

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การทดสอบปลูกเลี้ยงต้นกล้ายางพาราโดยวิธีไฮโดรโปนิคส์

Growth Test of Rubber Tree Seeding by Hydroponics

ภาควิชาพืชไร่นา

คณะเกษตร

DEPARTMENT OF AGRONOMY

FACULTY OF AGRICULTURE



มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
กรุงเทพฯ – 10900

KASETSART UNIVERSITY
BANGKOK-10900 THAILAND

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาพืชไร่นา

เรื่อง

การทดสอบปลูกเลี้ยงต้นกล้ายางพาราโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์
Growth Test of Rubber Tree Seeding by Hydroponics

โดย
นายอนุวัฒน์ ศิริมนูญ

ควบคุมและอนุมัติโดย

..... วันที่.....เดือน...พฤศจิกายน...พ.ศ....2556.....
(ผศ. ดร. เฉลิมพล ภูมิไชย์)

..... วันที่.....เดือน...พฤศจิกายน...พ.ศ....2556.....
(ดร. สุจินต์ เจนวีร์วัฒน์)

การทดสอบปลูกเลี้ยงต้นกล้ายางพาราโดยวิธีไฮโดรโปนิคส์

นายอนุวัฒน์ ศิริบุญ

บทคัดย่อ

ต้นกล้ายางพาราที่เพาะจากเมล็ดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขยายพันธุ์ยางพารา โดยใช้เป็นต้นตอสำหรับติดต่ายางพันธุ์ดี ต้นกล้ายางที่สมบูรณ์แข็งแรงช่วยให้การติดต่ายาง และการปลูกสร้างสวนยางพาราประสบผลสำเร็จ และเนื่องจากยางพาราเป็นพืชยืนต้น การคัดเลือกต้นตอยางพาราต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ไม่เหมาะสมจึงมีความสำคัญ ไฮโดรโปนิคส์เป็นการปลูกพืชในสารละลายสารอาหารโดยปราศจากดิน ซึ่งจะสามารถดัดแปลงองค์ประกอบธาตุอาหารพืชในสารละลายรวมถึงค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อใช้ทดสอบต้นกล้าพาราได้ แต่ยังไม่พบรายงานการใช้สูตรอาหารที่เหมาะสมในการปลูกเลี้ยงยางพารา การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ทดสอบการปลูกเลี้ยงต้นกล้ายางพาราด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ ในสูตรอาหาร 3 สูตร และ 2) เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 และ BPM 24 ในสูตรอาหาร 3 สูตร ทดสอบปลูกเลี้ยงต้นกล้ายางพาราเป็นเวลา 10 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ในหนึ่งพลอตมีต้นกล้ายางพารา จำนวน 2 พันธุ์ คือ RRIM 600 จำนวน 17 ต้น และ BPM 24 จำนวน 5 ต้น สารละลายไฮโดรโปนิคส์ 3 สูตร ได้แก่ สูตรปกติ (KAPI I) สูตร (KNO_3 2X) และสูตร (NH_4) NO_3 2X) ผลการทดลองพบว่า การปลูกกล้ายางพาราในสูตรอาหารไฮโดรโปนิคส์ สารละลายอาหารสูตรที่ 1 ทำให้ต้นกล้ายางพาราเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และยางพาราพันธุ์ BPM 24 ตอบสนองต่อการปลูกเลี้ยงโดยวิธีไฮโดรโปนิคส์ดีกว่าพันธุ์ RRIM 600

คำสำคัญ : *Hevea brasiliensis* Muell, ต้นกล้ายางพารา, ต้นตอยางพารา, ไฮโดรโปนิคส์, สารละลายธาตุอาหารพืช, การเจริญเติบโตของพืช

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์เกษตร

ปัญหาพิเศษ : ปริญญาตรี ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. เฉลิมพล ภูมิไชย์ และ ดร. สุจินต์ เจริญวัฒน์

