



อิทธิพลของปุ๋ยเคมี และปุ๋ยฮอร์โมนปนเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโต ของยางพารา

ชวลิต รักษาริกรณ์¹ พรทิพย์ ภาชี^{2*} และภูมิศักดิ์ อินทนันท์^{1*}

Effect of chemical fertilizer and chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula on growth of rubber tree

Chawalit Raksarikorn¹, Porntip Phasee^{2*} and Pumisak Intanon^{1*}

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก

Department Agriculture, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok

² ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร สาขาทรัพยากรที่ดินและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Land Resources and Environment Section, Department of Plant Science and Agriculture Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand.

* Corresponding author. E-mail : Pumisak_intanon@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นแนวทางในการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปนเม็ดสูตรผสมทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกยางพาราอย่างเหมาะสมและยั่งยืน ประกอบด้วย 2 การทดลองในแบบ RCBD โดยใช้ต้นยางสายพันธุ์ RRIM 600 อายุ 1 ปี และ 4 ปี ในแปลงเกษตรกรเป็นพืชทดสอบ ประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น รวมทั้งหมด 20 ต้น ดังนี้ T0 ไม่ใส่ปุ๋ยแปลงเปรียบเทียบ(VCO), T1 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปนเม็ดสูตรผสม-1 (VHo-1), T2 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปนเม็ดสูตรผสม-2 (VHo-2), T3 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนปนเม็ดสูตรผสม-3 (VHo-3), และ T4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (VCH) ตามลำดับ การใส่ปุ๋ยยางอายุ 1 ปีใส่อัตรา 300 กรัม /ต้น/ปี และยางอายุ 4 ปีใส่อัตรา 1,000 กรัม /ต้น/ปี ตามลำดับ ทำการบันทึกข้อมูลดังนี้ 1) สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง 2) การวิเคราะห์ดินก่อนและหลังการทดลอง 3) วิเคราะห์คุณสมบัติด้านเคมีบางประการของปุ๋ย 4) บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของยางพารา ผลการศึกษาพบว่าสภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณแปลงทดลองอยู่ในสภาวะปกติเหมือนทุกปี ผลจากการวิเคราะห์ดิน พบว่า ดินก่อนและหลังการทดลองมีไนโตรเจน และโพแทสเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ส่วนธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยพบว่า ธาตุไนโตรเจนแสดงออกมาสุงสุดในกรรมวิธี T4(46%), T3(8.56%), T2(8.39%) และ T1(7.39%) ตามลำดับ ธาตุฟอสฟอรัสแสดงออกมาสุงสุดในกรรมวิธี T3(8.15%), T2(7.16%), T1(6.31%) และ T4(0.00%) ตามลำดับ ธาตุโพแทสเซียมแสดงออกมาสุงสุดในกรรมวิธี T3(4.05%), T1(3.58%), T2(3.26%) และ T4(0.00%) ตามลำดับ ส่วนธาตุอาหารรองธาตุอาหารเสริมพบว่ามีอยู่ครบถ้วนในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปนเม็ดสูตรผสมแต่ไม่พบในปุ๋ยเคมี (T4) ผลการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นใบของยางพาราอายุ 1 ปี ในด้านความสูงต้น ขนาดลำต้นและจำนวนฉัตร พบว่า T3, T1, T2, T4 และ T0 แสดงผลสูงสุดตามลำดับ และในในยางพาราอายุ 4 ปี พบว่า T3, T4, T2, T1 และ T0 แสดงผลสูงสุดตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติและองค์ประกอบของปุ๋ยแล้วพบว่า T3 ปุ๋ยฮอร์โมนปนเม็ดสูตรผสม-3 มีความเหมาะสมมากที่สุดในการส่งเสริมทดแทนปุ๋ยเคมีในการปลูกยางพาราช่วงอายุ 1- 4 ปี

คำสำคัญ: ปุ๋ยฮอร์โมนปนเม็ดสูตรผสม ยางพารา การจัดการปุ๋ยยางพารา

Abstract

This study conducted as a guideline for chemical and granular organic fertilizer with hormone mixed formula substituted for chemical fertilizer for sustainable rubber growing. The trial was conducted in the farmer field with 2 experiments. The first experiment was 1 year old rubber tree and the second experiment was 4 years old. The rubber tree spiky was RRIM 600. Both experiments were arranged in RCBD with 5 treatments and 4 replications totally 20 tree. Each experiment was designated as: T0 (no fertilizer or control, called VCO), T1 (chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula-1,

called VHo-1), T2 (chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula-2, called VHo-2), T3 (chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula-3, called VHo-3) and T4 (chemical fertilizer or 46-0-0, called VCH) respectively. The 1 year old rubber tree would get fertilizer at the rate of 300 g/tree/year; and the 4 years old rubber tree would get fertilizer at the ratio of 1,000 g/tree/year respectively. The data collections were as follow; 1) Recording of plant growth environmental data, 2) Analysis of chemical properties of soil before and after experiment, 3) Analysis of chemical properties of fertilizers, 4) collected of plant growth data for compare and analysis. The results showed that the environment around the experimental plot was normal in yearly climate situation. The soil properties analysis was showed that the nitrogen and potassium were very low to moderate values respectively. The secondary nutrients and supplementary nutrients were low values also. The fertilizer analysis showed that the maximum output of nitrogen is ranked from T4(46%), T3(8.56%), T2(8.39%), T1(7.39%) respectively. The phosphorus is ranked from T3(8.15%), T2(7.16%), T1(6.31%), T4(0.00%) respectively. The potassium is ranked from T3(4.05%), T1(3.58%), T2(3.26%), T4(0.00%) respectively. The micro nutrients and supplementary nutrients were riches in chemical and granular organic fertilizer with hormone mixed formula groups (T1-T3), but have non supplementary nutrients in chemical process (T4). The plant growths data of 1 year old rubber plot according to the plant height, stem size and number of tier the maximum outputs are ranked from T3, T1, T2, T4 and T0 models, respectively. The 4 years old rubber plot are ranked from T3, T4, T2, T1 and T0 respectively. The final result showed that T3 (VHo-3) was the most suitable for the substitution chemical fertilizer on rubber tree 1-4 years old.

