การยางแห่งประเทศไทย
Rubber Authority of Thailand

รายงานผลการวิจัยสิ้นสุดประจำปี 2561

รายงานผลการวิจัยสิ้นสุด
ประจำปี 2561

สถาบันวิจัยยาง

การยางแห่งประเทศไทย

คำนำ

การยางแห่งประเทศไทย เป็นองค์กรชั้นนำที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมยางพาราของประเทศทั้งระบบ ตั้งแต่อุตสาหกรรม ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ การศึกษาค้นคว้าวิจัย และพัฒนายางพารา เป็นส่วนหนึ่งที่จะสนับสนุนการพัฒนาอุตสาหกรรมยางไทยให้เป็นไปตามนโยบายของประเทศ ผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยที่ได้นั้น มีทั้งด้านการผลิต การแปรรูปอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง อุตสาหกรรมไม้ยาง เศรษฐกิจ และการตลาดยางพารา ซึ่งเป็นที่มาขององค์ความรู้อันจะนำไปสู่การบริการทางด้านวิชาการ และเป็นฐานความรู้ที่จะนำไปเผยแพร่ให้แก่หน่วยงานภาครัฐ เอกชน สถาบันเกษตรกร และผู้สนใจทั่วไปทั้งในและต่างประเทศ สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง หรือใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ เพื่อต่อยอดทางด้านการศึกษา ค้นคว้าวิจัย และพัฒนาเป็นธุรกิจยางพาราอย่างครบวงจร

ในปีงบประมาณ 2562 สถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทยได้สรุปผลจากการศึกษาค้นคว้าวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว จำนวน 6 เรื่อง และได้จัดพิมพ์เป็นเอกสาร “รายงานผลการวิจัยสิ้นสุดประจำปี 2561” สถาบันวิจัยยางหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารที่ได้จัดทำขึ้นนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อองค์กรภาครัฐ ภาคเอกชน และบุคคลทั่วไปที่สนใจ

สถาบันวิจัยยางขอขอบคุณนักวิจัยทุก ๆ ท่านที่ได้มุ่งมั่นและตั้งใจในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อให้เกิดประโยชน์กับผู้ที่มีความสนใจ อีกทั้งได้รับความรู้และข้อมูลที่มีหลักการอ้างอิงที่ได้จากการวิจัย เพื่อสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ได้จริงมากยิ่งขึ้น มา ณ โอกาสนี้

(นายกฤษดา สังข์สิงห์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยยาง

สารบัญ

หน้า

งานวิจัยด้านการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพยางพารา

1. การทดสอบโมเลกุลเครื่องหมายไมโครแซทเทิลไลท์ที่ควบคุมการให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตในยางพารา 1
2. การพัฒนาระบบการย้ายปลูกต้นกล้ายางจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อน 30
3. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเครื่องหมาย SNPs ของยีนที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตในพันธุ์ยางจากแหล่งกำเนิดเดิม 43

งานวิจัยด้านการกรีด สรีรวิทยา และการพัฒนาด้านเขตกรรม

4. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแป้งและน้ำตาลในต้นเพื่อพัฒนาการวางแผนระบบกรีดและเพิ่มผลผลิตยาง 57

งานวิจัยด้านการจัดการธาตุอาหารพืชและโรคที่สำคัญของยางพารา

5. การจัดทำค่ามาตรฐานเพื่อการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในดินและใบสำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีดพันธุ์ RRIT 251 69

งานวิจัยด้านเศรษฐกิจและการตลาดยาง

6. การศึกษาศักยภาพการแข่งขันของโรงงานแปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยาง 101

การทดสอบโมเลกุลเครื่องหมายไมโครแซทเทิลไลท์ที่ควบคุมการให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตในยางพารา

Validation of Microsatellite Markers for Yield and Growth in Rubber Plant (*Hevea brasiliensis*)

ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย์[1]
รัชนี รัตนวงศ์[2]

บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์ยางแบบเดิมมีขั้นตอนและวิธีการที่ยุ่งยากอีกทั้งยังใช้เวลานาน การนำเครื่องหมายโมเลกุล (molecular markers) ชนิดต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้องการมาใช้เป็นเครื่องมือในการช่วยคัดเลือกพันธุ์ยางสามารถช่วยลดระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์และเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกได้ด้วยการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาเครื่องหมายโมเลกุลที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตสูงและการเจริญเติบโตที่ดี โดยการใช้เครื่องหมายไมโครแซทเทิลไลท์จำนวน 11 เครื่องหมาย วิเคราะห์ผลร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตรอบลำต้นและผลผลิตในลูกผสมยางพาราปี 38, 39 และพันธุ์ยางบราซิลโดยใช้สถิติแบบ regression ในการวิเคราะห์ผล พบว่าไพรเมอร์ M692 สามารถจำแนกพันธุ์ยางที่มีลักษณะผลผลิตสูงและมีการเจริญเติบโตที่ดีซึ่งมีจีโนไทป์แบบ 253/248 ในทุกประชากร จากผลการศึกษาแล้วไพรเมอร์ M692 มีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตสูงและการเจริญเติบโตที่ดีซึ่งสามารถนำไปศึกษาเปรียบเทียบในประชากรอื่นได้ต่อไป

คำสำคัญ: ยางพารา *(Hevea brasiliensis* Mull. Arg.), เครื่องหมายโมเลกุล (Molecular marker), Association Mapping, การปรับปรุงพันธุ์

---

[1] กองบริหารงานวิจัย สถาบันวิจัยยาง เลขที่ 50 ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[2] ศูนย์วิจัยยางหนองคาย ต.รัตนวาปี อ.รัตนวาปี จ.หนองคาย 43120

บทนำ

การคัดเลือกพันธุ์พืชด้วยเครื่องหมายโมเลกุลหมายถึงการนำเครื่องหมายโมเลกุล (molecular markers) ชนิดต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่สำคัญของพืชมาใช้เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกต้นพืชในโครงการปรับปรุงพันธุ์ (ศูนย์พันธุวิศวกรรม, 2542) การนำเครื่องหมายโมเลกุลโดยเฉพาะเครื่องหมายดีเอ็นเอมาใช้เป็นเครื่องมือในการคัดเลือกจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการคัดเลือกนักปรับปรุงพันธุ์ สามารถคัดเลือกพืชโดยการสกัดดีเอ็นเอจากส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นพืชแต่ละต้นในขณะที่ต้นพืชยังไม่โตเต็มที่ โดยไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการแสดงออกของยีน อายุ ชนิดของเนื้อเยื่อ หรือผลของสิ่งแวดล้อมมาเกี่ยวข้อง ซึ่งมีผลให้สามารถคัดเลือกต้นพืชที่มีพันธุกรรมตรงตามความต้องการ เนื่องจากเป็นการคัดเลือกในระดับดีเอ็นเอ และยังช่วยลดจำนวนประชากรพืชที่จะใช้ในการคัดเลือกในขั้นตอนหลังด้วย และเนื่องจากสามารถคัดเลือกพืชตั้งแต่ระยะต้น ๆ (earlier selection) ได้จึงมีผลให้ระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์ลดลงได้อีกด้วย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายโมเลกุลไมโครแซทเทิลไลท์กับการแสดงออกการควบคุมการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตในยางพาราโดยวิธี Association mapping โดยใช้เครื่องหมาย ไมโครแซทเทิลไลท์จำนวน 128 เครื่องหมายในยางพาราลูกผสมจำนวน 97 สายพันธุ์ วิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลผลผลิตและการเจริญเติบโตรอบลำต้น จำนวน 23 ลักษณะ พบความสัมพันธ์กับเครื่องหมายโมเลกุลจำนวน 54 เครื่องหมาย เป็นความสัมพันธ์กับผลผลิตจำนวน 26 เครื่องหมาย และความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตจำนวน 33 เครื่องหมายมีจำนวน 5 เครื่องหมาย ได้แก่ EHB012hbe4, M692, mA2388 และ mt460 ซึ่งมีความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผลผลิตและการเจริญเติบโต จากผลที่ได้สามารถประยุกต์มาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ยางโดยนำเอาเครื่องหมายโมเลกุลเหล่านั้นใช้เป็น marker assisted selection (MAS) มาช่วยในการตรวจสอบประชากรลูกผสมที่ให้ผลผลิตน้ำยางสูง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกพันธุ์ยางเบื้องต้นได้จะช่วยให้งานปรับปรุงพันธุ์ยางง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการตรวจสอบตำแหน่งของเครื่องหมายโมเลกุลว่าสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้องการหรือไม่ ดังนั้นจึงควรที่จะนำเครื่องหมายโมเลกุลทั้ง 54 เครื่องหมายไปทดสอบกับพันธุ์ยางลูกผสมคู่อื่น ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบความแน่นอนของตำแหน่งเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะที่ต้องการ และนำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ยางต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. ยาง
   - 1.1 ลูกผสมยางพาราปี 38 จำนวน 161 สายพันธุ์
   - 1.2 ลูกผสมยางพาราปี 39 จำนวน 93 สายพันธุ์
   - 1.3 พันธุ์ยางบราซิลจำนวน 142 สายพันธุ์

2. SSR ไพรเมอร์

2.1 EHB012 hbe4 M692 mA2388 และ mt460 แสดงความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผลผลิตและการเจริญเติบโต

2.2 gA2682 แสดงความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทุกช่วงปี

2.3 EHB017 EHB051 M613 Ma105 Ma170 แสดงความสัมพันธ์กับผลผลิต

วิธีการดำเนินงาน

1. ทำลายพิมพ์ดีเอ็นเอโดยใช้วิธีการทำปฏิกิริยา SSRs และตรวจผลปฏิกิริยา SSRs โดยวิธี electrophoresis และนำมาย้อมสีด้วยวิธี Silver staining

2. เก็บข้อมูลทาง Phenotyping ลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิต ตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นยางหลังเปิดกรีด โดยวัดขนาดรอบลำต้นที่ระดับ 170 ซม. จากพื้นดินทุก ๆ 6 เดือน

2.2 ผลผลิต เก็บผลผลิตของยางแต่ละต้นในรูปยางก้อนถ้วย โดยผสมกรดฟอร์มิกเข้มข้น 2 % ลงในน้ำยาง คนน้ำยางจนจับตัวเป็นก้อน ลดความชื้นในยางก้อนโดยตากยางก้อนทิ้งไว้ 21 วัน จากนั้นชั่งน้ำหนักยางก้อนที่ได้แล้วนำมาคำนวณผลผลิต

3. เปรียบเทียบข้อมูลแถบดีเอ็นเอ ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของผลผลิตที่สูงและการเจริญเติบโตที่ดีเป็นแถบอ้างอิง กับลักษณะที่วัดได้ในข้อ 2 โดยใช้สถิติแบบ regression ในการวิเคราะห์ผล

4. เกณฑ์ในการวิเคราะห์ผลค่า phenotypic variation ใช้ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของอัลลีลต้องมากกว่า 0.5 ถึงจะยอมรับได้

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา

ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560

สถานที่ดำเนินการ

สถาบันวิจัยยาง

ศูนย์วิจัยยางหนองคาย

ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ไพรเมอร์ที่เกี่ยวข้องทั้งลักษณะผลผลิตและการเจริญเติบโต

ในประชากรลูกผสมบราซิลจำแนกด้วยไพรเมอร์ hbe 4 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 8 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 148/140 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่า พันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการ

เจริญเติบโตที่ดี และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญและนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่น (ตารางที่ 1.1)

ตารางที่ 1.1 การเจริญเติบโตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ hbe4

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
140/139	67.22
140/140	59.33 *
142/142	43.94 ***
143/140	56.99 *
143/143	52.07 **
145/140	59.31 *
145/145	56.51 *
148/140	70.91

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05, สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01 และสัญลักษณ์ *** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.001

พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 148/140 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้วพบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวให้ผลผลิตมากที่สุด (ตารางที่ 1.2)

ตารางที่ 1.2 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ hbe4

จีโนไทป์	ผลผลิต(กรัม)
140/139	5.19
140/140	5.88
142/142	3.84
143/140	2.99
143/143	3.96
145/140	7.28
145/145	5.20
148/140	7.32

ในประชากรลูกผสมบราซิลจำแนกด้วยไพรเมอร์ M692 พบว่า มีจีโนไทป์ 8 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 253/248 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการ

-

เจริญเติบโตที่ดี (ตารางที่ 1.3) ซึ่งมีลักษณะตรงกับกับจีโนไทป์ที่พบในลูกผสม 38 และ 39 คือ 253/248 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 1.3 การเจริญเติบโตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ M692

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
247/247	63.61
248/247	64.55
248/248	64.77
252/247	59.15
252/252	64.19
253/247	61.42
253/248	67.96
253/253	58.77

พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 253/248 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่า พันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่น (ตารางที่ 1.4) ซึ่งมีลักษณะตรงกับกับจีโนไทป์ที่ให้ผลผลิตสูงที่พบในลูกผสม 38 และลูกผสม39 คือ 253/248 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 1.4 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ M692

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
247/247	2.98
248/247	4.65 ***
248/248	5.64 **
252/247	5.19 ***
252/252	3.62 *
253/247	4.50 ***
253/248	14.59 **
253/253	5.66

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05, สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01 และสัญลักษณ์ *** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.001

-

ในประชากรลูกผสม 38 จำแนกด้วยไพรเมอร์ M692 พบว่ามีจีโนไทป์ 8 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 253/248 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 1.5) ซึ่งมีลักษณะตรงกับกับจีโนไทป์ที่ให้ผลผลิตสูงที่พบในลูกผสมบราซิลและลูกผสม 39 คือ 253/248 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 1.5 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ของลูกผสม38 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ M692

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
247/247	37.10
248/248	41.70
252/247	42.34
252/248	37.55
252/252	39.97
253/247	46.94
253/248	49.20
253/253	40.45

ในประชากรลูกผสม39 จำแนกด้วยไพรเมอร์ M692 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 10 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 253/248 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุดและมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่น (ตารางที่ 1.6) ซึ่งมีลักษณะตรงกับกับจีโนไทป์ที่ให้ผลผลิตสูงที่พบในลูกผสม 38 และ บราซิลคือ 253/248 เช่นเดียวกัน

ตารางที่ 1.6 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสม 39 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ M692

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
247/247	19.32
248/247	21.23
248/248	21.30
252/247	21.63
252/248	16.47
252/252	15.18
253/247	20.26
253/248	25.26
253/253	18.8
256/248	4.39 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05, สัญลักษณ์

-

ในประชากรลูกผสมบราซิลจำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB012 พบว่า มีจีโนไทป์ 46 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 290/282 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่ดี และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่น (ตารางที่ 1.7)

ตารางที่ 1.7 การเจริญเติบโตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB012

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
250/250	58.37
252/252	60.57 *
271/252	63.11
272/252	68.40
272/272	68.30
273/273	56.13 *
275/252	53.56 *
275/272	65.44
275/275	57.56 *
278/250	61.57
278/252	64.25
278/278	67.67
280/272	68.62
280/275	63.12
281/252	66.76
281/271	72.84
281/272	64.09
281/275	68.09
281/281	64.83
282/272	59.61
282/282	64.15
285/250	61.80
285/275	68.89
285/278	67.57
285/279	62.19
285/285	63.83
289/272	57.52 *
289/279	55.59 *

-

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
289/280	58.82
289/282	51.85
289/289	67.64
290/272	67.31 *
290/275	66.90
290/278	69.97
290/280	58.21
290/281	75.02 **
290/282	73.55
290/290	68.86
292/282	62.94
292/283	54.38
292/292	60.13
293/280	50.23
299/278	73.75
299/285	70.03
299/299	65.01
300/290	56.96

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05 และ สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01

พันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 275/252 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับบางจีโนไทป์ (ตารางที่ 1.8)

ตารางที่ 1.8 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB012

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
250/250	6.27
252/252	8.10
271/252	11.02
272/252	7.26
272/272	2.54
273/273	8.71
275/252	4.06

-

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
275/272	2.36
275/275	9.36 *
278/250	7.22
278/252	8.37
278/278	4.90
280/272	6.99
280/275	7.67 *
281/252	9.97
281/271	7.44
281/272	2.77
281/275	10.43
281/281	4.27 *
282/272	2.53
282/282	6.89
285/250	2.24
285/275	7.31
285/278	3.09
285/279	1.67 *
285/285	2.62 *
289/272	7.44 *
289/279	1.63
289/280	8.00
289/282	3.97
289/289	4.01
290/272	4.77
290/275	6.30
290/278	3.19
290/280	5.60
290/281	3.04
290/282	4.12
290/290	2.70
292/282	5.54
292/283	6.31
292/292	3.36
293/280	2.84
299/278	9.65

-

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
299/285	3.41
299/299	8.72 *
300/290	3.74

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05

ในประชากรลูกผสม 38 จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB012 พบว่ามีจีโนไทป์10แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 280/280 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 1.9)

ตารางที่ 1.9 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ของลูกผสม 38 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB012

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
250/250	34.05
275/250	45.45
275/275	33.93
280/250	31.58
280/252	34.26
280/272	37.71
280/275	39.84
280/280	36.44
285/250	29.80
285/275	26.20

ในประชากรลูกผสม 39 จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB012 พบว่ามีจีโนไทป์ 7 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 285/275 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่น (ตารางที่ 1.10)

ตารางที่ 1.10 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสม 39 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB012

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
250/250	19.60 **
252/252	16.41 **
275/250	20.13 **
275/252	19.72 *

-

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
275/275	21.02 **
280/275	20.42 *
285/275	40.17

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05 และ สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01

ในประชากรลูกผสมบราซิล จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA2388 พบว่าจีโนไทป์ได้ 42 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 244/232 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่ดี และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่น (ตารางที่ 1.11)

ตารางที่ 1.11 การเจริญเติบโตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA2388

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
226/226	58.27 ***
228/228	59.33 **
230/226	63.60 *
230/228	56.24 ***
230/230	60.99 **
232/230	54.90 ***
232/232	60.60 **
235/232	57.35 **
235/235	59.42 **
237/226	63.78 **
237/230	60.45 *
237/232	56.46 ***
237/235	50.06 ***
237/237	55.14 ***
238/226	66.17
238/230	61.90 *
240/230	54.43 ***
240/240	65.48 *
242/232	66.79
242/237	73.46

-

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
242/242	56.95 ***
244/228	52.58 ***
244/230	64.55 *
244/232	74.08 *
244/235	63.51 *
244/244	53.59 ***
245/226	50.96 ***
245/237	62.17 **
245/245	44.40 ***
248/230	53.92 ***
248/232	55.63 ***
248/248	63.85 *
250/226	51.53 ***
250/228	56.88 ***
250/237	57.28 ***
250/238	47.04 ***
250/239	49.81 ***
250/250	56.52 ***
254/226	45.32 ***
254/254	64.53 *
256/235	50.23 ***
260/237	53.49 ***

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05, สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01 และสัญลักษณ์ *** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.001

พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 238/226 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่น (ตารางที่ 1.12)

ตารางที่ 1.12 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA2388

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
226/226	5.04 *
228/228	3.20
230/226	6.46
230/228	12.12 *

-

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
230/230	4.88
232/230	4.02 *
232/232	3.91
235/232	1.18
235/235	5.24
237/226	6.26
237/230	2.32
237/232	2.11 *
237/235	7.17 **
237/237	2.80 **
238/226	16.10
238/230	11.55
240/230	3.27 *
240/240	5.05
242/232	5.24
242/237	7.33
242/242	10.22
244/228	6.31 *
244/230	5.22
244/232	1.89
244/235	3.09
244/244	1.55 **
245/226	5.01 **
245/237	7.89
245/245	6.94 ***
248/230	12.69 **
248/232	2.41 **
248/248	4.59
250/226	4.13 ***
250/228	2.19 *
250/237	3.81 **
250/238	4.49 ***
250/239	1.62 ***
250/250	1.86 *
254/226	1.79 ***
254/254	6.97

-

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
256/235	2.17 ***
260/237	1.46 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05, สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01 และสัญลักษณ์ *** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.001

ในประชากรลูกผสม 38 จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA2388 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 13 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 255/245 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 1.13)

ตารางที่ 1.13 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ของลูกผสม38 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA2388

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
228/228	31.70
245/228	31.15
245/245	40.72
248/228	36.76
248/245	35.31
248/248	37.99
250/228	31.20
250/245	36.60
250/248	15.00
250/250	36.96
255/245	41.97
255/248	34.43
255/255	46.92

ในประชากรลูกผสม 39 จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA2388 พบว่าจีโนไทป์ได้ 14 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 250/226 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้วพบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุดและมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญและสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่น (ตารางที่ 1.14)

-

ตารางที่ 1.14 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสม39 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA2388

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
244/230	11.55 **
245/226	40.10
245/228	28.32
245/230	20.30 **
245/244	11.38 **
245/245	27.29 *
248/228	21.19 *
248/230	41.80
248/248	29.84
250/226	47.00
250/228	16.08 **
250/230	11.63 **
250/245	10.494**
250/250	13.52 **

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05 และ สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01

2. ไพรเมอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต

ในประชากรลูกผสมบราซิลจำแนกด้วยไพรเมอร์ gA2682 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 47 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 273/273 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่ดี และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่นซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับจีโนไทป์ที่มีการเจริญเติบโตดีที่พบในลูกผสม 39 คือ 276/276 (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 การเจริญเติบโตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ gA2682

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
237/237	83.83
247/247	55.65 ***
250/233	68.96 **
250/237	66.55 **
250/250	71.39 **
254/254	81.86 *

-

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
256/237	72.33 **
256/256	68.45 *
257/250	72.12 **
257/257	69.88 *
260/247	72.21 *
260/260	81.13
264/264	80.51
267/256	54.87 ***
267/267	74.47 *
269/250	61.64 ***
269/264	67.40 **
269/269	75.83 *
270/250	86.84
270/264	78.99
270/270	82.13
273/254	70.60 **
273/257	71.10 **
273/269	75.09 *
273/273	90.30 ***
276/260	62.72 **
276/276	71.76 **
277/269	66.96 **
277/277	67.20 ***
279/237	79.03
279/257	55.79 ***
279/267	71.19 **
279/269	79.93
279/279	87.81
280/254	80.52
280/273	69.23 **
280/276	74.64 *
280/277	75.48 *
280/280	69.48 **
283/244	77.75
283/257	79.60
283/260	67.51 **

-

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
283/264	65.43 **
283/270	55.73 ***
283/283	73.32 *
285/237	75.87 *
285/240	73.09 *

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05, สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01 และสัญลักษณ์ *** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.001

ในประชากรลูกผสม 38 จำแนกด้วยไพรเมอร์ gA2682 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 12 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 255/255 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 การเจริญเติบโตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ของลูกผสม38 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ gA2682

จีโนไทป์	การเจริญเติบโต
249/249	36.95
255/249	34.33
255/255	32.90
258/249	40.05
258/255	35.42
258/258	44.40
262/249	41.26
262/258	31.60
276/249	35.70
276/255	30.87
276/258	39.30
276/276	34.68

ในประชากรลูกผสม 39 จำแนกด้วยไพรเมอร์ gA2682 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 14 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 276/276 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวให้ผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์แบบอื่น (ตารางที่ 2.3)

-

ตารางที่ 2.3 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสม39 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ gA2682

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
249/249	27.58 **
250/249	20.89 **
255/249	12.22 ***
255/255	9.49 ***
258/249	24.95 **
258/255	30.21 *
258/258	25.95 **
262/249	23.56 **
262/258	20.69 **
276/249	25.27 **
276/255	9.97 ***
276/258	24.85 **
276/262	49.20
276/276	56.39

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05, สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01 และสัญลักษณ์ *** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.001

3. ไพรเมอร์ที่เกี่ยวข้องการให้ผลผลิตสูง

ในประชากรลูกผสมบราซิลจำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB051 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 23 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 190/165 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับบางจีโนไทป์ (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB051

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
170/170	6.54
177/173	2.03 *
185/185	9.54
188/165	4.94
188/170	6.16
188/173	8.96
188/185	12.48
188/188	8.02
190/165	16.53

-

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
190/170	3.07 *
190/185	3.60 *
190/188	6.75 *
190/190	4.98 *
192/185	4.85
192/188	11.19
192/190	6.76 *
192/192	8.58
195/190	3.68 *
195/192	12.04
195/195	14.45
197/173	4.20 *
197/190	9.11
197/195	11.75

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05, สัญลักษณ์

ในประชากรลูกผสม 38 จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB051 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 5แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 195/192 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ของลูกผสม38 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB051

จีโนไทป์	ผลผลิต(กรัม)
192.172	25.60
192.177	38.12
192.185	35.40
192.192	36.26
195.192	39.28

ในประชากรลูกผสม 39 จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB051 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 10 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 253/248 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับบางจีโนไทป์ (ตารางที่ 3.3)

-

ตารางที่ 3.3 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสม39 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB051

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
247/247	19.32
248/247	21.23
248/248	21.30
252/247	21.63
252/248	16.47
252/252	15.18
253/247	20.26
253/248	25.26
253/253	18.85
256/248	4.39 **

หมายเหตุ สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01

ในประชากรลูกผสมบราซิลจำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB017 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 32 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 221/221 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับบางจีโนไทป์ (ตารางที่ 3.4)

ตารางที่ 3.4 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB017

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
210/201	7.67
210/205	2.43
210/210	5.31
211/205	7.08
211/209	2.57 *
211/211	1.70 *
213/205	4.77
213/208	5.51
213/209	3.17 *
213/210	5.67
213/213	6.19
215/205	2.17 *
215/211	2.54
215/215	3.35 *
218/201	3.61

-

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
218/210	8.62
218/215	3.13 *
218/218	4.81
219/210	4.57
220/200	5.29
220/208	7.04
220/210	2.83 *
220/213	2.77 *
220/215	3.60
220/220	5.27
221/210	3.00
221/215	5.02
221/221	9.44
223/205	2.04 *
223/210	4.67
223/215	8.68
223/223	4.03

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05

ในประชากรลูกผสม 38 จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB017 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 8 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มี จีโนไทป์แบบ 210/210 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 3.5)

ตารางที่ 3.5 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ของลูกผสม38 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ EHB017

จีโนไทป์	ผลผลิต(กรัม)
225/218	44.10
225/225	30.67
210/210	17.60
215/210	34.00
215/215	35.39
218/208	34.27
218/210	40.44
218/215	40.08
218/218	37.33
225/210	35.85
225/215	42.45

-

ในประชากรลูกผสมบราซิลจำแนกด้วยไพรเมอร์ mA170 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 25 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 267/254 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์อื่น (ตารางที่ 3.6)

ตารางที่ 3.6 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA170

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
248/240	7.56 **
248/248	10.74 **
250/250	2.85 ***
252/252	3.48 ***
254/240	3.58 ***
254/248	8.57 **
254/254	13.41 **
255/248	6.47 **
255/255	6.02 ***
258/250	5.31 **
258/258	5.26 ***
260/248	28.40
260/252	9.79 **
260/254	4.55 ***
260/255	3.17 ***
260/260	11.78 **
262/248	6.87 ***
262/255	4.43 ***
262/262	22.50
267/248	2.28 ***
267/254	33.37 ***
267/255	3.13 ***
270/255	4.06 ***
270/260	4.38 ***
275/275	5.15 **

หมายเหตุ สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01 และสัญลักษณ์ *** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.001

-

ในประชากรลูกผสม 38 จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA170 พบว่าจีโนไทป์ได้ 20แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 270/270 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 3.7)

ตารางที่ 3.7 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ของลูกผสม38 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA170

จีโนไทป์	ผลผลิต(กรัม)
248/248	36.80
260/248	41.33
260/260	33.68
262/248	41.30
262/260	42.68
262/262	32.33
267/248	41.29
267/255	31.15
267/260	36.68
267/262	31.60
267/267	43.70
270/248	34.41
270/260	39.50
270/262	33.40
270/267	19.90
270/270	15.60
272/248	34.70
272/260	47.00
272/267	27.60
272/272	28.65

ในประชากรลูกผสม 39 จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA170 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 21 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 262/248 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์อื่น (ตารางที่ 3.8)

-

ตารางที่ 3.8 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสม 39 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ mA170

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
260/255	10.17 **
260/260	25.83 *
262/248	41.15
262/255	33.25
262/260	22.73 *
265/260	39.97
267/248	22.05 *
267/255	20.49 *
267/260	21.53 **
267/262	22.63 **
267/267	31.01
270/255	24.84
270/260	20.79 *
270/262	24.14
270/267	25.53
270/270	31.57
272/248	13.60 **
272/255	11.56 **
272/260	6.74 ***
272/262	10.61 **
272/267	26.39

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05 และ สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01

ในประชากรลูกผสมบราซิลจำแนกด้วยไพรเมอร์ ma105 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 47 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 172/170 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุดและมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์อื่น (ตารางที่ 3.9)

ตารางที่ 3.9 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสมบราซิล ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ Ma105

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
152/148	3.67 ***
154/152	2.55 ***
155/155	10.34 ***

-

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
156/150	2.83 ***
156/156	5.83 ***
157/144	11.25 ***
157/153	5.75 ***
157/155	4.96 ***
158/145	6.91 ***
158/153	3.07 ***
158/157	0.00 ***
159/149	7.09 ***
159/153	10.73 ***
159/156	1.66 ***
159/158	4.04 ***
160/156	1.20 ***
160/160	9.87 ***
161/157	7.41 ***
162/162	11.10 ***
163/151	7.05 ***
163/157	24.21 **
164/152	0.00 ***
164/157	9.14 ***
164/164	3.10 ***
165/148	4.00 ***
165/152	5.75 ***
165/159	7.03 ***
167/155	3.67 ***
167/159	9.81 ***
168/158	1.22 ***
169/156	5.00 ***
169/163	1.74 ***
170/155	4.70 ***
170/157	3.76 ***
170/163	2.88 ***
172/156	1.61 ***
172/160	7.04 ***
172/163	9.25 ***
172/170	47.41 ***

-

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
173/143	5.10 ***
173/157	2.91 ***
173/160	4.48 ***
180/144	4.95 ***
183/159	1.73 ***
185/144	5.84 ***
187/160	1.98 ***
187/173	0.00 ***

หมายเหตุ สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01 และสัญลักษณ์ *** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.001

ในประชากรลูกผสม 38 จำแนกด้วยไพรเมอร์ Ma105 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 8 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 200/173 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด (ตารางที่ 3.10)

ตารางที่ 3.10 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ของลูกผสม 38 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ Ma105

จีโนไทป์	ผลผลิต(กรัม)
173/148	38.75
173/155	28.70
173/173	30.80
178/155	30.68
178/173	37.63
178/178	33.30
180/173	44.10
180/178	50.50
196/155	36.92
196/173	38.80
196/178	35.82
196/180	45.68
196/196	36.05
197/180	40.00
200/155	35.81
200/173	35.24
200/178	44.11
200/196	34.15

-

ในประชากรลูกผสม 39 จำแนกด้วยไพรเมอร์ ma105 พบว่ามีจีโนไทป์ได้ 18 แบบ ซึ่งพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 196/173 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์อื่น (ตารางที่ 3.11)

ตารางที่ 3.11 ผลผลิตของแต่ละกลุ่มจีโนไทป์ในประชากรลูกผสม 39 ที่จำแนกด้วยไพรเมอร์ Ma105

จีโนไทป์	ผลผลิต (กรัม)
155/155	36.66
164/155	38.31
164/164	14.30 ***
173/155	21.65 **
173/173	32.13 *
178/173	24.24 ***
178/178	21.69 ***
180/155	20.69 **
180/173	33.68 *
180/180	27.99 *
195/178	35.07
196/155	20.66 **
196/173	50.62
196/178	21.92 ***
196/196	42.05
200/173	13.31 ***
200/178	10.37 ***
200/200	14.68 ***

หมายเหตุ สัญลักษณ์ * = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.05, สัญลักษณ์ ** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.01 และสัญลักษณ์ *** = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P <0.001

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. ไพรเมอร์ที่เกี่ยวข้องทั้งลักษณะผลผลิตและการเจริญเติบโต

ไพรเมอร์ hbe 4 ในประชากรลูกผสมบราซิล พันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 148/140 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่ดี และพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 145/140 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่ามีผลผลิตมากที่สุดไพรเมอร์ M692 ในประชากรลูกผสมบราซิล ลูกผสม 38 และลูกผสม 39 พันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 253/248 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่ดี เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิต

แล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุดเช่นกันไพรเมอร์ EHB012 ในประชากรลูกผสมบราซิล พันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบ 290/282 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่ดี และพันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 275/252 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด ในประชากรลูกผสม 38 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 280/280 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้วพบว่ามีผลผลิตสูงที่สุด และในประชากรลูกผสม 39 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 285/275 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่ามีผลผลิตสูงที่สุด และไพรเมอร์ mA2388 ในประชากรลูกผสมบราซิล พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 244/232 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่ดีพันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 238/226 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด ในประชากรลูกผสม 38 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 255/245 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และในประชากรลูกผสม 39 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 250/226 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มี จีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด

2. ไพรเมอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต

ไพรเมอร์ gA2682 ในประชากรลูกผสมบราซิล พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 273/273 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลการเจริญเติบโตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีการเจริญเติบโตที่ ในประชากรลูกผสม 38 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 255/255 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และในประชากรลูกผสม 39 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 276/276 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวให้ผลผลิตสูง

3. ไพรเมอร์ที่เกี่ยวข้องการให้ผลผลิตสูง

ไพรเมอร์ EHB051 ในประชากรลูกผสมบราซิลพันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 190/165 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด ในประชากรลูกผสม 38 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 195/192 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุดและในประชากรลูกผสม 39 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 253/248 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด ไพรเมอร์ EHB017 ในประชากรลูกผสมบราซิล พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 221/221 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุดและในประชากรลูกผสม 38 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 210/210 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด ไพรเมอร์ mA170 ในประชากรลูกผสมบราซิล พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 267/254 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด ในประชากรลูกผสม 38 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 270/270 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และในประชากรลูกผสม 39 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 262/248 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และไพรเมอร์ ma105 ในประชากรลูกผสมบราซิล พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 172/170 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่

-

มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด ในประชากรลูกผสม 38 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 200/173 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด และในประชากรลูกผสม 39 พันธุ์ที่จีโนไทป์แบบ 196/173 เมื่อพิจารณาร่วมกับข้อมูลผลผลิตแล้ว พบว่าพันธุ์ที่มีจีโนไทป์แบบดังกล่าวมีผลผลิตสูงที่สุด

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้เครื่องหมายโมเลกุลที่สามารถนำไปใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่มีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตสูง เพื่อคัดเลือกพันธุ์สำหรับการปรับปรุงพันธุ์ยาง โดยจะสามารถลดขั้นตอนในการปลูกทดสอบพันธุ์ขั้นต้นลงได้อย่างน้อย 10 ปี สามารถออกยางพาราพันธุ์ใหม่ได้เร็วขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี ในการอนุเคราะห์ให้ข้อมูลผลลิตและการเจริญเติบโต ของลูกผสม 38 นางสาววิยาภรณ์ รุ่งตำนาน และนางสาวอังคณา เพาะนิยม ผู้ช่วยนักวิจัยในการดำเนินงานในห้องทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์พันธุวิศวกรรม. 2542. การศึกษาจีโนมในสิ่งมีชีวิต. *ใน* เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องเทคนิคอณูพันธุศาสตร์ในการผลิตปศุสัตว์. ระหว่างวันที่ 26-30 กันยายน 2542. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 9 น.

-

การพัฒนาระบบการย้ายปลูกต้นกล้ายางจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อน

Development of Acclimatization and Transplantation System of *Hevea brasiliensis* Plantlets Derived from Somatic Embryo

วิทยา พรหมมี[1]
สุริยันตร์ ฉะอุ่ม[2] สุรวุฒน์ อยู่ยงเวชช์[3]

บทคัดย่อ

สามารถผลิตต้นกล้ายางพันธุ์ RRIM600 โดยการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนจากเปลือกหุ้มชั้นในเมล็ดอ่อน และนำต้นกล้าที่ได้ปรับสภาพก่อนย้ายปลูกโดยการวางเลี้ยงในขวดใช้วัสดุปลูกเวอมิคูไลท์ทำการควบคุมปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมที่สุด คือ ปริมาณ CO2 350 ± 50 µmol CO2 mol-1 ทำให้ต้นกล้ามีอัตราการรอดชีวิตสูงสุด 90 % จากนั้นนำต้นกล้าที่รอดตายปลูกในถุงดำวางเลี้ยงในสภาพโรงเรือนจนต้นยางมีการปรับตัวได้ดีจึงย้ายไปปลูกในแปลงทดสอบ

คำสำคัญ: ยางพารา, เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, การผลิตต้นอ่อน, การปรับสภาพต้นกล้า, ระบบ photoautotrophic

---

[1] กองวิจัยและพัฒนาการผลิตยาง สถาบันวิจัยยาง การยางแห่งประเทศไทย

[2] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

[3] มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี

บทนำ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นส่วนหนึ่งของงานเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนางานวิจัยทางด้านยางพาราแบบก้าวกระโดด ซึ่งกำลังมีการศึกษาค้นคว้าวิจัยกันในหลาย ๆ ประเทศ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อโดยทั่วไปเพื่อการขยายพันธุ์พืช เพิ่มปริมาณต้นกล้าให้ได้ปริมาณมากและเวลารวดเร็ว การพัฒนาไปเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะขึ้นอยู่กับเซลล์ร่างกายของพืช และสามารถกระตุ้นให้มีการพัฒนาไปเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ได้ โดยผ่านกระบวนการ การสร้างอวัยวะ (organogenesis) และ การสร้างต้นอ่อน (somatic embryogenesis) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะต้องได้รับฮอร์โมน และธาตุอาหาร ที่เหมาะสม (Skoog and Miller, 1957)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยางพาราได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยมานานตั้งแต่ปี 1953 โดย Bouychou ได้เริ่มต้นจากการเพาะเลี้ยงแคลลัสจากชิ้นส่วนพืชซึ่งผ่านการทำหนุ่มทำสาว และการเพาะเลี้ยงแคลลัสจาก cotyledon-like embryos (Wilson and street, 1975) ในขณะเดียวกัน Paranjothy and Ghandimathi (1975) มีรายงานว่าสามารถชักนำเอมบริออยจากแคลลัสที่ได้จากการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสร แต่อย่างไรก็ตามการทดลองเหล่านี้ยังไม่มีรายงานประสพความสำเร็จในการพัฒนาไปเป็นต้นที่สมบูรณ์ จนกระทั่งมีรายงานประสพความสำเร็จของการพัฒนาต้นยางโดยผ่านกระบวนการสร้างต้นอ่อนจากการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรของประเทศจีน โดย Chen และคณะ (1977) สำหรับสถาบันวิจัยยางมาเลเซีย ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อยางเป็นครั้งแรกในต้นปี 1980 โดยได้ต้นยางพันธุ์ GT 1 จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออับละอองเกสร (Wan *et al*., 1982) และในปี 1990 สามารถเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยผ่านกระบวนการสร้างต้นอ่อนในยางพันธุ์ RRIM 600 (Hafsah and Wan, 1995) ที่ผ่านมาเป็นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนของผนังเซลล์อับละอองเกสร ในระยะต่อมาสถาบันวิจัยของฝรั่งเศสได้พัฒนาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยางโดยใช้ส่วนของเนื้อเยื่อชั้นในของเยื้อหุ้มเมล็ดอ่อนโดย Etienne และคณะ (1993), Carron และคณะ (1995), Etienne และคณะ (1997), Blanc และคณะ (1999) นอกจากนั้นยังมีการเพาะเลี้ยงโอวุล ซึ่งรายงานครั้งแรกโดย Guo และคณะ (1982) ในปี 1990 สถาบันวิจัยยางมาเลเซีย สามารถเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยชักนำต้นพืชที่สมบูรณ์ได้โดยกระบวนการสร้างต้นอ่อนจากการเพาะเลี้ยงโอวุล (Hafsah and Wan, 1995) ต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเหล่านั้นได้มีการนำไปปลูกในแปลงได้สำเร็จ และมีการเก็บเกี่ยวผลผลิตตามลำดับ ปัจจุบันมีรายงานว่าสามารถเพาะเลี้ยงเอมบริโอ (Ighere *et al*., 2011) และราก (Zhou *et al*., 2010)

สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยางพาราในประเทศไทยมีรายงานถึงความก้าวหน้าในระดับหนึ่ง โดยการเพาะเลี้ยงเยื่อหุ้มชั้นในของเมล็ดอ่อน (กรรณิการ์ และคณะ, 2542; Te-chato and Chartikul, 1993; กษิดิศ และคณะ, 2544) เพาะเลี้ยงส่วนของลำต้นของต้นกล้าและต้นพันธุ์ (ปัทมา และภัทราวุธ, 2535; อรุณี และสมปอง, 2535ก; อรุณี และสมปอง, 2535ข) เพาะเลี้ยงอับละอองเกสร (สมปอง และวันทนา, 2531) การเพาะเลี้ยงเซลล์ซัสเพนชัน การแยก และการเลี้ยงโปรโตพลาสต์ (พจมาลย์ และสมปอง, 2542) อย่างไรก็ตามจากรายงานประสพความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในประเทศไทยมีเพียง Te-chato and Chartikul (1993) และ กรรณิการ์ และคณะ (2542) เท่านั้น ที่สามารถพัฒนาต้นพืชที่สมบูรณ์ได้จากต้นอ่อนที่ได้จากการ

-

เพาะเลี้ยงเยื่อหุ้มชั้นในของเมล็ดอ่อนจากยางพันธุ์ ในยางพันธุ์ TJIR 1 และ BPM 24, PB 260, PB 311, RRII 105 และ RRIM 600 ตามลำดับ กรรณิการ์ และคณะ (2542) ได้นำยางพันธุ์ BPM 24 ไปปลูกในสภาพแปลงปลูกพบว่ามีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นยางที่ได้จากการติดตา

การเพาะเลี้ยงต้นอ่อนยางพารามีการศึกษามาอย่างแพร่หลายในหลายสายพันธุ์และหลายชนิดของชิ้นส่วนพืช โดยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาด้านการพัฒนาในส่วนของสูตรอาหารเพาะเลี้ยง ชนิดและปริมาณน้ำตาล การปรับแต่งปริมาณธาตุอาหาร และปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโต (Blanc และคณะ 2002) และในบางประเทศได้มีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนเพื่อการขยายพันธุ์ยางโดยการผลิตกิ่งตาในหลอดทดลองเพื่อนำไปขยายพันธุ์โดยการติดตาในเรือนเพาะชำในเชิงพาณิชย์ นอกจากนั้นยังได้มีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนในงานด้านการปรับปรุงพันธุ์ โดยการศึกษาคุณสมบัติและลักษณะการแสดงออกของยีนตลอดจนการถ่ายฝากยีนเพื่อปรับปรุงพันธุ์ยางให้มีลักษณะที่ทนต่อสภาพแวดล้อม เช่น ทนแล้ง ทนโรค ทนอุณหภูมิต่ำ ทนต่ออาการเปลือกแห้ง เป็นต้น อย่างไรก็ตามปัญหาของการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนยางพาราไม่เพียงแต่ความสำเร็จในการพัฒนาไปเป็นต้นอ่อนต่ำแล้ว นอกจากนั้น ต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อน มีการรอดตายต่ำหลังจากนำต้นออกจากหลอดทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อน เคยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่จำกัดและได้รับการดูแลในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม นอกจากนั้นจากการสืบค้นข้อมูล ยังคงขาดการศึกษาเชิงลึกด้านการเตรียมต้นยางพาราก่อนการย้ายปลูก (hardening หรือ acclimatization) มีเพียงข้อมูลที่เป็นการสังเกตเท่านั้น (Zhou *et al*., 2010) จากข้อมูลการศึกษาวิจัยของคณะผู้วิจัย พบว่าการย้ายต้นกล้าพืชออกจากระบบการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสู่เรือนเพาะชำนั้นถือเป็นหัวใจสำคัญโดยเฉพาะในไม้ยืนต้น เช่น สะเดาไทย (Cha-um *et al*., 2003), จามจุรี (Mosaleeyanon *et al*., 2004) และมะคาเดียเมีย (Cha-um *et al*., 2011) เป็นต้น โดยพบว่าระบบการเตรียมต้นกล้าพืชผ่านระบบ photoautotrophic growth ร่วมกับการให้ CO_2 ความเข้มข้นสูง และความเข้มแสงสูง ช่วยส่งเสริมให้ต้นพืชมีการปรับตัวให้มีอัตราการรอดชีวิตสูงในสภาพเรือนเพาะชำ จากเหตุผลดังกล่าวคณะผู้วิจัยฯ จึงมุ่งเน้นพัฒนาระบบการเตรียมต้นกล้ายาง (hardening หรือ acclimatization) จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ให้มีศักยภาพการสังเคราะห์แสงสูง มีการปรับตัวได้ดีต่อสภาพ photoautotrophic growth (ใช้ CO_2 เป็นแหล่งพลังงาน ในการสังเคราะห์แสง) เพื่อกระตุ้นกระบวนการปรับตัวของต้นพืชเช่นเดียวกับพืชในธรรมชาติ และเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของต้นกล้ายางจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ให้สูงกว่า 80% และให้มีศักยภาพในการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วหลังการย้ายปลูก

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นสารที่เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่พบอยู่ในอากาศเพียงร้อยละ 0.035 ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับก๊าซอื่น เช่น ไนโตรเจน (78%) และออกซิเจน (16%) โดย CO_2 นี้มีความสำคัญต่อการดำเนินไปในระบบนิเวศของสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก CO_2 ถือว่าเป็นวัตถุดิบต้นทางที่มีความจำเป็นต่อการอยู่รอดของพืชเป็นอย่างมาก เพราะ CO_2 เป็นสารตั้งต้นสำคัญที่พืชนั้นใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อการสร้างอาหารและพลังงาน มาใช้ในการสร้างผลผลิตต่าง ๆ ของพืช ยางพาราก็จัดเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีระบบการสังเคราะห์แสงแบบ C3 ที่เริ่มต้นที่กระบวนการตรึง CO_2 ในอากาศผ่านเข้าทางช่องของปากใบโดยใช้ RuBP (ribulose-1,5-bisphosphate) เป็นตัวจับ CO_2 ผ่านการทำงานของ

-

เอนไซม์ Rubisco แล้วนำเข้าสู่ Calvin cycle เพื่อเริ่มต้นการสร้างอาหารหรือน้ำตาลและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สำคัญเพื่อใช้ในการสร้างน้ำยางของยางพารา ซึ่งในสภาพอากาศของปัจจุบันนี้พบว่า ความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศนั้นมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วอย่างมาก เนื่องด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่ง CO_2 นี้ส่งผลต่อการเพิ่มศักยภาพในการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโต รวมถึงการสร้างน้ำยางของยางพารา จากงานวิจัยต่าง ๆ พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ไปที่ 700 ไมโครโมล ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสง และการเจริญเติบโตของยาพารานั้นดีกว่าในสภาพอากาศปกติที่มีความเข้มข้นของ CO_2 ที่ 350 ไมโครโมล (Devakumar *et al*., 1998)

