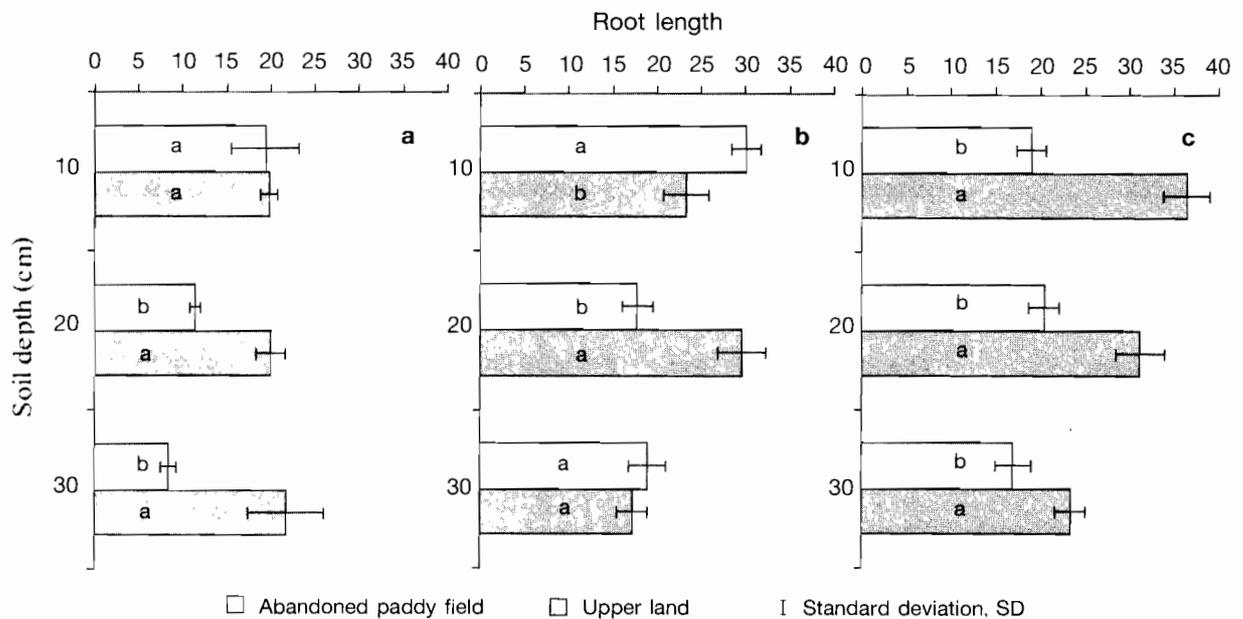


Figure 5. Root length at 0-30 cm soil depth in the 3 (a), 6 (b) and 16 (c) years old rubber trees in abandoned paddy fields and upper land, vertical bars represent standard deviations, a common letter in each age of rubber indicates non significant differen at the 5% level by t-test.