ปีที่พิมพ์ : 2556

จำนวนหน้า : 23

Growth Test of Rubber Tree Seeding by Hydroponics

Mr. Anuwad Sirimanoon

Abstract

Rubber seedlings grown from seed is an important component in the propagation of rubber. Using to elite root stock for best budding, healthy seedlings of rubber allow graft and rubber plantation success. Because rubber is a perennial plant, selection of the rootstock must be accordance to the chemical properties of the soil. Hydroponics is growing plants in nutrient solutions, without soil. Which can adjust the nutrient solution to the acidity - alkalinity in testing rubber seedlings, but no report in using the proper formula of the nutrient solution to grow rubber. This study aimed to 1) test the planting of rubber seedling with hydroponics in 3 types of nutrient solution 2) to compare the growth of rubber seedlings cultivar RRIM 600 and BPM 24 in the 3 formulae. The test duration of growing rubber seedling is 10 weeks by Randomized Complete Block Design (RCBD) with 3 replications in a plot with rubber seedling 2 varieties (17 RRIM 600 and 5 BPM 24) from the 3 nutrient solutions KAPI I, KNO₃ 2X, and (NH₄)NO₃ 2X results showed that Rubber seedlings grown in KAPI I give the best growth performance and the species BPM24 respond to the hydroponics better than RRIM 600

Key words : *Hevea brasiliensis* Muell, rubber tree seedling, seedling root stock, hydroponics, nutrient solution, plant growth

Field : Agricultural Science

Degree : B.S. (Agriculture Science), Department of Agronomy, Kasetsart University

Advisor : Assist.Prof. Dr.Chalernpol Phumichai and Dr.Sujin Jenweerawat

Year : 2013

Pages : 23

คำนำ

ยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell.) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกยางธรรมชาติมากที่สุดในโลก ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด 19,272,942 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555) ซึ่งการปลูกยางพาราในปัจจุบัน วัสดุปลูกที่แนะนำมี 3 ชนิด ได้แก่ ต้นตอตาเขียว ต้นยางชำถุง และต้นติดตาในแปลง วัสดุปลูกแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และภูมิอากาศที่แตกต่างกัน ต้นกล้ายางพาราที่เพาะจากเมล็ดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการขยายพันธุ์ยางพารา โดยใช้เป็นต้นตอสำหรับติดตายางพันธุ์ดี ต้นกล้ายางที่สมบูรณ์แข็งแรงช่วยให้การติดตายาง และการปลูกสร้างสวนยางพาราประสบผลสำเร็จ วิธีการปลูกยางเพื่อใช้เป็นต้นตอสำหรับติดตานิยมใช้เมล็ดสดและเมล็ดงอก หรือต้นกล้ายาง 2 ใบ ใช้เมื่อหาเมล็ดยางไม่ได้ (บุษิตา และ อรรวรรณ, 2553)

ยางพาราเป็นพืชยืนต้น การคัดเลือกต้นตอยางพาราต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินที่ไม่สม เช่น ดินกรดจัด เค็มจัด หรือแม้กระทั่งคุณสมบัติด้านโครงสร้างของดินที่ไม่เหมาะสมต่อความประโยชน์ของธาตุอาหารพืชจึงมีความสำคัญ ในปัจจุบันมีการปลูกพืชอีกวิธีหนึ่ง ช่วยลดปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ คือ ไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponics) คำว่า Hydroponics มาจากการรวมคำในภาษากรีกสองคำ คำว่า Hydro หมายถึง น้ำ และ Ponos หมายถึง งาน เมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน หมายถึงการทำงานของน้ำที่มีสารละลายธาตุอาหารผ่านรากพืช (ดิเรก, 2550) การปลูกพืชแบบนี้มีข้อดีคือ สามารถปลูกพืชได้ทุกพื้นที่ แม้ในสภาพดินที่ไม่เหมาะสม เช่น ดินกรดจัด เค็มจัด จากข้อดีนี้เองซึ่งจะสามารถดัดแปลงองค์ประกอบธาตุอาหารพืชในสารละลาย รวมถึงค่าความเป็นกรด-ด่าง เพื่อใช้ทดสอบต้นกล้าพาราได้ แต่ยังคงต้องพิจารณาอีกประการหนึ่งคือการปลูกพืชในระบบไฮโดรโปนิคส์นั้นจะปฏิบัติในพืชจำพวกผัก และมักจะเป็นผักกินใบ สำหรับผลไม้ ไม้ยืนต้น เช่น ส้ม กล้วย แอปเปิ้ล ต้องพิจารณาในเรื่องของขนาดและน้ำหนักก่อน ไฮโดรโปนิคส์สามารถช่วยในการผลิตต้นกล้าในช่วงเวลาสั้น ๆ ได้ (Correa et al., 2012)