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคการปรับสภาพของต้นยางพันธุ์ RRIM 600 ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนก่อนย้ายปลูกโดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาลซูโครสและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการรอดตายของต้นกล้ายางหลังย้ายปลูก และศึกษาความแข็งแรงของต้นกล้ายางจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนหลังจากปลูกในเรือนเพาะชำ

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 การผลิตต้นอ่อนยางพันธุ์ RRIM 600 โดยการเพาะเลี้ยงเปลือกหุ้มชั้นในเมล็ดอ่อน

ขั้นตอนการผลิตต้นกล้ายางพันธุ์ RRIM 600 ดังนี้

1. การชักนำการสร้างแคลลัสและเอ็มบริโอเจนิคแคลลัส โดยการนำฝักอ่อนยางหลังผสมเกสร 6 สัปดาห์ มาฟอกฆ่าเชื้อโดยการจุ่มในแอลกอฮอล์ 95 % และลนไฟ และนำไปผ่าเอาเมล็ดอ่อนมาทำการผ่าซีก และหั่นเป็นชิ้น วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MH-IN เพื่อชักนำการสร้างแคลลัส และเพิ่มปริมาณแคลลัสที่ได้บนอาหารสูตรเดิม โดยการเปลี่ยนถ่ายอาหารใหม่สูตรเดิมทุก 4 สัปดาห์
2. การชักนำการสร้างโซมาติกเอ็มบริโอ และต้นอ่อน โดยการนำแคลลัสที่ได้ วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MH-EXP, MH-DEN, MH-MAT และ MH-GER เพื่อชักนำการสร้างและพัฒนาเป็นต้นอ่อน จากนั้นเปลี่ยนถ่ายบนอาหารใหม่สูตรเดิมทุก 4 สัปดาห์
3. การชักนำการพัฒนาไปเป็นต้นที่สมบูรณ์จากต้นอ่อน โดยการนำต้นอ่อน ที่ได้วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MH-PL เพื่อชักนำการพัฒนาไปเป็นต้นที่สมบูรณ์

กิจกรรมที่ 2 การปรับสภาพต้นกล้าจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนในกระโจมควบคุมความชื้น

ขั้นตอนการปรับสภาพต้นกล้าในกระโจมควบคุมความชื้น

1. นำต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนจากเปลือกหุ้มชั้นในเมล็ดอ่อนยางพันธุ์ RRIM 600 มาล้างรากเอาเศษอาหารวุ้นออกแล้วจุ่มแช่ในสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา
2. ปลูกต้นกล้าในถุงเพาะชำโดยมีวัสดุเพาะชำระหว่างดินและขุยมะพร้าว 1:1 วางเลี้ยงในตะกร้าพลาสติก ฉีดน้ำให้ชุ่มและหุ้มด้วยพลาสติกใสเพื่อควบคุมความชื้นภายใน นำไปวางเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิห้อง และ วางเลี้ยงในตู้ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ

-

กิจกรรมที่ 3. การปรับสภาพต้นกล้ายางจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนภายใต้ Growth chamber

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2×4 factorial in CRD (Completely Randomized Design) โดยมี

ปัจจัยที่ 1 คือ ระดับของน้ำตาลซูโครส 4 ระดับ คือ

ความเข้มข้น 0 (photoautotropic condition), 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยที่ 2 คือ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ความเข้มข้น 2 ระดับ คือ

ambient (CO_2 350±50 µmol CO_2 mol^{-1}) และ CO_2-enrichment (CO_2 1,500±100 µmol CO_2 mol^{-1})

โดยแต่ละหน่วยทดลองทำ จำนวน 10 ต้น วิเคราะห์ ANOVA ด้วย SPSS software version 11.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละพารามิเตอร์ ด้วย Tukey HSD

วิธีการดำเนินงาน

1. การเตรียมต้นกล้าก่อนย้ายปลูก

1.1 นำต้นกล้ายาง ความสูง 8.0±1.0 เซ็นติเมตร มีใบจริง 3-4 ใบ เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร MS (Murashige และ Skoog 1962) ที่มีเวอร์มิคูไรต์เป็นวัสดุค้ำจุน โดยมีระดับของน้ำตาลซูโครส ร่วมกับการเพาะเลี้ยงในสภาพคาร์บอนไดออกไซด์แตกต่างกัน ตามแผนการทดลอง วางเลี้ยงในสภาพความเข้มแสง 120 µmol m^{-2} s^{-1} ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ใน Plant Growth Incubator

1.2 เพิ่มการไหลเวียนของอากาศ เป็น 2.1 ไมโครโมลต่อวินาที ผ่าน Air-Millipore filter (0.2 ไมครอน) ที่ติดบริเวณฝาขวด

1.3 เพิ่มปริมาณ CO_2 ในตู้เพาะเลี้ยง (Plant Growth Chamber) เป็น 1,500 ไมโครโมลต่อโมลอากาศ

1.4 เพิ่มความเข้มแสงในตู้เพาะเลี้ยง (Plant Growth Chamber) เป็น 150-170 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที โดยให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน

1.5 ควบคุมสภาพความชื้นในตู้เพาะเลี้ยง (Plant Growth Chamber) เป็น 75% RH

2. วัดผลด้านการใช้น้ำ ศักยภาพการสังเคราะห์แสง การปิดเปิดปากใบ และการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางในระบบ acclimatization หลังการเพาะเลี้ยงในอาหารเป็นเวลา 6 สัปดาห์

3. ย้ายต้นกล้ายางปลูกในโรงเรือน เพื่อศึกษากลไกการปรับตัวต่อสภาพการย้ายปลูก และตรวจนับ อัตราการรอดชีวิตหลังการย้ายปลูก โดยทำการเปรียบเทียบกับต้นกล้าที่ไม่ผ่านระบบการ acclimatization โดยการวิเคราะค่าต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ค่าศักย์ของน้ำ ค่า water potential (Ψ_w) ในใบและรากต้นกล้ายางพาราถูกทำการวัดตามวิธีของ Lanfermeijer และคณะ (1991) เนื้อเยื่อส่วนใบและรากถูกตัดเป็นชิ้นเล็ก ขนาด 2-5 มิลลิเมตร ใส่ลงใน

-

หลอดพลาสติก 1.5 มิลลิลิตร บดด้วยแท่งแก้ว สารละลายปริมาตร 20 ไมโคลลิตร ถูกดูดมาวัดค่า water potential ด้วยเครื่อง Osmometer

3.2 ศักยภาพการสังเคราะห์แสง รงควัตถุในใบยางพาราถูกสกัดและวิเคราะห์ตามวิธีของ Shabala และคณะ (1998) และ Lichtenthaler (1987) ใบอ้อยน้ำหนัก 100 มิลลิกรัมถูกตัดเป็นชิ้น เล็ก ๆ ความยาว 0.2 เซ็นติเมตร ใส่ลงในหลอดแก้วขนาด 25 มิลลิลิตร เติม acetone (95.5%) และปั่นให้ละเอียดด้วย Homogenizer เนื้อเยื่อที่บดแล้วถูกเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง วัดปริมาณรงควัตถุด้วย Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 662 (D_{662}) 644 (D_{644}) และ 470 nm (D_{470}) คำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (Chl_a) คลอโรฟิลล์บี (Chl_b) คลอโรฟิลล์รวม (TC) และคาร์โรทีนอยด์ (C_{x+c}) โดยใช้สูตร

$$Chl_a = 9.78\ D_{662} - 0.99\ D_{644}$$

$$Chl_b = 21.43\ D_{644} - 4.65\ D_{662}$$

$$TC = Chl_a + Chl_b$$

$$C_{x+c} = \frac{1000D_{470} - 1.90\ [Chl_a] - 63.14\ [Chl_b]}{214}$$

Chlorophyll a fluorescence ในใบยางพารา ถูกวัดโดยการใช้เครื่อง Fluorescence Monitoring System ตามวิธีของ Loggini และคณะ (1999) และ Maxwell และ Johnson (2000) ใบยางพาราที่แผ่เต็มที่ (fully expanded leaf) ตำแหน่งใบที่ 2 จากปลายยอด ถูกวัดค่า original fluorescence (F_0) maximum fluorescence yield (F_m) หลังการให้แสงสีแดงกระตุ้น คำณวนค่า variable fluorescence yield (F_v) จากค่าความต่างของ Fm - F0 และคำณวนค่า maximum quantum yield of PSII photochemistry (F_v/F_m) ทำการวัดค่า photon yield of PSII (Φ_{PSII}) จาก (Fm'-F)/Fm' หลังการให้แสงสีแดงเป็นเวลา 45 วินาที รวมถึงค่า non photochemical quenching of PSII (NPQ) ตามลำดับ

อัตราการสังเคราะห์แสง (P_n) การคายน้ำ (E) และการปิดเปิดปากใบ (g_s) ถูกบันทึกโดยการใช้เครื่อง Portable Photosynthesis System รุ่น LI-6400 ตามวิธีของ Pan และคณะ (1998) ใบยางพาราที่แผ่เต็มที่ (fully leaf) ตำแหน่งใบที่ 2 จากปลายยอด ถูกนำมาวัดค่าอัตราการสังเคราะห์แสง การคายน้ำ และศักยภาพการปิด-เปิดของปากใบ โดยใช้ Infared Gas Analyser ที่ควบคุมการไหลเวียนของอากาศที่ 500 ไมโครโมลต่อวินาที อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และให้แสง 1,000 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาที ค่าศักยภาพการใช้น้ำ (WUE) ถูกคำนวณด้วย

$$WUE = \frac{P_n}{E}$$

-

3.3 การเจริญเติบโต วัดปริมาณมวลชีวภาพตามวิธีของ Lutts และคณะ (2004) ปริมาณมวลชีวภาพจะถูกทำการวัดโดยทำการชั่งน้ำหนักสดในแต่ละส่วนของต้นกล้ายางพารา (ใบ ต้น และ ราก) ด้วยเครื่องชั่งทันที ส่วนน้ำหนักแห้งวัดได้โดยการอบตัวอย่างในตู้อบ (Hot-air oven) ที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 24 h ทิ้งไว้ให้เย็นใน Desiccator แล้วทำการชั่งน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่ง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหา dry matter และหาพื้นที่ใบโดย นำต้นยางพาราในทุก ๆ สิ่งทดลอง (Treatment) มาทำการตัดใบทั้งต้นแล้ว scan ด้วยเครื่อง Scan คำนวณหาพื้นที่ใบโดยใช้ Leaf area DT-scan (Delta-scan Version 2.03) Soft ware บันทึกค่าพื้นที่ใบจากการคำนวณของ Soft ware

3.4 ปริมาณการสะสมน้ำตาล ปริมาณน้ำตาลในใบและรากยางพารา ถูกวิเคราะห์ตามวิธีของ Karkacier และคณะ (2003) ตัวอย่างพืชน้ำหนัก 100 มิลลิกรัมถูกบดในโกร่งด้วยไนโตรเจนเหลว เติมน้ำ nanopure 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่า นำไป sonicate เป็นเวลา 15 วินาที และปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที สารละลายส่วนใส ถูกกรองผ่าน 0.45 µm membrane filter (VertiPure™, Vertical®) เก็บในตู้แช่ -20°C จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์ ปริมาณน้ำตาลซูโครส กลูโครส และฟลุคโตส ถูกวิเคราะห์ด้วย high performance liquid chromatography (HPLC) ด้วยการฉีดสารละลายปริมาตร 40 µL เข้าไปในระบบ Waters HPLC (Waters Associates, Millford, MA, USA) ที่ต่อกับ MetaCarb 87C column โดยใช้น้ำเป็น mobile phase ด้วยอัตราการไหล 0.5 mL min^{-1} วิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลแต่ละชนิดเทียบกับสารละลายน้ำตาลมาตรฐาน

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา

ตุลาคม 2558 – กันยายน 2561

สถานที่ดำเนินการ

ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา การยางแห่งประเทศไทย

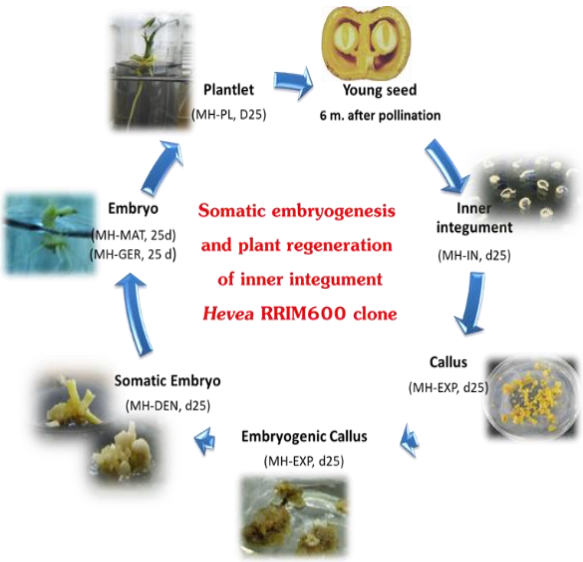
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การผลิตต้นอ่อนยางพันธุ์ RRIM 600 โดยการเพาะเลี้ยงเปลือกหุ้มชั้นในเมล็ดอ่อน

เก็บฝักอ่อนยางพันธุ์ RRIM 600 หลังผสมเกสร 6-8 สัปดาห์ มาฟอกฆ่าเชื้อและตัดเอาเนื้อเยื่อหุ้มชั้นในเมล็ดมาวางเลี้ยงบนอาหารสูตรชักนำแคลลัส ชักนำการสร้างโซมาติกเอมบริโอ และ ชักนำการพัฒนาไปเป็นต้นกล้า ได้ต้นกล้า จำนวน 72 ต้น (ภาพที่1)

-



ภาพที่ 1 กระบวนการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนยางพันธุ์ RRIM 600 จากเปลือกหุ้มชั้นในเมล็ดอ่อน และต้นกล้ายางในหลอดทดลอง

2. การปรับสภาพต้นกล้าจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนในกระโจมควบคุมความชื้น

นำต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนจากเปลือกหุ้มชั้นในเมล็ดอ่อนยางพันธุ์ RRIM 600 มาล้างรากเอาเศษอาหารวุ้นออกแล้วจุ่มแช่ในสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา และยายปลูกลงในถุงเพาะชำโดยมีวัสดุเพาะชำระหว่างดินและขุยมะพร้าว 1:1 วางเลี้ยงในตะกร้าพลาสติกเปรน้ำให้ชุ่มและหุ้มด้วยพลาสติกใสเพื่อควบคุมความชื้นภายใน นำไปวางเลี้ยงในสภาพอุณหภูมิห้อง และ วางเลี้ยงในตู้ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิ หลังจากวางเลี้ยง 3-4 สัปดาห์ ต้นกล้าที่รอดชีวิตสามารถตั้งตัวได้ โดยการวางเลี้ยงแบบควบคุมความชื้นทั้งภายในและภายนอกต้นกล้าสามารถรอดชีวิตได้สูงถึง 70-80 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การวางเลี้ยงแบบควบคุมความชื้นภายในอย่างเดียว มีต้นกล้ารอดชีวิต ประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากวางเลี้ยง 4-8 สัปดาห์ ต้นกล้ามีการรอดชีวิตลดลง เนื่องจากการจัดการเรื่องการควบคุมความชื้นภายในไม่เหมาะสมทำให้ต้นเกิดอาการเน่าตาย หลังจากปรับสภาพต้นกล้าและต้นกล้ารอดชีวิต ย้ายต้นกล้าไปวางเลี้ยงภายในห้องแต่ไม่มีการควบคุมความชื้นจนต้นกล้าตั้งตัวได้และย้ายไปวางเลี้ยงในเรือนเพาะชำ ได้รับแสงตามธรรมชาติจนต้นกล้ามีการเจริญเติบโตดีมีการสร้างฉัตรเพิ่มขึ้นจึงย้ายไปปลูกลงดินดูแลรักษาตามปกติ (ภาพที่ 2 และ 3)

-

ภาพที่ 2 การปรับสภาพต้นกล้ายางจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนจากเปลือกหุ้มชั้นในเมล็ดเมล็ดอ่อนยางพันธุ์ RRIM 600 และการย้ายกล้าปลูกลงดิน 1. การปรับสภาพต้นกล้าโดยการควบคุมความชื้นภายใน 2. การปรับสภาพต้นกล้าโดยการควบคุมความชื้นภายในและภายนอก 3. ต้นกล้ารอดชีวิตหลังปรับสภาพ 4. ต้นกล้ารอดชีวิตหลังปรับสภาพวางเลี้ยงภายในอุณหภูมิห้อง 5, 6. ต้นกล้ารอดชีวิตย้ายวางเลี้ยงในสภาพเรือนเพาะชำ

ภาพที่ 3 การย้ายต้นกล้ายางจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนจากเปลือกหุ้มชั้นในเมล็ดเมล็ดอ่อนยางพันธุ์ RRIM 600 ปลูกลงดิน 1. ขณะปลูก 2. หลังปลูก 3 สัปดาห์

3. การปรับสภาพต้นกล้ายางจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนภายใต้ Growth chamber

นำต้นกล้าจากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อน จำนวน 72 ต้น มาผ่านกระบวนการเตรียมต้นในระบบการเพาะเลี้ยงแบบ photoautotrophic condition โดยเพาะเลี้ยงในห้องเพาะเลี้ยง มีปริมาณ CO_2 1,200 µmol

-

CO_2 mol-1 และย้ายออกปลูกในสภาพเรือนเพาะชำเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าต้นกล้ามีความเขียว และมีการแตกใบใหม่ (ภาพที่ 4) หลังการย้ายปลูก 1 เดือน ต้นกล้ายางพารามีการแตกยอดใหม่ที่สมบูรณ์ เมื่อพิจารณาอัตราการรอดชีวิตพบว่าการ acclimatization ต้นกล้ายางพาราในสภาวะ CO_2-enrichment CO_2 1,200 µmol CO_2 mol-1 ส่งผลให้ต้นยางพารามีการรอดตายสูง โดยมีอัตราการรอดในขวดเพาะเลี้ยง 90% หลังจากปรับสภาพต้นยางจนรอดตายนำไปวางเลี้ยงในสภาพแปลง และนำไปปลูกในแปลงทดสอบ พบว่าต้นยางมีการเจริญเติบโตดี (ภาพที่ 5)

ภาพที่ 4 การปรับสภาพต้นกล้ายางพันธุ์ RRIM 600 จากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์ 1,200 µmol CO_2 mol-1 และต้นกล้ายางหลังย้ายปลูกในสภาพเรือนเพาะชำ ระยะเวลา 1 เดือน

ภาพที่ 5 ต้นยางพันธุ์ RRIM 600 จากการเพาะเลี้ยงต้นอ่อนจากเปลือกหุ้มชั้นในเมล็ดอ่อนหลังจากปรับสภาพต้นกล้าและปลูกในแปลงทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ ธีระวัฒนสุข. 2545. ความก้าวหน้าทางด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยางพารา. *ใน* รายงานการสัมมนา เรื่อง เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกับการปรับปรุงพันธุ์ และขยายพันธุ์พืช 26-27 กรกฎาคม 2545. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร. 67-79.

กษิดิส ดิษฐบรรจง, จารุวรรณ จาติเสถียร และ ชยานิจ ดิษฐบรรจง. 2544. การเพิ่มปริมาณ somatic embryo callus ของยางพารา. *ใน* เทคโนโลยีชีวภาพกับงานวิจัยด้านการเกษตร. สำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพและนิวเคลียร์เทคนิค กรมวิชาการเกษตร. 36-51.

-

ปัทมา ชนะสงคราม และ ภัทราวุฒิ จิวตระกูล. 2534. การขยายพันธุ์ยางพาราด้วยเทคนิคไมโครคัตติ้งในหลอดทดลอง. วิทยาสาสตร์เกษตรศาสตร์. 25: 133-138.

พจมาลย์ สุรนิลพงศ์ และ สมปอง เตชะโต. 2542. ผลของไซโตไคนินต่อการเลี้ยงเซลล์ซัสเพนชัน การแยก และการเลี้ยงโปรโตพลาสต์ของยางพารา. ว. สงขลานครินทร์. 21: 169-177.

สมปอง เตชะโต และ วันทนา เอ้งย่อง. 2531. การใช้เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อสร้างสายพันธุ์แท้ในยางพารา. ว. สงขลานครินทร์. 10: 1-6.

สมปอง เตชะโต และ อรุณี ม่วงแก้วงาม. 2535ก. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยางพารา I การขยายพันธุ์ยางโดยไม่อาศัยเพศในหลอดทดลอง. ว. สงขลานครินทร์. 14: 123-132.

สมปอง เตชะโต และ อรุณี ม่วงแก้วงาม. 2535ข. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อยางพารา II เทคนิคการชักนำรากจากยางพาราในหลอดทดลอง. ว. สงขลานครินทร์. 14: 133-139.

Bouychou J.G. 1953. La Culture in vitro des Tissue D' Hevea. Proc. Rubb. Conf. Bogor, 1952. Arch. Rubbercult. 30, 50-53.

Blanc G., Michaux-Ferrière N., Teisson C., Lardet L., and M.P. Carron. 1999. Effects of carbohydrate addition on the induction of somatic embryogenesis in *Hevea brasiliensis*. Plant Cell Tiss Org Cult. 59: 103-112.

Blanc G., Lardet L., Martin A., Jacob J.L., and M.P. Carron. 2002. Differential carbohydrate metabolism conducts morphogenesis in embryogenic callus of *Hevea brasiliensis* (Müll. Arg.). J. Exp. Bot. 53: 1453-1462.

Carron M. P., Etiennee H., Larder L., Campagna S., Perrin Y., Leconte A. and C. Chaine. 1995. Somatic embryogenesis in Rubber (*Hevae brasiliensis* Mull. Arg.). Somatic embryogenesis in woody plants, Vol.2. pp. 117-136.

Chen C.H., Chen F.T., Chien C.F., Wang C.H, Chang S.C., HSU H.E, Ou S.H., He Y.T and T.M. Lu. 1979. A process of obtaining pollen plants of *Hevae brasiliensis*. Sci. Sinica. 22, 81-90.

Cha-um S., Chanseetis C., Chintakovid W., Pichakum A., and K. Supaibulwatana. 2011. Promoting root induction and growth of in vitro macadamia (*Macadamia tetraphylla* L. 'Keaau') plantlets using CO_2-enriched photoautotrophic conditions. Plant Cell Tiss Org Cult. 106: 435-444.

Cha-um S., Mosaleeyanon K., Kirdmanee C., and K. Supaibulwatana. 2003. A more efficient transplanting system for Thai neem (*Azadirachta siamensis* Val.) by reducing relative humidity. Sci Asia. 29: 189-196.

-

Devakumar A.S., Shayee M.S.S., Udayakumar M. and T.G. Prasad. 1998. Effect of elevated CO_2 concentration on seedling growth rate and photosynthesis in *Hevea brasiliensis*. J Biosci. 23:33-36.

Etienne H., Lartaud M., Michaux-Ferriere N., Carron M.P., Berthouly M. and C. Teisson. 1997. Improvement of somatic embryogenesis in *Hevea brasiliensis* (Müll. Arg.) using the temporary immersion technique. In Vitro Cell Dev Biol – Plant. 33: 81-87.

Guo G., Jia X. and L. Chen. 1982. Induction of plantlets from ovules in vitro of *Hevea brasiliensis*. Hereditas. 4 (1), 27-28.

Hafsah J. and W.Y. Wan Abdul Rahaman. 1995. In vitro Technology of Hevae-Current. Developments in the Rubber Research Institute of Malaysia. 2nd conference on Agricultural biotechnology. 13-15.

June Jakarta. ghere D.A., Okere A., Elizabeth J., Mary O., Olatunde F. and S. Abiodun. 2011. In vitro culture of *Hevea brasiliensis* (rubber tree) embryo. J Plan Breed Crop Sci. 3: 185-189.

Lanfermeijer F.C., Koerselman-Kooij J.W. and A.C. Borstlap. 1991. Osmosensitivity of sucrose uptake by immature pea cotyledons disappears during development. Plant Physiol. 95: 832-838.

Lichtenthaler H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. Method Enzymol. 148: 350-380.

Loggini B., Scartazza A., Brugnoli E. and F. Navari-Izzo. 1999. Antioxidant defense system, pigment composition and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. Plant Physiol. 119: 1091-1099.

Lutts S., Almansouri M. and J.M. Kinet. 2004. Salinity and water stress have contrasting effects on the relationship between growth and cell viability during and after stress exposure in durum wheat callus. Plant Sci. 167: 9-18.

Maxwell K. and G.N. Johnson. 2000. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. J Exp Bot. 51: 659-668.

Mosaleeyanon K., Cha-um S. and C. Kirdmanee. 2004. Enhanced growth and photosynthesis of rain tree (Samanea saman) plantlets in vitro under CO_2 enrichment with decreased sucrose concentration in the medium. Sci Hortic. 103: 51-63.

Pan Q., Wang Z. and B. Quebedeaux. 1998. Response of the apple plant to CO_2 enrichment: changes in photosynthesis, other soluble sugars, and starch. Aust J Plant Physiol. 25: 293-297.

-

Paranjothy K. And H. Grandimathi. 1975. Proceedings of International Rubber Conference on Tissue and Organ Culture of Hevae. Kuala Lumpur: Rubber Research Institute of Malaysia. 59-83.

Shabala S.N., Shabala S.I., Martynenko A.I., Babourina O.And I.A. Newman. 1998. Salinity effect on bioelectric activity, growth, Na+ accumulation and chlorophyll fluorescence of maize leaves: a comparative survey and prospects for screening. Aust J Plant Physiol. 25: 609-616.

Te-chato S. and M. Chartikul. 1993. Tissue culture of rubber: Induction cell suspension and embryogenic suspension culture. Songklanakarin J. Sci. Technol. 15: 341-347.

Wan abdul rahaman W. Y., Grandimathi H., Othman R. And K. Paranjothy. 1982. Recent developments in tissue culture of Hevae, Tissue Culture of economically Important Plants. Singapore : C.O.S.T.E.D.

Wilson H.M. And H.E. Street. 1975. The growth, Anatomy and Morphogenetic Potential of Callus from *Hevea brasiliensis*. Ann. Bot., London. 39, 671-682.

Zhou Q.N., Jiang Z.H., Huang T.D., Li W.G., Sun A.H., Dai X.M. and Z. Li. 2010. Plant regeneration via somatic embryogenesis from root explants of *Hevea brasiliensis*. Afri. J. Biotechnol. 9: 8168-8173.

-

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเครื่องหมาย SNPs ของยีนที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตในพันธุ์ยางจากแหล่งกำเนิดเดิม

Association Analysis of SNPs Markers of Genes Related to Yield Characteristics of Rubber Varieties from The Origin Source

กิตติพัฒน์ อุโฆษกิจ[1]
ฐิตาภรณ์ ภูมิไชย[2] รัชนี รัตนวงศ์[3]

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาโครงสร้างยีน 2-C-methyl-D-erythritol 4-phosphate cytidylyl-transferase (CMS) ซึ่งเป็นยีนในวิถีการสังเคราะห์น้ำยางพารา สามารถหาลำดับเบสของยีน CMS ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของผลผลิตน้ำยางของยางพาราขนาด 5785 คู่เบสโดยสามารถระบุบริเวณลำดับเบส 10 intron และบริเวณลำดับเบส 11 exon ได้ความแปรปรวนลำดับเบสทั้งหมด 489 ตำแหน่ง โดยแบ่งเป็น SNPs 63.4% และ Indels 36.6% ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของ SNP และ Indel กับลักษณะ ผลผลิตน้ำยางฤดูแล้ง (YD) ผลผลิตน้ำยางฤดูฝน (YW) ผลผลิตเฉลี่ยน้ำยางทั้งหมด (AY) พบ 1 เครื่องหมาย คือ INTRON9083indel โดยอธิบายความแปรปรวนของฟีโนไทป์ได้ 5.1% – 6.4% และสัมพันธ์กับลักษณะ AY ($p < 2.04\times10-4$) เครื่องหมาย INTRON9083indel พบในลำดับเบสบริเวณ intron5 เป็นเครื่องหมาย indel ของเบส A ในตำแหน่งที่ 9083 บน contig AJJZ010980299 ซึ่งใกล้เคียงกับบริเวณลำดับเบส intron ที่ 9 ที่ค้นพบเครื่องหมายโมเลกุล ILP-CMS9 ที่สัมพันธ์กับลักษณะของผลผลิตน้ำยาง ผลจากการวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมยางพาราได้

คำสำคัญ: ยางพารา *(Hevea brasiliensis* Mull. Arg.), เครื่องหมายโมเลกุล (Molecular marker) ความไม่สมดุลของลิงค์เกจ (Linkage Disequilibrium), Association Mapping

---

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

[2] กองบริหารงานวิจัย สถาบันวิจัยยาง เลขที่ 50 ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[3] ศูนย์วิจัยยางหนองคาย ต.รัตนวาปี อ.รัตนวาปี จ.หนองคาย 43120

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่สามารถนำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นอันดับหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่ปลูกเป็นจำนวนมาก พันธุ์ยางที่มีผลผลิตสูงและเจริญเติบโตเร็วจึงเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร การปรับปรุงพันธุ์ยางในปัจจุบัน ยังใช้วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบมาตรฐาน (conventional breeding) ซึ่งอาจใช้เวลามากกว่า 25-30 ปี เนื่องจากต้องใช้เวลาในการคัดเลือกพันธุ์ จึงไม่สามารถตอบสนองความต้องการของเกษตรกรได้ทันต่อสถานการณ์ การเร่งรัดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและร่นระยะเวลาในการสร้างยางพาราพันธุ์ใหม่ ๆ ให้ได้ตามความต้องการจึงเป็นสิ่งสำคัญ และปัจจุบันนี้การใช้เครื่องหมายโมเลกุลเพื่อช่วยในการคัดเลือก (marker assisted selection : MAS) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์พืช นักปรับปรุงพันธุ์สามารถใช้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกลักษณะของต้นพืชตามที่ต้องการได้ตั้งแต่ในระยะแรกของการเจริญเติบโต ทำให้ลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการจัดการ ดังนั้นการหาโมเลกุลเครื่องหมายที่สัมพันธ์กับการแสดงออกของผลผลิต จะเป็นการช่วยลดระยะเวลาในการคัดเลือกพันธุ์ยางพาราที่มีคุณสมบัติของการให้ผลผลิตสูง ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ได้

น้ำยางเป็นสารประกอบที่อยู่ในไซโตพลาสซึม โดยสะสมส่วนใหญ่อยู่ในท่อลำเลียง องค์ประกอบทางเคมีหลักของน้ำยางคือ cis-polyisoprene มีลักษณะเป็นสายยาวโพลิเมอร์ของ isopentenyl diphosphate (IDP) วิถีการสังเคราะห์ mevalonate (MVA) และ plastidic1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate/2-C-methyl-D-erythritol 4-phosphate (MEP) เป็นกระบวนการที่สำคัญของการสังเคราะห์ IDP หน่วยย่อย IDP ถูกนำมาต่อกันเป็นสายยาวขึ้นโดยการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด เช่น prenyltransferases, rubber transferase (Tanaka, 1989), rubber elongation factor (REF) (Dennis and Light, 1989) และ small rubber particle protein (SRPP) (Oh *et al*., 1999) ในปัจจุบันข้อมูลลำดับเบสของ expressed sequence tag (EST) ได้เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก รวมทั้งยางพาราซึ่งมีทั้งข้อมูลลำดับเบสของของยีนและ EST อยู่เป็นจำนวนมากทั้งข้อมูลสาธารณะ และข้อมูลในประเทศ จากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ข้อมูลยังไม่ตีพิมพ์) ดังนั้นจึงเป็นโอกาสของการศึกษายีนต่าง ๆ เหล่านี้ในเชิงลึก ถึงความหลากหลายของนิวคลีโอไทด์ และการเกิดความไม่สมดุลของ SNPs ภายในยีนเหล่านี้ รวมถึงทดสอบความสัมพันธ์ของ แฮโพไทด์ของยีนกับการผลิตน้ำยางของยางพารา นอกจากนี้ยังศึกษายีนที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของยางพาราในสภาพแล้งในประชากรพันธุ์ยางที่มีความสามารถในการให้น้ำยางที่แตกต่างกันในสภาพแล้ง

ในการวิเคราะห์ Association mapping โดยใช้เครื่องหมาย SNPs ภายในยีนตรวจความสัมพันธ์ระหว่างแฮโพไทป์ของ SNPs ของยีนเป้าหมาย (Candidate gene association mapping) กับลักษณะที่ศึกษา ข้อสำคัญอย่างหนึ่งคือ การเลือกยีนเป้าหมายที่สนใจและเหมาะสม ซึ่งไม่ง่ายนัก การเลือกยีนที่สัมพันธ์กับฟีโนไทป์ ต้องอาศัยความรู้ทางชีวเคมี สรีรวิทยา และวิวัฒนาการ กลไกของกระบวนการที่ศึกษา หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกยีน ได้แก่ 1) การทราบชีวเคมีของเอนไซม์ ตัวอย่างเช่น ยีนที่ใช้ในกระบวนการการสังเคราะห์ลิกนิน 2) หน้าที่และลำดับเบสของยีนที่จะศึกษา 3) การศึกษาการกลายพันธุ์เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงฟีโนไทป์ เช่นในพืชต้นแบบอย่าง Arabidopsis 4) ตำแหน่งของยีนและ QTL ที่สัมพันธ์กับ

-

ลักษณะที่ศึกษาบนแผนที่พันธุกรรม ซึ่งความน่าจะเป็นของยีนขึ้นอยู่กับความแม่นยำของ QTL 5) รูปแบบการแสดงออกยีนที่ความแตกต่างกันเมื่อเกิดการการเปลี่ยนแปลงลักษณะฟีโนไทป์ 6) ความแตกต่างของการแสดงออกยีนระดับโปรตีนกับฟีโนไทป์ (Grattapaglia, 2004) Candidate gene association mapping ได้มีการวิจัยกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะไม้ยืนต้น เช่นในสน และยูคาลิปตัส ((Neale and Savolainen 2004; Ingvarsson 2005; Ingvarsson *et al*., 2008a; Thumma *et al*., 2005, 2009; González-Martínez *et al*., 2007; Wegrzyn *et al*., 2010; Dillon *et al*., 2010, 2012; Guerra *et al*., 2013; Tian *et al*., 2014) และนำไปสู่การนำเครื่องหมายโมเลกุลไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์

สืบเนื่องจากโครงการการหาความสัมพันธ์ของเครื่องหมายโมเลกุลกับลักษณะทนแล้งในพันธุ์ยางจากแหล่งกำเนิดเดิมที่ดำเนินการก่อนหน้านี้ มีการค้นพบว่าเครื่องหมาย ILP ของยีน 2-C-methyl-D-erythritol 4-phosphate cytidylyltransferase (CMS9) ใน MEP pathway และยีน phosphomevalonate kinase (PMK4) ใน MVA pathway มีความสัมพันธ์กับผลผลิตน้ำยางที่ปลูกในสภาพแล้ง ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าความแปรปรวนของลำดับเบส (sequence variations) ของยีนทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตของยางพาราทนแล้ง ดังนั้นการค้นหาความแปรปรวนของลำดับเบสของยีนในรูปแบบ SNPs และ/หรือ Indel ในยีนทั้งสองนี้จะช่วยอธิบายกลไกในระดับอณูพันธุศาสตร์ของการผลิตน้ำยางได้ และสามารถพัฒนาเครื่องหมายยีนที่สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ยาง โดยการคัดเลือกลูกผสมได้อย่างมีประสิทธิภาพและย่นระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์ยางได้อย่างมาก

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

ตัวอย่างยางพารา

- พันธุ์ยางพาราธรรมชาติที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้จากแปลงรวบรวมพันธุ์จากประเทศบราซิล ปลูกที่ศูนย์วิจัยยาง จังหวัดหนองคาย จำนวน 164 สายพันธุ์ ที่มาจากรัฐ Acre 13 สายพันธุ์, Rondonia 95 ต้น และ Mato Grosso 53 ต้น หมายเลข 183 53 137, BRAZIL UN และ CNSAM 7701 ที่มีความแตกต่างการให้ผลผลิตน้ำยาง

วิธีการดำเนินงาน

1. การสืบค้นข้อมูลของยีนที่สัมพันธ์กับผลผลิตน้ำยาง

สืบค้นข้อมูลของยีนที่สัมพันธ์กับผลผลิตน้ำยาง โดยเลือกใช้ข้อมูลลำดับ EST ของยีน CMS (2-C-methyl-D-erythritol 4-phosphate cytidylyltransferase) ที่ทราบจากผลงานวิจัยก่อนหน้านี้ในการสืบค้นจากฐานข้อมูล Genbankใน NCBI (http://www.ncbi.nlm.nih.gov) และฐานข้อมูล whole genome shotgun sequence ของHeveabrasiliensis cultivar RRIM 600 โดยทำการเปรียบเทียบลำดับเบสด้วย

-

โปรแกรม BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) ภายใต้ฐานข้อมูล NCBI (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PAGE_TYPE=BlastSearch) เพื่อศึกษาตำแหน่งของลำดับเบส intron และลำดับเบส exon ใช้ในการอ้างอิงในการออกแบบไพรเมอร์สำหรับเพิ่มจำนวนชิ้นดีเอ็นเอของยีนที่สัมพันธ์กับผลผลิตน้ำยางนี้

2. การหาลำดับเบสดีเอ็นเอด้วย Pacbio

การสืบค้นข้อมูลลำดับเบสของยีน CMS ที่สัมพันธ์กับผลผลิตน้ำยางด้วยเทคโนโลยี single molecule real-time PacBio sequencing (Pacific Biosciences, Menlo Park, CA, USA) ทำการออกแบบไพรเมอร์ให้ครอบคลุมยีน CMS โดยอ้างอิงตำแหน่งของไพรเมอร์จากตำแหน่งของยีนบนจีโนมของยางพารา เพื่อให้ได้ amplicons ของยีน CMS ที่ต่อกับ barcode จะทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ 2 ขั้นตอน โดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอรอบแรกใช้ไพรเมอร์ M13 ที่ต่อกับไพรเมอร์จำเพาะของยีน CMS ทั้ง forward และ reverse เพื่อช่วยในการรวม amplicons จากหลาย ๆ ตัวอย่างใน 1 library จากการออกแบบคู่ไพรเมอร์จำเพาะได้ 2 คู่ไพรเมอร์ โดยทำการเติม universal M13 ที่ปลาย 5’ ของไพร์เมอร์จำเพาะ M13F (5’- GAGTGATGGGTTAGCACTAGCA), M13R (5’-ATCTTGTCTTTCCTTCCCAGGC) และ M13F (5’-CAAATTTGCACTGCCTGGGA), M13R (5’-TTGTCTTTTATCAGACCTCAAATGC) ซึ่งที่ปลายลำดับเบส universal จะถูกเติมด้วย 5’ block (5’NH4-C6) เพื่อป้องกัน amplicons ของ PCR รอบแรก ไม่ให้ถูกต่อด้วย SMRTbell adapters ปฏิกิริยาพีซีอาร์ในปริมาตรรวม 10 µl ประกอบด้วย สารละลายดีเอ็นเอของยางพาราที่เจือจางด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) ให้มีดีเอ็นเอแม่แบบ 20 ng, 0.2 U ของ Phusion High-Fidelity DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), 1× PhusionHF Buffer, 0.2 mM dNTPs, 1.5 mM MgCl2, 0.5 µM ของแต่ละไพรเมอร์ และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนที่ปลอดเชื้อ (ddH2O) ให้มีปริมาตร 10 µl และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ประกอบด้วยอุณหภูมิ denaturation ที่ 94 ºC เป็นเวลา 2 นาที ตามด้วยรอบอุณหภูมิที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ 30 รอบ ที่อุณหภูมิ denaturation94 ºC เป็นเวลา 20 วินาที, อุณหภูมิ annealing 60 ºC เป็นเวลา 20 วินาที, อุณหภูมิ extension 72 ºC เป็นเวลา 1.30 นาที และอุณหภูมิ extension สุดท้าย 72 ºC เป็นเวลา 5 นาที นำผลผลิตของพีซีอาร์ที่ได้มาทดสอบด้วยการแยกแถบดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสในเจลอะกาโรสความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอรอบที่สองลำดับเบสของ forward และ reverse barcode จะถูกเติมเข้าไปใน amplicons ของยีน CMS ในแต่ละตัวอย่างโดยใช้การรวมกันระหว่างไพรเมอร์ M13F ที่ต่อกับ 16 เบสของ barcode จำนวน 13 ไพรเมอร์ และ M13R ที่ต่อกับ 16 เบส ของ barcode จำนวน 15 ไพรเมอร์ เพื่อใช้สังเคราะห์ amplicons ของยีน CMS ที่ขนาบข้างด้วยลำดับเบส M13 universal ซึ่ง ลำดับเบสของ PacBio barcode ได้มาจาก https://github.com/PacificBiosciences/Bioinformatics-Training/blob/master/barcoding/pacbip_333_barcodes.fasta ทุกคู่ไพรเมอร์ที่ใช้ในการทดลองจะถูกสังเคราะห์และทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี HPLC (ตามคำแนะนำของ PacBio’s SMRT sequencing) โดยบริษัท Integrated DNA Technology (San Jose, CA, USA) ผลผลิตพีซีอาร์รอบแรกถูกเจือจางด้วยอัตราส่วน 1:100 และใช้ 1 µl ในการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์รอบสอง ในปริมาตรรวม 50µl ประกอบด้วย 0.2 U ของ

-

Phusion High-Fidelity DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA), 1× PhusionHF Buffer, 0.2 mM dNTPs, 1.5 mM MgCl2, 0.5 µM ของแต่ละไพร์เมอร์ และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออนที่ปลอดเชื้อ (ddH2O) ให้มีปริมาตร 50 µl และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์ประกอบด้วยอุณหภูมิ denaturation ที่ 98 °C เป็นเวลา 2 นาที ตามด้วยรอบอุณหภูมิที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ 3 รอบ ที่อุณหภูมิ denaturation 98 °C เป็นเวลา 30 วินาที, อุณหภูมิ annealing 63 °C เป็นเวลา 15 วินาที, อุณหภูมิ extension 72 °C เป็นเวลา 45 วินาที และรอบอุณหภูมิที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ 5 รอบ ที่อุณหภูมิ denaturation 98 °C เป็นเวลา 30 วินาที, อุณหภูมิ annealing 66 °C เป็นเวลา 15 วินาที, อุณหภูมิ extension 72 °C เป็นเวลา 45 วินาที และอุณหภูมิ extension สุดท้าย 72 °C เป็นเวลา 5 นาที นำผลผลิตของพีซีอาร์ที่ได้มาทดสอบด้วยการแยกแถบดีเอ็นเอด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสในเจล อะกาโรสความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ นำ amplicons ของยีน CMS ที่ถูกต่อด้วย barcode แล้ว มาทำให้บริสุทธิ์ด้วย AgentcourtAMPure XP magnetic beads (Beckman Coulter, Indianapolis, IN, USA) และวัดปริมาณ amplicons ด้วยชุด Qubit dsDNA BR Assay Kit (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) โดยใช้เครื่อง Qubit 2.0 Fluorometer หลังจากนั้นทำการรวม amplicons ของทุกตัวอย่างโดยให้มีความเข้มขันที่เท่า ๆ กัน ใช้ดีเอ็นเอ 500 ng สำหรับการเตรียม library ในการหาลำดับเบสของยีน CMSแบ่งได้เป็น 2 PacBio libraries ที่มีขนาดประมาณ 3,000 bp โดยแต่ละ library ทำการรวม amplicons ของ 164 ตัวอย่าง ต่อ SMRTbell adapters กับ ผลผลิตพีซีอาร์ที่มี barcode และทั้ง 2 libraries จะถูกหาลำดับเบสด้วยระบบ PacBio RSII โดยใช้ P6-C4 polymerase และ chemistry สำหรับ 360-min movie

3. การวิเคราะห์ข้อมูลลำดับเบสและการหาความแปรปรวนของลำดับเบส

Raw reads ที่ได้จาก Pacbio ถูกนำมาหา read of insert ในแต่ละ SMRTcell ด้วยโปรแกรม CCS (Circular Consensus Specification) ของ SMRT Analysis software tool 2.3 ที่ minimum full passes เท่ากับ 3 จากนั้นนำ reads ของทั้ง 2 cells ไปแยก barcode ด้วย Custom Scripts (Python) และทำการ map กับ AJJZ010980299 ด้วยโปรแกรม GMAP version 2015-11-20 นำไฟล์ BAM ที่ได้จากการ map ทั้ง 164 ตัวอย่าง ไปหาความแปรปรวนของลำดับเบสด้วยโปรแกรม GATK version 3.7-0-gcfcdb67

4. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายกับลักษณะผลผลิตยาง

การคัดกรองเครื่องหมาย Indel และ SNP เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายกับลักษณะผลผลิตยาง โดยใช้ minor allele frequency (MAF) ≥ 0.01, marker missing <10%โดยการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายกับค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำยางฤดูแล้ง (latex yield in the dry season; YD) ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำยางฤดูฝน (latex yield in the wet season; YW) และค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำยางทั้งหมด (average latex yield; AY) ใช้การวิเคราะห์สถิติด้วยวิธี General linear model (GLM) ด้วยโปรแกรม TASSEL 5.0 (Bradbury *et al*., 2007) โดยพิจารณาอิทธิพลของโครงสร้างประชากรจากค่า Q ร่วมกับค่าความเป็นเครือญาติ (kinship) ซึ่งค่า Q วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม STRUCTURE ที่ K = 2 ค่า Kinship ที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPAGeDi และการวิเคราะห์การจัดกลุ่มโดยวิธี principal component analysis

-

(PCA) ด้วยโปรแกรม NTSYS-pc v.2.0 (Applied Biostatistics Inc., Setauket, N.Y.) โดยใช้เครื่องหมาย ILP 127 เครื่องหมายที่ได้จากวิทยานิพนธ์ของ Chanroj (2017)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ลำดับเบสยีน CMS ที่โคลนได้

จากการสืบค้นข้อมูลโดยใช้ลำดับเบส EST ของยีน CMS พบว่า ยีน CMS มีขนาดความยาวทั้งหมด 5,785 คู่เบส โดยภายในยีนประกอบด้วยลำดับเบส exon 11 exon และลำดับเบส intron 10 Intron โดยใช้จีโนมของยางพารา (*Hevea brasiliensis*) สายพันธุ์ RRIM 600 contig1339539 (Accession no. AJJZ010980299) ในการอ้างอิงมีลำดับเบสระหว่าง 5256 คู่เบส ถึง 11040 คู่เบส (ตารางที่ 1)

หาลำดับเบสของยีน CMS ที่ความสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตในยางพาราป่าที่รวบรวมจากประเทศบราซิล 164 สายพันธุ์ ด้วยเทคนิค PacBio SMRT sequencing จาก 2 SMRT cells หลังจาก assembly และ demultiplex แล้ว ได้จำนวน read ทั้งหมด 39,473 reads โดยมีความยาวเฉลี่ย 2,574 nt เมื่อนำไปเทียบกับลำดับเบสอ้างอิง AJJZ010980299 ได้ 85% และมีจำนวน read เฉลี่ย 120 reads/ตัวอย่าง (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ตำแหน่ง exon ของยีน CMS บน EST และ AJJZ010980299

exon	Position on EST	Position on AJJZ010980299
exon1	1 – 282	5256 – 5537
exon2	279 – 359	5652 – 5732
exon3	360 – 432	5852 – 5924
exon4	432 – 487	6720 – 6775
exon5	485 – 567	7309 – 7391
exon6	645 – 730	9122 – 9207
exon7	727 – 798	9592 – 9663
exon8	796 – 868	10115 – 10187
exon9	864 – 913	10263 – 10312
exon10	909 – 1006	10509 – 10606
exon11	1003 – 1246	10804 – 11040