Keywords : Chemical granular organic fertilizer, rubber, rubber tree fertilizer management

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชในเขตร้อนของประเทศไทยที่มีการส่งเสริมปลูกตามภาคต่างๆ ของประเทศไทย แต่ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในช่วงเริ่มปลูกก็คือปัญหาการรอดตายอันเกิดจากการจัดการธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสม และผลที่เกิดขึ้นเมื่อเริ่มเข้าสู่การเปิดกรีดหน้ายางจะพบว่าเกิดอาการตายนี้เร็วกว่าปกติ เนื่องจากการใส่ปุ๋ยเคมี และการไม่บำรุงดูแลรักษาเป็นเวลานาน ในช่วงที่ต้นยางกำลังเจริญเติบโต จึงส่งผลให้ต้นยางพาราได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอก่อนที่จะเริ่มเปิดกรีดหน้ายางปกติอายุประมาณ 5 ปี หรือมีความยาวเส้นรอบวงของลำต้น 50 เซนติเมตร ขึ้นไปที่ความสูง 150 เซนติเมตร จากผิวดิน ยางพาราเป็นพืชที่ต้องการปริมาณน้ำฝนและธาตุอาหารจำนวนมาก ความชื้นในอากาศสูง และมีอุณหภูมิเฉลี่ย 20 - 30 องศาเซลเซียส (กรณิการ์, 2549) แต่การปรับปรุงพันธุ์ยางพาราและการส่งเสริมของรัฐบาลทำให้ยางพาราสามารถปลูกได้ทั่วทุกพื้นที่ของประเทศ ยางพาราเป็นพืชยืนต้นที่มีอายุยืน 25 ปี อย่างไรก็ตามการจัดการธาตุอาหารในช่วงเริ่มแรกมีผลต่ออัตราการรอดตายและมีผลต่อขนาดของลำต้นที่จะบ่งบอกว่าจะสามารถเริ่มกรีดได้เมื่อใดไม่ได้ขึ้นอยู่กับอายุปีแต่เพียงอย่างเดียวการจัดการธาตุอาหารในช่วงแรกจึงเปรียบเสมือนเสาเข็มที่จะสร้างความมั่นคงให้กับผลผลิตที่จะเกิดขึ้นที่ผ่านมาเกษตรกรในพื้นที่ปลูก ส่วนใหญ่จะใช้ปุ๋ยเคมี 46-0-0 ในช่วงเริ่มปลูก แต่เมื่อเริ่มกรีดยางไป

แล้วส่วนใหญ่จะพบปัญหาน้ำยางไม่ไหล ดินเสื่อมสภาพดินเป็นกรดและอัดแน่นทำให้เกิดอาการตายยืนเป็นต้นด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงมีเป้าหมายที่จะศึกษาการจัดการปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับยางอายุเริ่มปลูก 1 ปี และช่วงก่อนให้ผลผลิตอายุ 4 ปี โดยการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมที่มีคุณสมบัติแบบองค์รวมคือมีธาตุอาหารที่เหมาะสมตามความต้องการของพืชแต่ละชนิดโดยโปรแกรมคำนวณมีความสมดุลในด้านธาตุอาหาร (มีธาตุอาหารหลัก-รอง-เสริม) มีกรดอมิโน กรดอินทรีย์ และฮอร์โมนพืชหลายชนิด มีสารปรับปรุงดิน สารป้องกันโรคและแมลงและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (EM) ที่รวมอยู่ภายในเม็ดเดียวกันแล้วเรียกว่าปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (ภูมิศักดิ์, 2552) โดยนำมาทดสอบเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมี 46-0-0 และศึกษาอิทธิพลที่มีต่อการเจริญเติบโตของยางพาราและการเปลี่ยนแปลงของดิน ในบริเวณแปลงปลูกเพื่อเป็นแนวทางในการใช้ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทดแทนปุ๋ยเคมีต่อไป

วิธีการศึกษา

การเตรียมปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม

ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (ภูมิศักดิ์, 2552, Intanon, 2013(a)) หมายถึง เป็นนวัตกรรมใหม่ด้านปุ๋ยของคณะเกษตรศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่นำเอาธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้อง 16 ชนิด มาผสมกับจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์



(EM) หลายชนิดผสมกับฮอร์โมนอินทรีย์เข้มข้นผสมกับสารสกัดสมุนไพร สารปรับสภาพดิน สารเสริมภูมิคุ้มกันโรคพืชและสารอินทรีย์ป้องกันโรคและแมลงหลายชนิดเข้าด้วยกันแล้วนำมาปั่นเป็นเม็ดและควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารเรียกว่า ฮอร์โมนปั่นเม็ดสูตรผสม ใช้ได้กับพืชทุกชนิดแต่ผลิตเป็นปุ๋ยเฉพาะพืช มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้าซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของปุ๋ยฮอร์โมนปั่นเม็ดสูตรผสมของคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยนเรศวร (ตารางที่ 1)

วิธีการผลิตปุ๋ยฮอร์โมนปั่นเม็ดสูตรผสม

1. ชั่งปุ๋ยเคมีตามสัดส่วนของแต่ละสูตรมาเคลือบด้วยปุ๋ยน้ำชีวภาพและฮอร์โมนอินทรีย์น้ำที่เตรียมไว้แล้วทำการผึ่งลมให้แห้งอ้างอิงในตารางที่ 1