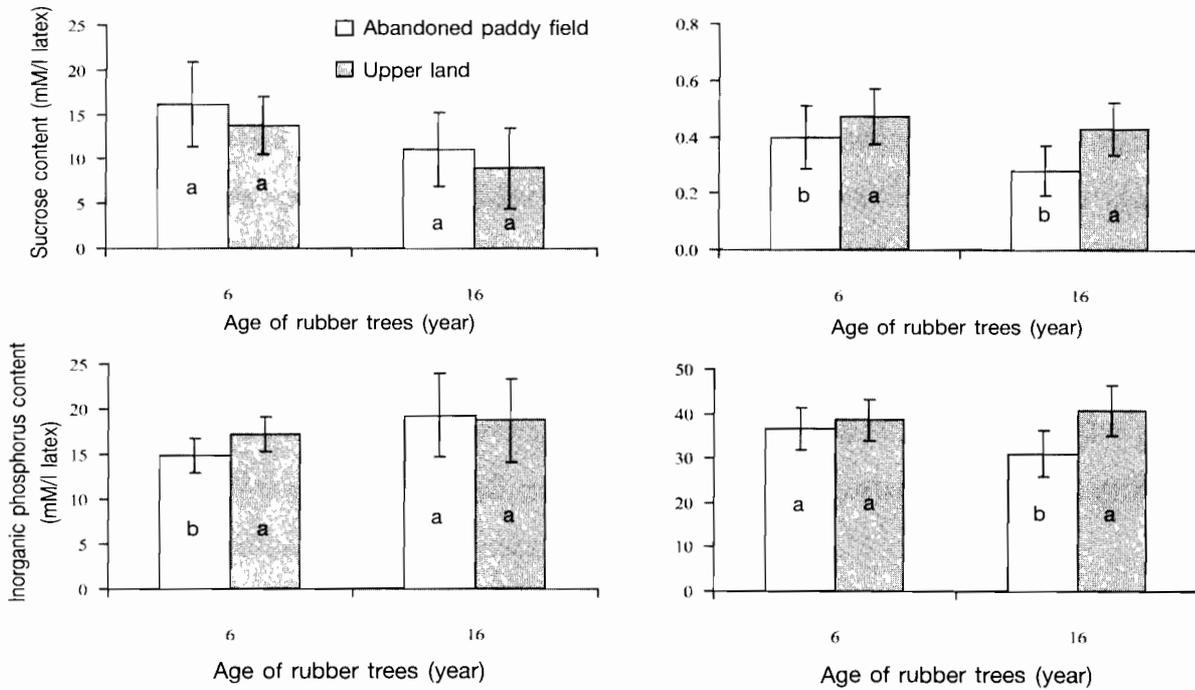


Figure 6. Latex physiological parameters of rubber trees in abandoned paddy fields and upper land. vertical bars represent standard deviations, a common letter in each age of rubber indicates non significant differences at the 5% level by t-test.

ปลูกอาจมีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมในเซลล์ท่อน้ำยาง แม้ต้นยางพาราในพื้นที่นาร้างมีปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงกว่าในพื้นที่ดอนทั้ง 2 ช่วงอายุ แต่มีปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ริดิวิซ์ ไรออล และเนื้อยางแห้งต่ำกว่าในพื้นที่ดอนทั้ง 2 ช่วงอายุ ซึ่งค่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นตัวชี้วัดกระบวนการเมตาบอลิซึมของต้นยางพารา และสัมพันธ์กับกระบวนการสร้างน้ำยางที่ได้จาก adenosine phosphate (ATP) และ pyrophosphate (PPi) (Gohet and Chantuma, 1999) ส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครส แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตซึ่งได้จากกระบวนการสังเคราะห์แสง และเป็นสารตั้งต้น

สำหรับกระบวนการสร้างอนุภาคน้ำยาง (Chantuma et al., 2006) ขณะที่ปริมาณริดิวิซ์ ไรออล แสดงถึงการลดการอุดตันของท่อน้ำยาง (Lacote et al., 2004) ส่วนปริมาณเนื้อยางแห้งสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลซูโครสที่ลดลง และพกผันกับปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสริดิวิซ์ไรออล และผลผลิตน้ำยางที่สูงขึ้น (Gohet and Chantuma, 2003)

2.5 ผลผลิตน้ำยางและไม้ยางพารา

ต้นยางพาราในพื้นที่นาร้างและพื้นที่ดอน มีผลผลิตน้ำยางสดเฉลี่ย/ไร่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งที่อายุ 6 ปี ซึ่งผลิตน้ำยาง 27.96 และ 32.58 กก./ไร่ และอายุ 16 ปี

ผลิตได้ 60.38 และ 70.31 กก./ไร่ ส่วนปริมาณเนื้อยางแห้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะที่อายุ 16 ปี ซึ่งผลิตน้ำยางได้ 28.86 และ 34.50% เมื่อประเมินน้ำหนักสดไม้ยางพาราด้วยสมการความสัมพันธ์ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง 2 พื้นที่ทุกช่วงอายุ โดยที่อายุ 3 ปี มีน้ำหนักสด 0.06 และ 0.14 ตัน/ตันที่อายุ 6 ปี มีน้ำหนักสด 0.17 และ 0.21 ตัน/ตัน และที่อายุ 16 ปี มีน้ำหนักสด 0.26 และ 0.41 ตัน/ตัน