จึงเป็นเหตุผลนำมาสู่การทดลองในครั้งนี้ เพื่อทดสอบการปลูกเลี้ยงต้นกล้ายางพาราด้วยวิธีไฮโดรโปนิคส์ ในสูตรอาหาร 3 สูตร และเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 และ BPM 24 ในสูตรอาหาร 3 สูตร ถ้าหากการทดลองปลูกเลี้ยงต้นกล้ายางพาราในระบบไฮโดรโปนิคส์ประสบผลสำเร็จ ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางที่น่าพึงพอใจ ก็จะนำไปสู่การพัฒนาคัดเลือกต้นกล้าใช้เป็นต้นตอสำหรับติดตาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

สารละลายไฮโดรโปนิกส์ 3 สูตร ได้แก่ สูตรปกติ (KAPI I) สูตร (KNO_3 2X) และสูตร ($(\text{NH}_4)\text{NO}_3$ 2X) ซึ่งเป็นสูตรอาหารสำหรับปลูกเลี้ยงพืชทั่วไป ได้รับความอนุเคราะห์จาก สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร (Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI)) ตักกล้ายางพาราขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดในวัสดุปลูก (Vermiculite) จำนวน 2 พันธุ์ ได้แก่ RRIM 600 และ BPM 24 กล้ายางเหล่านี้ได้รับเมล็ดพันธุ์จากสวนยางพาราของเกษตรกร จังหวัดกระบี่ เมื่อต้นกล้ายางพารามีอายุ 1 เดือน หลังจากวันเพาะเมล็ด ย้ายปลูกในถังสูตรอาหารไฮโดรโปนิกส์ การเตรียมสารละลายไฮโดรโปนิกส์ โดยเติมสูตรอาหาร A และ B สารละ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (40 ลิตรต่อถัง) ขณะเติมสารต้องคนสารตลอดเวลาเพื่อป้องกันการตกตะกอนของสารละลาย ปรับค่า pH เท่ากับ 5.5 ค่า EC อยู่ระหว่าง 1.5-2.0 mS / cm (ใช้ 2 N NaOH ปรับค่า pH) ปลูกต้นกล้ายางพาราในถัง 1 ถัง จำนวน 22 ต้น (22 ต้นต่อสูตรอาหาร) แบ่งเป็น RRIM 600 จำนวน 17 ต้น และ BPM 24 จำนวน 5 ต้น ใช้ปั๊มออกซิเจนเติมออกซิเจนตลอดเวลา เปลี่ยนสารละลายในทุก ๆ 3 สัปดาห์ สำหรับการเปลี่ยนสารละลายครั้งต่อไปเพิ่มความเข้มข้นสารละลายเป็น 10 ml:L เก็บข้อมูลในทุก ๆ 1 สัปดาห์

วิธีการ

ปลูกเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราในสูตรอาหารไฮโดรโปนิกส์จำนวน 3 สูตร ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design; RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ในหนึ่งพลอตมีต้นกล้ายางพารา จำนวน 2 พันธุ์ คือ RRIM 600 จำนวน 17 ต้น และ BPM 24 จำนวน 5 ต้น

ลักษณะที่บันทึกข้อมูล

1) เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (Stem diameter; มิลลิเมตร) โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางจากจุดรอยต่อระหว่างเมล็ดกับลำต้นและรากขึ้นมา 6 เซนติเมตร

2) ความสูงต้น (Plant height; เซนติเมตร) โดยวัดความสูงต้นจากจุดรอยต่อระหว่างเมล็ดกับลำต้นและรากขึ้นมา 5 เซนติเมตร แล้วจึงวัดจากจุดดังกล่าวขึ้นมาจนถึงส่วนบนสุดของยอดซึ่งเป็นจุดกำเนิดของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด

3) ความยาวราก (Root length; เซนติเมตร) โดยวัดความยาวรากจากจุดรอยต่อระหว่างเมล็ดกับลำต้นและราก ลงมาตามความยาวของรากแก้ว

- 4) ปริมาณคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll content; SPAD units) ใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์
- 5) จำนวนใบจริง (No. of leaves)

สถานที่การทดลอง

แปลงทดลองภาควิชาพืชไร่นา ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนสิงหาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555

ผลการผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตของต้นกล้าอย่างพาราจำนวน 2 พันธุ์ในสูตรอาหารไฮโดรโปนิกส์จำนวน 3 สูตร (ตารางที่ 1) พบว่า สูตรอาหารไฮโดรโปนิกส์มีผลต่อความยาวรากและปริมาณคลอโรฟิลล์อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยการเจริญเติบโตเป็นแบบค่อย ๆ เพิ่มขึ้น คงที่ และลดลง หรือมีการเจริญเติบโตแบบ cubic สำหรับพันธุ์อย่างพารามีการเจริญเติบโตแตกต่างกันในลักษณะเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และในลักษณะความสูงต้นและจำนวนใบจริงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยการเจริญเติบโตของ 3 ลักษณะดังกล่าวเป็นแบบค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรง หรือมีการเจริญเติบโตแบบ linear