ตารางที่ 2 ผลการหาลำดับเบสของยีน *CMS* ในยางพาราธรรมชาติที่รวบรวมจากประเทศบราซิล 164 สายพันธุ์ ด้วยเทคนิค PacBio SMRT sequencing

SMRT cell	Position on AJJZ010980299	Average number of reads	Average length reads	Mapped read
1	5264–7657	125	2,230	90%
2	7624–10996	115	2,918	81%

-

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนของลำดับเบส

จากการทำการเปรียบเทียบลำดับเบสระหว่างยางพันธุ์ป่าที่รวบรวมจากประเทศบราซิล 164 สายพันธุ์ เพื่อหาความแปรปรวนลำดับเบสที่เกิดขึ้นภายในยีน CMS ทั้งบริเวณลำดับเบส intron และ exon มีความแปรปรวนทั้งหมด จำนวน 12.0% (692 ตำแหน่ง) หลังจากคัดกรองด้วย minor allele frequency (MAF) > 0.01 และ missing data < 10% เหลือความแปรปรวนลำดับเบสทั้งหมด 489 ตำแหน่ง (ตารางที่ 3) โดยทั่วไปโอกาสในการเกิดความแปรปรวนของลำดับเบสเกิดขึ้นสูงกว่าในลำดับเบสที่เป็นส่วน intron เมื่อเทียบกับ exon ซึ่ง intron มี 80.2% ของความแปรปรวนลำดับเบสทั้งหมด โดยแบ่งเป็น SNPs 63.3% และ InDels 36.7% ส่วน exon จะมีความแปรปรวนน้อย คิดเป็น 19.8% โดยแบ่งเป็น SNPs 63.9% และ InDels 36.1% เนื่องจากบริเวณลำดับเบส intron เป็นส่วนของยีนที่ไม่มีรหัสพันธุกรรม (non-coding gene) ความแปรปรวนของลำดับเบสจึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโปรตีน ต่างจากลำดับเบสบริเวณ exon ที่เป็นส่วนของยีนที่มีรหัสพันธุกรรม (coding gene) การเกิดความแปรปรวนของลำดับเบสบริเวณนี้ อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโปรตีน หรืออาจไม่มีการแสดงออกโปรตีนเลย ดังนั้นลำดับเบส exon จึงมีความอนุรักษ์มากกว่า

ตารางที่ 3 จำนวนความแปรปรวนลำดับเบสภายใน intron และ exon ของยีน CMS ในยางพาราป่าที่รวบรวม จากประเทศบราซิล 164 สายพันธุ์ ที่ MAF ≥ 0.01 และ missing data < 10%

SMRT cell	Position on AJJZ010980299	Average number of reads	Average length reads	Mapped read
1	5264–7657	125	2,230	90%
2	7624–10996	115	2,918	81%

จากจำนวน SNP ทั้งหมด 310 SNPs มี SNPs แบบ transitions (A/G หรือ C/T) 55.5% และแบบ transversion (A/C, A/T, C/G หรือ G/T) 44.5% ซึ่ง SNPs แบบ C/T พบมากที่สุด 29.0% และพบ SNPs แบบ C/G น้อยที่สุด 8.4% อัตราส่วนระหว่าง transition:transversionคิดเป็น 1.2 (ตารางที่ 4) แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงเบสแบบ transition มีโอกาสเกิดมากกว่า เพราะการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเบสภายในกลุ่มเดียวกันจะเกิดง่ายกว่าการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเบสข้ามกลุ่มจากพิวรีน (purine) เป็นไพริมิดิน (pyrimidine) หรือจากไพริมิดิน (pyrimidine) เป็นพิวรีน (purine) แบบการเปลี่ยนแปลง transversion (Zhongming Zhao and Eric Boerwinkle, 2002)

-

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและประเภทของ SNPs ของยีน CMS ในยางพาราป่าที่รวบรวมจากประเทศบราซิล 164 สายพันธุ์

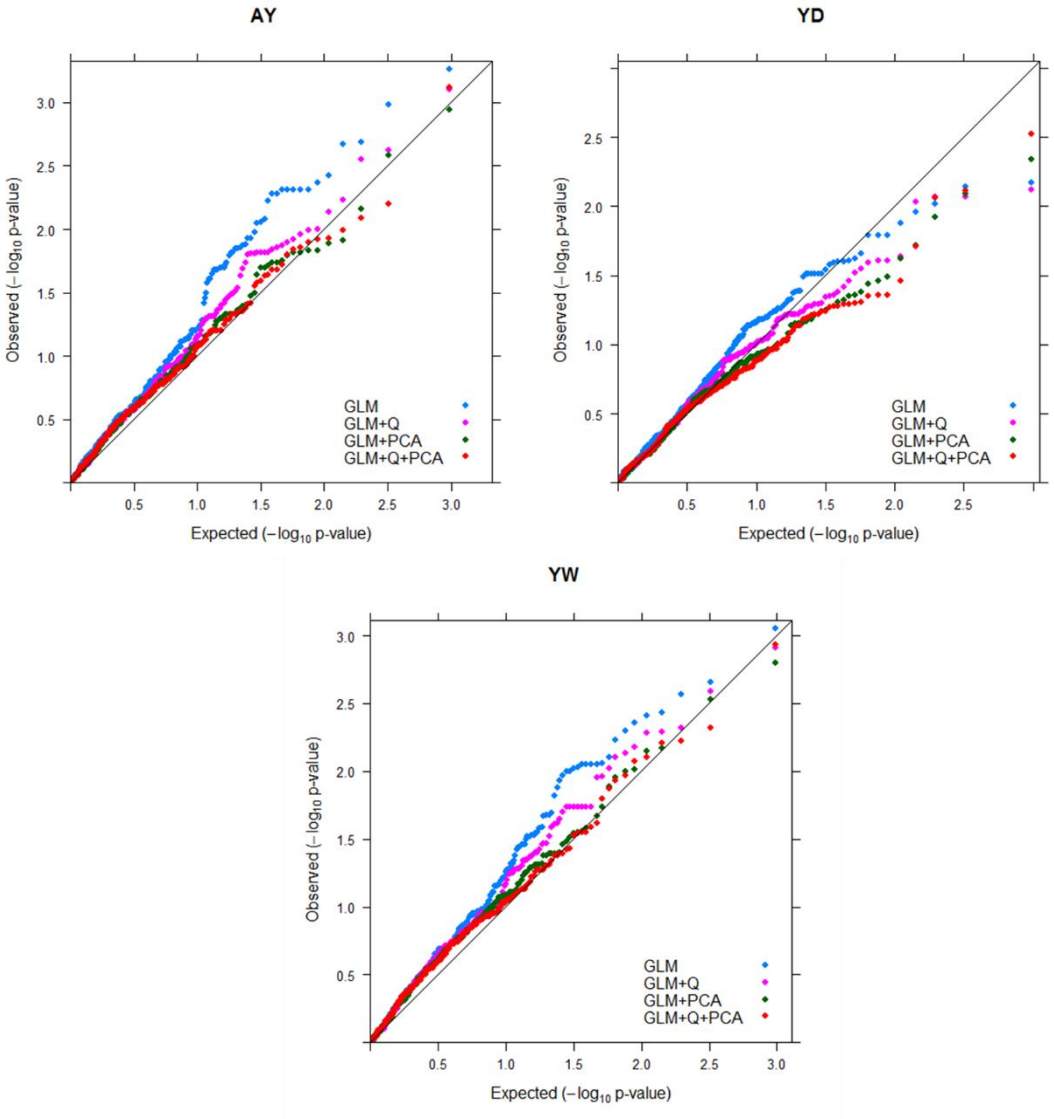
SNPs	310	100%
Transition		
A/G	82	26.5%
C/T	90	29.0%
Transversion		
A/C	29	9.4%
A/T	43	13.9%
C/G	26	8.4%
G/T	40	12.9%

สำหรับการเกิด Indel การเพิ่มหรือขาดหายไปของเบส พบใน intron 80.4% (ตารางที่ 3) ซึ่งการเกิดความแปรปรวนในรูปแบบ Indel มักจะเกิดขึ้นได้น้อยในบริเวณ exon เนื่องจากส่งผลต่อฟีโนไทป์ (Phenotype) รุนแรงมากกว่าการเกิด Indel ในบริเวณ intron เนื่องจากการเกิด Indel ใน exon อาจทำให้เกิดเฟรมชิฟท์ (framshift) ซึ่ง ทำให้ลำดับกรดอะมิโนเปลี่ยนไปจากเดิมหรืออาจเกิดรหัสหยุด (stop codon)

3. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนลำดับเบสกับลักษณะผลผลิต

การวิเคราะห์ association mapping โดยใช้ general linear model (GLM) ทั้ง 4 โมเดล ได้แก่ GLM; โมเดล GLM ที่ไม่มีโคแฟกเตอร์ (cofactor), GLM+Q; โมเดล GLM ร่วมกับเปอร์เซ็นต์ของการผสมในแต่ละพันธุ์ (Q matrix) โดยวิเคราะห์จากโครงสร้างประชากร เป็นโคแฟกเตอร์,GLM+PCA; โมเดล GLM ร่วมกับตัวแปรองค์ประกอบหลักในแต่ละพันธุ์ (PCA) เป็นโคแฟกเตอร์, GLM+Q+PCA พิจารณาโมเดลที่เหมาะสมโดยการวิเคราะห์ Q-Q plot (รูปที่ 1) พบว่า โมเดล GLM+Q+PCA คือโมเดลที่เหมาะสมกับทุกลักษณะ ผลการวิเคราะห์ association จากเครื่องหมาย SNP และ Indel ทั้งหมดจำนวน 489 เครื่องหมาย แสดงดังตารางที่ 5

-



รูปที่ 1 กราฟ Quantile-quantile ระหว่าง expected และ observed *p* value (–log10) ที่วิเคราะห์โดยวิธี GLM มี 4 โมเดลโดยแต่ละโมเดลแสดงสีจุดที่แตกต่างกันและเส้นตรงอ้างอิงสีดำ

การวิเคราะห์โดย GLM+Q+PCA พบความสัมพันธ์จำนวน 3 ความสัมพันธ์ จาก 1 เครื่องหมาย ได้แก่ เครื่องหมาย INTRON9083indel ที่สัมพันธ์กับลักษณะ AY ที่ระดับนัยสำคัญของ $p<2.04\times10^{-4}$ (Bonferroni correction) โดยอธิบายความแปรปรวนของฟีโนไทป์ได้ 6.4% และอีก 2 ความสัมพันธ์ จากลักษณะ YW และ YD ที่ p = 0.001 และ p = 0.003 ตามลำดับ โดยอธิบายความแปรปรวนของฟีโนไทป์ได้ 6.2% และ 5.1%

เครื่องหมาย INTRON9083indel เป็นเครื่องหมาย insertion (+) และ deletion (-) ของเบส A ในตำแหน่งที่ 9083 บน contig AJJZ010980299บริเวณ intron5 ของยีน *CMS* อิทธิพลของเครื่องหมาย INTRON9083indel ที่มีต่อลักษณะผลผลิตน้ำยางทั้ง 3 ลักษณะพบว่ามีความแตกต่างอิทธิพลของจีโนไทป์ที่

-

ระดับนัยสำคัญ $p< 0.05$ (รูปที่ 2) โดยเครื่องหมาย INTRON9083indel มีจีโนไทป์homozygous ของ insertion (++) จะมีการให้ผลผลิตน้ำยางที่สูงกว่าจีโนไทป์ heterozygous (+-) โดยจีโนไทป์ ++ ให้ค่าผลผลิตน้ำยางของลักษณะ AY, YD และ YW ที่สูงกว่าจีโนไทป์+- เท่ากับ 0.24, 0.22 และ 0.29 กรัม/ต้น/ครั้งกรีด ตามลำดับจากการที่เครื่องหมาย INTRON9083indel นั้นสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิตน้ำยางทั้ง 3 ลักษณะ อาจเนื่องมาจากเครื่องหมาย INTRON9083indel มีตำแหน่งบนยีน *CMS* ที่อยู่ใน 2-C-methyl-D-erythritol 4-phosphate (MEP) pathway ในพลาสติด (plastid) ของเซลล์พืช ซึ่งเป็น pathway หนึ่งในกระบวนการสังเคราะห์น้ำยาง(rubber biosynthesis pathway) (Sando *et al*., 2008) อย่างไรก็ตามเครื่องหมายที่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตน้ำยางที่ได้จากการทดลองนี้ ควรทำการตรวจสอบซ้ำ (validation) ในประชากรยางพารากลุ่มอื่นเพื่อความถูกต้องในการคัดเลือกพันธุ์ยางพาราให้ลักษณะผลผลิตน้ำยางสูง และสามารถนำไปใช้ในการทำ marker assisted selection ได้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ยางพารา

-

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์ Association mapping โดยวิธี GLM, GLM+Q, GLM+PCA และ GLM+Q+PCA ของเครื่องหมาย SNP และ Indel จำนวน 489 เครื่องหมายกับลักษณะค่าเฉลี่ยผลผลิตของเดือนพฤษภาคม (YD) ค่าเฉลี่ยผลผลิตของเดือนกันยายน (YW) และค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งหมด (AY)

Trait	Marker	Position on AJJZ010980299	Allele[1]	MAF[2]	GLM		GLM+Q		GLM+PCA		GLM+Q+PCA	
					p value[3]	PVE[4](%)	*p* value[3]	PVE[4](%)	*p* value[3]	PVE[4](%)	*p* value[3]	PVE[4](%)
AY	INTRON9083indel	9083	+/-	0.10	0.004	4.9%	0.002	5.4%	0.00116	6.1%	**7.60×10^{-4}**	6.4%
YD	INTRON9083indel	9083	+/-	0.10	0.011	3.9%	0.008	4.3%	0.00452	4.8%	0.003	5.1%
YW	INTRON9083indel	9083	+/-	0.10	0.004	5.1%	0.003	5.5%	0.00158	5.9%	0.001	6.2%

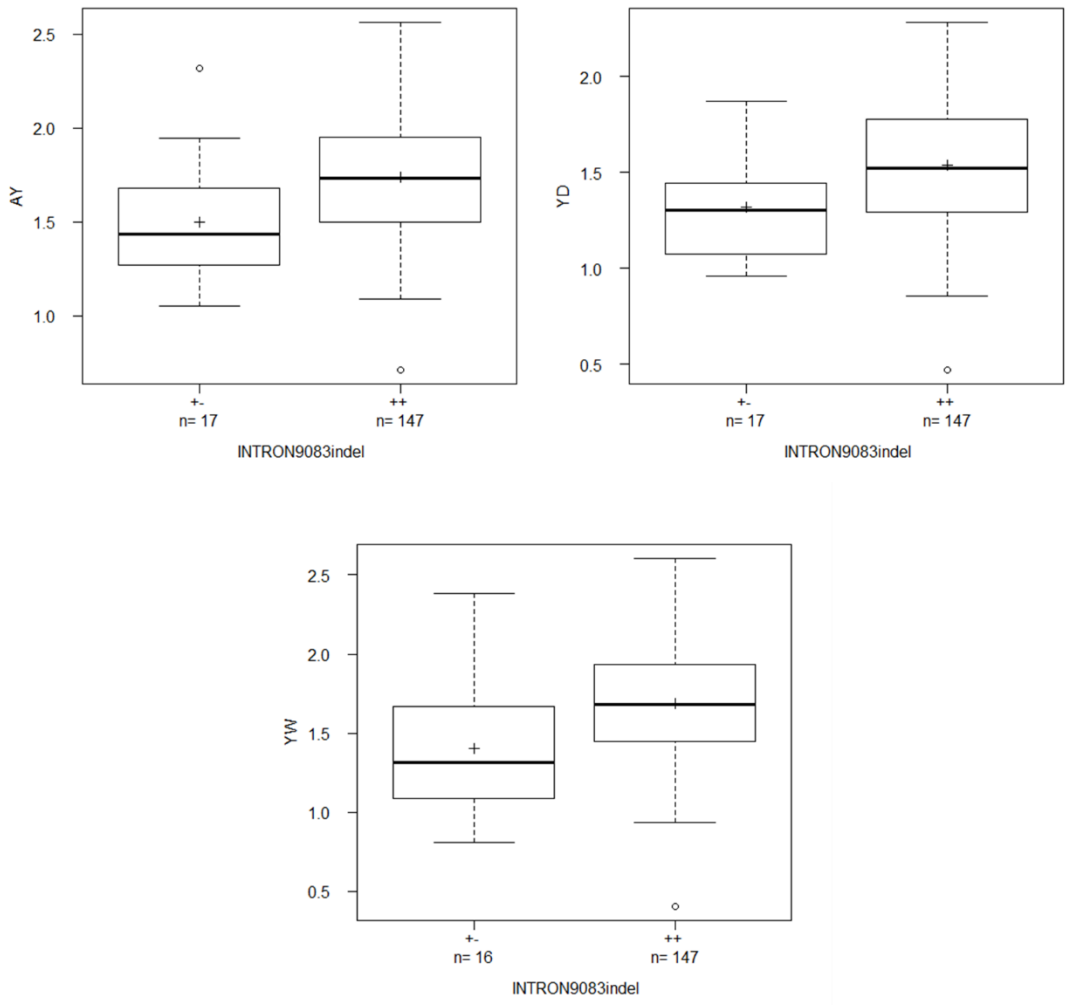
[1] The minor alleles are underlined.

[2] MAF= Minor allele frequency.

[3] The threshold is 2.04×10^{-4} at a significant level of 0.1 after Bonferroni multiple test correction.

[4] Percentage of phenotypic variance explained by the marker.

-



รูปที่ 2 แผนภาพแบบกล่อง (boxplot) แสดงการเปรียบเทียบอิทธิพลทางพันธุกรรมของเครื่องหมาย SNP และ Indel ที่มีนัยสำคัญกับสัมพันธ์กับลักษณะค่าเฉลี่ยผลผลิตของเดือนพฤษภาคม (YD) ค่าเฉลี่ยผลผลิตของเดือนกันยายน (YW) และค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งหมด (AY) แต่ละกล่องจะแสดงค่าลักษณะในแต่ละจีโนไทป์ ประกอบด้วย ขอบล่างควอไทล์, ค่ามัธยฐาน, ค่าขอบบนควอไทล์, เครื่องหมายบวกแสดงค่าเฉลี่ย และ whisker ทั้ง 2 ด้านแสดงค่าพิสัย

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้สามารถหาลำดับเบสของยีน *CMS* ที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของผลผลิตน้ำยางของยางพาราขนาด 5785 คู่เบสโดยสามารถระบุบริเวณลำดับเบส 10 intron และบริเวณลำดับเบส 11 exon ได้ความแปรปรวนลำดับเบสทั้งหมด 489 ตำแหน่งโดยแบ่งเป็น SNPs 63.4% และ Indels 36.6% พบว่าบริเวณลำดับเบส intron มีค่าความแปรปรวนลำดับเบสมากกว่าบริเวณ exon ซึ่งความแปรปรวนที่สอดคล้องกับลักษณะผลผลิตน้ำยางของยางพาราทั้ง 3 ลักษณะ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำยางฤดูแล้ง (YD) ค่าเฉลี่ย

-

ผลผลิตน้ำยางฤดูฝน (YW) และค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำยางทั้งหมด (AY) มีจำนวน 1 เครื่องหมาย ได้แก่ เครื่องหมาย INTRON9083indel โดยอธิบายความแปรปรวนของฟีโนไทป์ได้ 5.1% – 6.4% และสัมพันธ์กับลักษณะ AY ที่ระดับนัยสำคัญของ $p<2.04\times10^{-4}$ (Bonferroni correction) เครื่องหมาย INTRON9083indel พบในลำดับเบสบริเวณ intron5 เป็นเครื่องหมาย indel ของเบส A ในตำแหน่งที่ 9083 บน contig AJJZ010980299 ซึ่งใกล้เคียงกับบริเวณลำดับเบส intron ที่ 9 ที่ค้นพบเครื่องหมายโมเลกุล ILP-CMS9 ที่สัมพันธ์กับลักษณะของผลผลิตน้ำยาง ผลจากการวิจัยในครั้งนี้เป็นข้อมูลที่สำคัญในการพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลเพื่อคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมยางพาราได้

เอกสารอ้างอิง

Bradbury P.J., Zhang Z., Kroon D.E., Casstevens T.M., Ramdoss Y. and E.S.Buckler. 2007. TASSEL: software for association mapping of complex traits in diverse samples. Bioinformatics. 23(19), 2633-2635. doi:10.1093/bioinformatics/btm308

Chanroj V. 2017. Association mapping of latex yield in rubber tree (*Heveabrasiliensis*). (Doctoral dissertation). Thammasat university, Faculty of science and technology.

Dennis M.S. and D.R. Light. 1989. Rubber elongation factor from *Heveabrasiliensis*. Journal of Biological Chemistry. 264: 18608-18617.

Dillon S.K., Nolan M., Li W., Bell C., Wu H.X., and S.G. Southerton. 2010. Allelic variation in cell wall candidate genes affecting solid wood properties in association populations and land races of *Pinus radiata*. Genetics. 185:1477–1487.

Dillon S.K., Brawner J.T., Meder R., Lee D.J. and S.G. Southerton. 2012. Association genetics in *Corymbiacitriodora* subsp. Variegate identifies single nucleotide polymorphisms affecting wood growth and cellulosic pulp yield. New Phytol. 195: 596-608.

Guerra F.P., Wegrzyn J.L., Sykes R., Davis M.F., Stanton B.J. and D.B. Neale. 2013. Association genetics of chemical wood properties in black poplar (*Populusnigra*). New Phytol 197: 162-167.

González-Martínez S.C., Wheeler N.C., Ersoz E., Nelson C.D. and D.B Neale. 2007. Association genetics in *Pinus taeda* L. I. wood property traits. Genetics. 175: 399-409.

Grattapaglia D. 2004. Integrating genomics into *Eucalyptus* breeding. Genet. Mol. Res. 3: 369-379.

Ingvarsson P.K. 2005. Nucleotide polymorphism and linkage disequilibrium within and among natural populations of European aspen (*Populustremula* L., Salicaceae). Genetics. 169: 945-953.

-

Ingvarsson P.K., GarciaM.V., Luquez V., Hall D. and S. Jansson. 2008. Nucleotide polymorphism and phenotypic associations within and around the phytochrome B2 locus in European aspen (*Populustremula, Salicaceae*). Genetics. 178: 2217-2226.

Neale D.B. and O. Savolainen. 2004. Association genetics of complex traits in conifers. Trends Plant. Sci. 9: 325-330.

Oh S.K., Kang H., Shin D.H., Yang J., Chow K.S., Yeang H.Y., Wagner B., Breiteneder H. and K.H. Han. 1999. Isolation, characterization and functional analysis of a novel cDNA clone encoding a small rubber particle protein from *Heveabrasiliensis*. Journal of Biological Chemistry. 274: 17132-17138.

Tanaka Y. 1989. Structure and biosynthesis mechanism of natural polyisoprene. Progress in Polymer Science. 14: 339-371.

Tian J., Chang M., Du O., Xu B. and D. Zhang. 2014. Singlenucleotide polymorphisms in PtoCesA7 and theirassociation with growth and wood properties in *Populustomentosa*. Mol Genet Genomics. 289: 439-455.

Thumma B.R., Nolan M.R., Evans R. and G.F. Moran. 2005. Polymorphisms in cinnamoyl CoA reductase (CCR) are associated with variation in microfibril angle in Eucalyptus spp. Genetics. 171: 1257-1265.

Wegrzyn J.L., Eckert A.J., Choi M., Lee J.M., Stanton B.J., Sykes R., Davis M.F., Tsai C.J. and D.B. Neale. 2010. Association genetics of traits controlling lignin and cellulose biosynthesis in black cottonwood (*Populustrichocarpa Salicaceae*) secondary xylem. New Phytol. 188: 515-532.

Zhao Z. and E. Boerwinkle. (2002). Neighboring-Nucleotide Effects on Single Nucleotide Polymorphisms: A Study of 2.6 Million Polymorphisms Across the Human Genome. Genome Research. 12(1), 1679-1686. doi: 10.1101/.

-

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแป้งและน้ำตาลในต้นเพื่อพัฒนาการวางแผน ระบบกรีดและเพิ่มผลผลิตยาง

Factor Related Starch and Sugar in Rubber Tree to Development Planning for Tapping System and Yield Increment

พิศมัย จันทุมา[1]
พนิดา คงสวัสดิ์วรกุล[2] อัญชีรา วิบูลย์จันทร์[2]

บทคัดย่อ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแป้งและน้ำตาลในต้นเพื่อพัฒนาการวางแผนระบบกรีดและเพิ่มผลผลิตยาง เพื่อศึกษาการเก็บอาหารสะสมในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับกระบวนการเมแทบอลิซึมในการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล และชนิดของโปรตีนและยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการใช้และการสร้างแป้ง ทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ.เชียงราย ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา และมหาวิทยาลัยมหิดล ผลการทดลอง พบว่า พันธุ์ RRIT 251 มีปริมาณแป้ง (starch) น้ำตาล (soluble sugar, SS) และ NSC (non soluble carbohydrate) มากที่สุด 122.09, 13.53 และ 137.06 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ และให้ผลผลิตมากที่สุด 326.17 กก./ไร่/ปี รองลงมาได้แก่ พันธุ์ BPM24 และ PB260 และพันธุ์ RRIM 600 RRIC110 และ RRIT 402 มีปริมาณแป้งน้อยที่สุดผลของพันธุ์ยางกับระบบกรีด พบว่า พันธุ์ RRIT 251 กับระบบกรีด A. S/2 d2 และพันธุ์ RRIT226 กับระบบกรีด A. S/2 d2 ให้ผลผลิตมากที่สุด 364.89 และ 313.58 กก./ไร่/ปี มีปริมาณแป้ง 125.18 และ 117.56 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ ตามลำดับ การเก็บอาหารสะสมในส่วนต่าง ๆ ของลำต้นยาง พบว่า ที่ระดับความสูงใต้รอยกรีด 60 ซม. จากพื้นดิน มีปริมาณน้ำตาล SS และ NSC มากที่สุด 12.47 และ 100.66 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ รองลงมา คือระดับความสูง 130 และ 170 ซม. ปริมาณแป้งและน้ำตาลในเนื้อไม้และเปลือกที่ระดับความสูง 60-170 ซม. ของยางแต่พันธุ์ต่าง ๆ มีปริมาณ ไม่แตกต่างกัน พันธุ์ RRIT 251 มีปริมาณแป้งทั้งในเนื้อไม้และเปลือกมากที่สุด 120.52 และ 24.75 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ ตามลำดับ สำหรับการการออกแบบ primer เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีน *invertase* เมื่อต้นยางพาราถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีน การแสดงออกของยีน *HbINV* มีการแสดงออกเพิ่มสูงขึ้นในต้นยางพาราที่ถูกพักกรีด และมีแนวโน้มของการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นในต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีดการแสดงออกของยีน *HbINV* มีการแสดงออกที่สูงขึ้นในต้นยางพาราที่ถูกพักกรีดเมื่อต้นยางพาราถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีนการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นในต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีดทั้งจากการกรีดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

---

[1] ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา ต.ลาดกระทิง อ.สนามชัยเขต จ.ฉะเชิงเทรา 24160

[2] ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ม.มหิดล แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400

บทนำ

การปฏิบัติดูแลรักษา และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีผลต่อการสะสมอาหารของต้นพืชและการใช้อาหารมีผลกระทบต่อผลผลิตในปีต่อไป โดยเฉพาะพืชยืนต้นอายุข้ามปีสามารถใช้ประเมินผลผลิตในระยะยาวได้จากอาหารสะสมในต้น พืชจะสะสมคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ในรูปของแป้ง ซึ่งถูกใช้ในกระบวนการหายใจโดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวและฤดูผลิใบ สำหรับป่าไม้ในเขตหนาว (temperate forest) และไม้ผล มีงานวิจัยมากมายที่แสดงถึงอิทธิพลของคาร์โบไฮเดรตต่อผลผลิต กระบวนการเมแทบอลิซึม การเจริญเติบโตและความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม การสะสมอาหารอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตแบบไม่มีโครงสร้าง (non-structural carbohydrates, NSC) ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการปฏิบัติดูแลรักษา (Lacointe *et al*., 1993; Kozlowski, 1992; Glerum, 1980; Tromp, 1983; Kozlowski and Keller, 1966)

สำหรับยางพารา การเก็บเกี่ยวผลผลิตน้ำยางขึ้นอยู่กับ การกรีดยาง และกระบวนการเมแทบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายอาหารจากแหล่งอื่น (Templeton, 1969; Wycherley, 1976; Jacob *et al*., 1998) นอกจากนี้ยังพบว่าพืชมีการแก่งแย่งอาหารที่สร้างขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงไปใช้ในการสร้างผลผลิตและการเจริญเติบโตของต้นยาง ต้นยางจำเป็นต้องมีการจัดสรรอาหารเพื่อรักษาสมดุลย์ระหว่างแหล่งใช้อาหารทั้ง 2 แหล่ง เป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตให้สูงและยั่งยืน (Wycherley, 1976; Gohet, 1996) และจากรายงานของ Sethuraj (1981) และ Gomez *et al*. (1989) เรื่อง ความสมดุลย์ของคาร์บอนในต้นยาง พบว่าคาร์บอนไม่ได้ถูกจำกัดทั้งต้นยาง แต่ถูกจำกัดเฉพาะบริเวณหน้ากรีดยาง (exploited trunk area) และจากงานวิจัยที่ผ่าน (Jacob *et al*., 1998; Gohet, 1996; Gohet *et al*., 1998) ยืนยันว่า ปริมาณน้ำตาลซูโครส ในเซลล์ท่อน้ำยาง (laticiferous vessels) คือ ปัจจัยสำคัญในการจำกัดผลผลิต การกรีดยางอย่างหักโหมทำให้ขาดแคลนน้ำตาลซูโครสในเซลล์ท่อน้ำยาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้สารเคมีเร่งน้ำยางเพื่อเพิ่มผลผลิต กรณีเกี่ยวกับพันธุ์ยาง พบว่า ยางบางพันธุ์สามารถรักษาระดับน้ำตาลซูโครสให้สูงถึงแม้ว่าจะให้ผลผลิตสูงก็ตาม (Gohet, 1996, Gohet *et al*., 1998) ความแตกต่างทางพันธุกรรมอาจจะมีผลต่อการเคลื่อนย้ายน้ำตาลและแป้งในเนื้อไม้ไปยังท่อน้ำยางต่างกัน และจากงานวิจัยทางด้านกายวิภาคเนื้อเยื่อและเซลล์บริเวณหน้ากรีดยาง (histo-cytological localisation) โดย E.Gohet (1996) รายงานว่าผลจากการกรีดยางทำให้เซลล์เนื้อไม้ (wood layers) บริเวณใต้รอยกรีดยางแสดงการขาดอาหารสะสม ในขณะเดียวกันพบว่าเนื้อเยื่อบริเวณเหนือรอยกรีดมีปริมาณอาหารสะสมเป็นจำนวนมาก

การกระจายปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของต้นยาง ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบมีค่าสูงกว่าในส่วนอื่น แต่เมื่อต้นยางมีขนาดใหญ่ขึ้น มวลของใบจะเป็นสัดส่วนที่ลดลงเรื่อย ๆ เหลือ 2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับมวลทั้งต้น (Chantuma *et al*., 2004) เพราะฉะนั้นในต้นยางที่เปิดกรีดแล้ว การผลัดใบทำให้มีการสูญเสียธาตุอาหารในสัดส่วนที่ไม่มาก ในขณะที่ธาตุอาหารที่อยู่ในส่วนของกิ่งก้านและลำต้นเป็นส่วนที่ถูกตรึงเป็นส่วนประกอบของเซลล์และเป็นธาตุอาหารสำรอง ซึ่งน่าจะสามารถหมุนเวียนออกมาใช้ภายในต้นได้ส่วนหนึ่งปริมาณธาตุในกิ่งก้านและลำต้นเป็นส่วนที่ไม่ค่อยหักหลุดจากต้นมาหมุนเวียนในระบบนิเวศน์เหมือนส่วนของใบและบางส่วนของรากแขนง ดังนั้นปริมาณอาหารในส่วนของกิ่งก้านและลำต้นเป็นส่วนที่ต้นยางต้องการ

-

ใช้อย่างแท้จริง เพราะสะสมอยู่ในต้นยางเกือบทั้งหมด การเก็บอาหารสะสมในต้นยางจึงจำเป็นต่อการให้ผลผลิตน้ำยางโดยตรง Ludovici *et al*. (2002) พบว่า ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในต้นสนไม่ได้ขึ้นกับการให้น้ำ (ระบบชลประทาน) แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณธาตุอาหารในต้นพืช และมวลชีวภาพของรากประมาณ 20 -30% อยู่ในส่วนของราก เป็นส่วนสำคัญในการเก็บกักคาร์บอน 70 % ในยางพารามวลของราก 20 % (Chantuma *et al*., 2004) เช่นเดียวกับอีกหลายงานวิจัยที่ทดลองในไม้ยืนต้น ปริมาณอาหารสะสมลดลงแสดงถึงความสามารถของแหล่งให้อาหาร (sink strength) สัมพันธ์กับการให้ผลผลิตและการสังเคราะห์แสง หากปริมาณอาหารสะสมบริเวณลำต้นเหนือพื้นดินลดลงจะมีผลทำให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตลดลง (Kozolowski and Winget, 1964, Kozlowski and Keller, 1966, Krueger and Trappe, 1967, Ericsson, 1978, 1979, 1980, Deans and Ford, 1986, Webb and Kilpatrick, 1993)

จากงานวิจัยของ Chantuma *et al*.(2008) รายงานว่า ความผันแปรของคาร์โบไฮเดรตในรอบปี ช่วงใบยางร่วงต้นยางมีอาหารสะสมสูงสุดและลดลงต่ำสุดในช่วงยางผลัดใบ การสะสมแป้งและน้ำตาลเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม เป็นช่วงที่เริ่มกรีดยาง ถึง เดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ โดยช่วงเดือนตุลาคม จนถึงช่วงใบยางร่วง พบต้นยางมีการเจริญเติบโตทางลำต้นและให้ผลผลิตสูงสุด และมีการเก็บสะสมแป้งในเนื้อไม้ สำหรับน้ำตาลเก็บสะสมในส่วนของเปลือก สำหรับการกระจายตัวของแป้งในเนื้อไม้ของต้นยางที่ไม่ได้กรีด มีปริมาณแป้งจะลดลงจากโคนต้นไปยังปลายยอดยาง เปรียบเทียบกับต้นกรีดพบว่าปริมาณแป้งลดลงมากในบริเวณรอยกรีดยาง แต่หน้ากรีดด้านตรงข้ามที่ไม่ได้กรีดพบมีแป้งสะสมมาก และส่วนของเปลือกยางมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งน้ำตาลมพบมากบริเวณรอยกรีด กล่าวโดยสรุปได้ว่าเนื้อไม้เป็นส่วนที่เก็บอาหารสะสมไว้ใช้ในช่วงระยะยาว โดยแป้งเป็นอาหารสะสมที่สามารถเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการทางเมแทบอลิซึมต่าง ๆ และน้ำตาลในเนื้อไม้ เป็นอาหารที่พร้อมจะเคลื่อนย้ายไปใช้ในส่วนต่างๆ ของต้นยาง สำหรับในส่วนของเปลือกยางเป็นที่เก็บอาหารในระยะปานกลางมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้อยมาก ในขณะเดียวกันมีอาหารสะสมมาเติมเต็มอยู่ตลอดเวลา แป้งเป็นอาหารสะสมอยู่เฉพาะที่พร้อมที่จะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ในขณะที่น้ำตาลเป็นส่วนที่นำไปใช้ได้ทันที และจากงานของ Dusotoit-Coucaud (2009) รายงานการวิเคราะห์การแสดงออกของยีน (RNA) พบว่า การกรีดยาง ทำให้ยีน AGPSase ในส่วนของเปลือกยางลดลง คาดว่ายีนดังกล่าวเกี่ยวข้องกับเอนไซม์ในการสร้างแป้ง นอกจากนี้พบว่ายีน alpha amylase ในส่วนของท่อน้ำยางเพิ่มขึ้น ซึ่งสันนิษฐานว่ายีนดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาล ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยาง

วัตถุประสงค์

๑. เพื่อศึกษาการเก็บอาหารสะสมในช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับกระบวนการเมแทบอลิซึมในการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล

๒. เพื่อศึกษาชนิดของโปรตีนและยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการใช้และการสร้างแป้ง

-

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์วิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ แป้งและน้ำตาล และเอนไซม์
2. อุปกรณ์โปรตีนและ RNA
3. อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลทางสภาพภูมิอากาศ และสรีรวิทยาอื่น ๆ
4. สวนยาง เปิดกรีด พันธุ์ RRIM 600 RRIT 251 RRIT 226 BPM 24 ฉะเชิงเทรา 50 RRIC110 และ PB 260

วิธีการดำเนินงาน

กิจกรรมที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารสะสมกับการให้ผลผลิตยาง

การทดลองที่ 1 ทดลองในยางพันธุ์ RRIM 600 พื้นที่ทดลอง 20 ไร่ เปรียบเทียบระหว่างระบบกรีด ดังนี้

1. S/2 d2
2. S/2 d1 2d3
3. S/2 d1 3d4
4. S/2 d3 ET 2.5%, 4/y
5. S/2 d1
6. S/4 d1

วิธีปฏิบัติงาน

1. เก็บตัวอย่างส่วนของเปลือกและเนื้อไม้ จากของระบบกรีดต่าง ๆ ที่ระดับความสูงจากโคนต้นถึง 2 เมตร จากพื้นดิน เก็บรักษาตัวอย่างในไนโตรเจนเหลว โดยเก็บตัวอย่างในช่วงที่ให้ผลผลิตต่ำ (พ.ค.) และช่วงผลผลิตสูง (ต.ค.)
2. สกัดตัวอย่างและวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาปริมาณแป้ง และน้ำตาล
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยาง ช่วงฤดูกาล ปริมาณแป้งและน้ำตาล เกี่ยวข้องกับการสร้างและย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาลเพื่อเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยางต่อไป

การเก็บข้อมูล

1. ข้อมูลผลผลิต เก็บข้อมูลผลผลิตทุกครั้งกรีดในรูปของยางก้อน
2. วิเคราะห์หาแป้งและน้ำตาล

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบยางพันธุ์กับระบบกรีด พื้นที่ทดลอง 20 ไร่ เปรียบเทียบพันธุ์ยาง 7 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ RRIM 600 RRIT 251 RRIT 226 BPM24 ฉะเชิงเทรา 50 RRIC110 และ PB 260 เมื่อใช้ระบบกรีด ดังนี้

1. S/2 d2
2. S/3 d1 2d3

-

วิธีปฏิบัติงาน

1. เก็บตัวอย่างส่วนของเปลือกและเนื้อไม้ จากของระบบกรีดต่าง ๆ ที่ระดับความสูงจากโคนต้นถึง 2 เมตร จากพื้นดิน เก็บรักษาตัวอย่างในไนโตรเจนเหลว โดยเก็บตัวอย่างในช่วงที่ให้ผลผลิตต่ำ (พ.ค.) และช่วงผลผลิตสูง (ต.ค.)

2. สกัดตัวอย่างและวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาปริมาณแป้ง และน้ำตาล

3. หาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตยาง ช่วงฤดูกาล ปริมาณแป้งและน้ำตาล เกี่ยวข้องกับการสร้างและย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาลเพื่อเป็นวัตถุดิบในการสร้างน้ำยางต่อไป

กิจกรรมที่ 2 การแสดงออกของยีนที่ควบคุมการสลายแป้งและน้ำตาล

ทดลองในยางพันธุ์ RRIM 600 ที่ใช้ระบบกรีดปกติ (S/2 d1 d2) เปรียบเทียบกับระบบกรีดแบบใช้สารเคมีเร่งน้ำยาง เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีนที่ควบคุมการสลายแป้งและน้ำตาล

วิธีปฏิบัติงาน

1. เก็บน้ำยางและรักษาตัวอย่างในไนโตรเจนเหลว
2. นำตัวอย่างไปไปสกัดเพื่อทำการศึกษาการแสดงออกของยีน
3. วิเคราะห์การแสดงออกของยีน alpha amylase, sucrose synthase (SuSy) และinvertase
4. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของการแสดงออกของยีนกับผลผลิตยาง

การเก็บข้อมูล

1. ข้อมูลผลผลิต เก็บข้อมูลผลผลิตทุกครั้งกรีดในรูปของยางก้อน
2. วิเคราะห์หาแป้งและน้ำตาล
3. ข้อมูลผลผลิต เก็บข้อมูลผลผลิตทุกครั้งกรีดในรูปของยางก้อน
4. การแสดงออกของยีนที่ควบคุมการสลายแป้งและน้ำตาล alpha amylase, sucrose synthase (SuSy) และ invertase

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา

ตุลาคม 2555 – กันยายน 2560

สถานที่ดำเนินการ

จ.ฉะเชิงเทรา

ผลการทดลองและวิจารณ์

กิจกรรมที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารสะสมกับการให้ผลผลิตยาง

การวิเคราะห์แป้งและน้ำตาลในส่วนของเนื้อไม้ ที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย จ. เชียงราย พบว่า พันธุ์

RRIT 251 มีปริมาณแป้ง (starch) น้ำตาล (soluble sugar, SS) และ NSC (non soluble carbohydrate) มากที่สุด 122.09, 13.53 และ 137.06 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ และให้ผลผลิตมากที่สุด 326.17 กก./ไร่/ปี รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ BPM24 และ PB260 มีปริมาณแป้ง (starch) 87.80 และ 76.67 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ และให้ผลผลิตรองลงมา 244.32-291.01 กก./ไร่/ปี และพันธุ์ RRIM 600, RRIC110 และ RRIT 402 มีปริมาณแป้งน้อยที่สุด พันธุ์ RRIT 226 มีปริมาณแป้งน้อย 58.24 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ แต่มีปริมาณน้ำตาล SS มากที่สุดระดับเดียวกับพันธุ์ RRIT 251 ให้ผลผลิต 291.01 กก./ไร่/ปี (ตารางที่ 1)

ผลของพันธุ์ยางกับระบบกรีด (ตารางที่ 2) พบว่า พันธุ์ RRIT 251 กับระบบกรีด A. S/2 d2 และพันธุ์ RRIT226 กับระบบกรีด A. S/2 d2 ให้ผลผลิตมากที่สุด 364.89 และ 313.58 กก./ไร่/ปี มีปริมาณแป้ง 125.18 และ 117.56 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ RRIT 251 กับระบบกรีด B. S/2 d1 2d3 พันธุ์ BPM24 กับระบบกรีด A. S/2 d2 พันธุ์ RRIT 226 กับระบบกรีด B. S/2 d1 2d3 และ พันธุ์ PB260 กับระบบกรีด A. S/2 d2 ผลผลิต 268.44-287.45 กก./ไร่/ปี และพันธุ์ RRIC 110 กับระบบกรีด B. S/2 d1 2d3 ให้ผลผลิตน้อยที่สุด 160.10 กก./ไร่/ปี มีปริมาณแป้ง 53.68 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$

การเก็บอาหารสะสมในส่วนต่าง ๆ ของลำต้นยาง พบว่า ที่ระดับความสูง 60-170 ซม. จากพื้นดิน มีปริมาณแป้ง 80.76-87.63 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ แตกต่างกัน แต่พบว่าที่ระดับความสูงใต้รอยกรีด 60 ซม. จากพื้นดิน มีปริมาณน้ำตาล SS และ NSC มากที่สุด 12.47 และ 100.66 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$รองลงมา คือ ระดับความสูง 130 และ 170 ซม. (ตารางที่ 3) ปริมาณแป้งและน้ำตาลในเนื้อไม้และเปลือกที่ระดับความสูง 60-170 ซม. ของยางแต่พันธุ์ต่าง ๆ มีปริมาณ ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) พันธุ์ RRIT 251 มีปริมาณแป้งทั้งในเนื้อไม้และเปลือกมากที่สุด 120.52 และ 24.75 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ปริมาณแป้งและน้ำตาลต่อผลผลิตยาง ในพันธุ์ยางต่าง ๆ

พันธุ์	ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อไม้ (mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$)			ผลผลิตยาง
	Starch	SS	NSC	กก./ไร่/ปี
RRIT251	122.09 a	13.53 a	137.06 a	326.17 a
BPM24	87.80 b	12.88 b	101.89 b	250.31 b
RRIT226	58.24 de	14.05 a	73.54 cd	291.01 b
PB260	76.67 c	10.01 e	83.74 c	244.32 b
RRIT402	68.46 cd	10.25 de	77.68 cd	139.63 d
RRIM600	58.37 de	11.35 c	68.56 de	212.87 c
RRIC110	49.02 e	10.78 cd	58.65 e	177.71 c
CV (%)	12.1	13.0	11.5	12.3

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT

-

ตารางที่ 2 ปริมาณแป้งและน้ำตาลต่อผลผลิตยาง เมื่อใช้ระบบกรีดต่างกัน ในพันธุ์ยางต่าง ๆ

พันธุ์	ระบบกรีด	ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อไม้ (mg Glu equi./g Struct DM)			ผลผลิตยาง
		Starch	SS	NSC	กก./ไร่/ปี
RRIT251	A. S/2 d2	125.18 ab	11.42 de	138.32 ab	364.89 a
RRIT251	B. S/3 d1 2d3	126.75 a	15.64 b	142.35 a	287.45 b
BPM24	A. S/2 d2	96.13 cd	11.56 d	109.34 cd	286.90 b
BPM24	B. S/3 d1 2d3	92.46 de	14.19 c	107.19 cd	213.72 c
RRIT226	A. S/2 d2	117.56 b	11.40 de	129.85 b	313.58 a
RRIT226	B. S/3 d1 2d3	62.90 h	16.70 a	78.84 h	268.44 bc
PB260	A. S/2 d2	89.94 def	10.60 e	101.68 de	276.92 b
PB260	B. S/3 d1 2d3	81.33 fg	9.42 f	89.04 fg	211.71 c
RRIT402	A. S/2 d2	73.12 g	9.61 f	82.98 gh	151.10 d
RRIT402	B. S/3 d1 2d3	73.12 g	10.89 de	82.98 gh	128.16 d
RRIM600	A. S/2 d2	102.32 c	8.79 f	112.47 c	211.34 c
RRIM600	B. S/3 d1 2d3	63.03 h	13.91 c	73.86 h	214.39 c
RRIC110	A. S/2 d2	84.37 ef	10.90 de	97.15 ef	195.32 cd
RRIC110	B. S/3 d1 2d3	53.68 i	10.67 de	63.95 i	160.10 d
CV (%)		15.1	13.2	12.5	9.80

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT

ตารางที่ 3 ปริมาณแป้งและน้ำตาลที่ระดับความสูงต่างกันจากพื้นดิน

ระดับความสูง	ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อไม้ (mg Glu equi./g Struct DM)		
(ซม.)	Starch	SS	NSC
170 cm	80.76	11.07 c	92.04 b
130 cm	80.83	11.96 b	92.03 b
60 cm	87.63	12.47 a	100.66 a
CV (%)	9.0	12.5	11.3