ตามลำดับ (Figure 7)

ในการประเมินผลผลิตน้ำยางสดระหว่างพื้นที่นาร้างและที่ดอน แม้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง 2 พื้นที่ทั้ง 2 ช่วงอายุ แต่เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งมีความแตกต่างกันเมื่ออายุ 16 ปี ลักษณะเช่นนี้จึงน่าจะส่งผลกระทบต่อรายได้ตลอดปีของเกษตรกร เมื่ออายุพาราอายุมากขึ้น โดยมีปริมาณน้ำยางสดและเนื้อยางแห้งแตกต่างกันทั้ง 2 ช่วงอายุประมาณ 20% รวมถึงผลผลิตเนื้อไม้ที่ลดลงประมาณ 30% ที่อายุ 16 ปี สอดคล้องกับการรายงานระดับน้ำใต้ดินที่ต่ำกว่าระดับผิวดิน 50 ซม. อาจทำให้ผลผลิตลดลง 20-40% แต่อาจแตกต่างกันตามชนิดพืชและระยะเวลาที่ได้รับผลกระทบ (Troeh *et al.*, 2004) เช่นเดียวกับการเจริญเติบโตของไม้ยืนต้น ที่อาจได้รับผลกระทบจากระดับน้ำใต้ดิน ความลึกและความสมบูรณ์ของดิน (ณรงค์, 2544) ทั้งนี้ในช่วงที่ทำการ