2. ปุ๋ยเคมีในข้อ 1 ถ้าเป็นสูตรเร่งการเจริญเติบโตใช้ 46-0-0 ถ้าเป็นสูตรเร่งผลผลิตใช้สูตร 15-15-15

3. นำเม็ดฮอร์โมนในข้อ 1 มาพรมด้วยฮอร์โมนอินทรีย์น้ำอีกครั้งแล้วปั่นขึ้นเม็ดโดยธาตุอาหารรองธาตุอาหารเสริมชนิดผงบนจานปั่นเม็ดแล้วผึ่งลมให้แห้ง

4. นำเม็ดปุ๋ยฮอร์โมนในข้อ 2 มาพรมด้วยฮอร์โมนอินทรีย์น้ำอีกครั้งแล้วปั่นขึ้นเม็ดโดยวัสดุปรับปรุงความเป็นกรดเป็นด่างของดินบนจานปั่นแล้วผึ่งลมให้แห้ง

5. นำเม็ดปุ๋ยฮอร์โมนในข้อ 3 มาเคลือบด้วยสารควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารแล้วนำไปกลิ้งบนจานปั่นเม็ดเพื่อให้เม็ดปั้นตัวแน่นคงรูปร่างกลมดีขึ้นแล้วผึ่งลมให้แห้งนำปุ๋ยฮอร์โมนปั่นเม็ดที่แห้งแล้วเข้าเครื่องคัดแยกขนาดแล้วบรรจุถุง (ภูมิศักดิ์, 2552)

ตารางที่ 1 Materials and the components of chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula

Formula	Components of chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula (by weight %)						Total 100%
	A	B	C	D	E	F	
chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula-1 (VHo-1)	15	20	30	20	10	5	100
chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula-2 (VHo-2)	20	15	30	20	10	5	100
chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula-3 (VHo-3)	25	10	30	25	5	5	100

Remark A = chemical fertilizer, Major nutrients (70%): secondary nutrients (20%): micro nutrients (10%) (สุวรรรัตน์ และภูมิศักดิ์, 2555)

B = Powder of compost with high nutrients (ภูมิศักดิ์ และคณะ, 2554)

C = Soil amendment (ทัศนีย์, 2537)

D = compost of herb plants mixed herbal extract liquid (ปิยะ, 2537)

E = Bio-liquid hormones (ชญาพร และภูมิศักดิ์, 2554)

F = Bio-liquid fertilizer with effective microorganism (EM) (ภูมิศักดิ์ และคณะ, 2554)

การวางแผนการทดลอง โดยทำการทดลองที่แปลงของเกษตรกรที่ปลูกต้นยางอยู่แล้วใน ต.วังนกแอ่น และต.บ้านกลาง อ.วังทอง จ.พิษณุโลก วางแผนทดลองแบบ RCBD ใช้ยางพันธุ์ RRIM 600 อายุ 1 ปี และ 4 ปี เป็นพืชทดสอบประกอบด้วย 5 กรรมวิธี ๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 1 ต้น รวม 20 ต้น ดังนี้ TO ไม่ใส่ปุ๋ย (VCo), กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนป่นเม็ดสูตรผสม 1 (VHo-1), กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนป่นเม็ดสูตรผสม 2 (VHo-2), กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยฮอร์โมนป่นเม็ดสูตรผสม 3 (VHo-3), และกรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 (VCH) ยางอายุ 1 ปี ใส่ปุ๋ย 300 กรัม/ต้น และยางอายุ 4 ปี ใส่ปุ๋ย 1,000 กรัม/ต้น โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง โดยอัตราการใส่ปุ๋ยอ้างอิงจากสถาบันวิจัยยาง (2550)

การบันทึกข้อมูลประกอบด้วยการบันทึก 1) การบันทึกสภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง 2) การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมีของดินก่อนและหลังการทดลองโดยการเก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบทรงพุ่มที่มีความลึก 0-30 เซนติเมตร จำนวน 4 ซ้ำต่อต้น ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ วิเคราะห์ N โดยวิธี Kjeldahl วิเคราะห์ P ที่เป็นประโยชน์ด้วยสารละลาย Bray No. II วิเคราะห์ K, Ca และ Mg ด้วยวิธี Flame emission spectrophotometry วิเคราะห์ S และ B ด้วยวิธี In house method based on DOA 2/2009 วิเคราะห์ Fe, Cu, Zn และ Mn ในสารสกัดด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (Jones, 2011; Soil and Plant Analysis Council, 1998) วัดค่า pH (ดิน:น้ำ อัตรา 1:2.5) วิเคราะห์อินทรีย์วัตถุด้วยวิธี Walkley & Black วัดค่าการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Electrical Conductivity meter (ดิน:น้ำ อัตรา 1:5) และการวิเคราะห์ค่า CEC ด้วยวิธี Ammonium saturation method 3) การวิเคราะห์ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ วิเคราะห์ Total N โดยวิธี Kjeldahl วิเคราะห์ Total P, K, Ca และ Mg ย่อยตัวอย่างด้วยกรด $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ อัตรา 2:1 แล้ววิเคราะห์ P ด้วยวิธี Vanamolybdate วิเคราะห์ K ด้วยวิธี Atomic emission spectrophotometry วิเคราะห์ S และ B ด้วยวิธี In house method based on DOA 2/2009 วิเคราะห์ Fe, Cu, Zn และ Mn ในสารสกัดด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (Jones, 2011 ; Soil and Plant Analysis Council, 1998) วัดค่า pH (ปุ๋ย:น้ำ อัตรา 1:2.5) วิเคราะห์อินทรีย์วัตถุด้วยวิธี Walkley & Black 4) การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตอายุ 1 ปี ในทุก 7 วัน ได้แก่ ความสูง (cm), ขนาดของลำต้น (cm) และจำนวนฉัตร (tier)