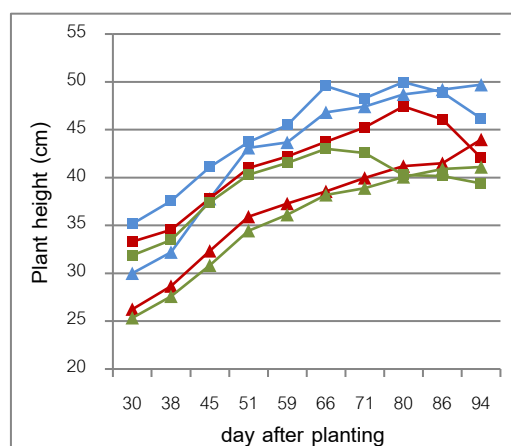
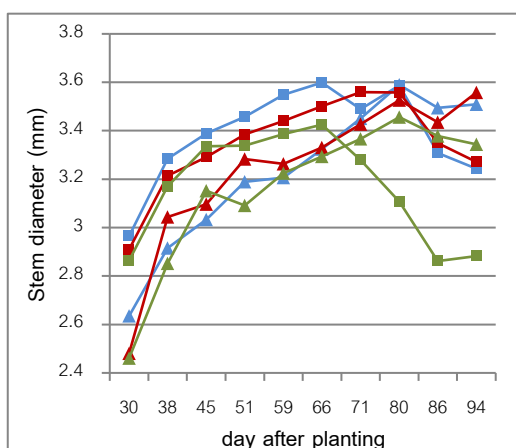
ตารางที่ 1 ค่า Mean squares ของการเจริญเติบโตของอย่างพารา 2 พันธุ์ ได้แก่ RRIM 600 และ BPM 24 จำนวน 5 ลักษณะ ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น ความยาวราก ปริมาณคลอโรฟิลล์ และจำนวนใบจริง บันทึกผลที่ระยะการเจริญเติบโต 30, 38, 45, 51, 59, 66, 71, 80, 86 และ 94 วันหลังปลูก (ทุก 10 สัปดาห์) ในสูตรอาหารไฮโดรโปนิกส์ 3 สูตร

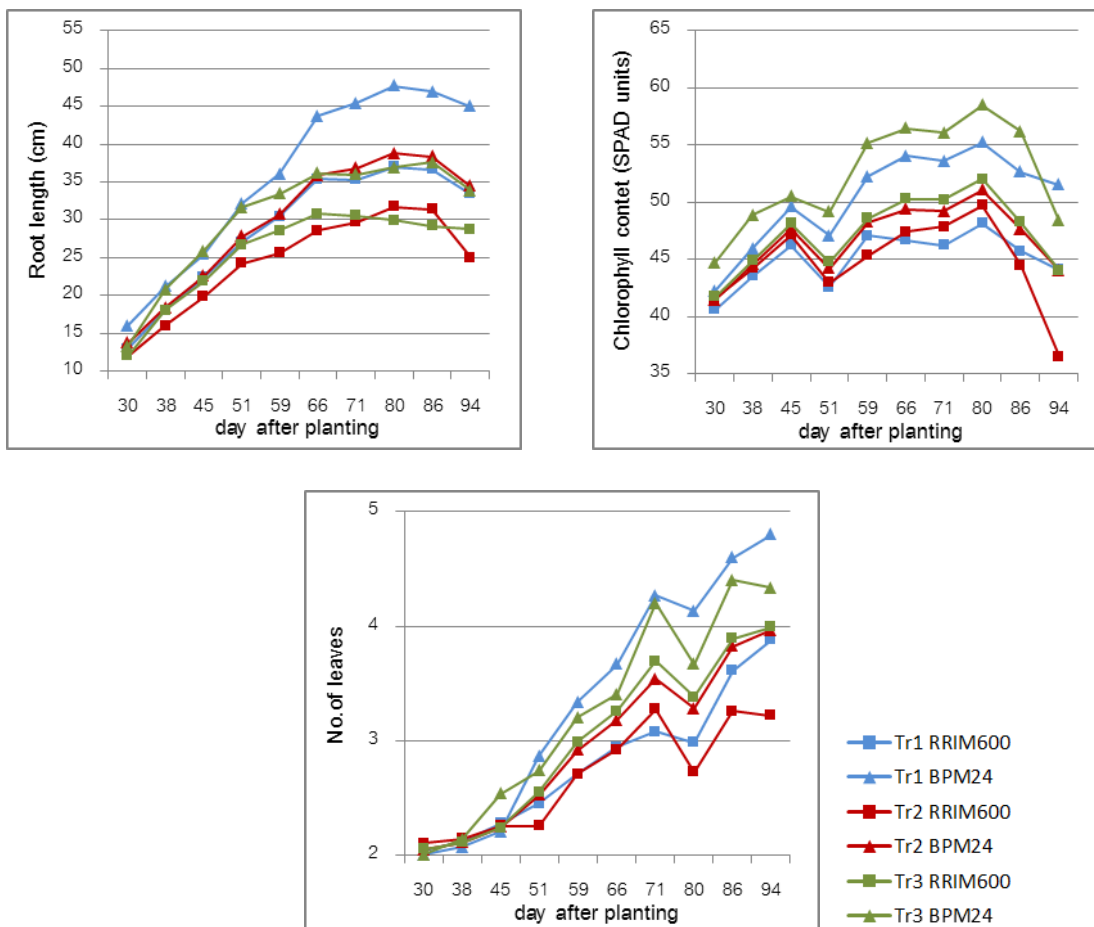
Source of variation	df	Stem diameter	Plant height	Root length	Chlorophyll content	No. of leaves
		mm	cm	cm		
Total						
Treatment	2	3.90	6890.73	4190.84	1121.68	13.40
Variety	1	3.46	5172.08	16973.5*	33993.7**	86.19
CV (%)		5.5	12.7	15.4	7.5	15.8
Linear						
Treatment	2	0.18E-02	0.42	2.24	1.70	0.02