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับเหมือนกันภายในคอลัมน์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย DMRT

-

ตารางที่ 4 ปริมาณแป้งและน้ำตาลที่ระดับความสูงต่างกันจากพื้นดิน

Clone	Level	ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในเนื้อไม้ (mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$)					
		Starch-W	SS-W	NSC-W	Starch-B	SS-B	NSC-B
RRIT251	60	119.99	14.69	134.69	23.96	30.78	54.74
	130	118.68	12.64	131.32	20.41	31.00	51.41
	170	122.89	13.25	136.15	29.88	28.68	58.56
RRIT251 Total		120.52	13.53	134.05	24.75	30.16	54.90
BPM24	60	88.44	13.80	102.25	15.73	18.97	34.71
	130	93.57	13.25	106.82	13.04	22.37	35.42
	170	89.11	11.58	100.69	10.45	20.81	31.26
BPM24 Total		90.37	12.88	103.25	13.08	20.72	33.79
RRIT226	60	96.96	19.80	116.77	19.94	27.00	46.94
	130	70.97	10.11	81.08	15.57	23.65	39.22
	170	84.66	12.23	96.89	11.90	25.48	37.38
RRIT226 Total		84.20	14.05	98.25	15.80	25.38	41.18
PB260	60	82.07	9.80	91.86	18.25	16.59	34.85
	130	75.98	12.30	88.27	17.21	12.41	29.62
	170	77.64	7.92	85.56	16.56	12.34	28.90
PB260 Total		78.56	10.01	88.57	17.34	13.78	31.12
RRIT402	60	70.04	8.97	79.02	27.28	39.93	67.21
	130	65.52	11.26	76.78	24.78	42.06	66.84
	170	65.59	10.52	76.11	25.61	40.46	66.07
RRIT402 Total		67.05	10.25	77.30	25.89	40.82	66.71
RRIM600	60	82.99	10.42	93.42	9.95	25.91	35.87
	130	78.67	13.34	92.01	10.72	27.03	37.75
	170	77.33	10.28	87.61	8.45	31.97	40.42
RRIM600 Total		79.66	11.35	91.01	9.71	28.30	38.01
RRIC110	60	66.06	9.80	75.86	16.50	27.25	43.76
	130	57.77	10.82	68.59	12.40	30.46	42.86
	170	59.66	11.73	71.39	16.18	31.42	47.61
RRIC110 Total		61.16	10.78	71.95	15.03	29.71	44.74

หมายเหตุ W- wood และ B- bark

-

กิจกรรมที่ 2 โปรตีนและยีนที่ควบคุมการเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล

ทำการออกแบบ primer เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีน *invertase* (*HbINV*) โดยออกแบบ primer จาก 2 บริเวณของยีน คือ บริเวณ open reading frame (ORF) และบริเวณ *3'* untranslated regions (UTR)

การแสดงออกของยีน *HbINV* ในต้นยางพาราที่มีการพักกรีด และต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีดที่ถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีนจากการกรีดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ด้วย primer ที่ออกแบบจาก 3'UTR พบว่า การแสดงออกของยีน *HbINV* มีการแสดงออกที่สูงขึ้นในต้นยางพาราที่ถูกพักกรีดเมื่อต้นยางพาราถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีนทั้งจากการกรีดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และมีแนวโน้มของการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นในต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีดทั้งจากการกรีดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 (รูปที่ 2)

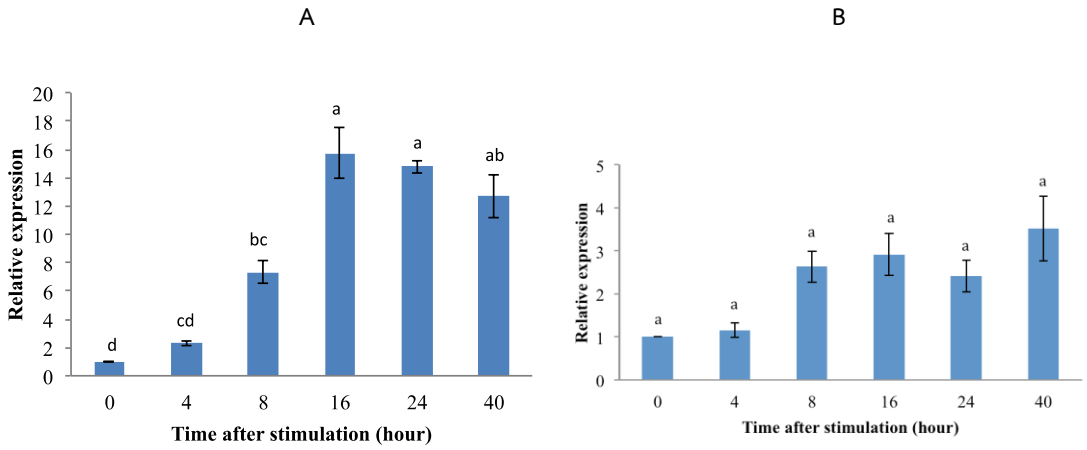
จากผลการศึกษาที่ได้เบื้องต้น แสดงให้เห็นว่ายีน *HbINV* มีการแสดงออกที่ตอบสนองต่อการกระตุ้นด้วยเอธิลีน และการตอบสนองต่อเอธิลีนมีรูปแบบที่แตกต่างกันในต้นยางพาราที่พักกรีด และต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีด โดยยีน *HbINV* ของต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงพักกรีดจะมีการแสดงออกที่สูงกว่าต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีด

ตารางที่ 4 Primers ที่ใช้ทดสอบการแสดงออกของยีน

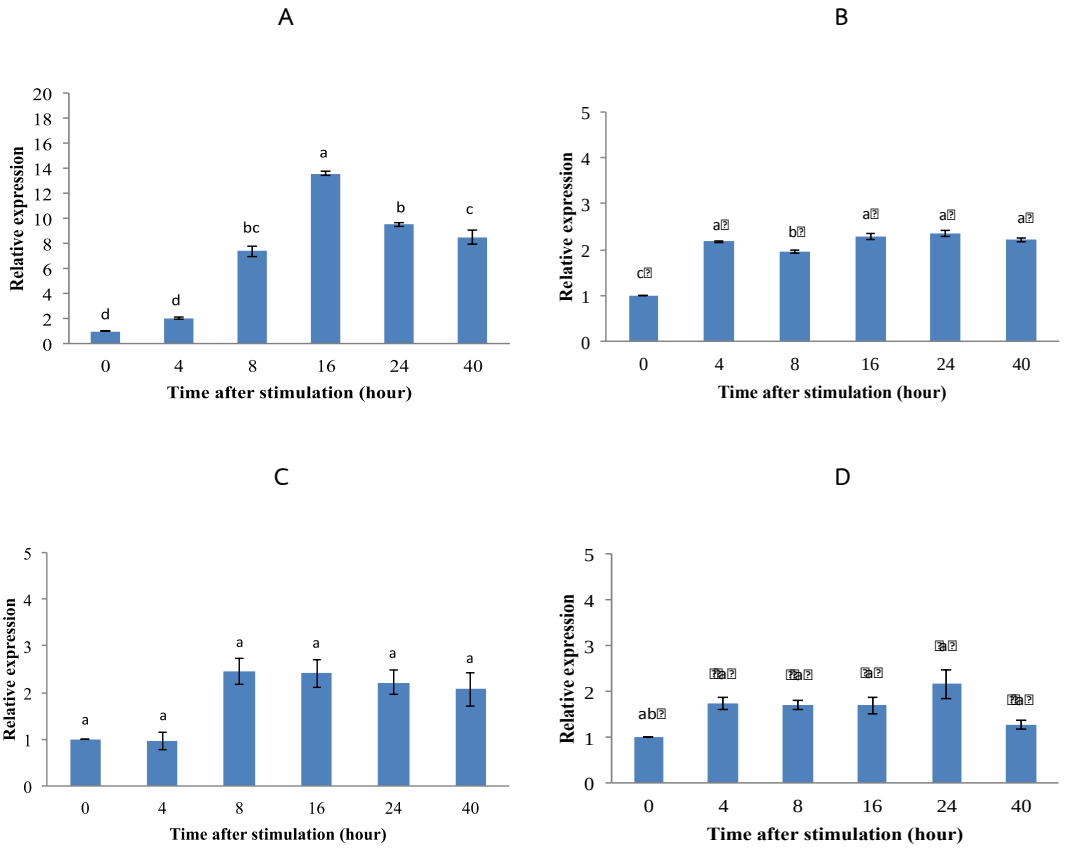
Primer	ลำดับเบส (5' → 3')	Annealing temperature (°C)	Expected product size (bp)
Actin-F	5'-AGTGTGATGTGGATATCAGG-3'	58	220
Actin-R	5'-GGGATGCAAGGATAGATC-3'		
HbINV_ORF-F	5'-GAGAGGCAGCAATAGGTCGT-3'	60	203
HbINV_ORF-R	5'-GCAAGAACCATCAGTCACCA-3'		
HbINV_3UTR-F	5'-CCTGGTCTATTGCTGGATACC-3'	60	197
HbINV_3UTR-R	5'-CTACCTACGCAGTTCAGATACTC-3'		

การแสดงออกของยีน *HbINV* ในต้นยางพาราที่มีการพักกรีด และต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีดที่ถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีนด้วย primer ที่ออกแบบจาก ORF พบว่าเมื่อต้นยางพาราถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีน การแสดงออกของยีน *HbINV* มีการแสดงออกเพิ่มสูงขึ้นในต้นยางพาราที่ถูกพักกรีด และมีแนวโน้มของการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นในต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีด (รูปที่ 1)

-



รูปที่ 1 การแสดงออกของยีน *HbINV* ในต้นยางพาราที่ถูกพักกรีด (A) และต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีด (B) เมื่อถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีนโดยใช้ primer ที่ออกแบบจาก ORF



รูปที่ 2 การแสดงออกของยีน *HbINV* ในต้นยางพาราที่ถูกพักกรีด (A, B) และต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีด (C, D) เมื่อถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีนจากการกรีดครั้งที่ 1 (A, C) และ ครั้งที่ 2 (B, D) โดยใช้ primer ที่ออกแบบจาก *3'* UTR

-

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

พันธุ์ RRIT 251 มีปริมาณแป้ง (starch) น้ำตาล (soluble sugar, SS) และ NSC (non soluble carbohydrate) มากที่สุด 122.09, 13.53 และ 137.06 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ และให้ผลผลิตมากที่สุด 326.17 กก./ไร่/ปี รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ BPM24, และ PB260 มีปริมาณแป้ง (starch) 87.80 และ 76.67 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ และให้ผลผลิตรองลงมา 244.32-291.01 กก./ไร่/ปี และพันธุ์ RRIM 600, RRIC110 และ RRIT 402 มีปริมาณแป้งน้อยที่สุด พันธุ์ RRIT 226 มีปริมาณแป้งน้อย 58.24 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ แต่มีปริมาณน้ำตาล SS มากที่สุดระดับเดียวกับพันธุ์ RRIT 251 ให้ผลผลิต 291.01 กก./ไร่/ปี

ผลของพันธุ์ยางกับระบบกรีด พบว่า พันธุ์ RRIT 251 กับระบบกรีด A. S/2 d2 และพันธุ์ RRIT226 กับระบบกรีด A. S/2 d2 ให้ผลผลิตมากที่สุด 364.89 และ 313.58 กก./ไร่/ปี มีปริมาณแป้ง 125.18 และ 117.56 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ ตามลำดับ

การเก็บอาหารสะสมในส่วนต่าง ๆ ของลำต้นยาง พบว่า ที่ระดับความสูงใต้รอยกรีด 60 ซม. จากพื้นดิน มีปริมาณน้ำตาล SS และ NSC มากที่สุด 12.47 และ 100.66 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ รองลงมา คือ ระดับความสูง 130 และ 170 ซม. ปริมาณแป้งและน้ำตาลในเนื้อไม้และเปลือกที่ระดับความสูง 60-170 ซม. ของยางแต่พันธุ์ต่าง ๆ มีปริมาณ ไม่แตกต่างกัน พันธุ์ RRIT 251 มีปริมาณแป้งทั้งในเนื้อไม้และเปลือกมากที่สุด 120.52 และ 24.75 mg $_{Glu\ equi.}$/g $_{Struct\ DM}$ ตามลำดับ

การออกแบบ primer เพื่อศึกษาการแสดงออกของยีน *invertase* เมื่อต้นยางพาราถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีน การแสดงออกของยีน *HbINV* มีการแสดงออกเพิ่มสูงขึ้นในต้นยางพาราที่ถูกพักกรีด และมีแนวโน้มของการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นในต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีด

การแสดงออกของยีน *HbINV* มีการแสดงออกที่สูงขึ้นในต้นยางพาราที่ถูกพักกรีดเมื่อต้นยางพาราถูกกระตุ้นด้วยเอธิลีนทั้งจากการกรีดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และมีแนวโน้มของการแสดงออกที่เพิ่มขึ้นในต้นยางพาราที่อยู่ในช่วงกรีดทั้งจากการกรีดครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

เอกสารอ้างอิง

Chantuma A., Chantuma, P., Rhutherman, S. Tsongpanich, P.,Bunnuam, w, Kongsilp, J. and P. Kesawapitak. 2004. Carbon Sequestration: Direct Rubber Biomass Measurement and Visual Wood Weight. Annual IRRDB. Septemper2004. Hainan, China.

Chantuma P., A. Lacointe, P. Kasempsap, S. Thanysawanyangkura, E. Gohet, Clément, T. Améglio and P. Thaler. 2008. Carbohydrate storage in wood and bark of rubber trees submitted to different level of C demand induced by latex tapping. Tree Physio.

-

Deans J.D. and E.D. Ford. 1986. Seasonal Patterns of Radial Root Growth and Starch Dynamics in Plantation-Grown Sitka Spruce Trees of Different Ages. Tree Phyiol. 1: 241-251.

Ericsson A. 1978. Seasonal Changes in Translocation of 14C from Different Age-Class of Needles on 20- Year- Old Scots Pine Trees (Pinus sylvertris). Physiol Plant. 43: 351-358.

Ericsson A. 1979. Effect of Fertilization and Irrigation on The Seasonal Changes of Carbohydrate Reserves in Different Age-Classes of Needles on Scots Pine Trees (Pinus sylvertris). Physiol Plant. 45: 270-280.

Ericsson A. 1980. Some Aspects of Carbohydrate Dynamics in Scots Pine Trees (Pinus sylvertris). Thesis, University of Umea, Umea, Sweden.

Glerum C. 1980. Food sinks and food reserves of trees in temperate climates. New. Zeal. J.Forest. Sci. 1: 176-185.

Kozlowski T.T. and T. Keller. 1966. Food Relations of Woody Plants. Bot.Rev. 32: 293-382.

Kozolowski T.T. and C.H. Winget. 1964. The Role of Reserves in Leaves, Branches, Stem and Roots on Shoot Growth of Red Pine. Am.J.Bot. 15: 522-529.

Kozlowski T.T. 1992. Carbohydrate sources and sinks in woody plants. Bot. Rev. 58: 107-222.

Krueger K.W. and J.M. Trappe. 1967. Food Reserves and Seasonal Growth of Douglas-fir Seedlings. For.Sci. 13: 192-202.

Lacointe A., Kajii A., Daudet F.A., Archer P. and J.S. Frossard. 1993. Mobilization of carbon reserves in young walnut trees. Cambium, Production de Bois et Développement de l'Arbre. Colloque, Société botanique de France. Paris, (FRA), 1992/04/02-03. Acta Bot. Gall. 140: 435-441.

Ludovici K.H., H.L. Allen, T.J. Albaugh and P.M. Dougherty. 2002. The Influence of Nutrient and Water Availability on Carbohydrate Storage in Loblolly Pine. Forest and Ecology and Management. 159: 261-270.

Tromp J. 1983. Nutrient reserves in roots of fruit trees, in particular carbohydrates and nitrogen. Plant Soil. 71: 401-413.

Webb W.L. and K.J. Kilpatrick. 1993. Starch Content in Douglasfir : Diurnal and Seasonal Dynamics. For.Sci. 39: 359-367.

-

การจัดทำค่ามาตรฐานเพื่อการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในดินและใบสำหรับยางพารา ก่อนเปิดกรีดพันธุ์ RRIT 251

Establishment of Standard Values for Nutritional Diagnosis in Soil and Leaf of Immature Rubber (clone RRIT 251)

ภรภัทร สุชาติกูล[1]
อรพิน หนูทอง[2] จิตติลักษณ์ เหมะ[2]

บทคัดย่อ

ค่ามาตรฐานเพื่อการประเมินธาตุอาหาร มีความจำเป็นต่อการจัดการธาตุอาหารโดยองค์รวม เพื่อทำให้พืชเติบโตและให้ผลผลิตสูงสุด โดยคุณภาพดินไม่เสื่อมถอย งานวิจัยนี้ได้จัดทำค่ามาตรฐานสำหรับยางพาราพันธุ์ RRIT 251 ระยะก่อนเปิดกรีด โดยวิธีการสำรวจธาตุอาหารจากแปลงเกษตรกร 110 แปลง ในพื้นที่ 8 จังหวัด ได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง พังงา กระบี่ ตรัง สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช ในสวนยางอายุ 4 ปี ± 4 เดือน การสำรวจทำในระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม ปีพ.ศ. 2558 และ 2559 หาค่าดัชนีการเจริญเติบโตโดยการวัดความยาวเส้นรอบวงลำต้นที่ความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน จำนวน 100 ต้นต่อสวน จากบริเวณแปลงที่ต้นยางเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอ ผลการสำรวจนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการเติบโตกับความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินหรือใบ โดยใช้สมการพหุนามกำลังสองเป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ ($Y = aX^2 + bX + c$) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อนำข้อมูลความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยของต้นยางพันธุ์ RRIT 251 อายุ 4 ปี ± 4 เดือน มาจัดระดับการเติบโต ได้ช่วงระดับการเติบโตดังนี้ ต่ำมาก (very low) น้อยกว่า 19.4 เซนติเมตร ต่ำ (low) 19.4 – 26.3 เซนติเมตร ค่อนข้างต่ำ (moderately low) 26.4 – 33.1 เซนติเมตร ค่อนข้างดี (moderately high) 33.2 – 40.0 เซนติเมตร ดี (high) 40.1 – 46.9 เซนติเมตร และดีมาก very (high) มากกว่า 46.9 เซนติเมตร ผลการสร้างค่าความเข้มข้นมาตรฐานธาตุอาหารพืชสำหรับใช้แปลผลวิเคราะห์ดินและใบในยางพาราพันธุ์ RRIT 251 พบว่า สมบัติดินทางเคมี และความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารพืชในดินมีช่วงค่าที่เหมาะสมดังนี้ pH 4.60 – 5.70, OM ร้อยละ 0.88 – 2.68, BS ร้อยละ 31.4 – 78.1 CEC ไม่สามารถประเมินได้เนื่องจากข้อมูลทั้งหมดมีค่าอยู่ในระดับต่ำ P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu และ B ในช่วง 13.6 – 46.3, 30.0 – 79.5, 90 – 300, 24.0 – 56.0, < 46.5, 37.5 – 103.5, 0.33 – 1.13 และ < 0.95 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับ Mn และ Zn ไม่สามารถประเมินได้เนื่องจากไม่พบความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโต สัดส่วนของ K/Mg และ Mg/Ca ที่เหมาะสมในดินเท่ากับ 0.64 – 4.45 และ

---

[1] ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี ม.5 ต.ขุนทะเล อ.เมือง จ.สุราษฎร์ธานี 84100

[2] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 ม.4 ต.ท่าอุแท อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี 84340

0.152 – 0.522 ตามลำดับ สัดส่วนระหว่าง K/Ca ไม่สามารถประเมินได้ ค่าความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารในใบมีค่าที่เหมาะสมของ N, P, K, Ca, Mg และ S ในช่วงร้อยละ 2.13 – 2.70, 0.20 – 0.35, 0.79 – 1.10, 0.51 – 1.25, 0.19 – 0.43 และ 0.2 – 0.3 ตามลำดับ Fe, Mn, Cu, Zn และ B ในช่วง 51.5 – 128.5, < 595, 7.27 – 10.06, 18.5 - 35.3 และ 3.4 – 8.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับ Mo ไม่สามารถประเมินได้ สัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับ K/Ca ในใบเท่ากับ 0.423 – 1.712 ส่วนสัดส่วนระหว่าง K/Mg และ Mg/Ca ไม่สามารถประเมินได้

คำสำคัญ : ค่ามาตรฐาน, ยางพาราก่อนเปิดกรีด, ธาตุอาหาร

Abstract

Standard values for nutrient assessment are required for integrated nutrient management (INM) of crop production. The INM was replaced fertilization in order to maximize growth or yield and sustain soil quality in the same time. This study was aimed to establish standard values for a RRIT 251 immature rubber clone. A nutrient survey from 110 farmer plantations in the upper part of southern Thailand was carried out during June – July 2015 and June – July 2016. Girths at 150 cm height were measured for growth index. Soil and leaves were sampled in a sub-plot of 100 trees from each plantation. The samples were analyzed for chemical properties and nutrient concentrations. Correlations between the obtained values and mean girths were plotted using a quadratic equation. The results revealed that the optimum ranges for soil pH, organic matter and base saturation were 4.60 – 5.70, 0.88 – 2.68 % and 31.4 – 78.1 % respectively. The optimum ranges for P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, and B concentrations in soil were 13.6 – 46.3, 30.0 – 79.5, 90 - 300, 24.0 – 56.0, < 46.5, 37.5 - 103.5, 0.33 - 1.13 and < 0.95 mg/kg respectively. Mn and Zn could not be evaluated. The optimum ranges for K/Mg, and Mg/Ca in soil were 0.64 – 4.45 and 0.152 – 0.522 respectively. The optimum ranges for N, P, K, Ca, Mg and S concentrations in leaves were 2.13 – 2.70, 0.20 - 0.35, 0.79 - 1.10, 0.51 - 1.25, 0.19 – 0.43, 0.2 - 0.3 % respectively; and for Fe, Mn, Cu, Zn and B were 51.5 – 128.5, < 595, 7.27 – 10.06, 18.5 – 35.3 and 3.4 – 8.8 mg/kg respectively. The optimum ranges for K/Ca in leaves was 0.423 – 1.712. The optimum ranges for K/Mg, and Mg/Ca could not be evaluated.

Key Words: Standard values, immature rubber, nutrient concentrations

-

บทนำ

การจัดการธาตุอาหารมีวัตถุประสงค์เพื่อ ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารทุกธาตุในระดับเหมาะสมต่อการให้ผลผลิตสูงสุด ถึงแม้ในทางปฏิบัติจะทำได้ยาก เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง การจัดการธาตุอาหารโดยองค์รวมจำเป็นต้องทราบสถานะธาตุอาหารในดินและพืช ความสามารถในการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช รวมทั้งการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารออกจากพื้นที่ปลูก (nutrient removal) เพื่อนำมาใช้คำนวณสมดุลของธาตุอาหาร ค่ามาตรฐานเพื่อการประเมินสถานะธาตุอาหารทั้งในดินและในพืช จึงมีความสำคัญ อีกทั้งการปรับปรุงพันธุ์พืชให้มีลักษณะเด่นหรือมีผลผลิตสูงขึ้นจากพันธุ์ดั้งเดิม มีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด พันธุ์ที่ปรับปรุงใหม่นี้จึงมีความต้องการดินที่อุดมสมบูรณ์และมีการจัดการที่ดี นั่นคือมีความต้องการธาตุอาหารพืชสูงด้วย จึงควรใส่ปุ๋ยให้ตรงตามความต้องการของพืช ซึ่งการมีค่ามาตรฐานธาตุอาหารสามารถช่วยให้มีการใช้ปุ๋ยได้ตรงตามความต้องการของพืช ทั้งในแง่ของปริมาณและสัดส่วนที่เหมาะสม ทำได้โดยนำตัวอย่างดินและ/หรือตัวอย่างใบยางมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหารต่าง ๆ จากนั้นนำค่าที่ได้มาแปลความหมายโดยนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานธาตุอาหารพืช ที่กำหนดจากการศึกษาในสภาพแวดล้อมเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน (Angeles *et al*., 1990) และวินิจฉัยสถานะธาตุอาหาร หากมีค่าอยู่ในระดับต่ำหรือขาดแคลนต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยที่ใส่ หากอยู่ในระดับสูงต้องงดการใส่ปุ๋ยหรือใส่ปุ๋ยลดลง เมื่อพืชได้ปุ๋ยตรงตามความต้องการทั้งชนิดและปริมาณที่เหมาะสมแล้ว ผลที่ตามมาคือ พืชมีสุขภาพแข็งแรง สามารถทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมที่ผิดปกติได้มากขึ้น มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และสามารถลดผลกระทบต่อดินและสิ่งแวดล้อมในระยะยาว ซึ่งการปฏิบัติลักษณะนี้เป็นแนวทางหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย โดยปัจจัยสำคัญที่จะทำให้การแปลความหมายค่าวิเคราะห์ดินและพืชประสบความสำเร็จได้ คือ การมีระดับค่าความเข้มข้นมาตรฐานของธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ที่ชัดเจน เหมาะสมกับการเจริญเติบโตโดยเฉพาะของยางพารา และสามารถระบุช่วงความพอเพียงในระดับขาดแคลน ต่ำ เหมาะสม และสูงมาก

การหาค่าความเข้มข้นมาตรฐานทำได้จากการสร้างเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ของการตอบสนองของพืช กับความเข้มข้นของธาตุอาหารในเนื้อเยื่อพืชสำหรับความเข้มข้นมาตรฐานของพืช หรือในดิน จากนั้นนำมาหาช่วงความเข้มข้นมาตรฐานต่าง ๆ ซึ่งมีหลายวิธี ได้แก่ ค่าความเข้มข้นวิกฤต ช่วงค่ามาตรฐานธาตุอาหาร วิธีเส้นขอบเขต (boundary line) วิธีดรีส (DRIS) และการใช้คะแนนมาตรฐานการวิเคราะห์พืช (PASS) เป็นต้น ปกติใช้การหาค่าวิกฤตขาดแคลนของธาตุอาหาร หรือก็คือ ค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ทำให้พืชให้ผลผลิตร้อยละ 90 - 95 ของผลผลิตสูงสุด เมื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผลการวิเคราะห์ดินหรือพืชกับการตอบสนองของพืชต่อการให้ผลผลิตแล้ว จะได้เส้นโค้งที่ต่อเนื่องของจุดข้อมูลเหล่านี้ จากนั้นแบ่งเส้นโค้งออกเพื่อจัดชั้นระดับของความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็น ต่ำมาก (very low) ต่ำ (low) ปานกลาง (medium) สูง (high) และสูงมาก (very high) และแบ่งชั้นสถานะของพืชเป็น ขาดแคลนรุนแรง (severe deficiency) ขาดแคลนเล็กน้อย (mild deficiency) ช่วงฟุ่มเฟือย (luxury range) และช่วงเป็นพิษ (toxic range) (Van Erp and Van Beusichem, 1998) โดยใช้วิธีการทางสถิติรีเกรชชัน (regression) เพื่อประเมินช่วงค่ามาตรฐานความ

-

เข้มข้นเบื้องต้น (tentative nutrient concentration standard) หรือระดับที่เพียงพอ (sufficient nutrient concentration) (สุมิตรา และ วิเชียร, 2546)

การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินหรือในพืชกับดัชนีบ่งชี้การเจริญเติบโตหรือผลผลิต ในกรณีของพืชอายุสั้นสามารถดำเนินการได้โดยการปลูกพืชในกระถางทดสอบหรือในแปลงทดสอบ ที่ให้ธาตุอาหารแตกต่างกัน (de la Puente and Belda, 1999) แต่ในกรณีของพืชยืนต้น นิยมใช้วิธีสำรวจเก็บตัวอย่างจากแปลงปลูกของเกษตรกร (สุมิตรา และวิเชียร, 2546; จำเป็น และคณะ, 2549; สมศักดิ์, 2551) ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในครั้งแรก มักไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืช ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายอย่างนอกจากธาตุอาหาร ดังนั้น การวิเคราะห์ความสัมพันธ์จึงนิยมใช้สมมุติฐานว่า ณ ความเข้มข้นใด ๆ ของธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่ง แปลงที่เจริญเติบโตดีที่สุดหรือให้ผลผลิตสูงสุด ถือว่าได้รับอิทธิพลจากธาตุอาหารธาตุนั้นเด่นที่สุด ส่วนแปลงที่เหลือถือว่า อิทธิพลของธาตุอาหารถูกบดบังจากปัจจัยอื่น จากนั้นลากเส้นแนวโน้มเชื่อมโยงความสัมพันธ์เฉพาะข้อมูลที่ได้รับการคัดเลือกเหล่านั้น (boundary-line analysis) การลากเส้นอาจลากด้วยมือไปตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจุดข้อมูลที่คาดว่าน่าจะเป็น หรืออาจใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เช่น สมการเส้นตรง (จำเป็น และคณะ, 2549; จำเป็น และคณะ, 2550; สุมิตรา และวิเชียร, 2546; Casanova *et al*., 1999) สมการพหุนาม (Schnug *et al*., 1996) และสมการสไปลน์ (Shatar and McBratney, 2004) เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้สมการพหุนามกำลังสอง (quadratic equation) เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ระเบียบวิธีการวิจัย

วิธีดำเนินการ

1. การเก็บตัวอย่าง

เลือกเก็บตัวอย่างจากแปลงปลูกยางพันธุ์ RRIT 251 อายุ 4 ปี (±4 เดือน) ของเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง กระบี่ พังงา ตรัง สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช รวม 110 แปลง

คัดเลือกแปลงย่อยภายในแปลงปลูกห่างจากขอบแปลงไม่น้อยกว่า 2 แถว และต้นยางภายในแปลงย่อยมีความสม่ำเสมอของระดับการเติบโต มีพื้นที่ครอบคลุมต้นยางที่ใช้เป็นตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 100 ต้น ทำการวัดขนาดเส้นรอบวงลำต้นยางที่ระดับความสูง 150 เซนติเมตรจากพื้นดิน จำนวน 100 ต้นต่อสวน

เก็บตัวอย่างดินด้วยสว่านเจาะดินในช่วงความลึก 0 – 30 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างแบบ systematic sampling จุดเก็บเป็นแบบ X – shaped เจาะเก็บ 9 หลุมต่อแปลง จากพื้นที่ในบริเวณเดียวกันกับที่ทำการวัดขนาดลำต้นยาง นำตัวอย่างที่ได้มาคลุกเคล้าผสมรวมกัน และสุ่มแยกอีกครั้งเพื่อใช้เป็นตัวอย่างร่วม (composite sample)

เก็บตัวอย่างใบซึ่งมีอายุ 3 – 5 เดือน หลังจากผลิใบใหม่ (ช่วงเดือนมิถุนายน ถึง กรกฎาคม) โดยเก็บในทรงพุ่มต้นละกิ่ง เก็บใบย่อยจากใบที่ 2 – 3 นับจากโคนฉัตร ไม่เก็บใบที่เป็นโรคเกินร้อยละ 5 ของพื้นที่ใบ

-

เก็บใบย่อย 1 – 3 ใบต่อต้น โดยระมัดระวังไม่ให้ปนเปื้อนดินหรือสิ่งสกปรก จำนวนต้นที่เก็บแปลงละ 12 – 15 ต้น จำนวนใบย่อยให้ได้โดยรวมประมาณ 30 – 40 ใบต่อตัวอย่าง ตัวอย่างใบที่ได้นำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 65 – 75 องศาเซลเซียส อบจนแห้งสนิท นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่างพืช ผ่านตะแกรงร่อนขนาดช่อง 1 มิลลิเมตร

2. การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินที่ได้จากแปลงมาผึ่งลมในที่ร่มจนแห้ง บดและร่อนผ่านตะแกรงขนาดช่อง 2 มิลลิเมตร วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้อัตราส่วนดิน : น้ำ เท่ากับ 1 : 2.5 วัดด้วย pH meter วิเคราะห์กรดที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable acidity, EA) โดยสกัดด้วยสารละลาย 1 M KCl แล้วไทเทรตด้วยสารละลาย 0.01 M NaOH โดยใช้ 1 – 10 Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ วิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) โดยสกัดด้วยสารละลาย Bray II แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายที่สกัดได้ด้วยวิธี molybdenum blue วิเคราะห์โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg) และโซเดียม (Na) โดยสกัดด้วยสารละลาย 1 M NH_4OAC pH 7.0 แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นของ K, Ca, Mg และ Na ด้วยเครื่อง ICP-OES วิเคราะห์กำมะถันที่เป็นประโยชน์ (Available S) โดยสกัดด้วยสารละลาย 0.01 M KH_2PO_4 แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยวิธีวัดความขุ่น (Turbiditry) วิเคราะห์ เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) โดยสกัดด้วยสารละลาย DTPA (Jones, 2001) แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยเครื่อง ICP-OES วิเคราะห์โบรอน (B) โดยการสกัดด้วยสารละลาย 0.01 M $CaCl_2$ เดือด 30 นาที แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นด้วยวิธี Azomethine-H (Jones, 2001) ความจุแลกเปลี่ยนแคทไอออน (CEC) คำนวณจากผลรวมของ EA K Ca Mg และ Na คำนวณค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (BS) ตามนิยามของคณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา (2551)

3. การวิเคราะห์ตัวอย่างใบ

อบตัวอย่างใบที่บดแล้วอีกครั้งที่อุณหภูมิ 65 – 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้นก่อนนำมาชั่งเพื่อทำการวิเคราะห์ วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในพืช (N) ด้วยวิธีของ Kjeldahl วิเคราะห์ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), กำมะถัน (S), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn), ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) ทั้งหมด โดยย่อยด้วยกรดผสมไนตริกและเปอร์คลอริค (HNO_3 : $HClO_4$) สัดส่วน 2 : 1 แล้ววิเคราะห์ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายด้วยวิธี vanadomolybdate วิเคราะห์ความเข้มข้นของกำมะถันด้วยวิธีวัดความขุ่น (Jones, 2001) และวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุที่เป็นโลหะด้วยเครื่อง ICP-OES วิเคราะห์โบรอนทั้งหมดในพืช (B) โดยเผาด้วย $CaCO_3$ ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วละลายด้วย 0.5 M H_2SO_4 จากนั้นวิเคราะห์ความเข้มข้นในสารละลายด้วยวิธี Azomethine-H (Jones, 2001)

4. การประมวลผลข้อมูล

สร้างกราฟการกระจายระหว่างดัชนีชี้วัดการเจริญเติบโต (Growth index) กับสมบัติทางเคมีของดิน ความเข้มข้นของธาตุอาหารในดิน ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบ แล้วสร้างเส้นโค้งความสัมพันธ์โดยใช้สมการพหุนามกำลังสอง ($Y = aX^2 + bX + c$) ที่ค่า x ใด ๆ เลือกตัดข้อมูลที่มีค่า Y ต่ำ และต่างจากกลุ่มมาก

-

(outliner) บางค่าออกไป เพื่อให้เห็นอิทธิพลของธาตุอาหารเด่นชัดขึ้น และคำนวณค่าสมบัติของดิน หรือความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ทำให้ได้ค่าความยาวของเส้นรอบวงลำต้นสูงสุด จากสมการอนุพันธ์เมื่อค่าของอนุพันธ์เป็นศูนย์ (0 = 2aX + b) เลือกช่วงสมบัติทางเคมีของดิน หรือความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ทำให้ได้ค่าความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นค่าเหมาะสม และเลือกช่วงสมบัติทางเคมีของดิน หรือความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ทำให้ได้ค่าความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 80 - 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นค่าระดับต่ำ และระดับสูง และจัดชั้นระดับอื่นอีก 2 ระดับ คือ ต่ำมาก และสูงมาก ในกรณีที่ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่เด่นชัดแม้จะตัดข้อมูลต่างกลุ่มออกแล้วจะใช้วิธีหาช่วงค่าเหมาะสมจากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นในดินกับในใบแทน

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาทำการวิจัย

ตุลาคม 2558 – กันยายน 2561

สถานที่ทำการวิจัย

สวนยางเกษตรกรที่ปลูกพันธุ์ RRIT 251 อายุ 4 ปี ในพื้นที่ภาคใต้

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี

ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี

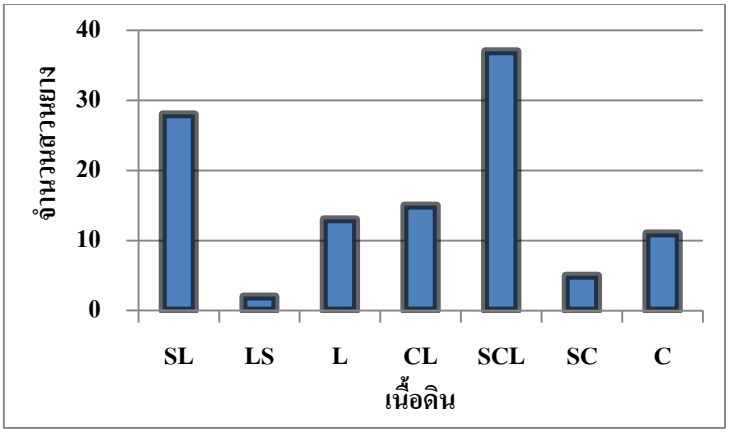
สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ลักษณะเนื้อดิน (soil texture)

เนื้อดินเป็นสมบัติที่ระบุถึงความหยาบหรือละเอียดของดิน ประกอบด้วยอนุภาคต่าง ๆ ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ทำให้มีเนื้อดินแตกต่างกัน ดินที่มีกรวดและทรายเป็นองค์ประกอบมากเป็นดินเนื้อหยาบ ส่วนดินที่มีดินเหนียวเป็นองค์ประกอบมากเป็นดินเนื้อละเอียด ซึ่งเนื้อดินมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เช่น การระบายน้ำ การระบายอากาศ ความจุแลกเปลี่ยนแคทไอออน เป็นต้น เนื้อดินจึงมีอิทธิพลต่อการเติบโตของพืชทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม จากสวนยางที่ศึกษาทั้งหมด 110 สวน พบว่าพื้นที่ปลูกยางส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) จำนวน 37 สวน (เป็นสวนที่มีลูกรังปะปน 6 สวน) รองลงมาเป็นดินร่วนปนทราย (Sandy loam) จำนวน 28 สวน (เป็นสวนที่มีลูกรังปะปน 3 สวน) ดินร่วนปนเหนียว (Clay loam) 15 สวน (เป็นสวนที่มีลูกรังปะปน 5 สวน) ดินร่วน (Loam) 13 สวน (เป็นสวนที่มีลูกรังปะปน 1 สวน) ดินเหนียว (Clay) 10 สวน (เป็นสวนที่มีลูกรังปะปน 3 สวน) ดินเหนียวปนทราย (Sandy Clay) 5 สวน (เป็นสวนที่มีลูกรังปะปน 2 สวน) และดินทรายปนร่วน (Loamy sand) 2 สวน (ภาพที่ 1)

-



ภาพที่ 1 จำนวนสวนยางแยกตามลักษณะเนื้อดิน (SL = ดินร่วนปนทราย, LS = ดินทรายปนร่วน, L = ดินร่วน, CL = ดินร่วนปนเหนียว, SCL= ดินร่วนเหนียวปนทราย, SC = ดินเหนียวปนทราย และ C = ดินเหนียว)

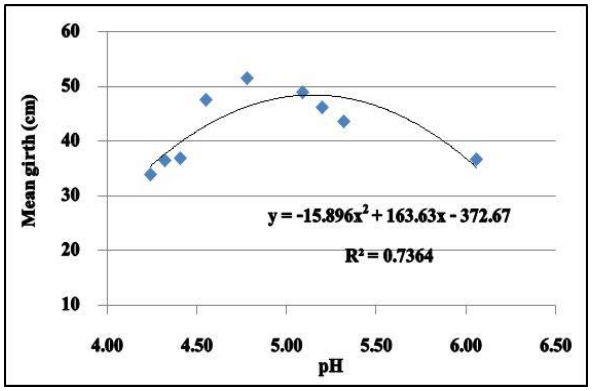
2. ผลการจัดชั้นค่ามาตรฐานของสมบัติทางเคมีของดิน และค่าความเข้มข้นมาตรฐานธาตุอาหารพืชในดินปลูกยางและใบยาง

2.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ผลการคำนวณค่า pH กับความยาวเส้นรอบวงลำต้น หลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไปแล้วคำนวณหาค่า pH ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสอง ได้ค่า pH เท่ากับ 5.15 ดังนั้นจึงเลือกช่วงค่า pH ที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าอยู่ในช่วง 4.60 – 5.70 และจัดชั้นที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยอยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุด เป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ค่าระดับต่ำอยู่ในช่วง 4.37 - 4.59 และระดับสูงอยู่ในช่วง 5.71 – 5.93 และจัดชั้นต่ำมากเป็น น้อยกว่า 4.37 ชั้นสูงมากเป็น มากกว่า 5.93 (ภาพที่ 2 และตารางที่ 1) ช่วงค่า pH ที่เหมาะสมมีช่วงค่าสูงกว่าค่า pH ที่สถาบันวิจัยยาง (2551) แนะนำไว้ คือ 4.5 – 5.5 (ตารางที่ 3)

2.2 กรดที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable acidity: EA) ในดินที่เป็นกรดจัดนอกจากความเป็นกรดจาก H^+ ที่เกิดขึ้นแล้ว ยังมีประจุอื่น ๆ อีกที่มีสมบัติเป็นกรด โดยเฉพาะ Al^{3+} เป็นกรดที่สำคัญ ที่ก่อให้เกิดผลเสียเป็นหลัก ส่วน H^+ ไม่ค่อยมีผลโดยตรงต่อพืช แต่ H^+ ช่วยส่งเสริมการสลายตัวของแร่ในดินทำให้มีการปลดปล่อย Al^{3+} ออกมาในสารละลายดินได้มากขึ้น (วิเชียร, 2550; ไพบูลย์, 2546) Al^{3+} หากมีอยู่มากในดินกรดจัดอาจเป็นพิษกับพืชได้ โดยมีผลต่อการเติบโตของรากที่เกิดใหม่ ทำให้ลดการดูดน้ำและธาตุอาหารของพืช การวัดความเป็นกรดที่แลกเปลี่ยนได้จึงเป็นการวัดผลรวมของ H^+ และ Al^{3+} ที่แลกเปลี่ยนได้ โดยประกอบด้วยส่วนที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวอนุภาคดินและส่วนที่อยู่ในสารละลายดิน (จำเป็น, 2551) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยกับค่า EA พบว่าต้นยางมีแนวโน้มตอบสนองต่อค่า EA ดังนั้นผลกระทบของความเป็นกรดของต้นยาง จึงอาจเป็นผลกระทบจากความเข้มข้นของ Al^{3+} ที่มีอยู่ในสารละลายดินก็เป็นได้ หลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไปแล้วคำนวณหาค่า EA ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสอง ได้ค่า EA เท่ากับ 23.98 เนื่องจากค่า

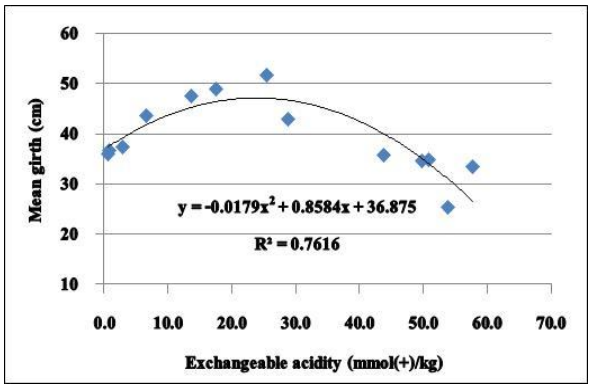
-

EA มีค่าไม่ครอบคลุมถึงระดับต่ำ ดังนั้นจึงเลือกช่วงค่า EA ที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าน้อยกว่า 40.2 mmol(+)/kg และจัดชั้นที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยอยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นระดับต่ำและระดับสูง แต่ค่า EA มีค่าไม่ครอบคลุมถึงระดับต่ำ จึงจัดได้เฉพาะระดับสูงเป็น 40.3 – 47.0 mmol(+)/kg และสูงมากเป็นมากกว่า 47.0 mmol(+)/kg (ภาพที่ 3 และตารางที่ 1) ช่วงค่า EA ที่เหมาะสมมีค่าสูงกว่าค่า EA ที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 คือ 10 – 30 mmol(+)/kg (ตารางที่ 3)



X = 163/31.792 = 5.15

ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่าง pH กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป



X = 0.8584/2(0.0179) = 23.98

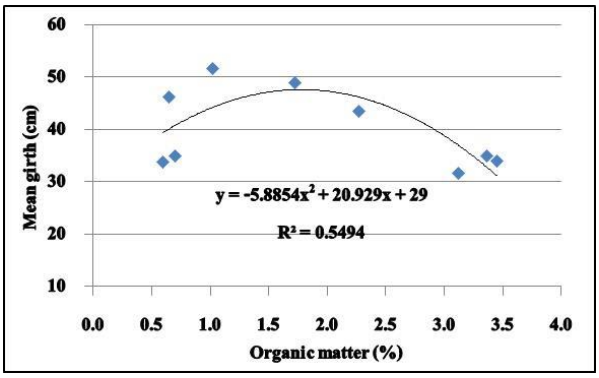
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากรดที่แลกเปลี่ยนได้ (EA) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป

2.3 อินทรียวัตถุ (organic matter: OM) ผลการคำนวณปริมาณอินทรียวัตถุกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นหลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป แล้วคำนวณหาค่า OM ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสอง เท่ากับ 1.78 ดังนั้นจึงเลือกช่วงค่า OM ที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าอยู่ในช่วง 0.88 – 2.68 และจัดชั้นที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยอยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ค่าระดับต่ำอยู่ในช่วงร้อยละ 0.51-0.87 และระดับสูงอยู่ในช่วงร้อยละ 2.69 – 3.05 และจัดชั้นระดับต่ำมากเป็น น้อยกว่า 0.51 ระดับสูงมากเป็น มากกว่า 3.05 (ภาพที่ 4 และตารางที่ 1) ช่วงค่า OM ที่เหมาะสมมีช่วงค่ากว้างกว่าค่า OM ที่สถาบันวิจัยยาง (2551) แนะนำไว้ และที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 คือ ร้อยละ 1.0 – 2.5 และร้อยละ 1.0 – 2.6 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

2.4 ความจุแลกเปลี่ยนแคทไอออน (cation exchange capacity: CEC) ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่า CEC ในช่วง 8.03 – 99.07 mmol(+)/kg จัดอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมากทุกสวนตามการจัดระดับของ Thainugul (1986) (อ้างถึงในสถาบันวิจัยยาง, 2548) และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของ