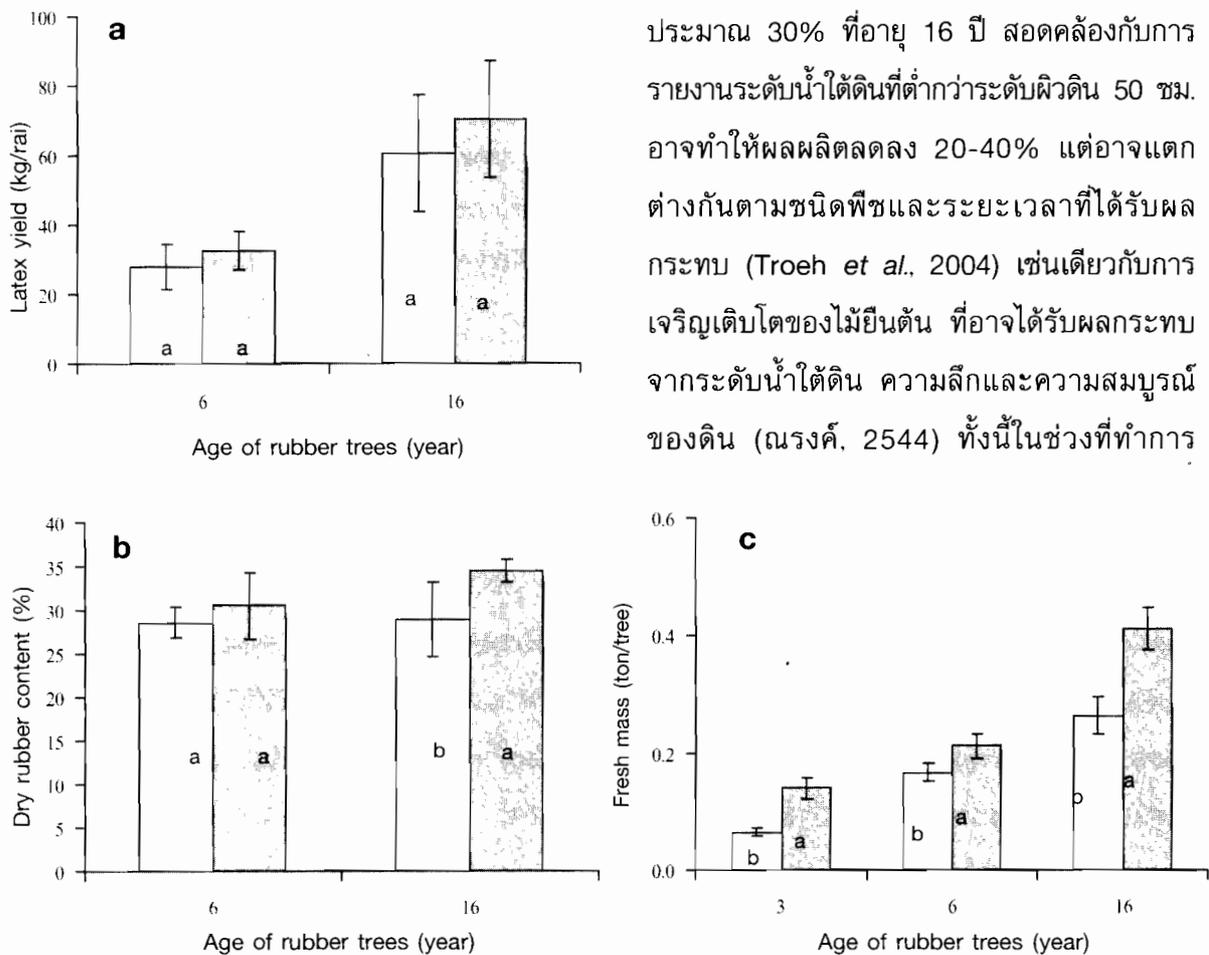


Figure 7. Latex yield (a), dry rubber content (b) and fresh mass (c) of rubber trees in abandoned paddy fields and upper land, vertical bars represent standard deviations, a common letters in each age of rubber indicates non significant differences at the 5% level by t-test.

ศึกษามีปริมาณผลผลิตรายเดือนที่แตกต่างกันตามฤดูกาล จึงมีความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยปริมาณผลผลิตและเน้อยางแห้งทั้ง 2 พื้นที่ปลูก

สรุปผลการทดลอง

สภาพพื้นที่นาร้างมีระดับน้ำใต้ดินสูงเฉลี่ย 25.14 ซม. จากผิวดิน ส่วนต้นยางพาราในพื้นที่นาร้างมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าต้นยางพาราในพื้นที่ดอนเมื่ออายุ 16 ปี ได้แก่ ดัชนีพื้นที่ใบ เส้นรอบวงลำต้นและความยาวรากที่ระดับความลึก 0-30 ซม. รวมถึงปริมาณธาตุแมกนีเซียมในใบ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าทั้งอายุ 3 6 และ 16 ปี ส่วนผลผลิตได้แก่ ปริมาณรีดิวซ์ไฮดรอลในน้ำยางและน้ำหนักสดต้นมีค่าต่ำกว่าที่อายุ 6 และ 16 ปี ขณะที่ปริมาณน้ำยางสดและเปอร์เซ็นต์เน้อยางแห้ง แม้มีค่าต่ำกว่าทั้งที่อายุ 6 และ 16 ปี แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะค่าเปอร์เซ็นต์เน้อยางแห้งที่อายุ 16 ปี

คำขอขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สัญญาเลขที่ NAT50200200339S คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณปราณี รักล้วน คุณวิวัฒน์ เครานวล คุณวัฒนา เกื้อสกุล คุณบุญฤทธิ์ จิตปาโล คุณกัลยา ชูยขาว และคุณสุดใจ นवलเกลี้ยง เกษตรกรเจ้าของสวนยางพารา จ.เลย คุณพิรุยุทธ์ ภัคดีวานิช เจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนต.เขาชัยสน และคุณบุญจอง วงศ์มณี พนักงานสงเคราะห์สวนยาง 6 สำนักงานกองทุน

สงเคราะห์การทำสวนยางจ.พัทลุง ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือบันทึกข้อมูลวิจัย และจัดหาพื้นที่โครงการวิจัย และสุดท้ายคุณสุรัชย์ รัตนรังสรรค์ หัวหน้าสถานีอุตุนิยมวิทยาพัทลุง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศ จ.พัทลุง