Variety	1	0.03**	2.53*	2.22	2.28	0.06*
CV (%)		83.2	37.0	38.3	788.7	49.7
Quadratic						
Treatment	2	0.48E-04	0.01	0.02	0.08	0.74E-03
Variety	1	0.28E-03	0.04	0.74E-03	0.11	0.42E-03
CV (%)		44.4	47.6	25.4	55.5	-01208.8
Cubic						
Treatment	2	0.73E-05	0.65E-03	0.01*	0.01*	0.54E-04
Variety	1	0.46E-05	0.64E-02	0.15E-04	0.32E-02	0.12E-03
CV (%)		138.9	-01443.0	-01182.1	86.1	-02178.8

ภาพที่ 1 แสดงการเจริญเติบโตของต้นกล้าอย่างพารา จำนวน 2 พันธุ์ ในสารละลายธาตุอาหาร จำนวน 3 สูตร เป็นเวลา 10 สัปดาห์ โดยวัดการเจริญเติบโตในลักษณะต่าง ๆ ทุกสัปดาห์ โดยภาพที่ 1A, 1B และ 1E แสดงการเจริญเติบโตของต้นกล้าอย่างพาราในลักษณะเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ความสูงต้น และจำนวนใบจริงแบบ Linear โดยการเจริญเติบโตในลักษณะเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นและความสูงต้น พันธุ์ RRIM 600 มีการเจริญเติบโตในลักษณะดังกล่าวดีกว่าพันธุ์ BPM 24 และในลักษณะจำนวนใบจริงพันธุ์ BPM 24 มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าพันธุ์ RRIM 600

ภาพที่ 1C และ 1D แสดงการเจริญเติบโตของต้นกล้าอย่างพาราในลักษณะความยาวราก และปริมาณคลอโรฟิลล์ โดยการเจริญเติบโตของลักษณะความยาวรากตอบสนองต่อสารละลายอาหารสูตรที่ 1 มากกว่าสูตรอาหารอื่น ส่วนการเจริญเติบโตของลักษณะปริมาณคลอโรฟิลล์ตอบสนองต่อสารละลายอาหารสูตรที่ 3 มากกว่าสูตรอาหารสูตรอื่น





ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (มิลลิเมตร) (A) ความสูงต้น (เซนติเมตร) (B) ความยาวราก (เซนติเมตร) (C) ปริมาณคลอโรฟิลล์ (SPAD units) (D) จำนวนใบจริง (E) ของยางพาราที่ปลูกเลี้ยงในสูตรอาหารไฮโดรโปนิกส์ 3 สูตร ซึ่งบันทึกผลที่ระยะการเจริญเติบโต 30, 38, 45, 51, 59, 66, 71, 80, 86, และ 94 วันหลังปลูก