เป็นต้น และยางอายุ 4 ปี ในทุก 15 วัน ได้แก่ ความสูง (cm), ขนาดของลำต้น (cm) เป็นต้น

ผลการศึกษา

1) ผลการบันทึกสภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลอง โดยการรวบรวมข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศอุตุวิทยามหาวิทยาลัยพิษณุโลก พบว่า อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.1°C และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 24.5°C และพบว่าปริมาณน้ำฝนสะสมตลอดปี 1,820 มม. ซึ่งเหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของยางพารา 2) ผลการบันทึกข้อมูลดินภายหลังการทดลอง ผลการวิเคราะห์ดินทั้ง 2 แปลง พบว่าส่วนใหญ่ดินมีสภาพเป็นกรดอ่อนๆ pH 6.0-6.7 อินทรีย์วัตถุ (OM) อยู่ในระดับต่ำ 0.6-1.5% ค่าการนำไฟฟ้า (EC) อยู่ในระดับ 0.16-0.45 mS/cm ค่า CEC เท่ากับ 8.0-12.8 ซึ่งพบว่ามีธาตุอาหารหลักต่ำมาก โดยเฉพาะไนโตรเจน และโพแทสเซียม ส่วนธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมอยู่ในระดับต่ำเช่นกัน (ตารางที่ 2) 3) ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง พบว่ากลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนป่นเม็ดสูตรผสม (T1, T2, T3) มีค่าเป็นกลาง pH 7.2-7.4 ธาตุอาหารหลักในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนป่นเม็ดสูตรผสม (T1, T2, T3) มีไนโตรเจนระหว่าง 7.39 - 8.56%, ฟอสฟอรัสระหว่าง 6.31-8.15% และโพแทสเซียมระหว่าง 3.26-4.05% ตามลำดับ ส่วนธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนป่นเม็ดสูตรผสม (T1, T2, T3) พบว่ามีอยู่อย่างครบถ้วนโดยเฉพาะธาตุเหล็กและแมงกานีส เป็นต้น (ตารางที่ 3) 4) ผลการเจริญเติบโตของยางพาราอายุ 1 ปี ด้านความสูงต้น พบว่า กรรมวิธีที่มีความสูงมากที่สุดคือกรรมวิธีที่ 3, 1, 2, 4 และ 0 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 140.5, 121.5, 121.1, 114.5 และ 95.5 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 4) 4.1) ด้านขนาดลำต้น พบว่า กรรมวิธีที่มีขนาดลำต้นใหญ่ที่สุดคือกรรมวิธีที่ 3, 1, 2, 4 และ 0 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.0, 5.6, 5.0, 4.8 และ 4.6 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 5) 4.2) ด้านจำนวนฉัตรพบว่า กรรมวิธีที่มีจำนวน ฉัตรมากที่สุดคือกรรมวิธีที่ 3, 1, 2, 4 และ 0 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7, 4.5, 4.0, 3.5 และ 3.2 ฉัตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6)



ตารางที่ 2 (1) Analysis of soil properties before and after planting of rubber trees one year old

Properties / Treatment			Analysis of soil properties in research plot of rubber trees 1 year old					
			Before test	After test				
				VCo	VHo-1	VHo-2	VHo-3	VCH
Major nutrient	N	(%)	0.086	0.098	0.092	0.115	0.101	0.118
	P	(%)	0.223	0.291	0.171	0.321	0.296	0.323
	K	(%)	0.031	0.035	0.256	0.290	0.305	0.059
Secondary nutrient	Ca	(%)	3.389	3.465	1.274	8.440	2.245	0.319
	Mg	(%)	8.255	8.285	28.972	16.965	18.363	8.525
	S	(%)	0.143	0.204	0.196	0.198	0.156	0.089
Micro nutrient	Fe	(mg/kg)	9.853	9.890	14.321	14.980	12.659	9.854
	Cu	(mg/kg)	0.012	0.019	0.036	0.036	0.022	0.011
	Zn	(mg/kg)	1.445	1.473	0.863	0.774	1.866	3.121
	Mn	(mg/kg)	1.955	1.906	2.590	2.790	2.376	1.956
	B	(mg/kg)	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0003	0.00
OM (%)			0.694	0.694	0.960	1.109	1.214	0.812
pH			6.2	6.3	6.7	6.4	6.6	6.1
EC (mS/cm)			0.16	0.16	0.35	0.39	0.40	0.45
CEC			8.09	8.10	10.30	12.50	12.80	10.60

ตารางที่ 2 (2) Analysis of soil properties before and after planting of rubber trees four years old

Properties / Treatment			Analysis of soil properties in research plot of rubber trees 4 year old					
			Before test	After test				
				VCo	VHo-1	VHo-2	VHo-3	VCH
Major nutrient	N	(%)	0.078	0.089	0.078	0.101	0.095	0.098
	P	(%)	0.232	0.252	0.382	0.795	0.324	0.327
	K	(%)	0.126	0.135	0.250	0.294	0.205	0.059
Secondary nutrient	Ca	(%)	1.230	1.232	3.508	1.787	5.505	0.274
	Mg	(%)	4.040	4.047	127.09	56.057	15.324	6.842
	S	(%)	0.076	0.077	0.146	0.156	0.168	0.056
Micro nutrient	Fe	(mg/kg)	8.851	8.861	13.341	13.970	11.699	9.154
	Cu	(mg/kg)	0.009	0.009	0.016	0.015	0.011	0.053
	Zn	(mg/kg)	0.621	0.621	5.139	2.865	0.938	1.127
	Mn	(mg/kg)	1.284	1.286	2.390	2.490	2.176	1.256
	B	(mg/kg)	0.00	0.00	0.0003	0.0002	0.0002	0.00
OM (%)			0.787	0.794	1.160	1.139	1.514	1.162
pH			6.1	6.3	6.0	6.5	6.4	6.2
EC (mS/cm)			0.16	0.19	0.25	0.36	0.38	0.43
CEC			7.90	8.00	13.00	11.50	10.20	9.00