เอกสารอ้างอิง

- กฤษดา สังข์สิงห์. 2548. ประเมินปริมาณไม้ยางเพื่อกำหนดราคา. *น.ส.พ. กสิกร* 78 (2): 68-71.
- นิรนาม. 2530. *รายงานการสำรวจดินจังหวัดพัทลุง กองสำรวจและจำแนกดิน*. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ไม่ระบุหน้า)
- นิรนาม. 2548. *มหัศจรรย์พันธุ์ดิน*. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 137 หน้า.
- นิรนาม. 2549. *พื้นที่ร้าง*. สำนักบริหารและพัฒนาการใช้ที่ดิน. สำนักบริหารและพัฒนาการใช้ที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ออนไลน์) แหล่งข้อมูล http://www.idd.go.th/web_irw/result2.htm, 8/4/50.
- ณรงค์ โทณานนท์. 2544. *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรื่องไม้*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 99 หน้า.
- นิรนาม. 2550 ก. *ข้อมูลวิชาการยางพารา 2550*. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 148 หน้า.

- นิรนาม. 2550 ข. รายงานสถานการณ์การผลิตพืชของจ.พัทลุง. สำนักงานเกษตรอำเภอเขาชัยสน. อำเภอเขาชัยสนปี 2550. (อัดสำเนา)
- ถนนอม คลอดเพ็ง และปิ่นเพชร สกุลส่องบุญศิริ. 2550. ผลของการตัดตัวและปริมาณความชื้นในดินต่อแรงต้านทานของดิน. *ว. เกษตร* 23(2): 97-104.
- นุชนารถ กังพิศดาร. 2547. *การใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินในสวนยาง*. เอกสารวิชาการสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 80 หน้า.
- พิศมัย จันทูมา. 2551. ผลกระทบต่อผลผลิตเมื่อเปิดกรีดต้นยางที่มีขนาดต่ำกว่ามาตรฐาน. *ว. ยางพารา* 29 (2): 32-47.
- รจเรข หนูสังข์. 2549. *การปรับตัวด้านเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรชาวสวนยางในระบบการทำฟาร์มสวนยางขนาดเล็กที่มีกิจกรรมการทำนาร่วมในด.เขาชัยสน* อ.เขาชัยสน จ.พัทลุง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพัฒนาการเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 168 หน้า.
- ระวี เจียรวิภา และสมยศ จิรสติสิน. 2552. การพัฒนาวิธีการวัดพื้นที่ใบ ความสูงต้น และความยาวรากของต้นกล้ายางพาราด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพดิจิทัล. *ว. เกษตรพระจอมเกล้า* 27(1): 34-41.
- สมเจตน์ ประทุมมินทร์ ประสาท เกศวพิทักษ์ และประพาส รมเย็น. 2548. *แผนที่ศักยภาพการผลิตยางพาราในภาคใต้*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (อัดสำเนา)
- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน ถวิล ครุฑกุล ไพบูลย์ ประพตติธรรม และอำนาจ สุวรรณฤทธิ์. 2527. *ความอุดมสมบูรณ์ดิน*. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 737 หน้า.
- สายัณห์ สหุดี และนเรศ จิโสะ. 2551. การประเมินการเจริญเติบโตของยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) โดยใช้เทคนิคมินิโรไซตรอน. *ว. เกษตรพระจอมเกล้า* 26(1): 50-60.
- สุจินต์ แม้นเหมือน อารักษ์ จันทูมา และกรรณิการ์ วีระวัฒนสุข. 2536. การเจริญเติบโตของยางพาราในเขตแห้งแล้ง. *ว. ยางพารา* 13 (1): 12-30.
- สุจรรยา พงศ์สุวรรณดี และเชาวน์ ยงเฉลิมชัย. 2546. พลวัตของที่ดินในพื้นที่ทำสวนยางพารา จ.สงขลา. *ว. สงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์* 9(2): 199-214.
- สุนทรียิ่งชัชวาล และจินตนา บางจัน. 2549. ปริมาณธาตุอาหารหลักในต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600. *ว. วิทย.เกษตร* 37 (4): 353-364.
- อนนท์ สุขสวัสดิ์. 2547. *การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินนา*. สำนักพิมพ์โอเดียน สโตร์ กรุงเทพฯ. 116 หน้า.
- อรรวรรณ ศิริรัตน์พิริยะ ดวงสรวง สกุลกลจักร