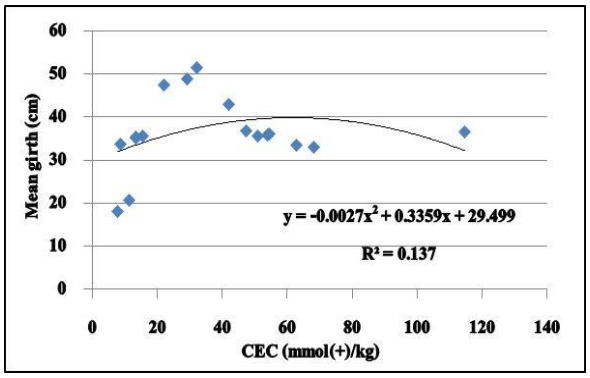
-

ต้นยางกับค่า CEC ถึงแม้จะเลือกตัดข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไปบ้างแล้วก็ตาม และข้อมูลบางช่วงขาดหายไปไม่ต่อเนื่อง จึงไม่สามารถจัดชั้นระดับของ CEC ได้ (ภาพที่ 5)



X = 20.929/11.7708 = 1.78

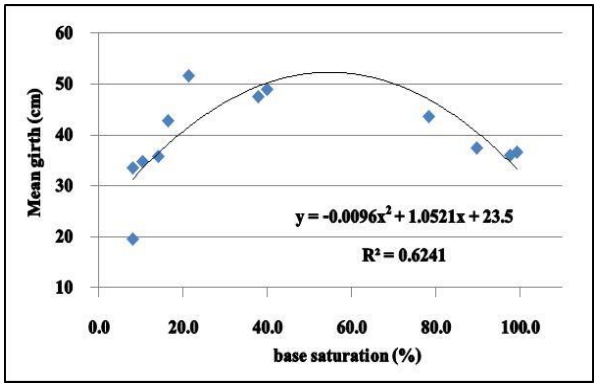
ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างอินทรียวัตถุ (OM) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความจุแลกเปลี่ยนแคทไอออน (CEC) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป

2.5 ความอิ่มตัวเบส (base saturation: BS) ผลการประเมินพบว่า ช่วงค่าของ BS ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสอง หลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไปแล้ว ได้ค่าเท่ากับ 54.80 ดังนั้นจึงเลือกช่วงค่า BS ที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 31.4 – 78.1 และเลือกช่วงค่าที่อยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 21.8 – 31.3 และ 78.2 – 87.8 ตามลำดับ และจัดชั้นระดับต่ำมากเป็น น้อยกว่าร้อยละ 21.8 และระดับสูงมากเป็นมากกว่าร้อยละ 87.8 (ภาพที่ 6 และตารางที่ 1) ช่วงค่า BS ที่เหมาะสมมีช่วงค่าสูงกว่าค่า BS ที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 คือ ร้อยละ 25 – 75 (ตารางที่ 3)

-

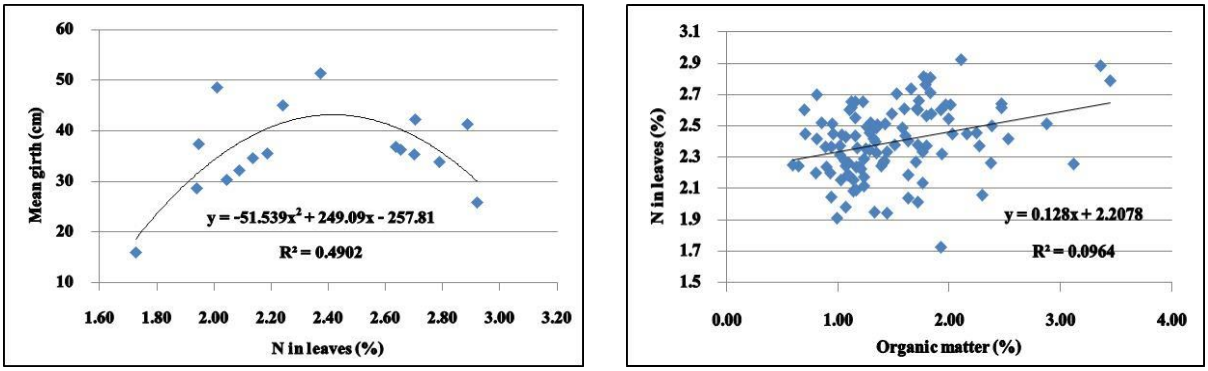


X = 1.0521/0.0192 = 54.80

ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความอิ่มตัวเบส (BS) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป

2.6 ไนโตรเจน (Nitrogen: N) ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาเฉพาะไนโตรเจนในใบ ผลการประเมินหลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป แล้วคำนวณหาค่า N ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสอง ได้ค่า N เท่ากับ 2.38 จากนั้นเลือกช่วงค่า N ที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.13 – 2.70 และจัดช่วงค่า N ที่อยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ค่าระดับต่ำอยู่ในช่วงร้อยละ 2.00 – 2.12 และระดับสูงอยู่ในช่วงร้อยละ 2.71 – 2.82 ตามลำดับ และจัดชั้นระดับต่ำมากเป็น น้อยกว่าร้อยละ 2.00 ระดับสูงมากเป็น มากกว่าร้อยละ 2.82 (ภาพที่ 7 และตารางที่ 2) ช่วงค่า N ที่เหมาะสมมีช่วงค่าต่ำกว่าค่าที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 คือ ร้อยละ 3.0 – 3.8 และต่ำกว่าค่าที่นุชนารถ กังพิศดาร ดัดแปลงจาก RRIM, 1981 (อ้างถึงใน สถาบันวิจัยยาง, 2548) กำหนดไว้สำหรับยางพันธุ์ RRIM 600 คือ ร้อยละ 3.31 – 3.70 แต่มีช่วงค่าใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมของลองกอง (จำเป็นและคณะ, 2549) และทุเรียน (สุมิตรา และวิเชียร, 2546) ที่กำหนดไว้ในช่วง ร้อยละ 2.30 – 2.62 และ 2.06 – 2.18 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ส่วนค่าไนโตรเจนในดินไม่สามารถประเมินจากค่าอินทรียวัตถุในดินได้ เนื่องจากไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง OM ในดินกับ N ในใบที่ศึกษา จึงไม่สามารถประมาณค่า N ในดินจากค่า OM ในดินได้ (ภาพที่ 7 ขวา)

-

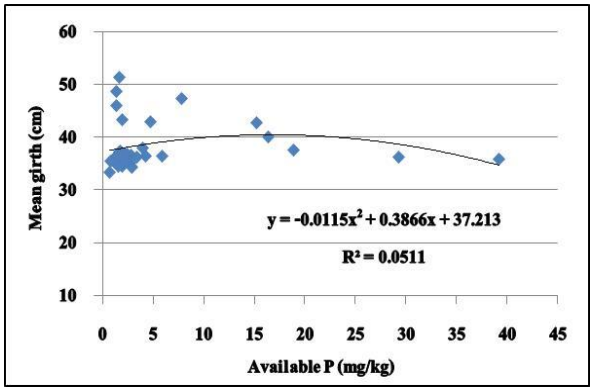


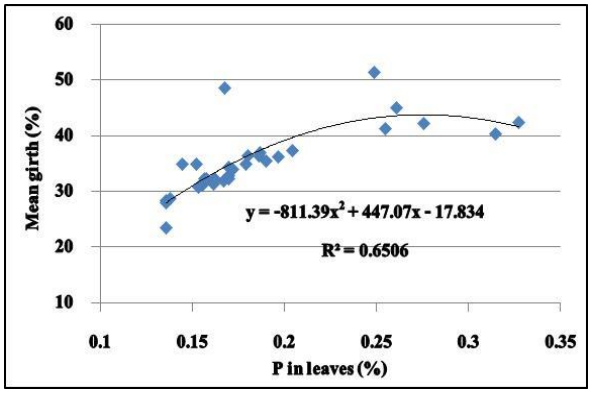
X = 249.09/103.078 = 2.42

ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนในใบ (N) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (บนขวา) และความสัมพันธ์ระหว่างไนโตรเจนในใบกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (ขวา)

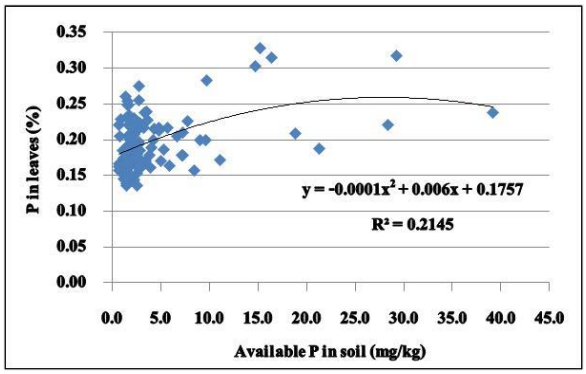
2.7 ฟอสฟอรัส (P) ความเข้มข้นของ P ในดินกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยหลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป ยังไม่เห็นความสัมพันธ์เด่นชัด ขณะที่ความสัมพันธ์ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยกับความเข้มข้นของ P ในใบเด่นชัดกว่า และให้ค่าสูงสุดที่ร้อยละ 0.28 แสดงให้เห็นว่า P ในดินถูกบดบังจากปัจจัยอื่นมากกว่าในใบ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง P ในดินและ P ในใบพบว่า ความเข้มข้นของ P ในใบมีแนวโน้มลดลง เมื่อความเข้มข้นในดินสูงกว่า 30.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังนั้นจึงเลือกช่วงค่า P ในดินที่ทำให้ค่า P ในใบอยู่ในระดับร้อยละ 90 ของค่า P ในใบสูงสุด เป็นค่าที่เหมาะสมได้ค่าอยู่ในช่วง 13.6 – 46.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดชั้นระดับต่ำ และต่ำมากเป็น 7.1 – 13.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ < 7.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ความเข้มข้นของ P ในดินมีค่าไม่ครอบคลุมถึงระดับที่สูงมาก จึงจัดได้เฉพาะชั้นระดับสูง เป็นมากกว่า 46.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเลือกช่วงความเข้มข้นในใบที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับเหมาะสม ได้ค่าในช่วงร้อยละ 0.20 – 0.35 จากนั้นจัดชั้นระดับต่ำและต่ำมาก เป็นร้อยละ 0.17 – 0.19 และ น้อยกว่าร้อยละ 0.17 ตามลำดับ ความเข้มข้นของ P ในใบมีค่าไม่ครอบคลุมระดับที่สูงมาก จึงจัดได้เฉพาะชั้นระดับสูงเป็น มากกว่าร้อยละ 0.35 (ภาพที่ 8, ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในดินมีช่วงค่าสูงกว่าและกว้างกว่าค่าที่สถาบันวิจัยยาง (2551) แนะนำไว้ (11 – 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในขณะที่ค่า P ในใบมีช่วงค่าสูงกว่าค่าที่นุชนารถ กังพิศดาร ดัดแปลงจาก RRIM, 1981 (อ้างถึงใน สถาบันวิจัยยาง, 2548) กำหนดไว้สำหรับยางพันธุ์ RRIM 600 คือ ร้อยละ 0.20 – 0.25 (ตารางที่ 3 และตารางที่ 4)

-





X = 447.07/1622.78 = 0.28



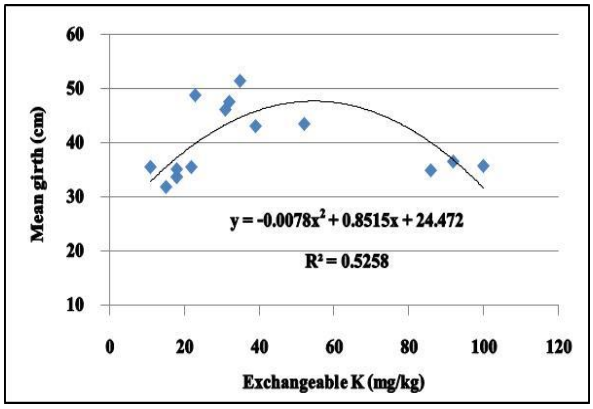
X = 0.006/0.0002 = 30.0

ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดิน (Avail.P) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (บนซ้าย) ฟอสฟอรัสในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (บนขวา) และฟอสฟอรัสในใบกับในดิน (ล่าง)

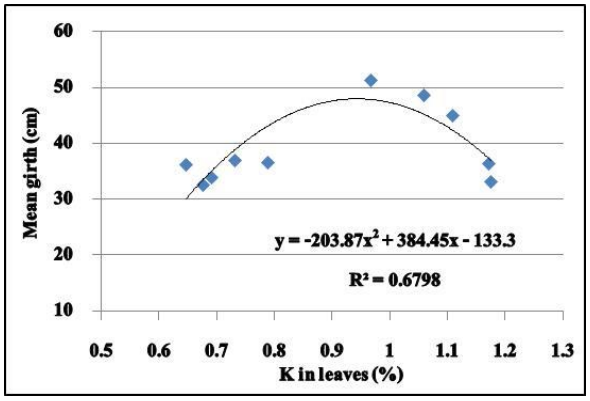
2.8 โพแทสเซียม (K) ความเข้มข้นของ K ในดินและในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยหลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป แล้วคำนวณหาความเข้มข้นของ K ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่สร้างขึ้น ได้ค่า K ในดินสูงสุดเท่ากับ 54.58 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในใบสูงสุดเท่ากับร้อยละ 0.94 จากนั้นจึงกำหนดช่วงความเข้มข้นของ K ที่เหมาะสมที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุด ได้ค่า K ที่เหมาะสมในดินในช่วง 30.0 – 79.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และค่า K ที่เหมาะสมในใบในช่วงร้อยละ 0.79 – 1.10 จากนั้นจัดช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ค่าช่วงระดับต่ำในดินอยู่ในช่วง 19.6 – 29.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และระดับสูงอยู่ในช่วง 79.6 – 89.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดชั้นระดับต่ำมากเป็น น้อยกว่า 19.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสูงมากเป็นมากกว่า 89.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนใน

-

ใบได้ค่า K ของชั้นระดับต่ำและต่ำมากอยู่ในช่วงร้อยละ 0.73 – 0.78 และน้อยกว่าร้อยละ 0.73 ตามลำดับ และชั้นระดับสูงและสูงมากอยู่ในช่วงร้อยละ 1.11 – 1.16 และมากกว่าร้อยละ 1.16 ตามลำดับ (ภาพที่ 9, ตารางที่ 1 และ 2) ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในดินมีช่วงค่ากว้างกว่าค่าที่สถาบันวิจัยยาง (2554) แนะนำไว้ คือ 40 – 60 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แต่ต่ำกว่าค่าเหมาะสมที่แนะนำสำหรับดินปลูกส้มโอ (สมศักดิ์, 2551) คือ 100 – 150 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนค่า K ในใบ มีค่าต่ำกว่าค่าเหมาะสมสำหรับยางพันธุ์ RRIM 600 ซึ่ง นุชนารถ กังพิศดาร ดัดแปลงจาก RRIM, 1981 (อ้างถึงใน สถาบันวิจัยยาง, 2548) กำหนด ไว้ คือ 1.36 – 1.65 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3 และ 4)



X = 0.8515/0.0156 = 54.58



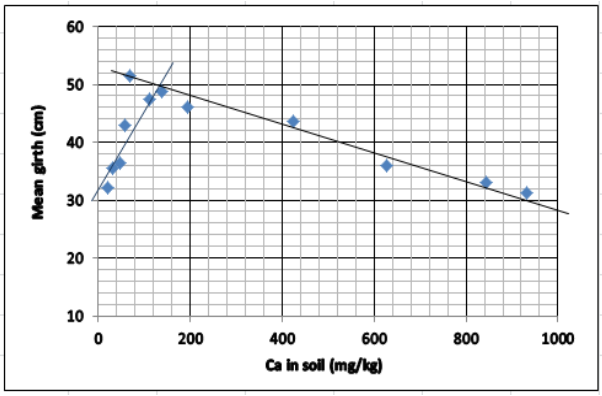
X = 384.45/407.74 = 0.94

ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างโพแทสเซียมในดิน (Exch. K) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และโพแทสเซียมในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ขวา)

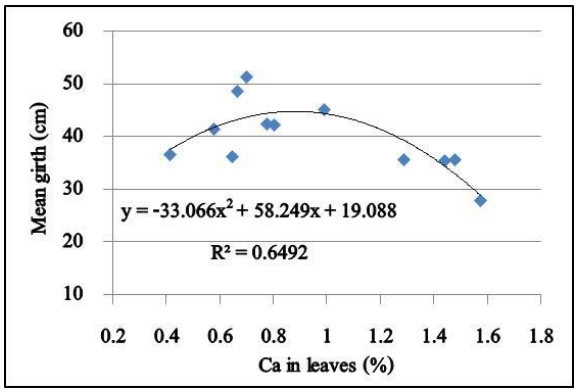
2.9 แคลเซียม (Ca) ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง Ca ในใบกับ Ca ในดิน ความเข้มข้นของ Ca ในดินและในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป พบว่า จุดข้อมูลมีลักษณะเบ้สูงไปทางซ้ายมากกว่าด้านขวา จึงเลือกใช้วิธีลากเส้นขอบเขตแบบเส้นตรงสองเส้นตัดกัน ซึ่งพบว่าความยาวเส้นรอบวงลำต้นมีค่าสูงสุดที่ระดับ 50 เซนติเมตร ดังนั้นจึงเลือกช่วงของ Ca ในดินที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าอยู่ในช่วง 90 – 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ชั้นระดับต่ำอยู่ในช่วง 50 – 90 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และระดับสูงอยู่ในช่วง 300 – 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดชั้นระดับต่ำมากเป็น น้อยกว่า 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสูงมากเป็น มากกว่า 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับ Ca ในใบพบว่าค่าความเข้มข้นของ Ca ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.88 ดังนั้นจึงกำหนดช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.51 – 1.25 และจัดช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ชั้นระดับต่ำอยู่ในช่วงร้อยละ 0.36 – 0.50 และระดับสูงอยู่ในช่วง ร้อย

-

ละ 1.26 – 1.40 และจัดชั้นระดับต่ำมากเป็น น้อยกว่าร้อยละ 0.36 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสูงมากเป็นมากกว่าร้อยละ 1.40 (ภาพที่ 10, ตารางที่ 1 และ 2) ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมของ Ca ในดินมีค่าเหมาะสมสูงกว่าค่าที่สถาบันวิจัยยาง (2554) แนะนำไว้ (> 0.30 me/100 กรัม หรือมากกว่า 60 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และมีช่วงกว้างมาก และยังมีช่วงกว้างกว่าค่าเหมาะสมที่แนะนำสำหรับดินปลูกส้มโอ (สมศักดิ์, 2551) (1000 – 1,500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ส่วนค่า Ca ในใบ มีค่าต่ำกว่าค่าเหมาะสมสำหรับลองกอง ทุเรียน และส้มโอ ที่มีค่าเหมาะสมอยู่ที่ระดับร้อยละ 1.04 – 1.25, 1.58 – 1.94 และ 3.0 – 4.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และตารางที่ 4)



Max girth ≈ 50.0 cm.



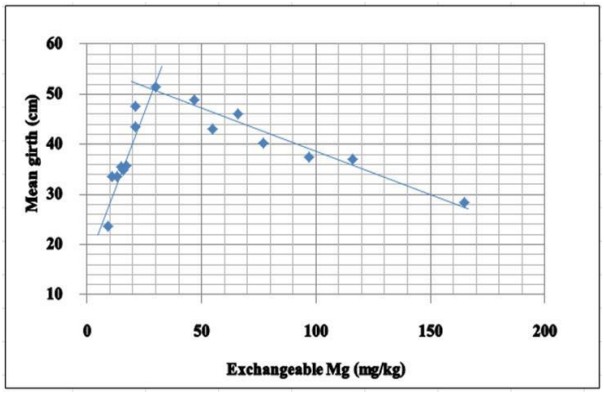
X = 58.249/66.132 = 0.88

ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างแคลเซียมในดิน (Exch. Ca) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และแคลเซียมในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย)

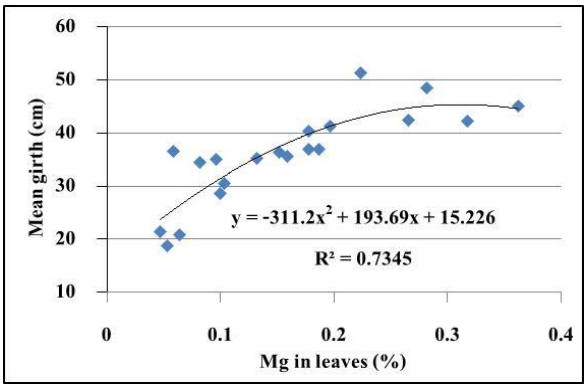
2.10 แมกนีเซียม (Mg) ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง Mg ในใบกับ Mg ในดิน ความเข้มข้นของ Mg ในดินและในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยหลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป พบว่า จุดข้อมูลมีลักษณะเบ้สูงไปทางซ้ายมากกว่าด้านขวา จึงเลือกใช้วิธีลากเส้นขอบเขตแบบเส้นตรงสองเส้นตัดกัน ได้ค่าความยาวเส้นรอบวงสูงสุดที่ระดับ 51.8 เซนติเมตร ดังนั้นจึงเลือกช่วง ของ Mg ในดินที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าอยู่ในช่วง 24.0 – 56.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ชั้นระดับต่ำอยู่ในช่วง 19.0 – 23.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และระดับสูงอยู่ในช่วง 56.1 – 90.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดชั้นระดับต่ำมากเป็น น้อยกว่า 19.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสูงมากเป็น มากกว่า 90 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับ Mg ในใบพบว่าความยาวเส้นรอบวงลำต้นมีค่าสูงสุดเมื่อความเข้มข้นของ Mg ในใบสูงเท่ากับร้อยละ 0.311 ดังนั้นจึงกำหนดช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมในใบอยู่ในช่วงร้อยละ 0.19 – 0.43 และจัดช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ชั้นระดับต่ำอยู่ในช่วงร้อยละ 0.14 – 0.18 และจัดชั้นระดับต่ำมากเป็น

-

น้อยกว่าร้อยละ 0.14 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ความเข้มข้นของ Mg ในใบมีค่าไม่ครอบคลุมถึงระดับสูงมาก จึงจัดได้เฉพาะระดับสูงเป็น มากกว่าร้อยละ 0.43 (ภาพที่ 11, ตารางที่ 1 และ 2) ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมของ Mg ในดินมีค่าเหมาะสมอยู่ในระดับเดียวกับค่าที่สถาบันวิจัยยาง (2554) แนะนำไว้ (> 0.30 me/100 กรัม หรือมากกว่า 36 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) แต่มีค่าครอบคลุมระดับชั้นต่าง ๆ ค่าเหมาะสมที่ได้มีค่าต่ำกว่าค่าเหมาะสมที่แนะนำสำหรับดินปลูกส้มโอ (สมศักดิ์, 2551) (120 – 240 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ส่วนค่า Mg ในใบ มีช่วงค่ากว้างกว่าค่าเหมาะสมสำหรับลองกอง ทุเรียน และส้มโอ ที่มีค่าเหมาะสมอยู่ที่ระดับร้อยละ 0.24 – 0.28, 0.21 – 0.30 และ 0.30 – 0.50 ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ 4)



Max girth ≈ 51.8 cm.



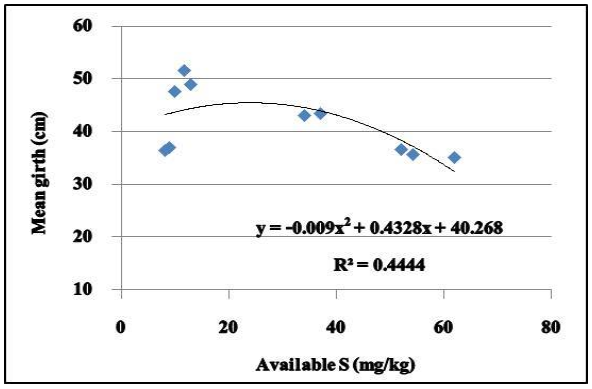
X = 193.69/622.4= 0.31

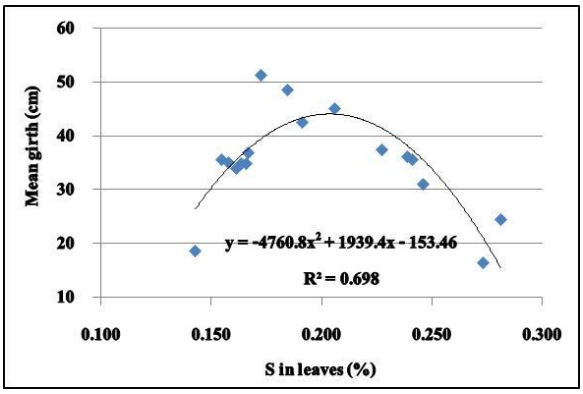
ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างแมกนีเซียมในดิน (Exch. Mg) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และแคลเซียมในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ขวา)

2.11 กำมะถัน (S) ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง S ในใบกับ S ในดิน ความเข้มข้นของ S ในดินและในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยหลังจากเลือกตัดข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป แล้วคำนวณหาค่า S ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่ได้ ได้ค่าความเข้มข้นของ S ในดินเท่ากับ 24.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในใบเท่ากับร้อยละ 0.204 ค่าความเข้มข้นของ S ในดินไม่ครอบคลุมถึงระดับต่ำ จึงกำหนดช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในดินที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็น น้อยกว่า 46.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และกำหนดช่วงความเข้มข้นที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นระดับสูงและสูงมาก ได้ชั้นระดับสูงในช่วง 46.5 - 55.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสูงมากเป็น มากกว่า 55.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนในใบกำหนดช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุด ได้ค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.174 - 0.234 ชั้นระดับต่ำและต่ำมากอยู่ในช่วงร้อยละ 0.161-0.173 และน้อยกว่าร้อยละ 0.161 ตามลำดับ และจัดชั้นระดับสูงและสูงมากอยู่ในช่วงร้อยละ 0.235 - 0.247 และมากกว่าร้อยละ 0.247 ตามลำดับ (ภาพที่ 12, ตารางที่ 1 และ 2) ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในดินมีช่วง

-

ค่าสูงกว่าค่าที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 คือ 25 – 35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ความเข้มข้นในใบมีช่วงค่าต่ำกว่าค่าที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 คือ ร้อยละ 0.2 – 0.3 (ตารางที่ 3 และ 4)





X = 0.4328/0.018 = 24.0

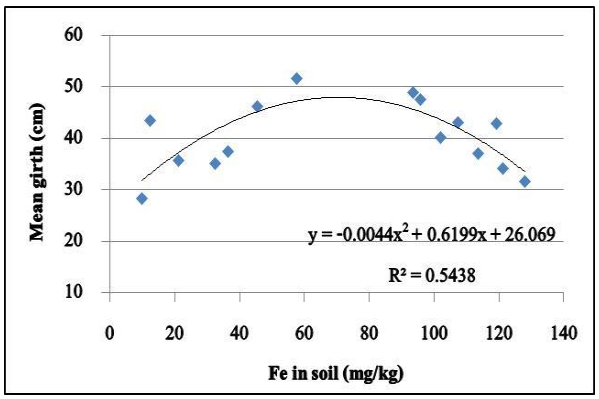
X = 193.69/622.4= 0.204

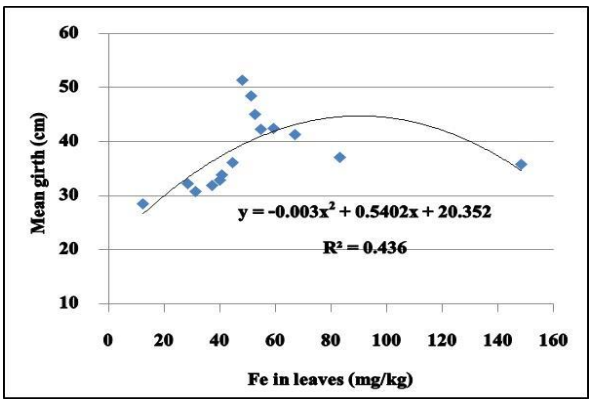
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างกำมะถันในดิน (Avail. S) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และกำมะถันในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ขวา)

2.12 เหล็ก (Fe) ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง Fe ในใบกับ Fe ในดิน ความเข้มข้นของ Fe ในดินและในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป พบว่า ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของ Fe ในดินสูงกว่า 70.44 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในใบสูงกว่า 90.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังนั้นจึงกำหนดช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่า Fe ในดินเท่ากับ 37.5 – 103.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ค่าช่วงระดับต่ำอยู่ในช่วง 24.0 – 37.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และระดับสูงอยู่ในช่วง 103.6 – 117.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดชั้นระดับต่ำมากเป็น น้อยกว่า 24.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสูงมากเป็นมากกว่า 117.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และกำหนดช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในใบอยู่ในช่วง 51.5 – 128.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ชั้นระดับต่ำและต่ำมากอยู่ในช่วง 35.5 – 51.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และน้อยกว่า 35.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และจัดชั้นระดับสูงและสูงมากอยู่ในช่วง 128.6 – 144.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมากกว่า 144.5 ตามลำดับ (ภาพที่ 13, ตารางที่ 1 และ 2) ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในดินมีค่าสูงกว่าค่าที่สถาบันวิจัยยาง (2554) แนะนำไว้ (30 – 35 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และสูงกว่าช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 และค่าเหมาะสมที่แนะนำสำหรับดินปลูกส้มโอ (สมศักดิ์, 2551) คือ 30 – 90 และ 11 – 16 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนค่า Fe ในใบ มีช่วงค่าที่เหมาะสมกว้างกว่าค่าเหมาะสมสำหรับยางพันธุ์ RRIM 600 ซึ่งนุชนารถ กังพิศดาร ดัดแปลงจาก RRIM, 1981

-

(อ้างถึงใน สถาบันวิจัยยาง, 2548) กำหนดไว้ (60 – 80 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) แต่ต่ำกว่าค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมของสายใจ (2554) ที่จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 (90 – 130 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (ตารางที่ 3 และ 4)





X = 0.6199/0.0088 = 70.44

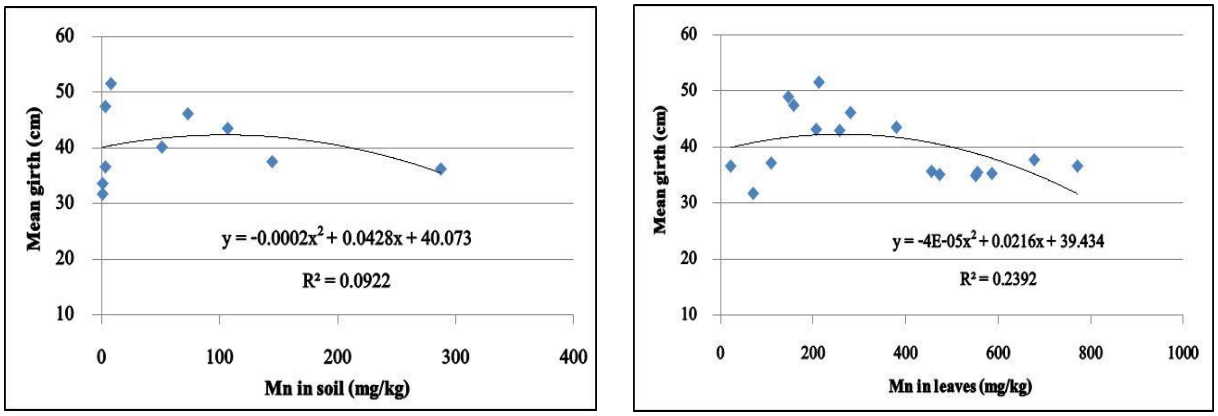
X = 0.5402/0.006 = 90.03

ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างเหล็กในดิน (Avail. Fe) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และเหล็กในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (กลางขวา) และเหล็กในใบกับในดิน (ล่าง)

2.13 แมงกานีส (Mn) ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง Mn ในดินกับ Mn ในใบ เมื่อสร้างกราฟการกระจายระหว่างความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยกับ Mn ในดินและ Mn ในใบ พบว่าข้อมูลในช่วงที่ครอบคลุมความเข้มข้นที่เหมาะสมของ Mn ในดินมีจำนวนน้อยมาก อีกทั้งค่า R^2 ยังต่ำมาก จึงเป็นการยากที่จะประมาณว่าช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมมีค่าประมาณเท่าใด ส่วนความเข้มข้นของ Mn ในใบ เมื่อเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป แล้วคำนวณหาค่าความเข้มข้นของ Mn ในใบที่ทำให้ได้ค่าความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่สร้างได้ มีค่าเท่ากับ 270 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แต่ความเข้มข้นของ Mn ในใบ มีค่าไม่ครอบคลุมถึงระดับต่ำ จึงไม่สามารถจัดระดับชั้นได้อย่างสมบูรณ์ จึงจัดชั้นระดับเหมาะสมของ Mn ในใบที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ที่ระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็น < 595 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดชั้นระดับสูงเป็น 596 – 730 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ระดับสูงมากเป็น > 730 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ภาพที่ 14, ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) นุชนารถ กังพิศดาร ได้กำหนดช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับยางพันธุ์ RRIM 600 โดยดัดแปลงจาก RRIM, 1981 (อ้างถึงใน สถาบันวิจัยยาง, 2548) ไว้ในช่วง 45 – 150 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในใบที่กำหนดไว้ครั้งนี้มาก ค่าที่กำหนดครั้งนี้ยังมีค่าสูงกว่าค่าเหมาะสมของ Mn ในใบสำหรับพันธุ์ RRIM 600 ที่สายใจ (2554) จัดทำไว้ด้วย (300 – 500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) (ตารางที่ 4) ดังนั้นในความเป็นจริงอาจไม่จำเป็นต้องเพิ่มความเข้มข้น

-

ของธาตุ Mn ในดินหากในดินปลูกยางมีความเข้มข้นของ Mn ต่ำ เนื่องจากค่า Mn ในใบสูงมาก แสดงว่ารากยางสามารถดูดใช้ Mn ได้ดี

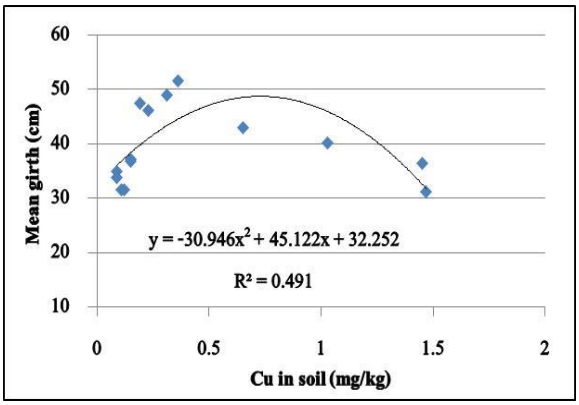


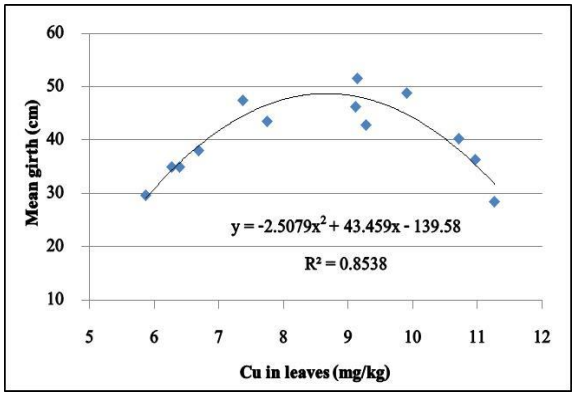
X = 0.0216/0.00008 = 270.0

ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างแมงกานีสในดิน (Avail. Mn) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และแมงกานีสใน ใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ขวา)

2.14 ทองแดง (Cu) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยกับความเข้มข้นของ Cu พบว่าการเติบโตของต้นยางมีแนวโน้มตอบสนองต่อค่าความเข้มข้นของ Cu ที่เพิ่มขึ้นทั้งในดินและในใบ และ Cu มีค่าครอบคลุมช่วงที่เหมาะสม แม้จะไม่พบความสัมพันธ์ของ Cu ในดินกับในใบ แต่สามารถจัดระดับความเข้มข้นของ Cu ที่เหมาะสมได้ หลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป แล้วคำนวณหาความเข้มข้นของ Cu ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่สร้างขึ้น ได้ค่า Cu สูงสุดในดินเท่ากับ 0.73 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในใบเท่ากับ 8.66 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังนั้นจึงเลือกช่วงความเข้มข้นของ Cu ที่เหมาะสมที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ที่ระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดในดินในช่วง 0.33 – 1.13 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในใบในช่วง 7.27 – 10.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดชั้นระดับที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ที่ระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นระดับต่ำและระดับสูง ในดินได้ชั้นระดับต่ำ ในช่วง 0.17 – 0.32 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ระดับสูงในช่วง 1.14 – 1.29 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในใบจัดชั้นระดับต่ำ ในช่วง 6.69 – 7.26 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ระดับสูงในช่วง 10.07 – 10.64 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ภาพที่ 15, ตารางที่ 1 และ 2) ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมของ Cu ในดินมีต่ำกว่าค่าที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 และต่ำกว่าค่าที่ สถาบันวิจัยยาง (2551) กำหนดไว้ คือ 0.5 – 1.5 และ 0.8 – 1.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมของ Cu ในใบมีค่าต่ำกว่าค่าที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 คือ 10 – 15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3 และ 4)

-





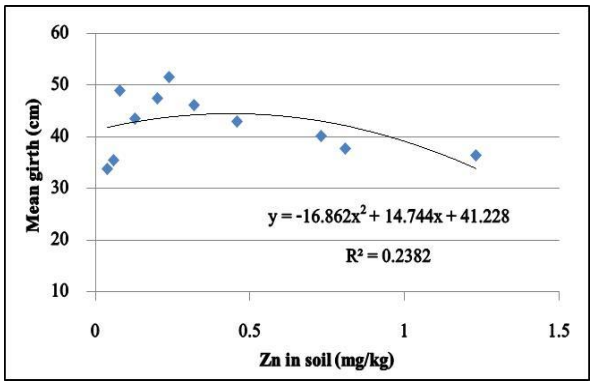
X = 45.122/61.892 = 0.73

X = 43.459/5.0158 = 8.66

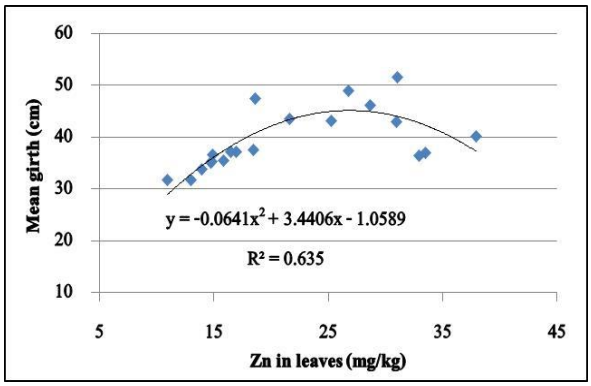
ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างทองแดงในดิน (Avail. Cu) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และทองแดงในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ขวา)

2.15 สังกะสี (Zn) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยกับ Zn ในดินและ Zn ในใบ หลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยกับความเข้มข้นของ Zn ในดินยังไม่เด่นชัด ขณะที่ความสัมพันธ์ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยกับความเข้มข้นของ Zn ในใบเด่นชัดกว่า และให้ค่าความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดที่ระดับ 26.84 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่า Zn ในดินถูกบดบังจากปัจจัยอื่นมากกว่าในใบ เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง Zn ในดินและในใบพบว่า ความเข้มข้นของ Zn ในใบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นในดินเพิ่มขึ้น แต่ค่ายังไม่ครอบคลุมถึงระดับที่ทำให้ความเข้มข้นของ Zn ในใบเริ่มลดลง จึงเป็นการยากที่จะประมาณชั้นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของ Zn ในดิน ส่วนค่า Zn ในใบเมื่อเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป แล้วคำนวณหาความเข้มข้นของ Zn ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่สร้างขึ้น ได้ค่าสูงสุดเท่ากับ 26.84 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จากนั้นจึงเลือกช่วงความเข้มข้นที่อยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นค่าที่เหมาะสม ได้ค่าในช่วง 18.5 – 35.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดชั้นระดับต่ำในช่วง 15.0 – 18.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และต่ำมากเป็นน้อยกว่า 15.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ความเข้มข้นของ Zn ในใบมีค่าไม่ครอบคลุมระดับที่สูงมาก จึงจัดได้เฉพาะชั้นระดับสูงเป็น > 35.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ภาพที่ 16, ตารางที่ 1 และตารางที่ 2) ช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในใบมีค่าสูงกว่าค่าที่สถาบันวิจัยยาง (2554) แนะนำไว้ (0.4 – 0.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ในขณะที่ค่า Zn ในใบมีช่วงค่าสูงกว่าค่าเหมาะสมของลองกอง (จำเป็น และคณะ, 2549) และทุเรียน (สุมิตรา และวิเชียร, 2546) ที่กำหนดไว้ในช่วง 18 – 20 และ 9.84 – 24.54 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ 4)

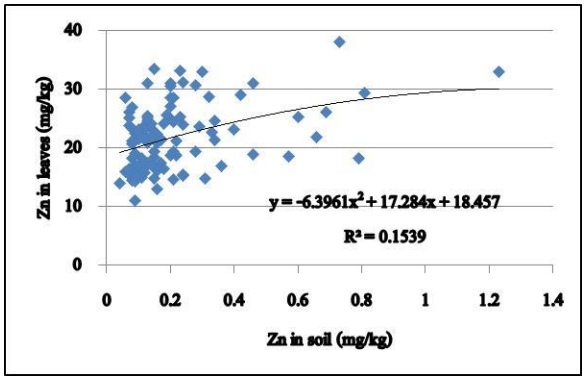
-



X = 14.744/33.724 = 0.44



X = 3.4406/0.1282 = 26.838

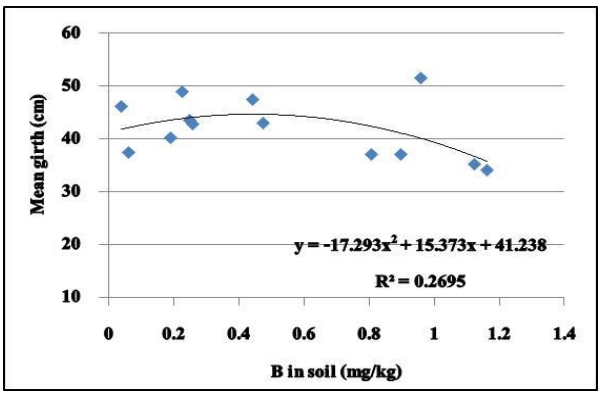


ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างสังกะสีในดิน (Avail. Zn) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) สังกะสีในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ขวา) และสังกะสีในใบกับในดิน (ล่าง)

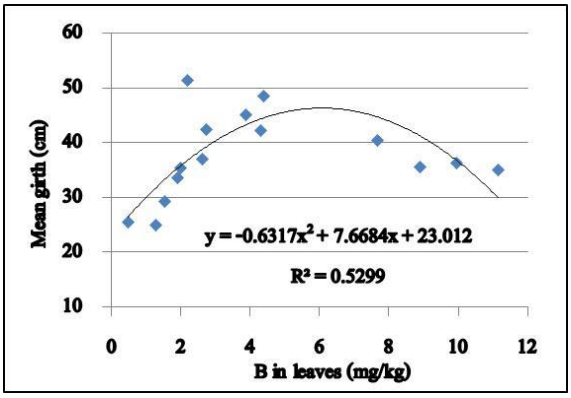
2.16 โบรอน (B) ผลการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง B ในใบกับ B ในดิน เมื่อสร้างกราฟการกระจายระหว่างความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยกับ Mn ในดินและ Mn ในใบ พบว่าหลังจากเลือกตัดข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไปแล้ว เส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยกับความเข้มข้นของ B ในดินเด่นชัดขึ้นบ้าง เมื่อคำนวณหาความเข้มข้นของ B ในดินที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่ได้ ได้ค่าสูงสุดเท่ากับ 0.44 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เนื่องจากเส้นโค้งความสัมพันธ์ที่ได้มีค่าไม่ครอบคลุมถึงระดับต่ำ จึงประเมินระดับเหมาะสมที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็น < 0.95 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และจัดชั้นระดับสูงในดินเป็น 0.96 – 1.16 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สูงมากเป็น >1.16 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนความเข้มข้นในใบคำนวณได้ค่าสูงสุดเท่ากับ 6.07 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จึงกำหนดช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมในใบในช่วง 3.4 - 8.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และกำหนดช่วงความเข้มข้นระดับต่ำและต่ำมากในช่วง 2.3 – 3.3 และน้อยกว่า 2.3

-

มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และกำหนดช่วงความเข้มข้นระดับสูงและสูงมากในช่วง 8.9 – 9.9 และมากกว่า 9.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 17, ตารางที่ 1 และ 2) ช่วงความเข้มข้นเหมาะสมในดินที่ได้มีค่าสูงกว่าค่าที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 คือ 0.3 – 0.7 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ช่วงความเข้มข้นเหมาะสมในใบที่ได้มีค่าต่ำกว่าค่าที่สายใจ (2554) จัดทำไว้สำหรับพันธุ์ RRIM 600 ไว้มาก คือ 40 – 80 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 3 และตารางที่ 4)



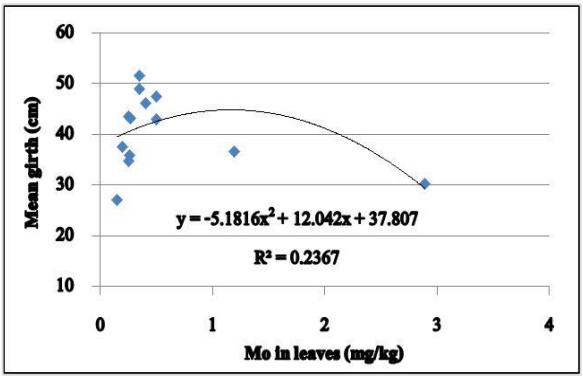
X = 15.373/34.586 = 0.444



X = 7.6684/1.2634 = 6.07

ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างโบรอนในดิน (Extract. B) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และโบรอนในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ขวา)

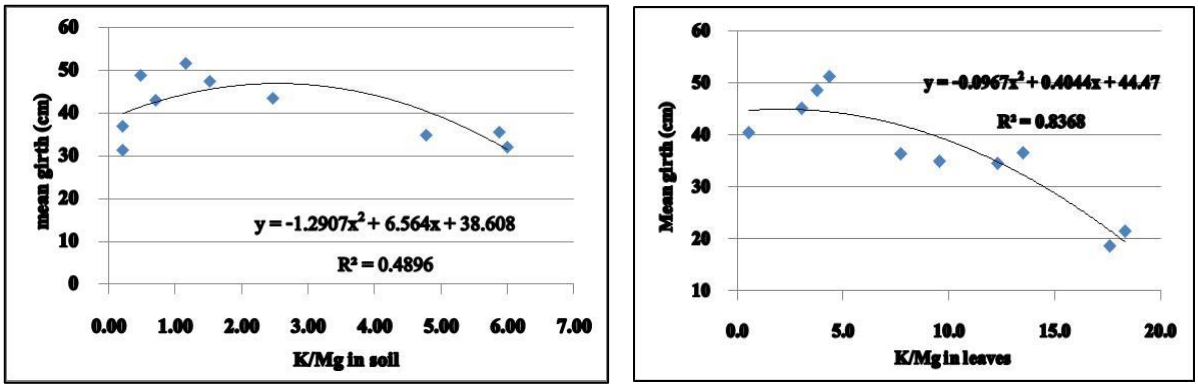
2.17 โมลิบดินัม (Mo) ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีค่า Mo ในใบในช่วง 0.15 – 2.89 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนในดินไม่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณ Mo ได้ และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของต้นยางกับค่า Mo ในใบ ถึงแม้จะเลือกตัดข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไปบ้างแล้วก็ตาม และข้อมูลบางช่วงขาดหายไปไม่ต่อเนื่อง (ภาพที่ 18) จึงไม่สามารถจัดระดับชั้นของ Mo ได้