ตารางที่ 3 Analysis of chemical properties of chemical fertilizer (VCH,46-0-0) and chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula (VHo-1, VHo-2, VHo-3) used in the experiment

Nutrient \ Treatment			T1 (VHo-1)	T2 (VHo-2)	T3 (VHo-3)	T4 (VCH)
Major nutrients	N	(%)	7.39	8.39	8.56	46.00
	P	(%)	6.31	7.16	8.15	0.00
	K	(%)	3.58	3.26	4.05	0.00
Secondary nutrients	Ca	(%)	0.04	0.02	0.03	0.00
	Mg	(%)	1.92	1.72	1.83	0.00
	S	(%)	0.05	0.09	0.13	0.00
Micro nutrients	Fe	(mg/kg)	108.07	125.12	158.92	0.00
	Cu	(mg/kg)	0.05	0.07	0.06	0.00
	Zn	(mg/kg)	0.70	0.21	1.55	0.00
	Mn	(mg/kg)	1.05	0.28	1.12	0.00
	B	(mg/kg)	0.00	0.00	0.00	0.00
Power of Hydrogen (pH)			7.40	7.30	7.20	6.23
Organic Matter (%OM)			10.12	9.27	8.25	0.00

ตารางที่ 4 Stem height of rubber trees one year old after applied chemical fertilizer (VCH,46-0-0) and chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula (VHo-1, VHo-2, VHo-3) (cm)

Treatment \ days	7 days	14 days	21 days	28 days	35 days	42 days	49 days	56 days	63 days	70 days
T0 (VCo)	71.8a	73.5a	76. 3a	80.0b	84.8b	88.0b	90.8b	93.3ab	94.3b	95.5b
T1 (VHo-1)	73.8a	78.3a	80. 3a	92.0b	100.8ab	109.3ab	115.0ab	119.8ab	121.5ab	121.5ab
T2 (VHo-2)	72.3a	73.2a	76. 3a	84.8b	93.3b	102.1ab	108.3ab	115.3ab	118.2ab	121.1ab
T3 (VHo-3)	88.3a	99.8a	107.0a	114.5a	122.8a	127.8a	131.5a	135.1a	137.8a	140.5a
T4 (VCH)	68.1a	68.3a	73.8a	83.3b	92.1b	99.8ab	106.5ab	111.0ab	112.3ab	114.5ab
Ave.	74.8	78.6	82.7	90.9	98.7	105.2	110.4	114.9	116.8	118.5
F-Test	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*
%CV	20.9	31.5	33.3	30.6	29.6	27.3	26.8	26.3	26.9	27.3

ns = Not Significant at 95%

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT



ตารางที่ 5 Stem size of rubber trees one year old after applied chemical fertilizer (VCH,46-0-0) and chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula (VHo-1, VHo-2, VHo-3) (cm)

Treatment \ days	7 days	14 days	21 days	28 days	35 days	42 days	49 days	56 days	63 days	70 days
T0 (VCo)	3.2a	3.3a	3.6a	3.8a	4.1a	4.2a	4.4b	4.5a	4.6b	4.6b
T1 (VHo-1)	3.6a	3.8a	4.2a	4.4a	4.7a	5.0a	5.0a	5.3a	5.5a	5.6ab
T2 (VHo-2)	3.2a	3.5a	3.6a	4.0a	4.0a	4.3a	4.5b	4.6b	4.6a	5.0ab
T3 (VHo-3)	3.6a	3.9a	4.2a	4.4a	4.7a	5.1a	5.1a	5.4a	5.7a	6.0a
T4 (VCH)	3.0a	3.3a	3.6a	3.8a	4.0a	4.3a	4.4b	4.5b	4.7b	4.8ab
Ave.	3.3	3.6	3.9	4.1	4.3	4.6	4.7	4.8	5.0	5.2
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*
%CV	17.4	15.5	16.2	14.6	16.8	18.4	14.9	19.4	20.1	21.4

ns = Not Significant at 95%

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT

ตารางที่ 6 Number of tier of rubber trees one year old after applied chemical fertilizer (VCH,46-0-0) and chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula (VHo-1, VHo-2, VHo-3)(tier)

Treatment \ days	7 days	14 days	21 days	28 days	35 days	42 days	49 days	56 days	63 days	70 days
T0 (VCo)	3.0a	3.0b	3.2a	3.2a	3.2b	3.2b	3.2c	3.2b	3.2b	3.2b
T1 (VHo-1)	3.5a	4.0a	4.0a	4.0a	4.2a	4.2a	4.2ab	4.5a	4.5a	4.5a
T2 (VHo-2)	3.2a	3.2b	3.2a	3.2a	3.2b	3.5ab	3.5bc	3.5b	3.5b	4.0ab
T3 (VHo-3)	3.2a	3.2b	3.7a	4.0a	4.0ab	4.2a	4.5a	4.5a	4.5a	4.7a
T4 (VCH)	3.2a	3.5ab	3.5a	3.5a	3.5ab	3.5ab	3.5bc	3.5b	3.5b	3.5b
Ave.	3.2	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	3.8	4
F-Test	Ns	*	ns	ns	*	*	*	*	*	**
%CV	10.8	22.3	18.3	21.0	24.8	24.9	28.5	31.2	3.8	31.8

ns = Not Significant at 95% by DMRT

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT

** Significant at 99 % contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 99 % by DMRT

5) ผลการเจริญเติบโตของยางพาราอายุ 4 ปี 5.1) ในด้านความสูงต้นพบว่า กรรมวิธีที่มีความสูงมากที่สุดคือกรรมวิธีที่ 3, 4, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.3, 8.1, 7.9, 7.8 และ 7.4 เมตร