วิจารณ์ผลการทดลอง

อย่างที่ทราบกันแล้วว่าอัตราส่วนธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสม ส่งผลต่อการดูดกินธาตุอาหารของพืช การเพิ่มความเข้มข้นของสูตรอาหารที่ 2 และ 3 อาจมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหาร เนื่องจากการมีธาตุอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งมากกว่าธาตุอื่น ๆ จะมีผลทำให้พืชดูดธาตุอาหารชนิดอื่นได้น้อยลง (ดิเรก, 2550)

การวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราในส่วนของความยาวราก (รากแก้ว) พบการขาดของรากของต้นกล้ายางพาราบางส่วน ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ได้ข้อมูลคลาดเคลื่อน และในส่วนของปริมาณคลอโรฟิลล์พบอาการของต้นกล้าที่มีลักษณะใบเหลืองซีดและกลายเป็นสีขาว

ทั้งไป ซึ่งยังไม่สามารถระบุสาเหตุที่ชัดเจนได้ และเมื่อใบดังกล่าวแห้งขาวจะร่วงหล่นลง เกิดผลกระทบต่อ การเก็บข้อมูลจำนวนใบจริง

สรุป

สารละลายอาหารสูตรที่ 1 ทำให้ต้นกล้วยพาราเจริญเติบโตได้ดีที่สุด และยางพาราพันธุ์ BPM 24 ตอบสนองต่อการปลูกเลี้ยงโดยวิธีไฮโดรโปนิคส์ดีกว่าพันธุ์ RRIM 600

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์สูตรอาหารไฮโดรโปนิคส์จาก สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร (Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI))

ขอขอบคุณ ผศ. ดร. เฉลิมพล ภูมิไชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และ ดร. สุจินต์ เจนวิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษร่วม สำหรับคำแนะนำ และให้คำปรึกษาตลอดการศึกษาในครั้งนี้ ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดของการทำปัญหาพิเศษ

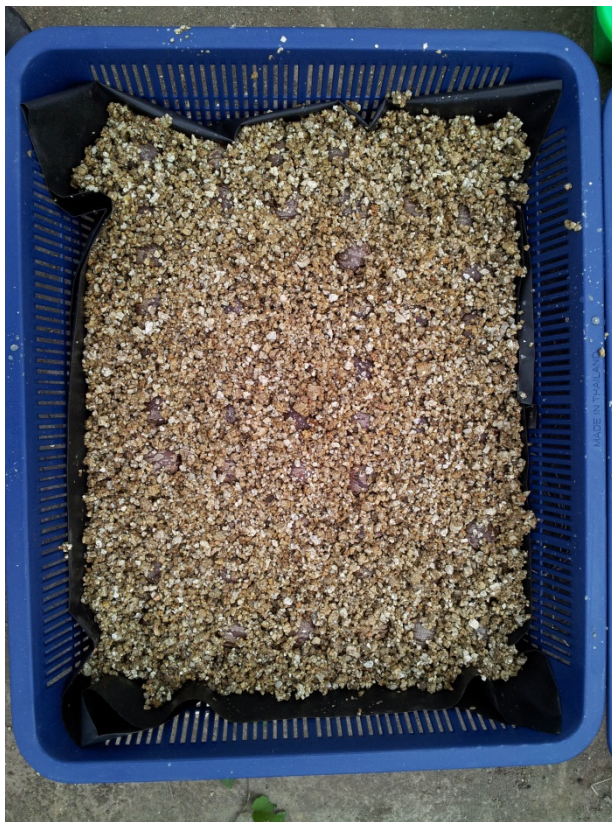
เอกสารอ้างอิง

- ดิเรก ทองอร่าม. 2550. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน: หลักการจัดการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตเชิงธุรกิจ ในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. พิมพ์การพิมพ์, กรุงเทพฯ
- ดิเรก ทองอร่าม. 2553. นวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินด้วยระบบไฮโดรโปนิคส์. ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์ 10 (2): 55-57
- สถาบันวิจัยยาง. 2555. ข้อมูลวิชาการยางพารา. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- ปฐิตา เปรมกระสิน และ อรวรรณ ทองเนื่องาม. 2553. การสร้างแปลงกิ่งตายาง การสร้างแปลงกล้วยาง การติดตายาง. ม.ป.ท.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. ข้อมูลเศรษฐกิจเกษตร. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/ewt_news.php?nid=13577. 21 สิงหาคม 2556.
- Correa, R.M., S.I. do Carmo Pinto, E.S. Reis and V.A.M. de Carvalho. 2012. Hydroponic Production of Fruit Tree Seedlings in Brazil, pp.225-244. In T. Asao, ed. Hydroponics – A Standard Methodology for Plant Biological Researches. InTech, Croatia.