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างโมลิบดินัม (Mo) ในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป

-

2.18 สัดส่วนของโพแทสเซียมต่อแมกนีเซียม (K/Mg) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบว่าการเพิ่มขึ้นของสัดส่วน K/Mg ในดินมีผลต่อความเข้มข้นของ K และ Mg ในใบ ความสัมพันธ์ของสัดส่วน K/Mg ในดินและในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากเลือกตัดข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไปแล้ว ความสัมพันธ์เด่นชัดขึ้น จึงคำนวณหาค่า K/Mg ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงเฉลี่ยลำต้นสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่สร้างขึ้น ได้ค่า K/Mg สูงสุดในดินเท่ากับ 2.54 และในใบเท่ากับ 6.07 ดังนั้นจึงเลือกช่วงสัดส่วน K/Mg ที่เหมาะสมที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุด ได้ค่าในดินช่วง 0.64 – 4.45 เนื่องจากสัดส่วนของ K/Mg ในดินมีค่าไม่ครอบคลุมถึงช่วงระดับต่ำมาก ทำให้ไม่สามารถจัดระดับชั้นได้อย่างสมบูรณ์ จึงกำหนดค่า K/Mg ในดินที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำเป็น น้อยกว่า 0.64 และจัดชั้นระดับสูงและสูงมากเป็น 4.46 – 5.24 และ มากกว่า 5.24 ตามลำดับ ส่วนในใบ เนื่องจากค่าสัดส่วนของ K/Mg มีค่าไม่ครอบคลุมช่วงระดับต่ำ จึงจัดชั้นระดับที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นระดับที่เหมาะสม ได้ค่า น้อยกว่า 8.91 และจัดชั้นระดับสูงและสูงมากเป็น 8.91 – 11.73 และ มากกว่า 11.73 ตามลำดับ (ภาพที่ 19, ตารางที่ 1 และ 2) ค่าสัดส่วนของ K/Mg ในดินที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ มีช่วงค่าต่ำกว่าค่าที่สายใจ (2554) ประเมินจากวิธีเส้นขอบเขตในยางพันธุ์ RRIM 600 คือ 2.0 – 6.0 ในขณะที่ค่าสัดส่วนของ K/Mg ในใบ มีช่วงค่าสูงกว่าค่าที่สายใจ (2554) ประเมินไว้ คือ 3.0 - 4.2 และสูงกว่าค่าที่จำเป็น และคณะ (2549) กำหนดไว้สำหรับลองกองด้วยวิธีเส้นขอบเขต คือ 6.6 – 8.4 (ตารางที่ 3 และ 4) แสดงให้เห็นว่ายางต้องการ K มากกว่า Mg ในสัดส่วนที่สูงมากกว่าลองกอง



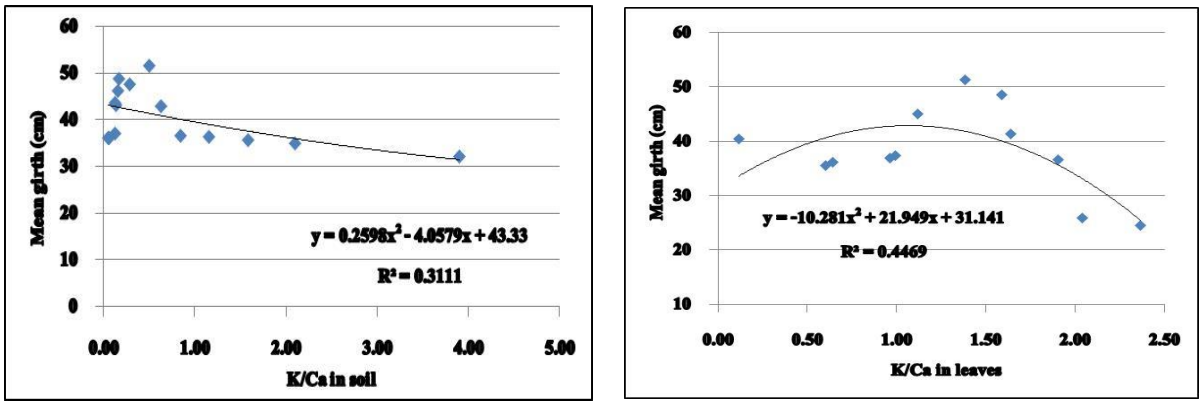
X = 6.564/2.581 = 2.54

X = 0.4044/0.1934 = 6.07

ภาพที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของโพแทสเซียมต่อแมกนีเซียมในดิน (K/Mg) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และ K/Mg ในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ขวา)

-

2.19 สัดส่วนของโพแทสเซียมต่อแคลเซียม (K/Ca) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบว่าการเพิ่มขึ้นของสัดส่วน K/Ca ในดินมีผลต่อความเข้มข้นของ K และ Ca ในใบ ความสัมพันธ์ของสัดส่วน K/Ca ในดินกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยหลังจากเลือกตัดค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไปบ้าง เส้นโค้งที่ได้ไม่ครอบคลุมระดับเหมาะสมจึงไม่สามารถจัดระดับได้ และเส้นโค้งการตอบสนองของความยาวเส้นรอบวงลำต้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อสัดส่วนของ K/Ca ในดินเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มปุ๋ย K โดยละเลยปุ๋ย Ca ในดินที่มี Ca ต่ำอาจมีผลกระทบต่อการเติบโตของต้นยาง สัดส่วนของ K/Ca ในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากเลือกตัดข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไปแล้ว พบว่าความสัมพันธ์เด่นชัดขึ้น จึงคำนวณหาค่า K/Mg ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงเฉลี่ยลำต้นสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่สร้างขึ้น ได้ค่า K/Ca สูงสุดในใบเท่ากับ 1.067 ดังนั้นจึงเลือกช่วงสัดส่วน K/Ca ในใบที่เหมาะสมที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุด ได้ค่าในช่วง 0.423 – 1.712 และกำหนดสัดส่วนของ K/Ca ที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ค่าในช่วง 0.155 – 0.422 และ 1.713 – 1.980 ตามลำดับ และจัดชั้นระดับต่ำมากและสูงมากเป็นน้อยกว่า 0.155 และ มากกว่า 1.980 ตามลำดับ (ภาพที่ 20, ตารางที่ 1 และ 2) ค่าสัดส่วนของ K/Ca ในใบที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ มีช่วงค่ากว้างกว่าค่าที่สายใจ (2554) ประเมินจากวิธีเส้นขอบเขตในยางพันธุ์ RRIM 600 คือ 0.8 – 1.4 ในขณะที่จำเป็น และคณะ (2549) ได้ค่าของ K/Ca โดยวิธีเส้นขอบเขตที่เหมาะสมในใบสำหรับการเติบโตของลองกองอยู่ในช่วง 1.4 – 18 สูงกว่าค่าที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ (ตารางที่ 3 และตารางที่ 4) แสดงให้เห็นว่าหากในดินมีความเข้มข้นของ K อยู่เท่ากัน ต้องเพิ่มปุ๋ย Ca ให้ยางก่อนเปิดกรีดมากกว่าลองกอง เพื่อให้สัดส่วนของ K ต่อ Ca มีค่าต่ำกว่าลองกอง หรือหากในดินมี Ca อยู่อย่างเพียงพอ ต้องเพิ่มปุ๋ย K ให้กับลองกองมากกว่ายางก่อนเปิดกรีด

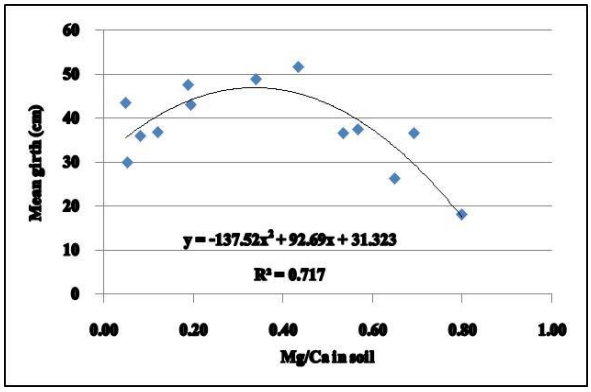


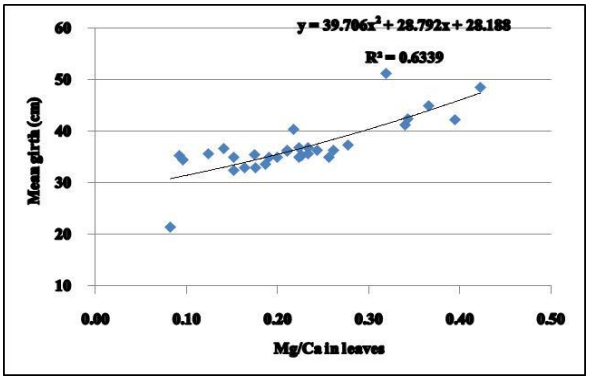
X = 21.949/20.562 = 1.067

ภาพที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของโพแทสเซียมต่อแคลเซียมในดิน (K/Ca) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ซ้าย) และ K/Ca ในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (ขวา)

-

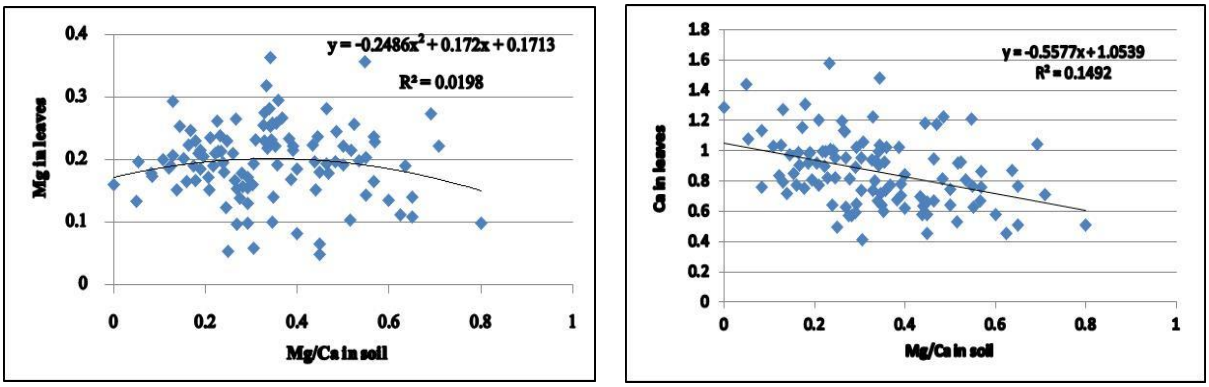
2.20 สัดส่วนของแมกนีเซียมต่อแคลเซียม (Mg/Ca) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าสัดส่วนของ Mg/Ca มีความสัมพันธ์กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยมากกว่าค่าสัดส่วนของ Ca/Mg อีกทั้งค่าสัดส่วนของ Ca/Mg มีจำนวนข้อมูลที่ครอบคลุมระดับที่เหมาะสมน้อย ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบว่าการเพิ่มขึ้นของสัดส่วน Mg/Ca ในดินมีผลต่อความเข้มข้นของ Mg ในใบ แต่พบว่ามีผลต่อความเข้มข้นของ Ca ในใบ โดยเมื่อสัดส่วนของ Mg/Ca เพิ่มขึ้น ยางมีการดูดใช้ Ca ได้น้อยลง (ภาพที่ 21 ล่างขวา) ดังนั้นหากมีการเพิ่มปุ๋ย Mg อย่างเดียวโดยไม่เพิ่มปุ๋ย Ca ด้วย จะยิ่งทำให้ยางดูดใช้ Ca ได้น้อยลง ยิ่งหากในดินนั้นมี Ca น้อยอยู่แล้วจะยิ่งส่งเสริมให้เกิดการขาดแคลน Ca มากขึ้น ความสัมพันธ์ของสัดส่วน Mg/Ca ในดินและในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยหลังจากเลือกตัดข้อมูลที่มีค่าต่ำและต่างจากกลุ่มออกไป แล้วพบว่าต้นยางตอบสนองต่อค่าสัดส่วนของ Mg/Ca ในใบที่เพิ่มขึ้นมากกว่านี้ได้อีก จึงไม่สามารถจัดระดับที่เหมาะสมในใบได้ สัดส่วนของ Mg/Ca ในดินเมื่อคำนวณหาค่า Mg/Ca ที่ทำให้ได้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ยสูงสุดจากสมการพหุนามกำลังสองที่สร้างขึ้น ได้ค่า Mg/Ca สูงสุดในดินเท่ากับ 0.34 ดังนั้นจึงเลือกช่วงค่า Mg/Ca ในดินที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 90 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นค่าเหมาะสม ได้ค่าในช่วง 0.152 – 0.522 และกำหนดสัดส่วนของ Mg/Ca ที่ทำให้ความยาวเส้นรอบวงลำต้นอยู่ในระดับร้อยละ 80 ของความยาวเส้นรอบวงลำต้นสูงสุดเป็นชั้นระดับต่ำและระดับสูง ได้ค่าในช่วง 0.076 – 0.151 และ 0.523 – 0.598 ตามลำดับ และจัดชั้นระดับต่ำมากและสูงมากเป็น น้อยกว่า 0.076 และ มากกว่า 0.598 ตามลำดับ (ภาพที่ 21, ตารางที่ 2) สัดส่วนของ Mg/Ca ที่เหมาะสมในดินมีช่วงค่าต่ำกว่าค่าที่ สายใจ (2554) ประเมินจากวิธีเส้นขอบเขตในยางพันธุ์ RRIM 600 คือ 0.2 – 0.6 (ตารางที่ 3)





X = 92.69/275.04 = 0.34

-



ภาพที่ 21 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของแมกนีเซียมต่อแคลเซียมในดิน (Mg/Ca) กับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (mean girth) ที่ความสูง 150 เซนติเมตร หลังจากตัดข้อมูลต่างกลุ่มบางส่วนออกไป (บนซ้าย) Mg/Ca ในใบกับความยาวเส้นรอบวงลำต้นเฉลี่ย (บนขวา) และ Mg/Ca ในดินกับความเข้มข้นของ Mg ในใบ (ล่างซ้าย) และ Mg/Ca ในดินกับความเข้มข้นของ Ca ในใบ (ล่างขวา)

ตารางที่ 1 ค่ามาตรฐานเบื้องต้นที่ประเมินจากวิธีเส้นขอบเขตสำหรับแปลผลการวิเคราะห์ดินปลูกยางพันธุ์ RRIT 251 ที่ความลึก 0 – 30 เซนติเมตร

สมบัติทางเคมีของดิน (วิธีวิเคราะห์)	หน่วย	การจัดระดับ				
		Very low	Low	Optimum	High	Very high
pH (1:1 in water)		< 4.37	4.37 – 4.59	4.60 – 5.70	5.71 – 5.93	> 5.93
BS (calculate)	%	< 21.8	21.8 – 31.3	31.4 – 78.1	78.2 – 87.8	> 87.8
CEC (calculate)			ไม่สามารถ	ประเมินได้		
EA (1 MKCl)	mmol(+)/kg	-	-	< 40.2	40.3 – 47.0	> 47.0
OM (Walkley&Black)	%	< 0.51	0.51 – 0.87	0.88 – 2.68	2.69 – 3.05	> 3.05
P (Bray II)	mg/kg	< 7.1	7.1 – 13.5	13.6 – 46.3	> 46.3	-
K (1 M NH_4OAc pH7)	mg/kg	< 19.6	19.6 – 29.9	30.0 – 79.5	79.6 – 89.5	> 89.5
Ca (1 M NH_4OAc pH7)	mg/kg	< 50	50 - 90	90 - 300	300 - 500	> 500
Mg (1 M NH_4OAc pH7)	mg/kg	< 19	19.0 – 23.9	24.0 – 56.0	56.1 – 90.0	> 90.0
S (0.01 M KH_2PO_4)	mg/kg	-	-	< 46.5	46.5 – 55.5	> 55.5
Fe (DTPA)	mg/kg	< 24.0	24.0 – 37.4	37.5 – 103.5	103.6 – 117.0	> 117.0
Mn (DTPA)	mg/kg		ไม่สามารถ	ประเมินได้		
Cu (DTPA)	mg/kg	< 0.17	0.17 – 0.32	0.33 – 1.13	1.14 – 1.29	> 1.29
Zn (DTPA)	mg/kg		ไม่สามารถ	ประเมินได้		
B (hot 0.01 M $CaCl_2$)	mg/kg	-	-	< 0.95	0.96 – 1.16	> 1.16
K/Mg		-	< 0.64	0.64 – 4.45	4.46 – 5.24	> 5.24
K/Ca		-	ไม่สามารถ	ประเมินได้		
Mg/Ca		< 0.076	0.076 – 0.151	0.152 – 0.522	0.523 – 0.598	> 0.598

Very low = ต่ำมาก, Low = ต่ำ, Optimum = เหมาะสม, High = สูง, very high = สูงมาก

-

ตารางที่ 2 ค่ามาตรฐานเบื้องต้นที่ประเมินจากวิธีเส้นขอบเขตสำหรับการแปลผลการวิเคราะห์ใบยางพันธุ์ RRIT 251 เมื่อเก็บตัวอย่างใบในทรงพุ่มจากใบที่ 2 – 3 นับจากโคนฉัตร และมีอายุใบ 3 เดือน ถึง 5 เดือน

ธาตุ	หน่วย	การจัดระดับ				
		Very low	Low	Optimum	High	Very high
N	%	< 2.00	2.00 – 2.12	2.13 – 2.70	2.71 – 2.82	> 2.82
P	%	< 0.17	0.17 – 0.19	0.20 - 0.35	> 0.35	-
K	%	< 0.73	0.73 – 0.78	0.79 - 1.10	1.11 – 1.16	> 1.16
Ca	%	< 0.36	0.36 – 0.50	0.51 – 1.25	1.26 – 1.40	> 1.40
Mg	%	< 0.14	0.14 - 0.18	0.19 – 0.43	> 0.43-	-
S	%	< 0.161	0.161 - 0.173	0.174 - 0.234	0.235 - 0.247	> 0.247
Fe	mg/kg	< 35.5	35.5 – 51.4	51.5 – 128.5	128.6 – 144.5	> 144.5
Mn	mg/kg	-	-	< 595	596 - 730	> 730
Cu	mg/kg	< 6.69	6.69 – 7.26	7.27 – 10.06	10.07 – 10.64	> 10.64
Zn	mg/kg	< 15.0	15.0 – 18.4	18.5 – 35.3	> 35.3	-
B	mg/kg	< 2.3	2.3 – 3.3	3.4 – 8.8	8.9 – 9.9	> 9.9
Mo	Mg/kg		ไม่สามารถ	ประเมินได้		
K/Mg		-	-	< 8.91	8.91 – 11.73	> 11.73
K/Ca		< 0.155	0.155 – 0.422	0.423 – 1.712	1.713 – 1.980	> 1.980
Mg/Ca			ไม่สามารถ	ประเมินได้		

Very low = ต่ำมาก, Low = ต่ำ, Optimum = เหมาะสม, High = สูง, very high = สูงมาก

-

ตารางที่ 3 ค่ามาตรฐานเบื้องต้นหรือค่าที่เหมาะสมในดินปลูกยางพันธุ์ RRIT 251 ที่ประเมินจากวิธีเส้นขอบเขตค่ามาตรฐานของดินปลูกยางที่เคยกำหนดไว้ และค่ามาตรฐานของส้มโอ

สมบัติทางเคมีของดิน/ธาตุอาหาร (วิธีวิเคราะห์)	หน่วย	ค่ามาตรฐาน			
		ยาง (วิธีเส้นขอบเขต: RRIT 251)	ยาง[1]	ยาง[2] (วิธีเส้นขอบเขต: RRIM 600)	ส้มโอ[3]
pH (1:2.5 in water)		4.60 – 5.70	4.5-5.5	4.5-5.0	-
BS (calculate)	%	31.4 – 78.1	-	25-75	-
CEC (calculate)	mmol(+)/kg	-	110 -150	-	-
EA (1 MKCl)	mmol/kg	< 40.2	-	10 - 30	-
OM (Walkley&Black)	%	0.88 – 2.68	1.0 – 2.5	1.0 - 2.6	1.5 – 2.5
P (Bray II)	mg/kg	13.6 – 46.3	11 - 30	10 - 20	15 - 25
K (1 M NH_4OAc pH7)	mg/kg	30.0 – 79.5	> 40	40 - 80	100 - 150
Ca (1 M NH_4OAc pH7)	mg/kg	90 - 300	> 60	50 - 600	1,000 – 2,000
Mg (1 M NH4OAc pH7)	mg/kg	24.0 – 56.0	> 36	-	120 – 240
S (0.01 M KH_2PO_4)	mg/kg	< 46.5	-	25 - 35	-
Fe (DTPA)	mg/kg	37.5 – 103.5	30 - 35	30 - 90	11 - 16
Mn (DTPA)	mg/kg	-	2 - 4	-	9 - 12
Cu (DTPA)	mg/kg	0.33 – 1.13	0.8 – 1.0	0.5-1.5	0.9 – 1.2
Zn (DTPA)	mg/kg	-	0.4 – 0.6	0.5-1.5	1.1 – 3.0
B (hot 0.01 M $CaCl_2$)	mg/kg	< 0.95	-	0.3-0.7	-
K/Mg		0.64 – 4.45	-	2.0 – 6.0	-
K/Ca		-	-	0.4 – 1.4	-
Mg/Ca		0.152 – 0.522	-	0.2 – 0.6	-

หมายเหตุ : [1]ยาง โดย สถาบันวิจัยยาง (2551)

[2]ยาง โดย สายใจ (2554)

[3]ส้มโอ โดย สมศักดิ์ (2551)

-

ตารางที่ 4 ค่าความเข้มข้นมาตรฐานเบื้องต้นหรือค่าที่เหมาะสมในใบยางที่ประเมินจากวิธีเส้นขอบเขตและค่าที่เหมาะสมในใบพืชต่าง ๆ

ธาตุ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน					
		ยาง (วิธีเส้นขอบเขต: RRIT 251)	ยาง[1]	ยาง[2] (วิธีเส้นขอบเขต: RRIM 600)	ลองกอง[2]	ทุเรียน[3]	ส้มโอ[4]
N	%	2.13 – 2.70	3.31 – 3.70	3.0–3.8	2.30 – 2.62	2.06 – 2.18	-
P	%	0.20 - 0.35	0.20 – 0.25	0.25-0.30	0.17 – 0.19	0.14 - 0.21	0.15 – 0.20
K	%	0.79 - 1.10	1.36 – 1.65	1.0-1.4	1.74 – 2.06	1.55 – 1.71	1.5 – 2.0
Ca	%	0.51 – 1.25	-	1.0-1.5	1.04 – 1.25	1.58 – 1.94	3.0 – 4.0
Mg	%	0.19 – 0.43	0.21 – 0.25	> 0.35	0.24 – 0.28	0.21 – 0.30	0.30 – 0.50
S	%	0.2 - 0.3	-	0.2-0.3	-	-	-
Fe	mg/kg	51.5 – 128.5	-	90–130	61 - 66	-	40 - 80
Mn	mg/kg	< 595	45 - 150	300 - 500	49 - 58	-	5 - 15
Cu	mg/kg	7.27 – 10.06	-	10-15	7 - 8	-	> 4
Zn	mg/kg	18.5 – 35.3	-	-	18 - 20	9.84 – 24.54	> 15
B	mg/kg	3.4 – 8.8	-	40 - 80	27 - 30	-	-
K/Mg		< 8.91	-	3.0 – 4.2	-	-	-
K/Ca		0.423 – 1.712	-	0.8 – 1.4	-	-	-
Mg/Ca		-	-	0.3 – 0.5	-	-	-

หมายเหตุ : [1]ยาง สถาบันวิจัยยาง (2548)
[2]ลองกอง โดย จำเป็น และคณะ(2549), จำเป็น และคณะ (2550)
[3]ทุเรียน โดย สุมิตรา และวิเชียร (2546)
[4]ส้มโอ โดย สมศักดิ์ (2551)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ค่ามาตรฐานสำหรับแปลผลการวิเคราะห์ดินในสวนยางระยะก่อนเปิดกรีดพันธุ์ RRIT 251 พบว่าทุกค่าที่กำหนดได้มีช่วงค่าที่เหมาะสมสูงกว่าค่าที่สถาบันวิจัยยางแนะนำในปัจจุบัน ในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถกำหนดค่าของ CEC, Mn และ Zn ได้ เนื่องจาก CEC มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมากทุกสวนตามการจัดระดับของ Thainugul (1986) (อ้างถึงในสถาบันวิจัยยาง, 2548) ส่วน Mn ข้อมูลในช่วงที่ครอบคลุมความเข้มข้นที่เหมาะสมมีจำนวนน้อยมาก อีกทั้งค่า R^2 ยังต่ำมาก จึงเป็นการยากที่จะประมาณว่าช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสมมีค่าประมาณเท่าใด สำหรับ Zn นั้นไม่พบความสัมพันธ์กับการเติบโตของต้นยาง ในการศึกษาครั้งนี้ยังสามารถกำหนดค่ามาตรฐานในดินได้เพิ่มเติมจากที่สถาบันยางแนะนำอยู่ในปัจจุบันอีก 6 ค่า คือ BS, EA, S, B, สัดส่วนของ K/Mg และ สัดส่วนของ Mg/Ca (ตารางที่ 3)

-

ค่ามาตรฐานสำหรับแปลผลการวิเคราะห์ใบในสวนยางระยะก่อนเปิดกรีดพันธุ์ RRIT 251 พบว่าค่ามาตรฐานของ N และ K มีค่าต่ำกว่าค่าแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และค่าแนะนำของส้มโอ แต่มีใกล้เคียงกับค่าแนะนำของลองกอง และทุเรียน ส่วนค่า P มีค่าใกล้เคียงกับค่าแนะนำของสถาบันวิจัยยาง และค่าที่สายใจ (2554) จัดทำไว้ในพันธุ์ RRIM 600 แต่ต่ำกว่าค่าแนะนำของลองกอง ทุเรียน และส้มโอ ค่ามาตรฐานของ Mg มีช่วงค่ากว้างกว่าและสูงกว่าค่าแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ลองกอง และทุเรียน แต่ต่ำกว่าค่าแนะนำของส้มโอ ค่ามาตรฐานของ Fe และ Mn ที่ได้มีขอบเขตของค่าเหมาะสมสูงกว่าค่าแนะนำของสถาบันวิจัยยาง ลองกอง และส้มโอมาก แสดงให้เห็นว่ายางมีความสามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่มีไอออนกรดของ Fe และ Mn อยู่สูงมากกว่าพืชอื่น และในการศึกษาครั้งนี้ยังสามารถกำหนดค่ามาตรฐานของ Ca, S, Fe, Cu, Zn, B, สัดส่วนของ K/Mg และสัดส่วนของ K/Ca ได้ ซึ่งเป็นค่าที่ยังไม่ได้กำหนดไว้ในคำแนะนำของสถาบันวิจัยยาง (ตารางที่ 4)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการสำรวจธาตุอาหารในแปลงปลูกยางพันธุ์ RRIT 251 ระยะก่อนเปิดกรีดของเกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ จำนวน 110 แปลง เมื่อนำผลการสำรวจมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการเติบโต (ความยาวเส้นรอบวงลำต้นที่ความสูง 150 เซนติเมตร) กับความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินหรือใบ โดยใช้สมการพหุนามกำลังสองเป็นแบบจำลอง พบว่า ดินที่เหมาะสมต่อการปลูกยางพันธุ์ RRIT 251 ควรมีค่า pH ในช่วง 4.60 - 5.70 ค่าความอิ่มตัวด้วยเบส (BS) 31.4 – 78.1 % กรดที่แลกเปลี่ยนได้ (EA) น้อยกว่า 40.2 mmol(+)/kg อินทรียวัตถุ (OM) 0.88 – 2.68 % ความเข้มข้นของ P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu และ B ในช่วง 13.6 – 46.3, 30.0 – 79.5, 90 - 300, 24.0 – 56.0, < 46.5, 37.5 - 103.5, 0.33 - 1.13 และ < 0.95 mg/kg ตามลำดับ และสัดส่วนของ K/Mg และ Mg/Ca ในช่วง 0.64 – 4.45 และ 0.152 – 0.522 ตามลำดับ และในใบควรมีความเข้มข้นที่เหมาะสมของธาตุ N, P, K, Ca, Mg และ S ในช่วง 2.13 – 2.70, 0.20 - 0.35, 0.79 - 1.10, 0.51 - 1.25, 0.19 – 0.43 และ 0.174 - 0.234 % ตามลำดับ ธาตุ Fe, Mn, Cu, Zn และ B ในช่วง 51.5 – 128.5, < 595, 7.27 – 10.06, 18.5 – 35.3 และ 3.4 – 8.8 mg/kg ตามลำดับ และสัดส่วนของ K/Mg และ K/Ca ในช่วง < 8.91 และ 0.423 – 1.712 ตามลำดับ ค่ามาตรฐานของ K ในใบต่ำกว่าค่าซึ่งเคยจัดทำไว้ก่อน ทั้งนี้อาจจะเกิดจากผลของการเป็นปฏิปักษ์กับ Mg และ Ca การละเลยการใส่ปุ๋ย Mg และ Ca จึงไม่เป็นผลดีต่อการเจริญเติบโตของต้นยาง ในขณะที่ค่ามาตรฐานของ Fe และ Mn ในใบสูงกว่าค่าทั่วไปมาก แสดงให้เห็นว่ายางสามารถเติบโตได้ในสภาพดินที่เป็นกรดรุนแรงมี Fe และ Mn ในดินสูง

การใช้สมการพหุนามกำลังสองเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อประมาณแนวเส้นขอบเขต ช่วยให้สามารถจัดทำค่ามาตรฐานเพื่อการประเมินสมบัติของดิน และความเข้มข้นของธาตุอาหารทั้งในดินและในใบสำหรับพืชยางได้ โดยไม่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก ข้อมูลที่ครอบคลุมเพียงด้านใดด้านหนึ่งของช่วงความเข้มข้นที่เหมาะสม ก็สามารถจัดทำค่ามาตรฐานได้ ไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลแท้จริงบนเส้นขอบเขต และไม่จำเป็นต้องตัดข้อมูลจำนวนมากออกไป นอกจากนี้ วิธีนี้ยังให้ความสำคัญกับข้อมูลเท่ากันทั้งด้านสูงกว่าและต่ำกว่าช่วงเหมาะสม ซึ่งช่วยลดโอกาสการเบี่ยงเบนข้อมูล (bias) โดยผู้วิจัยลงได้ อย่างไรก็ตาม แบบจำลอง

-

สมการพหุนามกำลังสองมีข้อจำกัดเช่นเดียวกันกับวิธีอื่น นั่นคือ ความแม่นยำขึ้นอยู่กับจำนวนและการกระจายของข้อมูล ข้อมูลของสมบัติดินและธาตุอาหารส่วนใหญ่ในการศึกษานี้ บางค่ายังกระจายอยู่ในช่วงแคบ ทำให้ไม่สามารถจัดทำค่ามาตรฐานได้ อย่างสมบูรณ์ทั้ง 5 ระดับ และบางธาตุยังไม่สามารถทำการจัดระดับได้ แต่ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ก็ทำให้ค่ามาตรฐานเพื่อการแปลผลการวิเคราะห์ของยางพาราทั้งดินและใบมีความสมบูรณ์มากขึ้น ในทำนองเดียวกันกับการจัดทำค่ามาตรฐานทั่วไป ค่ามาตรฐานที่กำหนดขึ้นมา ต้องมีการทดสอบความถูกต้องและปรับปรุงค่าที่ได้ให้มีความแม่นยำมากขึ้น และต้องเก็บข้อมูลผลผลิตและสมบัติดิน รวมทั้งค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารจากสวนยางในหลาย ๆ พื้นที่ที่มีการดูแลรักษาแตกต่างกัน เป็นจำนวนหลาย ๆ สวน เนื่องจากการเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันนั้น ถูกควบคุมโดยหลายปัจจัย ผลผลิตหรือการเติบโตของพืชไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของธาตุอาหารเพียงอย่างเดียว ดังเช่นที่พบในบางตัวอย่างสวนยาง ที่พบว่าแม้มีความเข้มข้นของธาตุอาหารเกือบทุกธาตุอยู่ในระดับสูง ยกเว้น P และ Cu ที่มีอยู่ต่ำ ยังมีการเติบโตอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านการมีลูกรังปนอยู่ในดิน และมีวัชพืชมาก บางสวนได้รับผลกระทบจากโรค แสดงให้เห็นว่าการเติบโตของยางไม่ได้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของธาตุอาหารหรือขึ้นอยู่กับการใส่ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว จะต้องประกอบด้วยปัจจัยอื่นด้วย นอกจากนี้ควรมีการนำค่ามาตรฐานที่ได้มาทำการทดลองและทดสอบใส่ปุ๋ยตามการแปลผลต่อไป เพื่อยืนยันความแม่นยำ หลังจากนั้นจึงจะสามารถนำไปใช้เป็นค่ามาตรฐานสำหรับแปลผลค่าวิเคราะห์ดินและใบยางสำหรับพันธุ์ RRIT 251 นอกจากนี้ผู้นำค่ามาตรฐานที่ศึกษาได้ในครั้งนี้ไปใช้ ควรทำการเก็บใบยางอายุ 3 ถึง 5 เดือน หลังจากผลิใบใหม่ โดยเก็บก่อนใส่ปุ๋ยหรือหลังใส่ปุ๋ยไปแล้วไม่น้อยกว่า 1 เดือน และไม่เก็บใบที่เป็นโรคเกินกว่าร้อยละ 5 ของพื้นที่ใบ ใบที่เก็บเป็นใบย่อยจำนวน 1 – 3 ใบจากใบประกอบที่ 2 หรือ 3 นับจากใบล่างสุดของฉัตร ให้ได้รวมกันประมาณแปลงละ 40 – 50 ใบ เพื่อเป็นตัวแทนสำหรับนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหาร ส่วนตัวอย่างดินเก็บที่ระดับความลึก 0 – 30 เซนติเมตร อย่างน้อยแปลงละ 8 - 9 จุด กระจายทั่วทั้งแปลงเพื่อให้ได้ตัวอย่างดินที่สามารถใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่นั้น ๆ เก็บให้ได้ตัวอย่างดินรวมประมาณ 1 กิโลกรัม ตัวอย่างดินและใบที่ได้ต้องนำมาวิเคราะห์ธาตุอาหาร ด้วยวิธีเดียวกันกับที่ผู้สร้างค่ามาตรฐานใช้ สมบัติของดินและค่าความเข้มข้นที่ได้จากตัวอย่างดินและใบที่เป็นตัวแทน จึงจะสามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดขึ้นนี้ได้ ดังนั้นการประเมินสถานะธาตุอาหารในดินและใบยางต้องเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ดิน และใบตามวิธีดังกล่าว ถ้าระดับธาตุอาหารอยู่ในระดับที่เหมาะสมเกษตรกรสามารถใส่ปุ๋ยสูตรเดิมและอัตราเท่าเดิม ถ้าอยู่ระดับต่ำหรือขาดแคลน ต้องมีการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารนั้นเพิ่มขึ้น แต่ถ้าระดับธาตุอาหารอยู่ในระดับมากเกินพอ ก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย หรือใส่ลดลง อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยต้องคำนึงสมดุลของธาตุอาหารด้วย เนื่องจากถ้าธาตุใดธาตุหนึ่งอยู่ในระดับต่ำหรือระดับเพียงพอ การใส่อีกธาตุหนึ่งที่เป็นปฏิปักษ์ต่อกันเพิ่มขึ้นอาจทำให้เกิดการขาดแคลนธาตุนั้นได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบคุณพนักงานลูกจ้างต่าง ๆ ที่มีบทบาทสนับสนุนให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี ตั้งแต่ช่วยหาแปลงปลูกยางพันธุ์ RRIT อายุ 4 ปี ช่วยเจรจากับเจ้าของสวนยาง

-

ช่วยสัมภาษณ์เก็บข้อมูลทั่วไป ช่วยวัดการเจริญเติบโต เก็บตัวอย่างดิน ตลอดจนตัวอย่างใบยาง พนักงานที่ทำหน้าที่ขับรถยนต์ พนักงานบันทึกข้อมูล และพนักงานที่ช่วยวิเคราะห์ดินและวิเคราะห์พืช

ขอบคุณสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี (การยางแห่งประเทศไทย จังหวัดสุราษฎร์ธานี) ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลชื่อ ที่อยู่ และที่ตั้งสวนยางของเกษตรกรผู้ขอทุนปลูกยางพันธุ์ RRIT 251 ในปี พ.ศ. 2554 และ 2555 ของจังหวัดต่าง ๆ ในเขตภาคใต้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. อภิรดี แซ่ลิ่ม ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี อ.เมือง จ.ปัตตานี เป็นอย่างสูงที่กรุณาช่วยวิเคราะห์ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตทางสถิติให้

เอกสารอ้างอิง

จำเป็น อ่อนทอง, สายใจ กิ้มสงวน และพิรุณ ติระพัฒน์. 2549. ค่ามาตรฐานของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบลองกอง. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 37: 257-268.

จำเป็น อ่อนทอง, พิรุณ ติระพัฒน์และคศิกาญจน์ สุขมี. 2550. ค่าความเข้มข้นมาตรฐานเบื้องต้นของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง และโบรอน ในใบลองกอง (*Aglaiadookkoo* Griff.). ว.สงขลานครินทร์ วทท. 29: 287-296.

คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมปฐพีวิทยา. 2551. พจนานุกรมปฐพีวิทยา. สำนักพิมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไพบูลย์ วิวัฒน์วงศ์วนา. 2546. เคมีดิน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สถาบันวิจัยยาง. 2548. การใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินในสวนยาง. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตร. และสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยยาง. 2551. *การใช้ปุ๋ยยางพาราตามค่าวิเคราะห์ดิน.* (หน้า 9). กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ มณีพงศ์. 2551. การสำรวจธาตุอาหารเพื่อจัดทำค่าแนะนำมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ดินและพืชสำหรับส้มโอ. ใน การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 7, 26-30 พฤษภาคม 2551. โรงแรมอมรินทร์ลากูน, พิษณุโลก.

สายใจ สุชาติกูล. 2554. การจัดทำค่ามาตรฐานเพื่อการวินิจฉัยสถานะธาตุอาหารในดินและใบสำหรับยางพาราก่อนเปิดกรีด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช.

สุมิตรา ภู่วโรดม และ วิเชียร จาฏุพจน์. 2546. การใช้วิธีเส้นขอบเขตในการกำหนดค่ามาตรฐานธาตุอาหารสำหรับทุเรียน. วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 34: 51-58.

วิเชียร จาฏุพจน์. 2550. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

-

Angeles D.E., Sumner M.E. and N.W. Barbour. (1990). Preliminary nitrogen, phosphorus and potassium DRIS norms for pineapple. HortScience. 25: 652-655.

Casanova, D., J. Goudriaan, J. Bouma and G.F. Epema. 1999. Yield gap analysis in relation to soil properties in derect-seeded flooded rice. Geoderma. 91: 191-216.

de la Puente L.S. and R.M. Belda. 1999. Square root and quadratic equation for the study of leaf diagnosis in wheat. Journal of Plant Nutrition. 22: 1469-1479.

Jones J.B. 2001. Laboratory guide for conducting soil test and plant analysis. CRC Press, New York.

Schnug E., Heym J. and F. Achwan. 1996. Establishing critical values for soil and plant analysis by means of the boundary line development system (Bolides). Commun. Soil Sci. Plant Anal. 27: 2739-2748.

Shatar T.M. and A.B. McBratney. 2004. Boundary-line analysis of field-scale yield response to soil properties. Journal of Agricultural Science. 142:553-560.

Tandon H.L.S. eds. 1995. Methods of Analysis of Soils, Plants, Waters and Fertilisers. Fertiliser Development and Consultation Organisation, New Delhi.

Thainugul W. 1986. Soil and Leaf analysis as a basis of fertilizer recommendations for *Heveabrasilliensis* in Thailand. D. Sc. Thesis. University of Ghent, Belgium.

Van Erp P. J. and M.L. Van Beusichem. (1998). Soil and plant testing programs as a tool for optimizing fertilizer strategies. In Z. Rengel (Ed.), *Nutrient use in crop production*. (pp. 53-75). New York, USA: Food Products Press.