ตามลำดับ (ตารางที่ 7) 5.2) ด้านขนาดลำต้นพบว่า กรรมวิธีที่มีขนาดลำต้นสูงสุดคือกรรมวิธีที่ 3, 4, 1, 2 และ 0 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.4, 30.8, 30.5, 29.3 และ 29.1 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 8)



ตารางที่ 7 Stem height of rubber trees four years old after applied chemical fertilizer (VCH,46-0-0) and chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula (VHo-1, VHo-2, VHo-3) (m)

Treatment \ days	15 days	30 days	45 days	60 days	75 days	90 days	105 days	120 days	135 days	150 days
T0 (VCo)	5.6b	6.0 b	6.1 b	6.3 b	6.5 b	6.7b	6.8b	7.03b	7.2b	7.4b
T1 (VHo-1)	6.4a	6.5 a	6.7 a	6.8 a	7.0 a	7.1ab	7.4a	7.5a	7.7a	7.8ab
T2 (VHo-2)	6.5a	6.6 a	6.8 a	7.0 a	7.2 a	7.4a	7.5a	7.7a	7.8a	7.9 a
T3 (VHo-3)	6.4a	6.6 a	6.8 a	7.0 a	7.2 a	7.4a	7.6a	7.8a	7.9a	8.3 a
T4 (VCH)	6.3a	6.5 a	6.7 a	6.9 a	7.1 a	7.3a	7.5a	7.7a	7.9a	8.1 a
Ave.	6.2	6.4	6.6	6.8	7.0	7.2	7.3	7.5	7.7	7.9
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
%CV	11.5	7.9	8.1	7.8	7.6	4.6	8.8	8.4	7.8	7.5

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT

ตารางที่ 8 Stem size of rubber trees four years old after applied chemical fertilizer (VCH,46-0-0) and chemical and granular organic fertilizer with hormones mixed formula (VHo-1, VHo-2, VHo-3) (cm)

Treatment \ days	15 days	30 days	45 days	60 days	75 days	90 days	105 days	120 days	135 days	150 days
T0 (VCo)	22.8ab	22.8b	23.3b	23.8ab	24.81b	25.9b	26.6b	27.3b	27.9b	29.1b
T1 (VHo-1)	23.6a	24.1a	24.7ab	25.3a	26.2ab	27.3ab	28.1ab	28.7ab	29.4ab	30.5a
T2 (VHo-2)	23.0b	23.1ab	23.5b	23.8b	25.2b	26.3b	27.1b	27.8b	28.4ab	29.3ab
T3 (VHo-3)	24.0a	24.3a	25.0a	25.6a	27.0a	27.9a	28.6a	29.6a	30.4a	31.4a
T4 (VCH)	23.5ab	23.7ab	24.6ab	25.1ab	26.4ab	27.5a	28.2ab	29.3a	29.9a	30.8a
Ave.	23.4	23.6	24.2	24.7	25.9	27.0	27.7	28.5	29.2	30.2
F-Test	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
%CV	5.6	6.3	8.6	8.6	7.7	7.4	7.7	9.6	9.6	9.1

* Significant at 95% contidant interval in each column of the same period, the different in small letter indicated significant at 95% by DMRT



วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมบริเวณแปลงทดลองพบว่าอุณหภูมิสูงสุดของทุก ๆ สัปดาห์ อยู่ในช่วง 32.1°C และอุณหภูมิต่ำสุดของทุก ๆ สัปดาห์ อยู่ในช่วง 24.5°C ปริมาณน้ำฝนสะสมตลอดปีอยู่ที่ระดับ 1,820 มิลลิเมตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดินก่อนและหลังการทดลอง ลักษณะพื้นที่แปลงทดลองอยู่ในชุดดินชุมพวง กลุ่มชุดดินที่ 40 (กองวิเคราะห์ดิน, 2540) ซึ่งมีลักษณะเป็นที่ลาดเอียงเชิงเขา 2° 2.5 % หน้าดินตื้นมีเนื้อดินน้อย มีกรวดและหินอยู่ในระดับตื้นกว่า 50 ซม. มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำดินมี pH 6.1-6.7 อินทรีย์วัตถุ (OM) อยู่ใน ระดับต่ำถึงปานกลาง 0.5-1.5% ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ของกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 3-4.5 mS/cm ค่า CEC ของกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมอยู่ในระดับปานกลาง เพราะธาตุอาหารที่เป็นประจุบวก เช่น ไนโตรเจน โพแทสเซียม เหล็ก แมงกานีส สังกะสี และทองแดง ผสมอยู่จำนวนมาก จึงมีค่าสูงกว่าในกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี (T4) ผลจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมพบว่าอยู่ในระดับต่ำเพราะเกษตรกรใช้ที่ดินมาอย่างต่อเนื่อง ผลการวิเคราะห์ปุ๋ยที่ใช้ในการทดลอง พบว่า ธาตุอาหารหลักในกลุ่มของปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม (T1, T2, T3) มี N ระหว่าง 7.39 - 8.56%, P ระหว่าง 6.31-8.15% และ K ระหว่าง 3.26-4.05% ซึ่งมีธาตุอาหารหลักรวมสูงเพียงพอต่อยางพาราอายุ 1 ปี ส่วนธาตุอาหารรอง พบว่า มีธาตุแมกนีเซียม กำมะถัน และแคลเซียมสูงสุดตามลำดับในกลุ่มของธาตุอาหารเสริมพบว่ามี Fe, Mn, Cu, Zn และ B สูงสุดตามลำดับ ในกลุ่มปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมถือว่า มีธาตุอาหารแบบสมดุลมากกว่าปุ๋ยเคมี (T4)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตของยางพาราอายุ 1 ปี 1) ความสูงต้นและขนาดลำต้น พบว่าการเจริญเติบโตทางด้านความสูงต้นและขนาดลำต้น กรรมวิธีที่แสดงผลสูงสุดคือกรรมวิธีที่ 3 ทั้งนี้เพราะมีระดับธาตุไนโตรเจนสูงสุด 8.56% ธาตุไนโตรเจนเกี่ยวข้องกับการยืดเซลล์และแบ่งเซลล์ดังนั้นการเจริญเติบโตทางด้านความสูงจึงขึ้นอยู่กับระดับไนโตรเจนที่มีในปุ๋ยแต่ละชนิดเป็นสำคัญ สอดคล้องกับ P.SanjeevaRao et al. (1998) ที่พบว่าธาตุไนโตรเจนมีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับการแบ่งเซลล์ การยืดและขยายเซลล์ของพืช ส่วนขนาดลำต้นในกรรมวิธี