- ธวัชชัย ณ นคร และจินดารัตน์ ชื่นรุ่ง. 2549. การแทรกตัวของเถ้าลอยลิกไนต์ ในช่องระหว่างเม็ดดินของดินนา. *ว. วิจัย สภาวะแวดล้อม* 28(2): 51-60.
- อับรอเฮม ยีดำ และพิทยา ศิริสงคราม. 2534. รายงานผลงานวิจัย: การศึกษาความสำเร็จในการปลูกยางพาราในพื้นที่น้ำท่วมในฤดูฝน. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 12 หน้า.
- Bischetti, G.B., E.A. Chiaradia, T. Simonato, B. Speziali, B. Viali, P. Vullo, and A. Zocco, 2005. Root strength and root area ratio of forest species in Lombardy (Northern Italy). *Plant and Soil* 278: 11-12.
- Chantuma, P., S.Thaniswanyangura, P. Kasemsap, E. Gohet, and P. Thaler. 2006. Distribution pattern of latex sucrose content and concurrent metabolic activity at the trunk level on different tapping systems and in latex producing bark of *Hevea brasiliensis*. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 40: 643-642.
- Conlin, T.S.S. and van den R. Driessche, 1996. Short-term effects of soil compaction on growth of *Pinus contorta* seedlings. *Can. J. For. Res.* 26: 727-739.
- Ferree, D.C. and J.C. Schmid. 2001. Apple rootstock reaction to soil compaction. *Acta Hort.* 557: 111-115.
- Gohet, E. and P.Chantuma, 1999. *Micro Latex Diagnosis: Standard Analysis Procedure*. Chachoengsao Rubber Research Centre, RRIT-DOA-MOAC. 80 p.
- Gohet, E. and P.Chantuma, 2003. "Double cut alternative" tapping system (DCA): towards improvement of yield and labour productivity of Thailand rubber smallholdings. Page 22. In : *IRRDB Workshop on Exploitation Technology*. 15-18 December 2003, Kottayam, India.
- Klepper, B. 1990. Root Growth and Water Uptake. Pages 281-322. In: *Irrigation of Agricultural Crops*. Stewart B.A., and D.R. Nielsen, (eds.). ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.
- Kozlowski, T.T. 1982. Water supply and tree growth II. *Flooding. Forest Abstract* 43(3): 145-161.
- Kyuma. K. 2004. *Paddy Soil Science*. Kyoto University Press and Trans Pacific Press, Japan. 280 p.
- Lacote, R.,S. Obouayeba, A. Clment-Demange, G.M.Y. Dian, E.Gohet, 2004. Panel management in rubber

- (*Hevea brasiliensis*) tapping and impact on yield, growth, and latex diagnosis. *J. Rubber Res* 7(3): 199-217.
- Righi, C.A. and M.S. Bernardes, 2008. The potential for increasing rubber production by matching tapping intensity to leaf area index. *Agroforestry Syst.* 72: 1-13.
- Somboonsuke, B., P.S.Ganesh, and H. Demaine, 2002. Rubber-based farming system in Thailand: problems, potential, solution and constraints. *J. Rural Development* 21: 85-113.
- Sopharat, J. and S.Sdoodee, 2008. Application of hemispherical canopy photography to assess leaf area index of rubber trees Pages 57-60. In: *6th IMT-GT UNINET Conference*, 28-30 August 2008, Penang, Malaysia.
- Troeh, F.R., J.A. Hobbs, and R.L. Donahue, 2004. *Soil and Water Conservation for Productivity and Environmental Protection*. 4th edition Pearson Education, Inc., New Jersey, 656 p.