ภาคผนวก

ตารางที่ 1 สูตรอาหารไฮโดรโปนิิกส์ (สูตร KAPI I)

สาร A	สูตรที่ 1 ปริมาณ (g/L)	สูตรที่ 2 ปริมาณ (g/L)	สูตรที่ 3 ปริมาณ (g/L)
1. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	129.8	129.8	129.8
2. KNO_3	32.8	65.6	32.8
3. Na_2EDTA	2.5	2.5	2.5
สาร B	สูตรที่ 1 ปริมาณ (g/L)	สูตรที่ 2 ปริมาณ (g/L)	สูตรที่ 3 ปริมาณ (g/L)
1. KH_2PO_4	31	31	31
2. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	16	16	16
3. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.06	0.06	0.06
4. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.02	0.02	0.02
5. $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.78	0.78	0.78
6. H_3BO_3	0.2	0.2	0.2
7. $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.01	0.01	0.01
8. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	5	5	5
9. $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$	4	4	8



ภาพที่ 1 เมล็ดยางพาราเพาะด้วยวัสดุปลูก (Vermiculite)



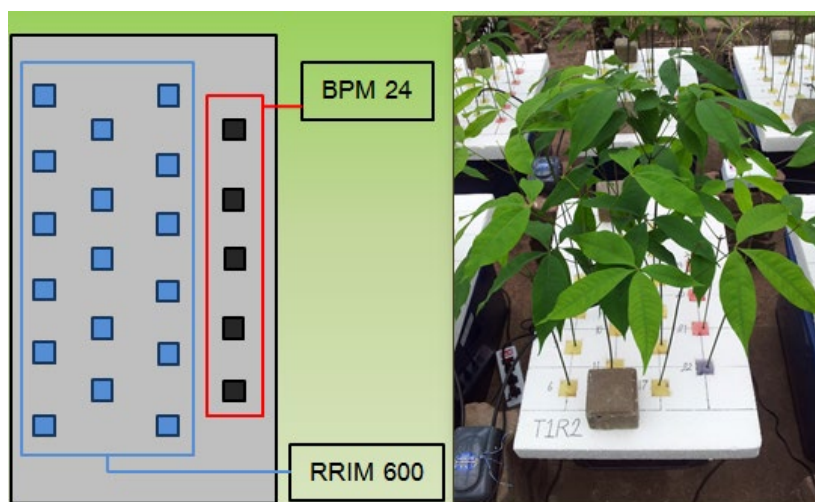
ภาพที่ 2 กล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 และ BPM 24 อายุ 1 เดือน หลังจากเพาะเมล็ด



ภาพที่ 3 ลักษณะใบ ลำต้น และรากของกล้วยาพันธุ์ RRIM 600 อายุ 1 เดือนหลังเพาะเมล็ด ก่อนปลูกในสูตรอาหารไฮโดรโปนิคส์



ภาพที่ 4 ลักษณะใบ ลำต้น และรากของกล้วยาพันธุ์ BPM 24 อายุ 1 เดือนหลังเพาะเมล็ด ก่อนปลูกในสูตรอาหารไฮโดรโปนิคส์



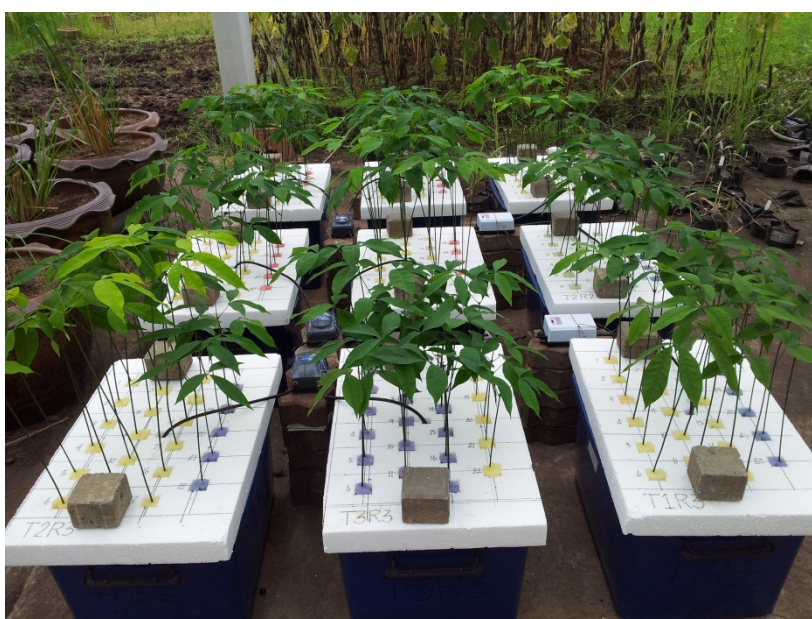
ภาพที่ 5 ผังการปลูกกล้ายางพาราในหน่วยทดลอง แบ่งเป็นพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 17 ต้น และ BPM 24 จำนวน 5 ต้น