ที่ 3 ที่มีขนาดใหญ่สุด เป็นผลมาจากการที่มีธาตุอาหาร N-P-K ครบทั้ง 3 ธาตุในระดับสูงธาตุเหล่านี้มีผลต่อการแบ่งเซลล์ตามยาวและการขยายขนาดของเซลล์ ซึ่งสอดคล้องกับ Salisbury, F.B. and C.W. Ross (1992) ที่พบว่าธาตุโพแทสเซียมจะเกี่ยวข้องกับการสร้างเนื้อไม้และส่วนของลำต้น และช่วยเพิ่มขนาดของลำต้นได้เป็นอย่างดี 2) จำนวนฉัตร ผลการทดลองทางด้านจำนวนฉัตรพบว่ากรรมวิธีที่ 3, 1, 2, 4 และ 0 แสดงค่าสูงสุดตามลำดับฉัตรหรือจำนวนชั้นของใบเป็นตัวบ่งบอกอัตราการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของต้นยางซึ่งเกี่ยวข้องกับการระดับธาตุไนโตรเจนในกรรมวิธีที่ T3 มีระดับธาตุไนโตรเจนสูงสุด 8.56% จึงทำให้มีจำนวนฉัตรสูงสุดสอดคล้องกับพิชิต และคณะ (2549) ที่พบว่า ฉัตรของยางพาราจะสัมพันธ์กับระดับธาตุไนโตรเจนเป็นสำคัญผลการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของยางพาราอายุ 4 ปี 1) ความสูงต้น พบว่ากรรมวิธีที่มีขนาดลำต้นสูงสุดคือกรรมวิธีที่ 3, 4, 2, 1 และ 0 ตามลำดับการที่กรรมวิธีที่ 3 แสดงผลสูงที่สุดนั้นเป็นผลมาจากการที่มีธาตุอาหารหลัก N-P-K อยู่ระดับสูงสุดเมื่อต้นยางอายุมากขึ้นความต้องการธาตุอาหารมากขึ้นตามขนาดพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นผลที่เกิดขึ้นจึงสอดคล้องกับระดับธาตุอาหารในสูตรปุ๋ยเป็นสำคัญดังนั้น ในกรรมวิธีที่ 3 ซึ่งมีธาตุอาหารหลักปริมาณมากที่สุดจึงแสดงผลออกมาสูงที่สุดเหนือกว่ากรรมวิธีอื่นๆ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีควบคุมซึ่งมีธาตุอาหารต่ำสุด จึงแสดงผลออกมาต่ำสุดเป็นต้นซึ่งสอดคล้องตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (2550) ในเรื่องปริมาณปุ๋ยที่จะใช้กับยางพาราให้ใ้มากขึ้นตามอายุปี ตามขนาดพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น หากในดินมีธาตุอาหารหลักอย่างเพียงพอยางพาราจะมีการเจริญเติบโตดีตามไปด้วย 2) ขนาดของลำต้น พบว่ากรรมวิธีที่มีขนาดลำต้นสูงสุดคือกรรมวิธีที่ 3, 4, 1, 2 และ 0 ตามลำดับ ผลที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่ากรรมวิธีที่ 3 ซึ่งนอกจากจะมีธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูงแล้ว ธาตุโพแทสเซียมจะทำหน้าที่ร่วมกับธาตุเหล็ก ธาตุแคลเซียมที่เป็นองค์ประกอบในฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสมทำให้การสร้างเนื้อไม้ และขยายขนาดของลำต้นเกิดขึ้นได้ดีสอดคล้องกับคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (2550) ที่แนะนำธาตุโพแทสเซียมจะทำหน้าที่ร่วมกับธาตุเหล็ก ธาตุแคลเซียมในการสร้างเนื้อไม้ และขยายขนาดของลำต้นของยางพารา และสอดคล้องกับ Salisbury, F.B. and C.W. Ross



(1992) ที่พบว่า ธาตุโพแทสเซียมจะเกี่ยวข้องกับ การสร้างเนื้อไม้ และส่วนของลำต้น และช่วยเพิ่มขนาด ของลำต้นได้เป็นอย่างดี จึงทำให้กรรมวิธีที่ 3 แสดงผล ออกมาสูงสุดแตกต่างอย่างมีสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และมีขนาดสอดคล้องตามค่ามาตรฐานการเจริญเติบโต ของต้นยางพารา (สถาบันวิจัยยาง, 2550) การที่ กรรมวิธีที่ 3 แสดงผลการเจริญเติบโตสูงสุดเป็นผลมา จาก นอกจากจะมีธาตุอาหารหลัก N-P-K แล้วยังมีธาตุ อาหารเสริมเช่น Fe, Cu, Zn, Mg และ S ที่จำเป็น สำหรับพืชอยู่ภายในเม็ดปุ๋ยแล้ว (Intanon, 2013a, Intanon, 2013b) ธาตุ Fe, Cu, Zn, Mg และ S จะช่วย สร้างคลอโรฟิลล์ และการสังเคราะห์แสงของพืช (P.SanjeevaRao et al., 1998) ทำให้การเจริญเติบโต สูงสุดกว่าทุกกรรมวิธี