-

การศึกษาศักยภาพการแข่งขันของโรงงานแปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยาง

The Competitiveness of Sawn Rubberwood Factory and Rubberwood Furniture Factory

ภัทรพงศ์ วงศ์สุวัฒน์[1]
ปัณณวิชญ์ วงศ์สุวัฒน์[1] กิตติพงษ์ ชิ้มสมบูรณ์[1]
อรอนงค์ เวียงแก้ว[1] พรธิรัฐฐ์ พจนสุนทร[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาศักยภาพการแข่งขันของโรงงานแปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อ 1) ศึกษาสภาพทั่วไปของการแปรรูปไม้ยางพารา และผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ตั้งแต่ระดับต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ 2) ศึกษาศักยภาพในการแข่งขันของโรงงานแปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยาง การศึกษาใช้ข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากการสังเกตแบบมีส่วนร่วมและจากการสัมภาษณ์เชิงลึก และข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากการรวบรวมเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษาพบว่า แนวโน้มอุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารายังมีแนวโน้มที่ดี โดยตลาดหลักยังเป็นการส่งออกไปยังประเทศจีน เนื่องจากประเทศจีนมีการขยายตัวด้านอสังหาริมทรัพย์มากขึ้นทำให้ความต้องการเฟอร์นิเจอร์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต้องการวัตถุดิบเพิ่มขึ้น แม้ว่าผลิตภัณฑ์ของไทยจะมีคุณภาพที่ดีกว่า แต่ก็ยังมีข้อจำกัดด้านต้นทุนในการผลิตที่ไม่สามารถแข่งขันกับประเทศคู่แข่งอื่น ๆ ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ต้องต้องได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนทุกภาคส่วนอย่างบูรณาการ ไม่ว่าจะเป็นทั้งในส่วนของรัฐบาล ส่วนงานที่รับผิดชอบโดยตรงเกี่ยวกับยางพารา เช่น การยางแห่งประเทศไทย กระทรวงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และตัวของผู้ประกอบการเอง โดยต้องดำเนินการในทั้งเรื่องของการแก้กฎหมาย ระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ ให้เอื้อต่อการดำเนินงานของผู้ประกอบการ การสนับสนุนด้านเงินทุน สินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ การจัดการแรงงานในการผลิต การพัฒนาฝีมือแรงงาน การขยายและพัฒนาการตลาด การวิจัยและพัฒนาเชิงพาณิชย์ การสร้างตราสินค้าและมาตรฐานสินค้าให้เป็นที่ยอมรับ การพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอนเกี่ยวกับอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา รวมทั้งการรวมกลุ่มกันของผู้ประกอบการเพื่อสร้างความเข้มแข็งในการดำเนินธุรกิจ

คำสำคัญ: การศึกษาศักยภาพ, โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา, โรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยาง

---

[1] ฝ่ายวิจัยและพัฒนาเศรษฐกิจยาง การยางแห่งประเทศไทย แขวงบางขุนนนท์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

บทนำ

ไม้ยางพาราเป็นไม้ที่มีคุณภาพทางกายภาพหลายประการใกล้เคียงกับไม้สัก มีลวดลายที่สวยงาม ย้อมสีได้ ตกแต่งได้ น้ำหนักเบา และมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ชนิดอื่น ๆ โดยไม้ยางพาราที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราหรือเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา จะเป็นไม้ยางพาราที่ได้จากการโค่นต้นยางที่มีอายุระหว่าง 20 ปีขึ้นไป ซึ่งไม้เหล่านี้เป็นไม้ที่มีอายุมาก ให้ผลผลิตน้ำยางต่ำ ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ในการกรีดเก็บน้ำยางอีกต่อไป จึงจำเป็นต้องโค่นออกและทำการปลูกทดแทน ซึ่งไม้เหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป โดยสามารถสร้างรายได้จากการส่งออกให้กับประเทศประมาณปีละ 18,000 – 21,000 ล้านบาท

ปริมาณไม้ยางของไทยที่ออกสู่ตลาดนั้น มาจากพื้นที่ปลูกแทนยางประมาณปีละ 300,000 ไร่ การตัดโค่นไม้ยางพาราในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้ไม้ยางพาราประมาณไร่ละ 38 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นคิดเป็นปริมาตรไม้ปีละ 11.4 ล้านลูกบาศก์เมตร จะเห็นว่าไทยมีวัตถุดิบในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราได้อย่างเพียงพอ ซึ่งวัตถุดิบเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับผู้ประกอบการ 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1) อุตสาหกรรมต้นน้ำ ประกอบด้วยกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา นายหน้าหรือผู้ประกอบการรับจ้างโค่นยางและขนส่งไม้ยางพารา

2) อุตสาหกรรมกลางน้ำ ประกอบด้วย กลุ่มธุรกิจแปรรูปไม้ยางพารา เช่น โรงเลื่อยไม้ โรงอบไม้ โรงงานผลิตชิ้นไม้อัดและแผ่นใยไม้อัด

3) อุตสาหกรรมปลายน้ำ ประกอบด้วย กลุ่มผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมเครื่องเรือนและผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพารา

อุตสาหกรรมปลายน้ำ โดยเฉพาะกลุ่มผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้เป็นกลุ่มสินค้าที่สร้างมูลค่าเพิ่มจากไม้ยางพารามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมต้นน้ำและกลางน้ำ โดยเมื่อพิจารณาข้อมูลมูลค่าส่งออกเฟอร์นิเจอร์ไม้ (รวมเฟอร์นิเจอร์ที่ผลิตจากไม้ยางพาราและไม้ชนิดอื่น ๆ) ระหว่างปี 2557 – 2559 พบว่ามูลค่าการส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 11.86

อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ของไทยยังมีปัญหาการกีดกันทางการค้าจากตลาดสหภาพยุโรป ซึ่งกำหนดการอนุญาตนำเข้าไม้ต้องมาจากแหล่งที่ถูกกฎหมาย เมื่อเทียบกับคู่แข่ง อินโดนีเซียมีความร่วมมือข้อตกลงโดยสมัครใจการส่งออกไม้ที่ตัดโค่นจากป่าที่มีสิทธิ์ถูกต้อง (Voluntary Partnership Agreement: VPA) นอกจากนี้บางครั้งผู้ผลิตไม้แปรรูปนิยมส่งออกไปต่างประเทศที่ให้ผลตอบแทนสูงกว่าขายในประเทศ เช่น ประเทศจีนซึ่งเป็นคู่แข่งขันในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์และมีความต้องการไม้แปรรูปจำนวนมาก ทำให้ผู้ประกอบการเฟอร์นิเจอร์ไม้มีความยุ่งยากในการบริหารจัดการวัตถุดิบและการวางแผนด้านการตลาดรวมทั้งยังถูกคู่แข่งขันได้แก่ จีน เวียดนามแย่งตลาด นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ส่งออกเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีปัญหาขาดเงินทุนหมุนเวียน รวมทั้งเสียเปรียบคู่แข่งขันในด้านต่าง ๆ เช่น คุณภาพวัตถุดิบ ต้นทุนการผลิตและค่าขนส่ง ต้นทุนค่าแรงงาน และเสียเปรียบด้านการออกแบบสินค้า

-

การยางแห่งประเทศไทยจึงได้กำหนดยุทธศาสตร์ยางพาราระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) (การยางแห่งประเทศไทย, 2560) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยได้กำหนดไว้ในแผนยุทธศาสตร์ที่ 4 การพัฒนาตลาดและช่องทางการจัดจำหน่าย กลยุทธ์ที่ 4.2 การพัฒนาตลาด และช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ยาง/ไม้ยางพาราภายในประเทศ และกลยุทธ์ที่ 4.3 การพัฒนาตลาด และช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ยาง/ไม้ยางพาราในต่างประเทศ โดยมีแนวทางในการพัฒนา อาทิเช่น

- สำรวจข้อมูลความต้องการใช้ไม้ยางพาราของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา
- ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการคัดสรรไม้ยางพาราที่ผลิตโดยสถาบันเกษตรกร
- จัดงานแสดงสินค้าประเภทไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราเป็นประจำทุกปี
- จัดกิจกรรมจับคู่ธุรกิจระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา
- ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย เพื่อค้นหาแนวโน้มและโอกาสในการขยายตลาดส่งออกไม้ยางพาราไปยังประเทศที่มีศักยภาพ
- ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ไปจัดแสดงสินค้าในต่างประเทศ
- จัดทำตราสินค้าของผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา ภายใต้ชื่อ “Rubber Product of Thailand) และประชาสัมพันธ์สินค้าให้ตลาดต่างประเทศยอมรับในคุณภาพและมาตรฐานของไม้ยางพาราไทย เป็นต้น

ดังนั้นจึงควรศึกษาศักยภาพการแข่งขันของผู้ส่งออกเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา เพื่อทราบสถานการณ์การผลิต การตลาด ตลอดจนปัญหาอุปสรรคที่เกี่ยวข้อง อันจะเป็นแนวทางในการสร้างความเข้มแข็งและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราตามยุทธศาสตร์การ ยางแห่งประเทศไทย 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579) และนำไปสู่การเพิ่มการจ้างงานในประเทศและเพิ่มมูลค่าไม้ยางให้มากขึ้น

ระเบียบวิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินงาน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) เกษตรกรชาวสวนยาง เจ้าของและพนักงานลานรับซื้อไม้ยางพารา และผู้ประกอบกิจการโรงงานแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา เพื่อศึกษาถึงกระบวนการจำหน่ายวัตถุดิบ การรับซื้อวัตถุดิบ การขนส่งวัตถุดิบ กระบวนการแปรรูปไม้ยางพาราและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ปริมาณผลผลิต และชนิดของผลผลิต การจัดจำหน่ายสินค้า ตลาดที่จัดจำหน่าย รวมทั้งการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) กับผู้บริหารของโรงงานแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะที่มีต่อหน่วยงานภาครัฐ

2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้จากการรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร หนังสือ และ เว็บไซต์ของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

-

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยวิธีดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาด้วยการจัดระบบข้อมูลและแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูล และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลมาตีความ และนำเสนอด้วยการเขียนบรรยายโดยมีรูปภาพประกอบ

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) เป็นการนำข้อมูลซึ่งได้จากการศึกษามาลงรหัสข้อมูลแล้ววิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผ่านสถิติขั้นพื้นฐาน

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา

ตุลาคม 2559 – กันยายน 2560

สถานที่ดำเนินการ

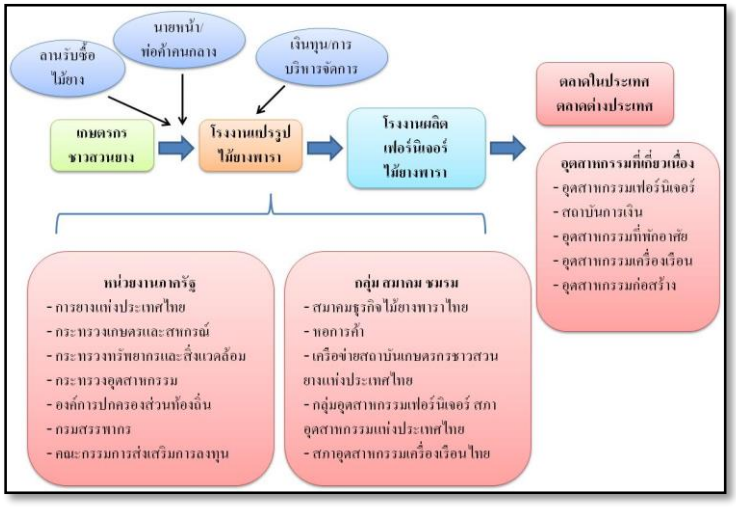
ทำการศึกษากลุ่มเป้าหมาย 3 กลุ่ม ได้แก่ เกษตรกรผู้ที่ขายไม้ยางพารา ลานรับซื้อไม้ยางพารา และผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราในพื้นที่ภาคใต้

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา

สภาพทั่วไปของอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

อุตสาหกรรมไม้ยางพารา (Rubber Wood Industry) หมายถึง กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับไม้ยางพาราทั้งระบบ ครอบคลุมตั้งแต่การเลือกสรรพันธุ์ต้นยางพารา การปลูก การนำไม้มาใช้ประโยชน์ โดยมีภาพรวมของอุตสาหกรรมไม้ยางพารา ดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพรวมอุตสาหกรรมไม้ยางพารา

ที่มา: จากการศึกษาของผู้วิจัย

-

จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าในปี 2559 ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกยางประมาณ 23.34 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 4.36 ล้านตัน และหลังจากที่ต้นยางพารามีอายุระหว่าง 20 – 25 ปี ซึ่งให้ผลผลิตลดลง จะต้องทำการโค่นเพื่อปลูกแทนปีละ 400,000 ไร่ ซึ่งจะให้ปริมาณเนื้อไม้ประมาณ 8.8 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยไม้ยางพาราส่วนใหญ่จะถูกนำไปแปรรูปแล้วนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์และเฟอร์นิเจอร์ จากข้อมูลของศูนย์สารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ พบว่ามูลค่าการส่งออกไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ เครื่องเรือนไม้ และชิ้นส่วนไม้ของไทยในปี 2559 มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 2,563.62 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นจากปี 2558 ถึงร้อยละ 13.99 ผลจากการ ส่งออกไม้แปรรูปเพิ่มขึ้นร้อยละ 33.51 โดยเฉพาะไม้ยางพาราแปรรูปมีการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นมากที่สุดร้อยละ 34.49 ในขณะที่สินค้าในกลุ่มเครื่องเรือนไม้ฯ อุปกรณ์ก่อสร้างไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ปรับลดลง โดยสินค้าในกลุ่มไม้แปรรูปและผลิตภัณฑ์ไม้แผ่นมีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 76.48 มีมูลค่า 1,960.57 ล้านดอลลาร์สหรัฐ รองลงมา คือ เครื่องเรือนไม้ฯ ผลิตภัณฑ์ไม้และอุปกรณ์ก่อสร้าง ไม้ ตามลำดับดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 3 และภาพที่ 3

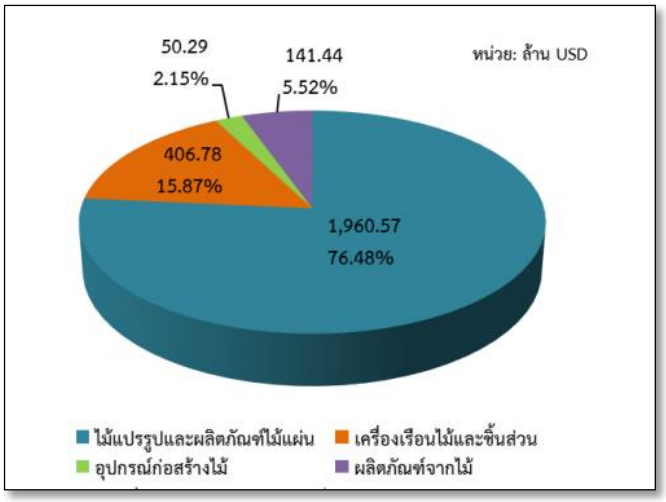
ตารางที่ 3 มูลค่าการส่งออกไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ เครื่องเรือนไม้และชิ้นส่วนของไทยระหว่างปี 2558-2559

หน่วย: ล้านดอลลาร์สหรัฐ

ประเภท	2558	2559	การเปลี่ยนแปลง (%)
ไม้แปรรูปและผลิตภัณฑ์ไม้แผ่น	**1,670.49**	**1,960.17**	**17.37**
- ไม้แปรรูป	859.22	1,147.16	33.51
- ไม้ยางพาราแปรรูป	845.01	1,136.49	34.49
- ไม้แปรรูปอื่นๆ	14.21	10.67	-24.95
- ไม้แผ่น	811.27	813.42	0.26
- ไม้อัด ไม้วีเนียร์ ไม้แผ่น	20.89	17.82	-14.70
- แผ่นชิ้นและแผ่นใยไม้อัด	790.38	795.60	0.66
เครื่องเรือนไม้และชิ้นส่วน	**414.98**	**406.78**	**-1.98**
อุปกรณ์ก่อสร้างไม้	**49.36**	**54.83**	**11.08**
ชิ้นส่วนไม้	**114.07**	**141.44**	**23.99**
รวม	**2,248.91**	**2,563.62**	**13.99**

ที่มา: ศูนย์สารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (2560)

-



ภาพที่ 3 สัดส่วนและมูลค่าการส่งออกไม้ เครื่องเรือนไม้ และผลิตภัณฑ์ไม้ของไทย ปี 2559
ที่มา: ศูนย์สารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ (2560)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น พบว่าแนวโน้มอุตสาหกรรมคาดว่ายังมีแนวโน้มที่ดี โดยตลาดหลักยังเป็นที่จีนเมื่อมีการขยายตัวด้านอสังหาริมทรัพย์มากขึ้นทำให้ความต้องการเฟอร์นิเจอร์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต้องการวัตถุดิบเพิ่มขึ้น และเครื่องเรือนไม้ยางพาราของไทยมีราคาและคุณภาพดีกว่าเมื่อเทียบกับคู่แข่งในภูมิภาคเดียวกัน

การศึกษาความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ

การศึกษาความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบของประเทศคู่แข่งของประเทศไทยในการดำเนินธุรกิจประเภทโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ได้แก่ มาเลเซีย เวียดนาม และอินโดนีเซีย ดังนี้

มาเลเซีย เป็นประเทศที่มีแผนพัฒนาอุตสาหกรรมแห่งชาติ ส่งผลให้มีการเติบโตทางอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว โครงสร้างของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราของมาเลเซียมีการรวมตัวกัน มีการร่วมมือและร่วมทุนกันทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น ร่วมมือกับอิตาลีในการเจาะตลาดในกลุ่มบ้านและสำนักงานระดับบน เป็นต้น จึงทำให้เป็นผู้ผลิตที่มีความแข็งแกร่งในด้านการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราเพื่อการส่งออก

เวียดนาม มีการดำเนินนโยบายด้านการส่งเสริมอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ และเฟอร์นิเจอร์ตั้งแต่สมัยเปิดประเทศใหม่ ๆ โดยปัจจัยที่ส่งผลให้อัตราการเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นผลมาจากการส่งเสริมการลงทุนจากต่างชาติให้เข้ามาลงทุนในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ ทำให้เวียดนามเป็นแหล่งการลงทุนที่สำคัญในเอเชีย นอกจากนี้เวียดนามยังได้เปรียบในเรื่องต้นทุนการผลิตต่ำจากแรงงานและวัตถุดิบ รวมถึงการให้สิทธิพิเศษทางภาษี เช่น การยกเว้นภาษีนำเข้าเครื่องจักร และวัตถุดิบในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ ยิ่งส่งผลดีต่อการเติบโตของอุตสาหกรรมยิ่งขึ้น

อินโดนีเซีย รัฐบาลมีนโยบายเน้นการส่งเสริมการลงทุน และมีพื้นฐานทางเศรษฐกิจ และจำนวนประชากรที่เอื้อต่อการลงทุน รวมถึงต้นทุนแรงงานต่ำ ทรัพยากรธรรมชาติมีเป็นจำนวนมาก โดยอินโดนีเซีย

-

เป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกยางพาราและไม้ยางพาราเป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากไทย มีพื้นที่การปลูกยางมากที่สุดในโลก ปัจจุบันอินโดนีเซียจึงมีการส่งออกในรูปของวัตถุดิบมากกว่าการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบ

ไทย เป็นประเทศที่มีการปลูกยางพารา และส่งออกยางพารา ไม้ยางพาราแปรรูปมากเป็นอันดับ 1 ของโลก ปัจจุบันอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราของไทยมีอัตราการเจริญเติบโต และมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากนโยบายการสนับสนุนการเพิ่มพื้นที่ปลูกยางของรัฐบาล และจากปริมาณการตัดโค่นไม้ยางพาราประมาณปีละ 300,000 – 500,000 ไร่ ทำให้ผลผลิตของไม้ยางพาราแปรรูปของไทยสูงถึง 2.5 – 4.3 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งผู้ประกอบการไทยมีขีดความสามารถและศักยภาพในการผลิตและส่งออกสูงกว่าประเทศคู่แข่งอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยมีข้อเสียเปรียบในด้านต้นทุนในการผลิตโดยเฉพาะต้นทุนของแรงงานซึ่งสูงกว่าประเทศคู่แข่ง

การศึกษาสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ (SWOT Analysis)

1. จุดแข็ง (Strength)

1.1 ปริมาณวัตถุดิบ (ต้นยางพารา) จำนวนมาก เพียงพอต่อภาคการผลิต

1.2 มีอุตสาหกรรมปลายน้ำรองรับจำนวนมาก เช่น อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมไม้อัด อุตสาหกรรมไม้บางและวัสดุแผ่น

1.3 แหล่งวัตถุดิบธรรมชาติในประเทศไทยเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.4 มีการรวมตัวเป็น Cluster ที่มีความเข้มแข็ง และมีประสิทธิภาพ

1.5 อยู่ใกล้ท่าเรือ สะดวกในการส่งออก

2. จุดอ่อน (Weakness)

2.1 ผู้ประกอบการไทยยังขาดความเข้าใจในเรื่องการตลาด รวมถึงการทำการตลาดต่างประเทศระดับโลก และทำการตลาดเชิงรุกและการสร้างตราสินค้าอย่างจริงจัง

2.2 ตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราแปรรูปมีตลาดหลักที่สำคัญเพียงตลาดเดียว คือ ประเทศจีน คิดเป็นร้อยละ 85 ของตลาดรวม

2.3 ขาดการสนับสนุนส่งเสริมและงบประมาณในการวิจัยและพัฒนาด้านการออกแบบ

2.4 ขาดแคลนนักออกแบบทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพในการออกแบบให้เหมาะสมกับตลาดสากล หรือตลาดต่างประเทศ

2.5 อุตสาหกรรมที่สนับสนุนอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา เช่น อุตสาหกรรมเครื่องหนัง เหล็ก ผ้า กระจก ยังไม่มีประสิทธิภาพที่ดีเพียงพอ จึงจำเป็นต้องพึ่งพาการนำเข้า ทำให้ความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกลดลง

2.6 ต้นทุนรวมของไทยสูงกว่าคู่แข่ง เช่น ค่าแรงงาน ค่าวัตถุดิบ

-

3. โอกาส (Opportunity)

3.1 ภาพลักษณ์ของสินค้าไทยอยู่ในระดับที่ดี สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มในสายตาของผู้ซื้อต่างประเทศได้

3.2 อุปสงค์ของตลาดอาเซียนเพิ่มขึ้น เอื้อประโยชน์ต่อการส่งออกสินค้าของไทย

3.3 มีการรวมกลุ่มกันของประเทศในอาเซียนของผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ ASEAN Furniture Industry Council เพื่อให้มีการแสดงสินค้าในระดับอาเซียน มีการกำหนดหลักเกณฑ์ FFC (มาตรการกำหนดที่มาของไม้ยาง)

4. อุปสรรค (Threat)

4.1 ความไม่แน่นอนของความต้องการของตลาดที่แตกต่างกันของแต่ละประเทศในแต่ละภูมิภาค

4.2 มีคู่แข่งขันรายใหม่ ๆ ในอาเซียนเข้ามาในตลาดโลก ซึ่งเวียดนามเข้ามาเป็นคู่แข่งสำคัญ

4.3 ราคาวัตถุดิบมีความผันผวนตามกลไกตลาด และขาดแคลนในบางช่วง เนื่องจากวัตถุดิบขึ้นอยู่กับฤดูกาล

4.4 การเปลี่ยนแปลงของกฎหมายที่เกี่ยวข้องส่งผลต่อแรงงานในการผลิต โดยเฉพาะแรงงานต่างด้าว

การศึกษาสภาพแวดล้อมของอุตสาหกรรม (Diamond Model)

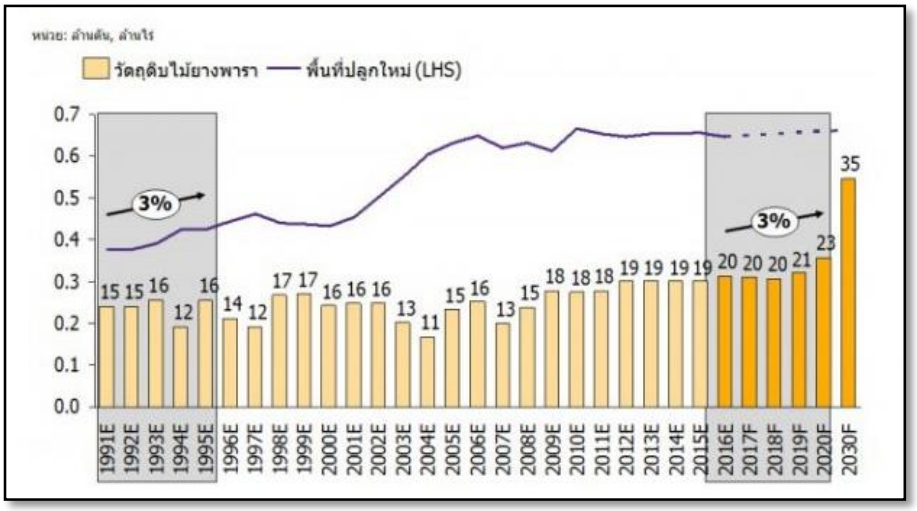
1. เงื่อนไขปัจจัยการผลิต (Factor Conditions)

ความได้เปรียบด้านปัจจัยการผลิตของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราของไทย คือ การที่ประเทศไทยเป็นแหล่งวัตถุดิบ มีท่าเรือที่เอื้อประโยชน์ต่อการส่งออก สามารถผลิตไม้ยางพาราแปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราได้ตามคำสั่งซื้อในแต่ละคำสั่งซื้อได้ โดยผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีทักษะและประสบการณ์ในการทำงานมาเป็นเวลายาวนาน อย่างไรก็ตามปัจจุบันความต้องการใช้ไม้ยางพาราแปรรูปของไทยเพิ่มสูงขึ้นมากส่งผลให้วัตถุดิบในประเทศขาดแคลนในบางช่วง เนื่องจากไม้ยางพาราซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเป็นพันธุ์แบบให้น้ำยางมากกว่าไม้ยาง จึงก่อให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตจำนวนมาก ในด้านแรงงานในการผลิตนั้น จำเป็นต้องพึ่งพาแรงงานต่างด้าวเป็นหลัก เนื่องจากคนไทยไม่นิยมเป็นแรงงานในอุตสาหกรรมประเภทนี้ และแรงงานในการผลิตก็ต้องเป็นแรงงานผีมือ การหมุนเวียนของแรงงานสูง ผู้ประกอบการไม่สามารถรักษาแรงงานที่ได้รับการฝึกทักษะที่มี ฝีมือไว้ได้นาน เมื่อแรงงานใหม่มาทำให้คุณภาพสินค้าไม่สม่ำเสมอ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสินค้า ขาดการวางแผนในการพัฒนาและการผลิตบุคลากร ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ยังขาดข้อมูลและความรู้ในการวางแผนด้านการตลาด โดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ การประชาสัมพันธ์ และการบริหารงานอย่างมีประสิทธิภาพ ผลิตภาพแรงงานยังต่ำ ขาดฐานข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีที่สนับสนุนและการรับช่วงการผลิตวัตถุดิบอื่น ๆ เช่น สีและสารเคลือบเงาต่าง ๆ เครื่องจักรในอุตสาหกรรมผลิตเฟอร์นิเจอร์ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ รวมทั้งต้นทุนค่าขนส่งสินค้าไปยังตลาดผู้บริโภคสูง และยังขาดการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ

-

2. เงื่อนไขด้านอุปสงค์ (Demand Conditions)

ราคายางพาราที่เพิ่มขึ้นในอดีตทำให้มีการปลูกยางพารามากขึ้น และส่งผลให้ปริมาณไม้ยางพาราของไทยโตขึ้นอย่างมาก ซึ่งคาดว่าปริมาณไม้ยางพาราในประเทศจะเติบโตขึ้นราว 3% จาก 20 ล้านตันในปี 2016 เป็นราว 23 ล้านตันในปี 2020 โดยมีสาเหตุมาจากการปลูกยางพาราที่เพิ่มขึ้นในช่วงปี 1991 - 1995 ทั้งนี้ ยางพารามีอายุประมาณ 25 ปี หลังจากนั้นจะให้ผลผลิตน้ำยางน้อยลงมากจึงทำให้เกษตรกรต้องโค่นต้นยางพาราเพื่อปลูกใหม่ทดแทน สำหรับในระยะยาวนั้นคาดว่าปริมาณไม้ยางพาราจะเพิ่มขึ้นอีกกว่าราว 5% ต่อปี หรือคิดเป็น 35 ล้านตันในปี 2030 จากการปลูกยางพาราใหม่ในช่วงปี 2000 - 2005 แม้ว่าราคายางพาราได้เริ่มลดลงตั้งแต่ปี 2011 แต่การปลูกยางพาราใหม่ในแต่ละปีก็ยังค่อนข้างคงที่ เนื่องจากผลตอบแทนจากการปลูกยางยังสูงกว่าพืชเกษตรชนิดอื่น ดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 คาดการณ์ปริมาณไม้ยางพารา

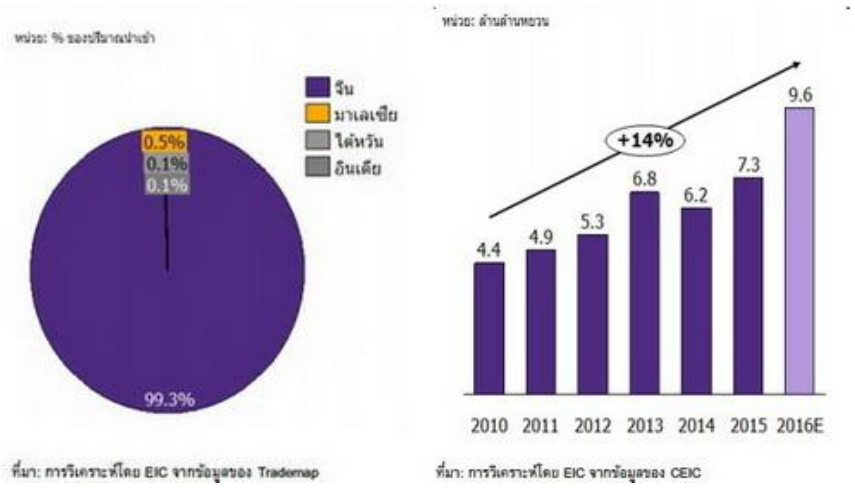
ที่มา: ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจของธนาคารไทยพาณิชย์ (2559)

ไม้ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่ได้รับความนิยม โดยไทยเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ ซึ่งคิดเป็นกว่า 65% ของปริมาณไม้ยางพาราที่ผลิตได้ ไม้ยางพาราของไทยมีความสามารถในการแข่งขันทั้งในแง่คุณภาพและราคาเมื่อเทียบกับไม้เศรษฐกิจอื่น เนื่องจากเป็นไม้เนื้อแข็งที่สามารถแปรรูปได้ง่าย อีกทั้งระดับราคาที่ไม่แพงนักและใกล้เคียงกับไม้ชนิดอื่น จึงมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และวัสดุอุปกรณ์ก่อสร้าง นอกจากนี้ไม้ยางพารายังเป็นไม้ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นไม้ที่ได้จากสวนยางไม่ได้เป็นการตัดไม้ในธรรมชาติ ทั้งนี้ คุณสมบัติดังกล่าวเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญในปัจจุบัน อย่างไรก็ดี สำหรับอินโดนีเซียและมาเลเซียซึ่งเป็นประเทศที่มีปริมาณไม้ยางจำนวนมากนั้นไม่ได้เป็นคู่แข่งกับไทย เนื่องจากทั้งสองประเทศไม่ได้ส่งออกไม้ยางพารา แต่นำไม้ไปใช้ทำเฟอร์นิเจอร์เพื่อส่งออกแทน

การส่งออกไม้ยางพาราของไทยไปยังจีนคาดว่าจะยังเติบโตขึ้นในอนาคตจากทั้งการขยายตัวของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ และอสังหาริมทรัพย์ในจีน รวมถึงการส่งออก จีนยังคงมีความต้องการนำเข้าไม้ยางพาราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2015 มีการนำเข้ากว่า 1 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ เติบโตขึ้นกว่า 15% สำหรับในระยะกลาง ความต้องการใช้ไม้ยางพาราของจีนคาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีก เห็นได้จากยอดขายบ้านที่

-

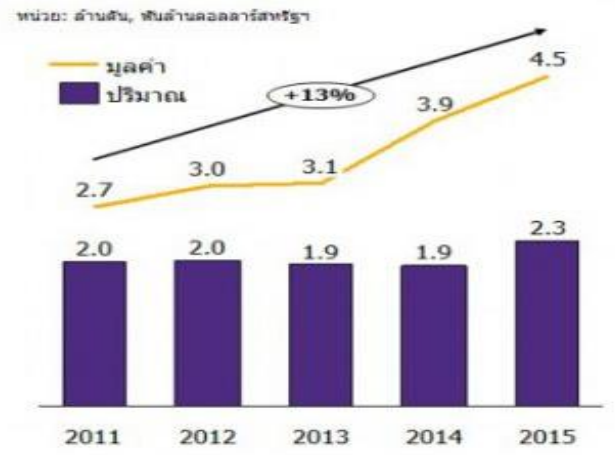
เพิ่มขึ้นราว 14% ต่อปีในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 5 คิดเป็นราว 9.6 ล้านล้านหยวนในปี 2016 ซึ่งจากยอดขายบ้านที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวคาดว่าจะสร้างความต้องการไม้ยางพาราเพื่อนำไปใช้เป็นเฟอร์นิเจอร์ไม้ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในบ้าน นอกจากนี้ ด้วยรายได้ต่อหัวของคนจีนที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งการขยายตัวของหัวเมืองรองชั้น 3 และ 4 จะเป็นปัจจัยในการสนับสนุนการซื้อเฟอร์นิเจอร์ไม้ และอุปกรณ์ที่ทำด้วยไม้ในอนาคต



ภาพที่ 5 ประเทศผู้นำเข้าไม้ยางพาราของไทย และยอดขายบ้านของประเทศจีน

ที่มา: ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจของธนาคารไทยพาณิชย์ (2559)

ในขณะเดียวกันการส่งออกเฟอร์นิเจอร์ไม้จากจีนไปยังประเทศต่าง ๆ ยังคงเติบโตได้ดี โดยที่ผ่านมา มูลค่าการส่งออกดังกล่าวเพิ่มขึ้นราว 13 % ต่อปี โดยในปี 2015 อยู่ที่ราว 4.5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐฯ ดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเฟอร์นิเจอร์ของประเทศจีน

ที่มา: ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจของธนาคารไทยพาณิชย์ (2559)

-

3. บริบทแห่งการแข่งขันและกลยุทธ์ทางธุรกิจ (Context for Firm Strategy and Rivalry)

ข้อได้เปรียบในการแข่งขันของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราของไทย เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศคู่แข่งอย่างมาเลเซีย เวียดนาม อินโดนีเซีย คือ ไทยมีความได้เปรียบในเรื่องของความพร้อมทางด้านวัตถุดิบ อย่างไรก็ตามการแข่งขันในอุตสาหกรรมนี้ก็ยังคงมีความรุนแรงและมีอุปสรรคในการเข้ามาแข่งขัน เนื่องจากการแข่งขันในธุรกิจนี้เน้นการใช้ต้นทุนที่ต่ำมากกว่าการแข่งขันทางด้านราคาหรือคุณภาพ รวมทั้งการแข่งขันในระยะยาวผู้ประกอบการของไทยยังคงต้องปรับตัวให้รับกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ซึ่งต้องเร่งพัฒนาด้านบุคลากร ด้านเทคโนโลยีการผลิต การบริหารจัดการการตลาด การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต การส่งเสริมให้สินค้ามีตราสินค้าเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ การรวมกลุ่มการสร้างเครือข่ายของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

4. อุตสาหกรรมที่เกี่ยวโยงและสนับสนุน (Related & Supporting Industries)

อุตสาหกรรมที่เกี่ยวโยงและสนับสนุนอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีหลายอุตสาหกรรมด้วยกัน เช่น อุตสาหกรรมยางพารา อุตสาหกรรมเครื่องเรือน อุตสาหกรรมหนัง เป็นต้น แต่ที่เกี่ยวข้องและสำคัญที่สุด คือ อุตสาหกรรมยางพารา เนื่องจากราคายางพาราส่งผลต่อปริมาณการโค่นไม้ยางพารา กล่าวถือ ถ้าราคายางสูงปริมาณการโค่นไม้ยางพาราก็จะต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่าคนไทยไม่ค่อยนิยมเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา และร้านจำหน่ายเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราก็ยังมีเป็นจำนวนน้อย ทำให้การแปรรูปไม้ยางพาราส่วนใหญ่จึงเป็นการแปรรูปเพื่อส่งออกไปยังโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ในต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่

5. บทบาทของรัฐบาล (Government)

ปัจจุบันรัฐบาลได้มีการจัดตั้งหน่วยงานรับผิดชอบด้านยางพาราทั้งระบบของประเทศ คือ การยางแห่งประเทศไทย ซึ่งจะมาเป็นองค์กรกลางในการบริหารจัดการยางพาราทั้งระบบ ทั้งในส่วนของเกษตรกร สถาบันเกษตรกร ผู้ประกอบการ และทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับยางพารา รวมไปถึงการบริหารจัดการอุตสาหกรรมไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา โดยได้มีการจัดทำยุทธศาสตร์ยางพารา ระยะ 20 ปีขึ้น (พ.ศ. 2561 – 2579) เพื่อใช้ในการกำหนดนโยบาย ในการดำเนินงานด้านยางพาราในระยะยาว ซึ่งมีแผนงานที่มาสนับสนุนกิจกรรมของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา อาทิเช่น การกำหนดปริมาณการโค่นไม้ยาง การเพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสียในการผลิต การลดต้นทุนด้าน Logistic ในกระบวนการแปรรูปไม้ยางพารา การส่งออกผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา การถ่ายทอดเทคโนโลยีในการแปรรูปไม้ยางพารา การเชื่อมโยงกลุ่มผู้ประกอบการใน Cluster เดียวกัน การพัฒนาทักษะทางด้านธุรกิจการตลาด การปรับปรุงพัฒนา และการกำหนดมาตรฐานสำหรับกลุ่มสินค้าไม้ยางพาราแปรรูป เฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ให้เทียบเท่ากับระดับมาตรฐานสากล เร่งดำเนินการส่งเสริมสนับสนุนจูงใจให้เกษตรกรยื่นขอรับใบรับรองมาตรฐานการจัดการป่าไม้ที่ยั่งยืน (FSC) สนับสนุนการวิจัยให้มีการต่อยอดและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากไม้ยางพารา สนับสนุนการเจรจาระหว่างประเทศในการขยายตลาดไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา การสำรวจข้อมูลความต้องการใช้ไม้ยางพาราของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา การจัดงานแสดงสินค้าจากไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้

-

ยางพารา เป็นประจำทุกปี รวมถึงการจัดตั้งศูนย์จำหน่ายผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราในแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ เป็นต้น

5. เหตุสุดวิสัย (Chance)

ในการวิเคราะห์เหตุสุดวิสัย ซึ่งเป็นการประเมินโอกาสและอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมภายนอก อันได้แก่ การวิเคราะห์ทางด้านการเมือง ทางเศรษฐกิจ ทางสังคมและวัฒนธรรม และทางเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

5.1 ด้านการเมือง ความไม่มั่นคงทางด้านการเมืองมีผลกระทบอย่างชัดเจน ทำให้นักลงทุนต่างชาติชะลอการเข้ามาลงทุนหรือติดต่อทางการค้ากับประเทศไทย เนื่องจากไม่มั่นใจเรื่องความมีเสถียรภาพทางการเมือง นอกจากนี้การส่งออกสินค้าของไทยยังประสบปัญหาการกีดกันทางการค้าจากประเทศมหาอำนาจ เช่น กลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป การส่งออกสินค้าต้องมีเอกสารระบุต้นกำเนิดของผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา (FSC) ซึ่งจะทำให้การส่งออกนั้นยาก

5.2 ด้านเศรษฐกิจ อัตราการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจไทยในปัจจุบันยังมีปัญหา ทั้งด้านการปล่อยสินเชื่อให้กับภาคธุรกิจ การกำหนดอัตราดอกเบี้ยเพื่อการลงทุน ส่งผลให้ธุรกิจต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ชะลอตัวในการผลิต ทำให้ผู้ประกอบการส่วนใหญ่เลือกที่จะแปรรูปไม้ยางพาราแล้วส่งออกไปยังประเทศจีนเกือบทั้งหมด ทำให้ผู้ประกอบการเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราได้รับผลกระทบทั้งในด้านปริมาณวัตถุดิบที่จะนำมาผลิต และวัตถุดิบมีราคาผันผวน

5.3 ด้านสังคมและวัฒนธรรม ปัจจุบันกระแสการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ช่วยลดภาวะโลกร้อนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากไม้ยางพาราได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นโอกาสที่ดีที่จะทำให้อุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารามีอัตราการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง

5.4 ด้านเทคโนโลยี เทคโนโลยีในการผลิตในปัจจุบันส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งจะช่วยลดของเสียระหว่างกระบวนการผลิต และทำให้ประหยัดต้นทุนด้านแรงงานและพลังงานได้มากขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพในการแข่งขันของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในเขตพื้นที่ภาคใต้ซึ่งเป็นพื้นที่หลักของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา โดยจะอาศัยการเก็บข้อมูลภาคสนามโดยใช้การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม การสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม เพื่อเป็นการเสริมสร้างองค์ความรู้ หลังจากที่มีการเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จะนำข้อมูลดังกล่าวมาตรวจสอบความถูกต้อง และจัดหมวดหมู่เพื่อใช้ตอบวัตถุประสงค์ในการวิจัย ซึ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มพื้นที่ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 จังหวัดชุมพร จังหวัดระนอง และจังหวัดสุราษฎร์ธานี

กลุ่มที่ 2 จังหวัดพังงา และจังหวัดกระบี่

กลุ่มที่ 3 จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง

กลุ่มที่ 4 จังหวัดพัทลุง จังหวัดสงขลา และจังหวัดสตูล

-

หน่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ระดับกลุ่ม จึงทำการศึกษาจากผู้มีส่วนร่วมทุกกลุ่มตั้งแต่ระดับต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ เกษตรกรชาวสวนยาง ลานรับซื้อไม้ยาง โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 การเก็บข้อมูลภาคสนามโดยการสัมภาษณ์เกษตรกร ลานรับซื้อไม้ยางพารา และผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรชาวสวนยาง ลานรับซื้อไม้ยาง โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา สามารถสรุปผลการสัมภาษณ์ได้ ดังนี้

1. ข้อมูลของเกษตรกรชาวสวนยางที่ขายไม้ยางพารา

ตารางที่ 4 แสดงจำนวน ร้อยละ ของกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรชาวสวนยางจำแนกตามวิธีการขาย ช่องทางการจัดจำหน่าย และรายได้จากการขายไม้ยางพารา

n = 120

เกษตรกรชาวสวนยาง	จำนวน	ร้อยละ
วิธีการขาย		
- ผู้ซื้อมาเหมาสวน	110	83.33
- เกษตรกรเป็นผู้โค่นขายเอง	10	16.67
ช่องทางในการจัดจำหน่าย		
- ลานรับซื้อไม้ยางพารา	102	85.00
- โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา	18	15.00
รายได้จากการขายไม้ยางพารา (บาท/ไร่)		
- ไม่เกิน 30,000 บาท	33	27.50
- ระหว่าง 30,001 – 50,000 บาท	60	50.00
- ระหว่าง 50,001 – 70,000 บาท	15	12.50
- ระหว่าง 70,001 – 90,000 บาท	8	6.67
- มากกว่า 90,000 บาทขึ้นไป	4	3.33

ที่มา: จากการสำรวจแบบสอบถามของผู้วิจัย (2560)

-

จากข้อมูลในตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าเกษตรกรชาวสวนยางในพื้นที่ภาคใต้ส่วนใหญ่จะดำเนินขายไม้ยางให้กับผู้ซื้อที่เข้ามาเหมาสวน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 83.33 ส่วนที่เหลือเกษตรกรจะเป็นผู้ที่โค่นไม้ยางเพื่อขายด้วยตัวเอง คิดเป็นร้อยละ 16.67 ของกลุ่มตัวอย่าง ในด้านช่องทางการจัดจำหน่ายพบว่าเกษตรกรชาวสวนยางส่วนใหญ่จะจำหน่ายให้กับลานรับซื้อไม้ยางพารา คิดเป็นร้อยละ 85 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 15 จะจำหน่ายให้แก่โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และในด้านรายได้ในการขายไม้ยางพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่สามารถขายไม้ยางได้ในราคา 30,001 – 50,000 บาท/ไร่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมา คือ มีรายได้จากการขายไม้ยางไม่เกิน 30,000 บาท/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 27.50 มีรายได้จากการขายไม้ยาง 50,001 – 70,000 บาท/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 12.50 มีรายได้จากการขายไม้ยาง 70,001 – 90,000 บาท/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 6.67 และสุดท้าย คือ มีรายได้มากกว่า 90,000 บาท/ไร่ ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 3.33 ตามลำดับ

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรชาวสวนยาง พบว่า เกษตรกรชาวสวนยางที่สามารถขายไม้ยางได้ในราคาที่สูง ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ PRIM600 ส่วนพันธุ์ยางที่ขายได้ในราคาที่ต่ำ คือ พันธุ์ BPM 24 เนื่องจากไม้ยางจะมีตาที่ทำให้ไม้ยางพาราแปรรูปมีลักษณะเป็นไม้ลาย ไม่สามารถแปรรูปเป็นไม้คุณภาพ ABตามที่ตลาดต้องการได้ ส่วนอายุยางที่โค่น มากที่สุดคือยางมีอายุ 40 ปี และน้อยที่สุดคือยางมีอายุ 20 ปี ซึ่งโดยเฉลี่ยพบว่าเกษตรกรจะโค่นไม้ยางพาราตอนยางให้ผลผลิตต่ำในช่วงอายุระหว่าง 25 – 35 ปี

นอกจากนี้ พบว่าปัญหาที่เกษตรกรชาวสวนยางประสบปัญหา ได้แก่

1) ผู้มีอิทธิพลในพื้นที่เป็นผู้ผูกขาดการซื้อขายไม้ยางในพื้นที่
2) ไม้ยางที่โค่นส่วนใหญ่เป็นไม้ลายเป็นโรคทำให้ขายไม้ได้ในราคาที่ต่ำ
3) ผู้ซื้อที่เข้ามาเหมาสวนไม่ทำตามที่ตกลงไว้ในการปรับสภาพดิน
4) มีพ่อค้าคนกลางเข้ามากดราคาในการซื้อขายไม้ยางพารา ใช้ระยะเวลาในการตกลงราคาและการโค่นนานส่งผลกระทบต่อการปลูกแทนเนื่องจากผิดฤดูกาล

ส่วนสิ่งที่เกษตรกรอยากให้หน่วยงานภาครัฐ หรือ การยางแห่งประเทศไทยเข้ามาดูแล ได้แก่

1) ควรจะมีเจ้าหน้าที่ของการยางแห่งประเทศไทยในพื้นที่เป็นผู้เข้ามาร่วมการประเมินมูลค่าไม้ยางพารา
2) ควรมีการแนะนำฝึกอบรมเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าไม้ยางพารา ให้แก่เกษตรกรชาวสวนยาง
3) ควรมีการกำหนดมาตรฐานราคากลางหรือหลักเกณฑ์ในการกำหนดราคาไม้ยางพารา
4) ควรมีการควบคุม ติดตาม การซื้อขายไม้ยางพาราให้เป็นไปตามกลไกตลาด ป้องกัน การกดราคาของพ่อค้าคนกลาง

-

2. ข้อมูลของลานรับซื้อไม้ยางพารา

ตารางที่ 5 แสดงจำนวน ร้อยละ ของกลุ่มตัวอย่างลานรับซื้อไม้ยาง จำแนกตามประเภทของลาน ชนิดของไม้ยางพาราที่รับซื้อ ลักษณะการรับซื้อ พื้นที่ในการรับซื้อ สถานการณ์การแข่งขัน ช่องทางการจัดจำหน่าย กำลังการรับซื้อ และค่าขนส่งในการจัดจำหน่าย

n = 25

ลานรับซื้อไม้ยางพารา	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทของลาน		
- ลานรับซื้อไม้ยางพาราอย่างเดียว	24	96.00
- ลานรับซื้อไม้ยางพาราและปาล์มน้ำมัน	1	4.00
ชนิดของไม้ยางพาราที่รับซื้อ		
- ไม้ท่อนยางพารา	6	24.00
- ไม้ฟืน	4	16.00
- ปีกไม้	1	4.00
- ไม้ท่อนและไม้ฟืน	14	56.00
ลักษณะการรับซื้อ		
- เกษตรกรนำมาขายเอง	17	68.00
- มีนายหน้าเหมาสวนนำมาขาย	8	32.00
พื้นที่ในการรับซื้อ		
- ภายในอำเภอ	20	80.00
- ทั้งภายในอำเภอและต่างอำเภอ	5	20.00
สถานการณ์การแข่งขันของธุรกิจ		
- การแข่งขันรุนแรง	20	80.00
- การแข่งขันปานกลางขึ้นกับปริมาณไม้	3	12.00
- ไม่มีการแข่งขัน	2	8.00
ช่องทางในการจัดจำหน่าย		
- โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา	13	52.00
- โรงงานผลิตไม้อัด	7	28.00
- โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตไม้อัด	5	20.00
กำลังการรับซื้อ (ตัน/ปี)		
- ไม่เกิน 10,000 ตัน/ปี	13	52.00
- ระหว่าง 10,001 – 30,000 ตัน/ปี	10	40.00
- มากกว่า 30,000 ตัน/ปี	2	8.00
ค่าขนส่งในการจัดจำหน่าย		
- น้อยกว่า 0.15 บาท/กิโลกรัม	9	36.00
- ระหว่าง 0.16 – 0.30 บาท/กิโลกรัม	8	32.00

-

ลานรับซื้อไม้ยางพารา	จำนวน	ร้อยละ
- ระหว่าง 0.31 – 0.45 บาท/กิโลกรัม	5	20.00
- มากกว่า 0.45 บาท/กิโลกรัม	3	12.00

ที่มา: จากการสำรวจแบบสอบถามของผู้วิจัย (2560)

จากข้อมูลในตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าลานรับซื้อไม้ยางพาราส่วนใหญ่ เป็นลานรับซื้อไม้ยางพาราเพียงอย่างเดียว คิดเป็นร้อยละ 96 ส่วนอีกร้อยละ 4 เป็นลานรับซื้อไม้ยางพาราและปาล์มน้ำมัน ชนิดของไม้ยางพาราที่รับซื้อ ผลปรากฏว่าลานรับซื้อส่วนใหญ่จะรับซื้อทั้งไม้ท่อนยางพาราและไม้ฟืน คิดเป็นร้อยละ 56 โดยมีการรับซื้อไม้ท่อนยางพารา ไม้ฟืน และปีกไม้ รองลงมาตามลำดับ ซึ่งไม้ท่อนที่จะรับซื้อต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 5 นิ้ว โดยลักษณะของการรับซื้อ พบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรชาวสวนยางหรือผู้ขายจะนำมาขายเองที่ลานรับซื้อ คิดเป็นร้อยละ 68 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 32 พบว่าลานรับซื้อเป็นผู้ดำเนินการในการเหมาซื้อไม้ยางพาราจากเกษตรกรแบบยกสวน ในด้านพื้นที่ในการรับซื้อ พบว่า ส่วนใหญ่จะเป็นการรับซื้อไม้ยางพาราภายในอำเภอ คิดเป็นร้อยละ 80 ส่วนอีกร้อยละ 20 จะซื้อทั้งภายในอำเภอและอำเภอใกล้เคียง สำหรับสถานการณ์ในการแข่งขัน พบว่า ลานรับซื้อไม้ยางพาราส่วนใหญ่มีสถานการณ์การแข่งขันที่รุนแรงอันเกิดจากการเพิ่มขึ้นของคู่แข่ง โดยคิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมา คือ สถานการณ์การแข่งขันปานกลางขึ้นกับปริมาณไม้ยางพารา คิดเป็นร้อยละ 12 และไม่มีการแข่งขัน คิดเป็นร้อยละ 8 ตามลำดับ

จากการศึกษายังพบว่าลานรับซื้อไม้ยางพาราส่วนใหญ่จะนำไม้ยางพาราที่รับซื้อได้ไปขายให้แก่โรงงานแปรรูปไม้ยางพาราเป็นลำดับแรก โดยคิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมา คือ โรงงานผลิตไม้อัด คิดเป็นร้อยละ 28 ส่วนอีกร้อยละ 20 จำหน่ายให้ทั้งโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราและโรงงานผลิตไม้อัด ส่วนกำลังในการรับซื้อ พบว่า ลานรับซื้อไม้ส่วนใหญ่สามารถรับซื้อไม้ยางพาราได้ไม่เกิน 10,000 ตัน/ปี โดยคิดเป็นร้อยละ 52 รองลงมา คือ มีกำลังการรับซื้อระหว่าง 10,001 – 30,000 ตัน คิดเป็นร้อยละ 40 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 8 มีกำลังการรับซื้อได้มากกว่า 30,000 ตัน/ปี เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนในการขนส่งของการดำเนินงานธุรกิจลานรับซื้อไม้ยางพารา พบว่า ส่วนใหญ่มีต้นทุนค่าขนส่งน้อยกว่า 0.15 บาท/กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 36 โดยส่วนใหญ่จะเป็นลานรับซื้อไม้ซึ่งอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกับโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา หรือโรงงานผลิตไม้อัด ส่วนลานรับซื้อไม้ยางพาราที่มีต้นทุนในการขนส่งสูงกว่า 0.45 บาท/กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 12 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเป็นการขนส่งให้กับโรงงานผู้ผลิตในพื้นที่อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