ภาพที่ 6 กล้ายางพาราปลูกยึดด้วยแผ่นโฟม ก่อนนำไปปลูกเลี้ยงในสูตรอาหารไฮโดรโปนิคส์



ภาพที่ 7 ลักษณะรากของกล้ายางพาราก่อนนำไปปลูกเลี้ยงในสูตรอาหารไฮโดรโปนิกส์



ภาพที่ 8 ลักษณะแปลงทดลอง



ภาพที่ 9 ลักษณะใบต้นกล้ายางพาราอายุ 38 วันหลังปลูก



ภาพที่ 10 ลักษณะทรงต้นของต้นกล้ายางพาราอายุ 38 วันหลังปลูก



ภาพที่ 11 ลักษณะรากของต้นกล้ายางพาราอายุ 38 วันหลังปลูกลง



ภาพที่ 12 ลักษณะใบต้นกล้ายางพาราอายุ 45 วันหลังปลูกลง



ภาพที่ 13 ลักษณะทรงต้นของต้นกล้วยพาราอายุ 45 วันหลังปลูก



ภาพที่ 14 ลักษณะรากของต้นกล้วยพาราอายุ 45 วันหลังปลูก



ภาพที่ 15 ลักษณะใบต้นกล้ายางพาราอายุ 51 วันหลังปลูก



ภาพที่ 16 ลักษณะทรงต้นของต้นกล้ายางพาราอายุ 51 วันหลังปลูก



ภาพที่ 17 ลักษณะรากของต้นกล้วยพาราอายุ 51 วันหลังปลูก



ภาพที่ 18 ลักษณะใบต้นกล้วยพาราอายุ 59 วันหลังปลูก



ภาพที่ 19 ลักษณะทรงต้นของต้นกล้วยพาราอายุ 59 วันหลังปลูก



ภาพที่ 20 ลักษณะรากของต้นกล้วยพาราอายุ 59 วันหลังปลูก



ภาพที่ 21 ลักษณะใบต้นกล้ายางพาราอายุ 66 วันหลังปลูก



ภาพที่ 22 ลักษณะทรงต้นของต้นกล้ายางพาราอายุ 66 วันหลังปลูก



ภาพที่ 23 ลักษณะรากของต้นกล้วยพาราอายุ 66 วันหลังปลูก



ภาพที่ 24 ลักษณะใบต้นกล้วยพาราอายุ 71 วันหลังปลูก



ภาพที่ 25 ลักษณะทรงต้นของต้นกล้วยงพาราอายุ 71 วันหลังปลูก



ภาพที่ 26 ลักษณะรากของต้นกล้วยงพาราอายุ 71 วันหลังปลูก



ภาพที่ 27 อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นกับต้นกล้วยพาราขณะทำการศึกษา ทำให้ใบของต้นกล้วยพารามีลักษณะเหลืองซีด และกลายเป็นสีขาวทั้งใบ เมื่อแห้งก็จะร่วงหล่น



ภาพที่ 28 อาการผิดปกติของรากต้นกล้วยพาราขณะทำการศึกษา ปลายรากเป็นปม ไม่ยืดยาว ทำให้ต้นกล้วยพาราไม่สามารถเจริญเติบโตได้



ภาพที่ 29 อาการผิปกติของรากต้นกล้วยพารา รากแก้วเน่าเนื่องจากรากแก้วสูญเสียความชื้น จากสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงขณะเก็บข้อมูลความยาวราก เมื่อนำกลับมาปลูกเลี้ยง ในสูตรอาหารไฮโดรโปนิคส์จึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้อีก