สรุป

การเจริญเติบโต ของยางพาราอายุ 1 ปี ในด้าน ความสูงต้น ขนาดลำต้น และจำนวนจักรกรรมวิธีที่แสดงผลสูงสุดคือ T3, T1, T2, T4 และ T0 ตามลำดับ การเจริญเติบโต ของยางพาราอายุ 4 ปี ในด้านความสูงต้น และขนาดลำต้น กรรมวิธีที่แสดงผลสูงสุดคือ T3, T 4, T2, T1 และ T0 ตามลำดับการจัดการธาตุอาหารเพื่อให้ยางพารา เจริญเติบโตดีในช่วงแรกปลูก (อายุ 1 ปี) และช่วงก่อน ให้น้ำยาง (อายุ 4 ปี) ควรมีธาตุอาหารรอง และธาตุ อาหารเสริมอย่างเพียงพอและสมดุลเพราะยางพารา เปรียบเสมือนไม้ยืนต้นอายุยืนซึ่งต้องการธาตุอาหาร จำนวนมากตามขนาดอายุปีที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาถึง คุณสมบัติและองค์ประกอบของปุ๋ยพบว่า กรรมวิธีที่ 3 ปุ๋ยฮอร์โมนปั้นเม็ดสูตรผสม 3 มีความเหมาะสมมาก ที่สุดในการส่งเสริมปลูกยางพาราในช่วงปีแรก และช่วง อายุ 4 ปี ก่อนให้น้ำยางต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรรมการ ธีระวัฒน์สุข. (17-20 ตุลาคม 2549). พันธุ์ยาง. ใน *เอกสารประกอบคำบรรยายหลักสูตรความรู้ด้านยางพารา แก่นักศึกษาภายใต้โครงการพืชสวนใต้ร่มยางเสริมสร้าง สิ่งแวดล้อมพร้อมทั้งพาดตนเอง* (น.31-51). เชียงใหม่: งานมหกรรมพืชสวนโลกเฉลิมพระเกียรติฯ.

กองวิเคราะห์ดิน. (2540). *คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีดิน กับการวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนา ที่ดิน.

จันทร์จิรา สมจันทร์. (2552). *ผลของการให้น้ำต่อการตอบสนอง ทางสรีรวิทยาและผลผลิตต้นยางของยางพารา (Hevea brasiliensis) ในช่วงรอบปี*. กรุงเทพฯ: สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปิยะ ดวงพัตรา. (2537). *สารปรับปรุงดินทางกายภาพ. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการ เรื่องสารปรับปรุงดิน ทางการเกษตร* (น. 29). ม.ป.ท.: สมาคมดินและปุ๋ย แห่งประเทศไทย.

พิชิต สฟโชค, พิสมัย จันทุม และพนัส แพชนะ. (17-20 ตุลาคม 2549). การกรีดยาง. ใน *เอกสารประกอบคำบรรยาย หลักสูตร งานมหกรรมพืชสวนโลกเฉลิมพระเกียรติฯ* (น.127-141). เชียงใหม่: โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2552). *หนังสือเทคโนโลยีปุ๋ย*. พิษณุโลก: ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2554). *การสาธิตเชิงเปรียบเทียบ การจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพข้าวโพดในพื้นที่ เชื้อนแควน้อยบำรุงแดน อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก. (รายงานผลการวิจัย)*. พิษณุโลก: คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.



ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, ชาลิต รักษาภิรมณ์ และวีรภัทร เกตอินทร์. (28 - 29 กรกฎาคม 2555). อิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์ป่นเม็ดฮอว์โมนป่นเม็ดสูตรผสม และปุ๋ยเคมีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของยางพาราช่วงเริ่มปลูก. ใน *Proceedings of the 8th Naresuan Research Conference* (p.1). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, รัตนะ สวามีชัย และบุญส่ง กวยเงิน. (2554). การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพอัดเม็ดสูตรผสมเพื่อการผลิตข้าวต้นตื้นต่ำ. *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร*, 9(3), 60-70.

สถาบันวิจัยยาง. (2550). *เอกสารการกรีดยางและการใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรฯ.

สุริรัตน์ จับแก้ว และภูมิศักดิ์ อินทนนท์. (2555). การศึกษาอิทธิพลของปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ด ปุ๋ยอินทรีย์เคมี และฮอว์โมนป่นเม็ดสูตรผสมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของและผลผลิตข้าว. *แก่นเกษตร ฉบับพิเศษ 4*. ขอนแก่น.

Intanon, P. (2013a). The Influence of Different Types of Fertilizer on Productivity and Quality of Maize in the Area of Kwaew Noi Dam, Phitsanulok Province, Thailand. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 4. International Society of Environmental and Rural Development.Tokyo. (in press)

Intanon, P. (2013b). Comparison of Fertilizer Management to Increase Yield and Quality of Rice. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 4. International Society of Environmental and Rural Development. Tokyo. (in press).

Jones, J.B. (2001). *Laboratory guide for conducting soil tests and analysis*. Washington: CRC Press.

P.Sanjeevarao, C.K Saraswathyamma, M.R Sethuraj. (1998). Studies on the relationship between yield and meteorological parameters of para rubber tree (*Hevea brasiliensis*). *Original Research Article Agricultural and Forest Meteorology*, 90(3), 235-245.

Salisbury, F.B. and C.W. Ross. (1992). *Plant Physiology*. California: Wadsworth Publishing Company. Belmont.

Soil and Plant Analysis Council. (1998). *Handbook of reference method for plant analysis*. Washington: CRC Press.