นอกจากนี้พบว่าปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินธุรกิจของลานรับซื้อไม้ยางพารา ได้แก่

1) ปริมาณไม้ยางพาราขาดแคลนในช่วงฤดูฝน เนื่องจากจะเกิดความยากลำบากในการนำไม้ยางพาราออกมาจากสวน
2) เกษตรกรชาวสวนยางขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณภาพและมาตรฐานไม้ยางพาราที่ตลาดมีความต้องการ
3) เจ้าหน้าที่ภาครัฐเรียกรับผลประโยชน์จากผู้ประกอบการ เช่น เจ้าหน้าที่ตำรวจ เจ้าหน้าที่ชั่งตวงวัด

-

4) รถบรรทุกมีไม่เพียงพอ ส่งผลให้ต้นทุนในการขนส่งสูงขึ้น

5) ขาดเงินทุนหมุนเวียนในการดำเนินธุรกิจ ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขัน

6) ขาดแคลนแรงงาน เนื่องจากคนไทยไม่นิยมทำงานประเภทนี้ ต้องใช้แรงงานต่างด้าว ซึ่งมีปัญหาเรื่องการขึ้นทะเบียนแรงงานต่างด้าว

7) คู่แข่งรายใหม่เพิ่มขึ้นอยู่อย่างต่อเนื่อง เกิดการแข่งขันสูง

8) ปัญหาในการคัดคุณภาพไม้ยางพาราของโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา

ส่วนสิ่งที่ผู้ประกอบการลานรับซื้อไม้ยางพาราอยากให้หน่วยงานภาครัฐ หรือ การยางแห่งประเทศไทย เข้ามาดูแล ได้แก่

1) ให้ภาครัฐมีมาตรการและแผนงานที่ชัดเจนเกี่ยวกับปริมาณการโค่นไม้ยางพาราในแต่ละปี

2) ให้ภาครัฐได้มีการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับคุณภาพและมาตรฐานไม้ยางพาราแก่เกษตรกรชาวสวนยาง เพื่อป้องกันข้อขัดแย้งในการซื้อขายไม้ยางพารา

3) ให้ภาครัฐเร่งขจัดปัญหาการทุจริต คอรัปชั่น และการเรียกรับผลประโยชน์

4) ให้ภาครัฐสนับสนุน และจัดหาสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ ในการดำเนินกิจการ

5) เร่งแก้ปัญหาด้านมาตรการในการจ้างแรงงานต่างด้าวถูกกฎหมาย โดยลดขั้นตอน. ระยะเวลาในการดำเนินการ

3. ข้อมูลของโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

ตารางที่ 6 แสดงจำนวน ร้อยละ ของกลุ่มตัวอย่างโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราจำแนกตามประเภทของโรงงาน ขนาดของโรงงาน ชนิดของไม้ยางพาราที่รับซื้อ กำลังการผลิต สัดส่วนการจัดจำหน่าย และแนวโน้มในการขยายกิจการ

n = 16

ลานรับซื้อไม้ยางพารา	จำนวน	ร้อยละ
ประเภทของโรงงาน		
- โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา	14	87.50
- โรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา	2	12.50
ขนาดของโรงงาน		
- ขนาดเล็ก (ไม่เกิน 50 ล้านบาท)	4	25.00
- ขนาดกลาง (ไม่เกิน 200 ล้านบาท)	9	56.25
- ขนาดใหญ่ (เกิน 200 ล้านบาท)	3	18.75
ชนิดของไม้ยางพาราที่รับซื้อ		
- ไม้ท่อนยางพารา	14	87.50
- ไม้ยางพาราแปรรูป	2	12.50
กำลังการผลิต (ลูกบาศก์ฟุต/ปี)		
- น้อยกว่า 200,000 ลบ.ฟุต/ปี	7	43.75
- ระหว่าง 200,001–500,000 ลบ.ฟุต/ปี	4	25.00

-

ลานรับซื้อไม้ยางพารา	จำนวน	ร้อยละ
- ระหว่าง 500,001–1,000,000 ลบ.ฟุต/ปี	2	12.50
- มากกว่า 1,000,000 ลบ.ฟุต/ปี	3	18.75
สัดส่วนการจัดจำหน่าย (ในประเทศ : ต่างประเทศ)		
- 0 : 100	4	25.00
- 10 : 90	4	25.00
- 20 : 80	1	6.25
- 30 : 70	2	12.50
- 40 : 60	2	12.50
- 100 : 0	3	18.75
แนวโน้มการขยายกิจการ		
- ขยาย	9	56.25
- ไม่ขยาย	7	43.75

ที่มา: จากการสำรวจแบบสอบถามของผู้วิจัย (2560)

จากข้อมูลในตารางที่ 6 จะเห็นได้ว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา คิดเป็นร้อยละ 87.50 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 12.50 เป็นโรงงานแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา โดยสัดส่วนชนิดของไม้ยางพาราที่ซื้อเป็นไปในสัดส่วนที่เท่ากัน คือ ร้อยละ 87.50 เป็นไม้ท่อนยางพารา ส่วนอีกร้อยละ 12.50 เป็นไม้ยางพาราแปรรูป และเมื่อแบ่งขนาดของผู้ประกอบการพบว่าส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการขนาดกลาง (ทรัพย์สินน้อยกว่า 200 ล้านบาท) คิดเป็นร้อยละ 56.25 และรองลงมาคือผู้ประกอบการขนาดเล็ก (ทรัพย์สินน้อยกว่า 50 ล้านบาท) คิดเป็นร้อยละ 25 และผู้ประกอบการขนาดใหญ่ (ทรัพย์สินมากกว่า 200 ล้านบาท) คิดเป็นร้อยละ 18.75 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงกำลังการผลิตพบว่าผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีกำลังการผลิตน้อยกว่า 200,000 ลูกบาศก์ฟุต/ปี คิดเป็นร้อยละ 43.75 และผู้ประกอบการที่มีกำลังการผลิตมากกว่า 1,000,000 ลูกบาศก์ฟุต/ปี คิดเป็นร้อยละ 18.75

จากการศึกษายังพบว่าสัดส่วนการจำหน่ายของผู้ประกอบการส่วนใหญ่ จะมีสัดส่วนการจำหน่าย ในประเทศ : ต่างประเทศ เป็นสัดส่วน 10 : 90 และ 0 : 100 รวมเป็นร้อยละ 50 และที่จำหน่ายภายในประเทศอย่างเดียว คิดเป็นร้อยละ 18.75 และเมื่อพิจารณาโอกาสในการขยายกิจการ พบว่า ผู้ประกอบการร้อยละ 56.25 มีแนวโน้มที่จะขยายกิจการ ส่วนอีกร้อยละ 43.75 จะไม่ขยายกิจการ

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราที่มีต่อปัญหาอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการ โดยวิเคราะห์ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยมีเกณฑ์ในการแลผลค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.21 – 5.00 หมายความว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.41 – 4.20 หมายความว่า เห็นด้วยมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.61 – 3.40 หมายความว่า เห็นด้วยปานกลาง

-

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.81 – 2.60 หมายความว่า เห็นด้วยน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.80 หมายความว่า เห็นด้วยน้อยที่สุด หรือ ไม่เห็นด้วย

ตารางที่ 7 ระดับความคิดเห็นของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราที่มีต่อปัญหาอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการ

ปัญหาอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการ	ระดับความคิดเห็น		
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	การแปลผล
1. ต้นทุนในการลงทุน	1.78	0.97	เห็นด้วยน้อยที่สุด
2. โครงสร้างองค์กร บุคลากร แรงงาน	4.11	0.93	เห็นด้วยมาก
3. ความรุนแรงในการแข่งขัน คู่แข่ง	3.33	1.80	เห็นด้วยปานกลาง
4. กำลังการผลิตส่วนเกินในอุตสาหกรรม	2.56	1.74	เห็นด้วยน้อย
5. ต้นทุนในการผลิต	3.56	1.59	เห็นด้วยมาก
6. วัตถุดิบในการผลิต	2.78	1.20	เห็นด้วยปานกลาง
7. ทำเล ที่ตั้งของผู้ประกอบการ	1.11	0.33	เห็นด้วยน้อยที่สุด
8. การขนส่ง และต้นทุนในการขนส่ง	1.56	1.13	เห็นด้วยน้อยที่สุด
9. กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	2.89	1.69	เห็นด้วยปานกลาง
10.การจัดจำหน่าย	1.78	1.30	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ที่มา: จากการสำรวจแบบสอบถามของผู้วิจัย (2560)

ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นต่อปัญหาอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า ปัญหาด้านโครงสร้างองค์กร บุคลากร แรงงาน ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานมากที่สุด (4.11) รองลงมา คือ ต้นทุนในการผลิต (3.56) ความรุนแรงในการแข่งขัน (3.33) กฎหมายที่เกี่ยวข้อง (2.89) วัตถุดิบในการผลิต (2.78) กำลังการผลิตส่วนเกินในอุตสาหกรรม (2.56) ต้นทุนในการลงทุน (1.78) การจัดจำหน่าย (1.78) การขนส่งและต้นทุนในการขนส่ง (1.13) และสุดท้ายคือ ทำเลที่ตั้งของผู้ประกอบการ (1.11) โดยมีผลในการพิจารณาในแต่ละปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาด้านโครงสร้างองค์กร บุคลากร แรงงาน (4.11) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะ ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่าการดำเนินธุรกิจต้องอาศัยแรงงานต่างด้าวมาเป็นแรงงานในการผลิต เนื่องจากคนไทยส่วนใหญ่ไม่นิยมทำงานประเภทนี้ และในการผลิตก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการใช้แรงงานฝีมือ เนื่องจากฝีมือของแรงงานจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อผลิตภาพการผลิต และการลดปริมาณการสูญเสียในการผลิต และในปัจจุบันพบว่ามีการแย่งชิงแรงงานฝีมือในอุตสาหกรรมนี้รุนแรงมากขึ้น นอกจากนี้ในช่วงที่ผ่านมารัฐบาลเข้มงวดต่อการประกอบอาชีพในราชอาณาจักรของแรงงานต่างด้าว ทำให้แรงงานต่างด้าวบางส่วนทยอยกลับประเทศ ทำให้ผู้ประกอบการขาดแรงงานในการผลิต และไม่สามารถดำเนินการผลิตได้เต็มกำลังการผลิตของเครื่องจักร ซึ่งส่งผลต่อต้นทุนในการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

-

2. ปัญหาด้านต้นทุนในการผลิต (3.56) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่าการปรับขึ้นค่าแรงขั้นต่ำของรัฐบาลเป็น 300 บาทต่อวัน เป็นปัญหาหลักในการควบคุมต้นทุนในการผลิต แม้ว่าในระยะหลังผู้ประกอบการเปลี่ยนแปลงระบบการจ้างงานเป็นการจ้างเหมาตามปริมาณผลผลิตที่แรงงานผลิตได้ก็ตามแต่ผู้ประกอบการก็ยังต้องรับภาระต้นทุนที่สูงขึ้นอยู่ดี เนื่องจากมีการเปรียบเทียบรายได้ที่ได้จากการรับจ้างเหมากับการเป็นลูกจ้างรายวันวันละ 300 บาท นอกจากเรื่องต้นทุนค่าแรงแล้ว ปัจจัยอีกประการที่ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น คือ การที่ผู้ประกอบการไม่สามารถดำเนินการได้เต็มกำลังการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝน ที่ไม่สามารถนำไม้ยางพาราออกมาจากสวนได้ เพราะไม้ยางพาราเมื่อตัดโค่นลงแล้วต้องดำเนินการอาบน้ำยารักษาคุณภาพเนื้อไม้ให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 24 – 72 ชั่วโมง ดังนั้นหากตัดโค่นไม้ยางพาราแล้วไม่สามารถนำมาแปรรูปได้ก็จะส่งผลต่อคุณภาพของไม้

3. ปัญหาความรุนแรงในการแข่งขัน (3.33) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่าในปัจจุบันความต้องการไม้ยางพาราแปรรูปจากประเทศจีนเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะผลิตเท่าไหร่ก็ไม่มีปัญหาในการจัดจำหน่าย ทำให้ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราขนาดเล็กเพิ่มขึ้น เนื่องจากไม่ต้องใช้เงินลงทุนเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดการแข่งขันกันอย่างรุนแรง โดยเฉพาะการแย่งชิงแรงงานฝีมือ อย่างไรก็ตามในทางตรงกันข้ามพบว่าสำหรับผู้ประกอบการโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา กำลังประสบกับปัญหาวิกฤติในการขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต เนื่องจากไม้ยางพาราแปรรูปส่วนใหญ่จะถูกจำหน่ายไปยังตลาดต่างประเทศ ดังนั้นผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็กที่ไม่มีระบบการวางแผนจัดหาวัตถุดิบที่ดีก็เริ่มทยอยปิดกิจการ ส่วนผู้ประกอบการขนาดใหญ่จะดำเนินการในลักษณะ Backward Integration คือ การดำเนินธุรกิจจัดหาวัตถุดิบไปด้วย

4. ปัญหาด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินธุรกิจ (2.89) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะ ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่ากฎหมาย หรือระเบียบ บางประการไม่เอื้ออำนวยต่อการดำเนินธุรกิจประเภทนี้ อาทิเช่น การใช้ไม้ยางพาราไปผลิตเฟอร์นิเจอร์ ต้องขออนุญาตจากกรมป่าไม้ เพื่อตั้งโรงงานไม้ ทำให้ขั้นตอนในกระบวนการขออนุญาตมีความยุ่งยาก ทำให้เกิดปัญหาการคอร์รัปชั่น รวมทั้งการที่ไม้ยางพาราถูกกำหนดให้เป็นไม้ที่ถูกรวมไว้ในไม้สงวนอื่น ๆ เช่น ไม้สัก ตามพระราชบัญญัติป่าไม้ พ.ศ. 2484 ทำให้การจัดตั้งโรงงานแปรรูปไม้ยางพาราต้องขออนุญาตจากกรมป่าไม้ ทำให้ผู้ประกอบการส่วนใหญ่ไม่สามารถตั้งโรงงานได้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการเป็นฐานการผลิตไม้ยางพาราแปรรูปของไทย

5. ปัญหาด้านวัตถุดิบ (2.78) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะผู้ ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่าปัญหาดังกล่าวอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจาก ไม้ยางพาราของไทยมีแผนการโค่นปลูกแทนที่ชัดเจน แต่ขาดการบริหารจัดการที่เป็นรูปธรรม ทำให้ผู้ประกอบการไม่สามารถจัดทำแผนการจัดหาวัตถุดิบที่แน่นอนได้ ต้องเข้าไปแย่งวัตถุดิบกับผู้ประกอบการรายอื่นบ้างเป็นบางครั้ง

-

6. ปัญหากำลังการผลิตส่วนเกินในอุตสาหกรรม (2.56) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะ ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่าภาครัฐไม่ได้มีการวางแผนเกี่ยวกับการอนุญาตตั้งโรงงานแปรรูป ทำให้ในบางพื้นที่ผู้ประกอบการมีการกระจุกตัวอย่างหนาแน่น ส่งผลให้การผลิตมากกว่าวัตถุดิบที่มีในพื้นที่ สร้างผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจในระยะยาว

7. ปัญหาด้านต้นทุนในการลงทุน (1.78) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่าการลงทุนในการดำเนินธุรกิจประเภทนี้ไม่ต้องใช้เงินลงทุนมาก ดังนั้นปัญหาต้นทุนในการลงทุนจึงเป็นปัญหาในระดับที่น้อยที่สุด

8. ปัญหาด้านการจัดจำหน่าย (1.78) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่าธุรกิจสามารถจำหน่ายสินค้าที่ผลิตออกมาได้ทั้งหมด โดยในปัจจุบันไม่สามารถผลิตให้เพียงพอกับคำสั่งซื้อได้ ดังนั้นปัญหาด้านการจัดจำหน่ายจึงเป็นปัญหาในระดับที่น้อยที่สุด

9. ปัญหาด้านการขนส่งและต้นทุนในการขนส่ง (1.13) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะ ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่าปัญหาดังกล่าวสามารถบริหารจัดการได้ ดังนั้นปัญหาด้านการขนส่งและต้นทุนในการขนส่งจึงเป็นปัญหาในระดับน้อยที่สุด

10. ปัญหาด้านทำเล ที่ตั้งของผู้ประกอบการ (1.11) โดยการที่ผลการวิจัยน่าจะเป็นเช่นนี้ก็เป็นเพราะ ผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นว่าปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับด้านอื่น ๆ

แนวนโยบายในการพัฒนาศักยภาพ

จากการศึกษาศักยภาพของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา พบว่าแนวทางสำคัญที่จะเป็นการเพิ่มศักยภาพให้แก่ผู้ประกอบการ ต้องได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนทุกภาคส่วนอย่างบูรณาการ ไม่ว่าจะเป็นทั้งในส่วนของรัฐบาล ส่วนงานที่รับผิดชอบโดยตรงเกี่ยวกับยางพารา เช่น การยางแห่งประเทศไทย กระทรวงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และตัวของผู้ประกอบการเอง ซึ่งสามารถสรุปแนวทางในการพัฒนาศักยภาพได้ ดังนี้

1. รัฐบาล

1) เร่งส่งเสริม สนับสนุนการขยายตลาดไปสู่ตลาดใหม่

2) แก้ไข ปรับปรุง ทบทวน กฎหมาย กฎระเบียบ ที่เป็นข้อจำกัด และอุปสรรคต่อการประกอบการ ของอุตสาหกรรมไม้ทั้งระบบ

3) ทบทวน แก้ไขให้ไม้ยางพาราออกจาก พ.ร.บ. ป่าไม้ พ.ศ. 2484

-

4) แก้ไข ปรับปรุง ทบทวน เรื่องกฎระเบียบเกี่ยวกับการใช้ไม้ยางพาราเป็นเฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากต้องขออนุญาตจากกรมป่าไม้เพื่อตั้งโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา มีขั้นตอนยุ่งยาก ก่อให้เกิดต้นทุนสูงในการประกอบกิจการ

5) แก้ไข ปรับปรุง กฎระเบียบในการจ้างทำของประเภทไม้ กฎหมายไม่อนุญาตในการจ้างทำของประเภทไม้

6) ทบทวนหักภาษี ณ ที่จ่ายทำให้เงินทุนหมุนเวียนหายไป เพราะต้องหัก ณ ที่จ่ายก่อน และจึงจะขอคืนภาษี (ซึ่ง SMEs น้อยรายที่ขอคืนภาษี ทำให้เงินทุนหมุนเวียนลดลง)

7) การช่วยเหลือและพัฒนาแรงงานด้านเฟอร์นิเจอร์โดยภาครัฐ เนื่องจากปัจจุบันเอกชนต้องฝึกแรงงานเอง ความชัดเจนในการสนับสนุนด้านวิชาชีพ การประกอบอาชีพ

8) เพิ่มหลักสูตร ปวส. ปวช. ที่เกี่ยวกับอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

9) ข้อผ่อนปรนด้านแรงงานต่างด้างที่เข้ามาเป็นแรงงานในอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

10) การพัฒนาภาพลักษณ์ของอุตสาหกรรมว่า “ไม่เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อม”

11) ส่งเสริมการหาเครื่องจักรอัตโนมัติ (Automatic/CNC) เพื่อเข้ามาเพิ่มศักยภาพของผู้ประกอบการ รวมถึงการรองรับปัญหาเรื่องช่างซ่อมเครื่องจักร

12) จัดตั้งศูนย์ข้อมูล และศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ และระบบการค้าเชิงพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่ก้าวหน้า สำหรับรองรับธุรกิจอุตสาหกรรมของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

13) ปรับปรุง ทบทวนด้านกฎหมาย มาตรการรัฐ และกฎหมายไทย ระบบภาษี และข้อระเบียบ บังคับ ที่ทำให้ผู้ประกอบการต้องเสียค่าใช้จ่ายซ้ำซ้อน ความล่าช้าในการคืนภาษีขาเข้าและไม่ได้เป็นการเอื้ออำนวยสนับสนุนผู้ประกอบการเท่าที่ควรแต่เป็นการควบคุม ทำให้ไม่สามารถดึงดูดนักลงทุนหน้าใหม่ให้เข้ามาในอุตสาหกรรมได้

14) ส่งเสริมการจัดการระบบสวนป่า เช่น ไม้ยางพารา ให้มีประสิทธิภาพและมีปริมาณเพียงพอ และเพื่อให้มีราคาที่เหมาะสม

15) ปรับเพิ่มพิกัดน้ำหนักบรรทุก ของรถบรรทุกให้เหมาะสม

16) กำหนดมาตรฐานบังคับ (มอก.) เพื่อป้องกันการนำเข้าสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐาน และเพื่อเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมให้ผลิตสินค้าได้มาตรฐานสากล

17) การสนับสนุนสินค้าคุณภาพจากผู้ผลิตภายในประเทศ และการมีตราสัญลักษณ์ที่แสดงถึงคุณภาพ เพื่อความมั่นใจในการใช้งาน

18) การติดตามการเคลื่อนย้ายการค้าและการลงทุนทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งนโยบายการใช้มาตรการกีดกันทางการลงทุนของต่างประเทศ

19) การช่วยเหลือสนับสนุนจากรัฐเพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์ค่อนข้างสูง

-

2. การยางแห่งประเทศไทย

1) ถ่ายทอดเทคโนโลยี/นวัตกรรมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ไม้ยางพารา

2) ลดต้นทุนด้าน Logistic ในกระบวนการแปรไม้ยางพารา และส่งออกผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา

3) ถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการแปรรูป ไม้ยางพารา เพื่อปรับปรุงให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นใช้เวลาในการดำเนินการลดลง มีต้นทุนการผลิตลดลง และมีการสูญเสียลดลง

4) สนับสนุนเงินทุนดอกเบี้ยต่ำในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต

5) ทบทวนและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) สำหรับสินค้ากลุ่มผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราทุกประเภทให้เทียบเท่ามาตรฐานระดับสากล

6) ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ประกอบการปรับปรุง/พัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ ไม้ยางพาราให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) และ/หรือมาตรฐานสากล

7) เร่งดำเนินการส่งเสริม สนับสนุน และจูงใจให้เกษตรกรฯ ยื่นขอใบรับรองมาตรฐานการจัดป่าไม้อย่างยั่งยืน (FSC/PEFC)

8) พัฒนาขีดความสามารถด้านการผลิตผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราให้ได้มาตรฐานสากล

9) สนับสนุนการเจรจาการค้าระหว่างประเทศในประเด็นเรื่องการกีดกันทางการค้าที่เกี่ยวข้องกับยาง และผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา

10) ประสานความร่วมมือในการวิจัยยาง และผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา กับนักวิจัยยาง และผลิตภัณฑ์ ไม้ยางพาราของสถาบันวิจัยยางทั่วโลกอย่างใกล้ชิด

11) สำรวจข้อมูลความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราของหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลการวางแผนการส่งเสริมการผลิตผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราให้กับสถาบันเกษตรกร

12) ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการคัดสรรผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราที่ผลิตโดยสถาบันเกษตรกร

13) จัดงานแสดงสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราในงาน Thailand Rubber Expo เป็นประจำทุกปี

14) ส่งเสริมการจัดตั้งศูนย์จำหน่ายสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ ไม้ยาพาราในย่านแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ พร้อมกับพัฒนาระบบขนส่งสินค้าไปยังประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก

15) ศึกษา/วิเคราะห์/วิจัย เพื่อค้นหาแนวโน้มและโอกาสในการขยายตลาดส่งออกสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราไปยังตลาดใหม่ ๆ ที่มีศักยภาพ

16) ส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ไม้ยางพาราได้มีโอกาสนำสินค้าไปเปิดตลาดในต่างประเทศผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การเข้าร่วมงานแสดงสินค้า, กิจกรรม Road Show, กิจกรรมจับคู่ธุรกิจ เป็นต้น

17) จัดทำตราสินค้า (Brand) ของผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา ภายใต้ชื่อ “Rubber Product of Thailand” พร้อมทั้งทำการประชาสัมพันธ์ภาพลักษณ์ในประเทศที่เป็นตลาดเป้าหมาย เพื่อให้ทั่วโลกยอมรับในคุณภาพและมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ยาง/ไม้ยางพาราจากประเทศไทย

-

3. กระทรวงศึกษาธิการ

1) พัฒนาหลักสูตรการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และแก้ปัญหาแรงงานขาดแคลนในสายวิชาชีพ อาทิ เพิ่มหลักสูตร ปวช./ปวส. ที่เกี่ยวข้องการแปรรูปไม้ยางพารา และการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

2) พัฒนาหลักสูตรด้านภาษา ทั้งภาษาอังกฤษ จีน รวมถึงภาษาในประเทศอาเซียน เช่น ภาษาพม่า ลาว กัมพูชา

4. กระทรวงแรงงาน

1) สร้างมาตรฐานฝีมือแรงงานในอุตสาหกรรม

2) การช่วยเหลือและพัฒนาแรงงานในการสนับสนุนด้านวิชาชีพ การประกอบอาชีพ

5. การปรับตัวของผู้ประกอบการ

1) การเสริมสร้างศักยภาพด้านการผลิต

- การลดต้นทุนการผลิต ด้วยการบริหารจัดการต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ มีการนำเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ผลักดันการผลิตสินค้าให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น (Product Value Creation) เพื่อหลีกเลี่ยงการแข่งขันทางด้านราคา

- การพัฒนาด้านการออกแบบอุตสาหกรรมทั้งในด้านการอบรมการแข่งขันในระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับโลก

2) การเสริมสร้างศักยภาพด้านการตลาด

- เร่งการทำการค้า การส่งออกเชิงรุก สร้างให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลาง (Hub) อุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

- ส่งเสริม สนับสนุนการสร้างภาพลักษณ์ ไม้ยางพารา เป็น Eco-Friendly Wood และประชาสัมพันธ์ให้สังคมรับรู้

- ให้ผลิตภัณฑ์ของผู้ประกอบการไทยได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐานสากล

- ผู้ประกอบการรับจ้างผลิต (OEM) ควรหันมาทำการตลาดเชิงรุกมากขึ้น โดยการปรับกลยุทธ์ทางธุรกิจจากเดิมที่ใช้กลยุทธ์การตลาดแบบตั้งรับ โดยรอรับคำสั่งซื้อจากผู้ว่าจ้างผลิต มาเป็นการออกแบบและมีตราสินค้าของตัวเอง

- การลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น จากการที่ผู้ว่าจ้างผลิตรายใด รายหนึ่งที่อาจจะลดคำสั่งซื้อ โดยการกระจายคำสั่งซื้อจากแหล่งอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น และการสร้างเครือข่ายพันธมิตรทั้งภาคธุรกิจไทย และต่างประเทศให้กว้างขวาง เพื่อเพิ่มโอกาสในการร่วมทุนในการผลิตและการส่งออก

- การแสวงหาตลาดและลูกค้ากลุ่มเป้าหมายใหม่ ควบคู่ไปกับการติดตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของคู่แข่งและคู่ค้าอย่างสม่ำเสมอ พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่รูปแบบที่หลากหลายทนต่อแนวโน้มแฟชั่นที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลารวมทั้งตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคอย่างสูงสุด

3) การเสริมสร้างศักยภาพด้านการจัดการห่วงโซ่อุปทาน

-

- การรวมกลุ่ม (Cluster) หรือ การรวมกลุ่มอุตสาหกรรม คือ การรวมกลุ่ม ธุรกิจ และสถาบันที่เกี่ยวข้องมารวมตัวดำเนินกิจการอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง มีความร่วมมือ เกื้อหนุน เชื่อมโยงและเสริมกิจการซึ่งกันและกันอย่างครบวงจร ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน โดยความเชื่อมโยงในแนวตั้งเป็นความเชื่อมโยงของผู้ประกอบการธุรกิจอุตสาหกรรม ตั้งแต่ธุรกิจต้นน้ำ จนถึงปลายน้ำ และความเชื่อมโยงในแนวนอนเป็นความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมสนับสนุนด้านต่าง ๆ รวมทั้งธุรกิจให้บริการ สมาคมการค้า สถาบันการศึกษา สถาบันวิจัยพัฒนา ตลอดจนหน่วยงานภาครัฐต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืน

- การแก้ปัญหากลุ่มอุตสาหกรรมโดยรวมกลุ่ม เพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ซึ่งกันและกันในกลุ่มอุตสาหกรรม เช่น การนำเอาการปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practice) ของแต่ละโรงงานมาใช้เพื่อลดต้นทุน และแก้ไขเรื่องค่าแรงสูงแต่ไม่มีประสิทธิภาพ

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อศึกษาสภาพทั่วไปของการแปรรูปไม้ยางพารา และผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ตั้งแต่ระดับต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ และศึกษาศักยภาพในการแข่งขันของโรงงานแปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยาง ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยการสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Participant Observation) เกษตรกรชาวสวนยาง เจ้าของและพนักงานลานรับซื้อไม้ยางพารา และผู้ประกอบกิจการโรงงานแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา เพื่อศึกษาถึงกระบวนการจำหน่ายวัตถุดิบ การรับซื้อวัตถุดิบ การขนส่งวัตถุดิบ กระบวนการแปรรูปไม้ยางพาราและเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ปริมาณผลผลิต และชนิดของผลผลิต การจัดจำหน่ายสินค้า ตลาดที่จัดจำหน่าย รวมทั้งการสัมภาษณ์เชิงลึก (In - Depth Interview) กับผู้บริหารของโรงงานแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา เพื่อรวบรวมข้อมูลด้านปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะที่มีต่อหน่วยงานภาครัฐ รวมทั้งเก็บข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) โดยได้จากการรวบรวมข้อมูล จากเอกสาร หนังสือ และเว็บไซต์ของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาด้วยการจัดระบบข้อมูลและแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูล และหาความสัมพันธ์ของข้อมูลมาตีความ และนำเสนอด้วยการเขียนบรรยายโดยมีรูปภาพประกอบ และการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) เป็นการนำข้อมูลซึ่งได้จากการศึกษามาลงรหัสข้อมูลแล้ววิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผ่านสถิติขั้นพื้นฐาน

ผลการศึกษาเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

ผลการศึกษาเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา พบว่า ไม้ยางพาราแปรรูป และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราของไทย เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศเป็นอย่างมาก ซึ่งตลาดส่งออกหลักที่สำคัญ คือ ประเทศจีน ซึ่งมูลค่าการส่งออกปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2559 มีมูลค่า 1,960.57 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และไม้ยางพาราแปรรูปมีการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นมากที่สุด ร้อยละ 34.49 ซึ่งคาดว่าในอนาคตอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารายังมีแนวโน้มที่

-

ดี เนื่องจากประเทศจีนมีการขยายตัวด้านอสังหาริมทรัพย์มากขึ้นทำให้ความต้องการเฟอร์นิเจอร์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความต้องการวัตถุดิบเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการศึกษาความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบของประเทศคู่แข่งของประเทศไทยในการดำเนินธุรกิจประเภทโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ได้แก่ มาเลเซีย เวียดนาม และอินโดนีเซีย พบว่าไทย เป็นประเทศที่มีการปลูกยางพารา และส่งออกยางพารา ไม้ยางพาราแปรรูปมากเป็นอันดับ 1 ของโลก ปัจจุบันอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราของไทยมีอัตราการเจริญเติบโต และมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากนโยบายการสนับสนุนการเพิ่มพื้นที่ปลูกยางของรัฐบาล และจากปริมาณการตัดโค่นไม้ยางพาราประมาณปีละ 300,000 – 500,000 ไร่ ทำให้ผลผลิตของไม้ยางพาราแปรรูปของไทยสูงถึง 2.5 – 4.3 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งผู้ประกอบการไทยมีขีดความสามารถและศักยภาพในการผลิตและส่งออกสูงกว่าประเทศคู่แข่งอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามประเทศไทยมีข้อเสียเปรียบในด้านต้นทุนในการผลิตโดยเฉพาะต้นทุนของแรงงานซึ่งสูงกว่าประเทศคู่แข่ง และมาตรการส่งเสริมการลงทุนและสิทธิพิเศษทางภาษี เป็นต้น

จากการศึกษายังพบว่าผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราของไทยมีจุดแข็งในด้านปริมาณวัตถุดิบเพียงพอต่อการผลิต มีอุตสาหกรรมปลายน้ำรองรับผลผลิต มีการรวมกลุ่มกันของผู้ประกอบการ การส่งออกสามารถทำได้อย่างสะดวก แต่จุดอ่อน คือ ผู้ประกอบการยังขาดความเข้าใจในเรื่องการตลาด รวมถึงการทำการตลาดต่างประเทศระดับโลก และทำการตลาดเชิงรุกและการสร้างตราสินค้าอย่างจริงจัง และมีตลาดหลักเพียงแค่ตลาดประเทศจีนเท่านั้น รวมไปถึงความเสียเปรียบในการแข่งขันทางด้านต้นทุน และการสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมภายนอกพบว่าผู้ประกอบการของไทยยังมีโอกาสที่ดี เนื่องจาก ภาพลักษณ์สินค้าของไทยอยู่ในระดับที่ดีในมุมมองของผู้ซื้อ และอุปสงค์ในตลาดอาเซียนเพิ่งขึ้น เอื้อประโยชน์ต่อการส่งออกสินค้าของไทย รวมทั้งยังมีการรวมกลุ่มกันของประเทศในอาเซียนของผู้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ ASEAN Furniture Industry Council เพื่อให้มีการแสดงสินค้าในระดับอาเซียน มีการกำหนดหลักเกณฑ์ FFC (มาตรการกำหนดที่มาของไม้ยาง) แต่อุปสรรคที่สำคัญ ก็คือการที่ความต้องการของตลาดในแต่ละภูมิภาคแตกต่างกัน คู่แข่งรายใหม่ในตลาดโลกเพิ่มขึ้น รวมทั้งราคาวัตถุดิบมีความผันผวน

ผลการศึกษาสภาพแวดล้อมของอุตสาหกรรมโดยใช้ตัวแบบระบบเพชร พบว่าเงื่อนไขทางด้านปัจจัยการผลิต ผู้ประกอบการของไทยมีความได้เปรียบทางด้านวัตถุดิบ การส่งออก มีทักษะและประสบการณ์ในการทำงาน แต่มีข้อเสียเปรียบด้านต้นทุนแรงงาน ขาดแคลนแรงงาน โดยเฉพาะแรงงานฝีมือ ต้องพึ่งพาแรงงานต่างประเทศ มีปัญหาอุปสรรคทางด้านข้อกฎหมาย และขาดความรู้ความเข้าใจในการทำการตลาด ในส่วนของเงื่อนไขด้านอุปสงค์ พบว่า ผู้ประกอบการไทยยังคงมีความได้เปรียบ เนื่องจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ และอสังหาริมทรัพย์ในจีน จึงส่งผลให้การส่งออกไม้ยางพาราของไทยไปยังจีนคาดว่าจะยังเติบโตขึ้นในอนาคต เมื่อพิจารณาบริบทการแข่งขันและกลยุทธ์ทางธุรกิจ พบว่าผู้ประกอบการของไทยยังเสียเปรียบด้านต้นทุน เนื่องจากการแข่งขันในธุรกิจนี้เน้นการใช้ต้นทุนที่ต่ำมากกว่าการแข่งขันทางด้านราคาหรือคุณภาพ รวมทั้งการแข่งขันในระยะยาวผู้ประกอบการของไทยยังคงต้องปรับตัวให้รับกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาถึงอุตสาหกรรมที่เกี่ยวโยงและสนับสนุน พบว่าประเทศไทยยังคงมีข้อจำกัดเกี่ยวกับ

-

ผู้ประกอบการโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารามีจำนวนน้อย และผู้ผลิตไม้ยางพาราแปรรูปก็นิยมผลิตเพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศ ทำให้ไม่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งปัจจุบันรัฐบาลได้มีการจัดตั้งหน่วยงานรับผิดชอบด้านยางพาราทั้งระบบของประเทศ คือ การยางแห่งประเทศไทย ซึ่งจะมาเป็นองค์กรกลางในการบริหารจัดการยางพาราทั้งระบบ ทั้งในส่วนของเกษตรกร สถาบันเกษตรกร ผู้ประกอบการ และทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับยางพารา รวมไปถึงการบริหารจัดการอุตสาหกรรมไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา โดยได้มีการจัดทำยุทธศาสตร์ยางพารา ระยะ 20 ปีขึ้น (พ.ศ. 2561 – 2579) เพื่อใช้ในการกำหนดนโยบาย ในการดำเนินงานด้านยางพาราในระยะยาว จึงเป็นโอกาสที่ดีในการพัฒนาศักยภาพให้แก่ผู้ประกอบการของไทยในอนาคต นอกจากนี้จากการวิเคราะห์เหตุสุดวิสัย ซึ่งเป็นการประเมินโอกาสและอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมภายนอก อันได้แก่ การวิเคราะห์ทางด้านการเมือง ทางเศรษฐกิจ ทางสังคมและวัฒนธรรม และทางเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม พบว่า ผู้ประกอบการของไทยยังคงได้รับผลกระทบทางด้านการเมือง ในแง่ของการลงทุนหรือการร่วมทุนจากต่างชาติ และการกีดกันทางการค้าจากประเทศมหาอำนาจ เช่น กลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป การส่งออกสินค้าต้องมีเอกสารระบุต้นกำเนิดของผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา (FSC) ซึ่งจะทำให้การส่งออกนั้นยาก ในส่วนด้านสังคม วัฒนธรรม และเทคโนโลยี ถือว่าเอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการของไทย เนื่องจาก ปัจจุบันกระแสการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ช่วยลดภาวะโลกร้อนเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากไม้ยางพาราได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นโอกาสที่ดีที่จะทำให้อุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารามีอัตราการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง และเทคโนโลยีในการผลิตในปัจจุบันส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการผลิต ซึ่งจะช่วยลดของเสียระหว่างกระบวนการผลิต และทำให้ประหยัดต้นทุนด้านแรงงานและพลังงานได้มากขึ้น

ผลการศึกษาศักยภาพในการแข่งขันของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

การศึกษานี้จะอาศัยการเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยใช้การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม การสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตแบบมีส่วนร่วม และการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม ซึ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มพื้นที่ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 จังหวัดชุมพร จังหวัดระนอง และจังหวัดสุราษฎร์ธานี
กลุ่มที่ 2 จังหวัดพังงา และจังหวัดกระบี่
กลุ่มที่ 3 จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง
กลุ่มที่ 4 จังหวัดพัทลุง จังหวัดสงขลา และจังหวัดสตูล

และสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ เกษตรกรชาวสวนยาง จำนวน 100 ตัวอย่าง ลานรับซื้อไม้ยาง จำนวน 25 ตัวอย่าง โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา จำนวน 16 ตัวอย่าง ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ ดังนี้

-

1. เกษตรกรชาวสวนยางที่ขายไม้ยางพารา

จากการศึกษาพบว่า เกษตรกรชาวสวนยางในพื้นที่ภาคใต้ส่วนใหญ่จะดำเนินขายไม้ยางให้กับผู้ซื้อที่เข้ามาเหมาสวน ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่สามารถขายไม้ยางได้ในราคา 30,001 – 50,000 บาท/ไร่ โดยพันธุ์ยางที่ปลูกแล้วขายไม้ยางได้ในราคาที่สูง ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ PRIM600 ส่วนพันธุ์ยางที่ขายได้ในราคาที่ต่ำ คือ พันธุ์ BPM 24 เนื่องจากไม้ยางจะมีตาที่ทำให้ไม้ยางพาราแปรรูปมีลักษณะเป็นไม้ลาย ไม่สามารถแปรรูปเป็นไม้คุณภาพ AB ตามที่ตลาดต้องการได้ ช่วงระยะเวลาที่เกษตรกรจะโค่นไม้ยางพาราตอนยางให้ผลผลิตต่ำในช่วงอายุระหว่าง 25 – 35 ปี ปัญหาที่เกษตรกรชาวสวนยางประสบปัญหา ได้แก่ ผู้มีอิทธิพลในพื้นที่เป็นผู้ผูกขาดการซื้อขายไม้ยางในพื้นที่ ไม้ยางที่โค่นส่วนใหญ่เป็นไม้ลายเป็นโรคทำให้ขายไม้ได้ในราคาที่ต่ำ ผู้ซื้อที่เข้ามาเหมาสวนไม่ทำตามที่ตกลงไว้ในการปรับสภาพดิน มีพ่อค้าคนกลางเข้ามากดราคาในการซื้อขายไม้ยางพารา ใช้ระยะเวลาในการตกลงราคาและการโค่นนานส่งผลกระทบต่อการปลูกแทนเนื่องจากผิดฤดูกาล และสิ่งที่เกษตรกรอยากให้หน่วยงานภาครัฐ หรือ การยางแห่งประเทศไทยเข้ามาดูแล ได้แก่ ควรจะมีเจ้าหน้าที่ของการยางแห่งประเทศไทยในพื้นที่เป็นผู้เข้ามาร่วมการประเมินมูลค่าไม้ยางพารา ควรมีการแนะนำฝึกอบรมเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าไม้ยางพาราให้แก่เกษตรกรชาวสวนยาง ควรมีการกำหนดมาตรฐานราคากลางหรือหลักเกณฑ์ในการกำหนดราคาไม้ยางพารา ควรมีการควบคุม ติดตามการซื้อขายไม้ยางพาราให้เป็นไปตามกลไกตลาด ป้องกันการกดราคาของพ่อค้าคนกลาง

2. ลานรับซื้อไม้ยางพารา

จากการศึกษาพบว่า ลานรับซื้อไม้ยางพาราส่วนใหญ่ เป็นลานรับซื้อไม้ยางพาราเพียงอย่างเดียว และจะรับซื้อทั้งไม้ท่อนยางพาราและไม้ฟืน ซึ่งไม้ท่อนที่จะรับซื้อต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 5 นิ้ว โดยลักษณะของการรับซื้อพบว่า ส่วนใหญ่เกษตรกรชาวสวนยางหรือผู้ขายจะนำมาขายเองที่ลานรับซื้อภายในอำเภอ ซึ่งมีสถานการณ์การแข่งขันที่รุนแรงอันเกิดจากการเพิ่มขึ้นของคู่แข่ง นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่าลานรับซื้อไม้ยางพาราส่วนใหญ่มีกำลังในการรับได้ไม่เกิน 10,000 ตัน/ปี และจะนำไม้ยางพาราที่รับซื้อได้ไปขายให้แก่โรงงานแปรรูปไม้ยางพาราเป็นลำดับแรก ในการศึกษาต้นทุนในการขนส่ง พบว่าลานรับซื้อไม้ยางพาราส่วนใหญ่มีต้นทุนค่าขนส่งน้อยกว่า 0.15 บาท/กิโลกรัม เนื่องจากจะจำหน่ายให้แก่โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา หรือโรงงานผลิตไม้อัดในพื้นที่ใกล้เคียง โดยปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินธุรกิจของลานรับซื้อไม้ยางพารา ได้แก่ ปริมาณไม้ยางพาราขาดแคลนในช่วงฤดูฝน เนื่องจากจะเกิดความยากลำบากในการนำไม้ยางพาราออกมาจากสวน เกษตรกรชาวสวนยางขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณภาพและมาตรฐานไม้ยางพาราที่ตลาดมีความต้องการ เจ้าหน้าที่ภาครัฐเรียกรับผลประโยชน์จากผู้ประกอบการ เช่น เจ้าหน้าที่ตำรวจ เจ้าหน้าที่ชั่งตวงวัด จำนวนรถบรรทุกมีไม่เพียงพอ ส่งผลให้ต้นทุนในการขนส่งสูงขึ้น ขาดเงินทุนหมุนเวียนในการดำเนินธุรกิจ ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขัน ขาดแคลนแรงงาน เนื่องจากคนไทยไม่นิยมทำงานประเภทนี้ ต้องใช้แรงงานต่างด้าว ซึ่งมีปัญหาเรื่องการขึ้นทะเบียนแรงงานต่างด้าว คู่แข่งรายใหม่เพิ่มขึ้นอยู่อย่างต่อเนื่อง เกิดการแข่งขันสูง และปัญหาในการคัดคุณภาพไม้ยางพาราของโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา ส่วนสิ่งที่ผู้ประกอบการลานรับซื้อไม้ยางพาราอยากให้หน่วยงานภาครัฐ หรือ การยางแห่งประเทศไทยเข้ามาดูแล ได้แก่ ให้ภาครัฐมีมาตรการและแผนงานที่ชัดเจนเกี่ยวกับปริมาณการโค่นไม้ยางพาราในแต่ละปี

-

จัดให้มีการอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับคุณภาพและมาตรฐานไม้ยางพาราแก่เกษตรกรชาวสวนยาง เพื่อป้องกันข้อขัดแย้งในการซื้อขายไม้ยางพารา เร่งขจัดปัญหาการทุจริต คอรัปชั่น และการเรียกรับผลประโยชน์ รวมถึงสนับสนุน และจัดหาสินเชื่อดอกเบี้ยต่ำ ในการดำเนินกิจการและเร่งแก้ปัญหาด้านมาตรการในการจ้างแรงงานต่างด้าวถูกกฎหมาย โดยลดขั้นตอน ระยะเวลาในการดำเนินการ

3. โรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

จากการศึกษาพบว่า ผู้ประกอบการส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา คิดเป็นร้อยละ 87.50 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 12.50 เป็นโรงงานแปรรูปเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา เมื่อแบ่งขนาดของผู้ประกอบการพบว่าส่วนใหญ่เป็นผู้ประกอบการขนาดกลาง (ทรัพย์สินน้อยกว่า 200 ล้านบาท) มีกำลังการผลิตน้อยกว่า 200,000 ลูกบาศก์ฟุต/ปี สัดส่วนการจำหน่ายของผู้ประกอบการส่วนใหญ่ จะมีสัดส่วนการจำหน่าย ในประเทศ : ต่างประเทศ เป็นสัดส่วน 10 : 90 และ 0 : 100 และเมื่อพิจารณาโอกาสในการขยายกิจการ พบว่า ผู้ประกอบการร้อยละ 56.25 มีแนวโน้มที่จะขยายกิจการ ส่วนอีกร้อยละ 43.75 จะไม่ขยายกิจการ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราที่มีต่อปัญหาอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการ พบว่าผู้ประกอบการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา มีความคิดเห็นต่อปัญหาอุปสรรคที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการ โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่าปัญหาด้านโครงสร้างองค์กร บุคลากร แรงงาน ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานมากที่สุด (4.11) รองลงมา คือ ต้นทุนในการผลิต (3.56) ความรุนแรงในการแข่งขัน (3.33) กฎหมายที่เกี่ยวข้อง (2.89) วัตถุดิบในการผลิต (2.78) กำลังการผลิตส่วนเกินในอุตสาหกรรม (2.56) ต้นทุนในการลงทุน (1.78) การจัดจำหน่าย (1.78) การขนส่งและต้นทุนในการขนส่ง (1.13) และสุดท้ายคือ ทำเลที่ตั้งของผู้ประกอบการ (1.11)

4. แนวนโยบายในการพัฒนาศักยภาพ

จากการศึกษาพบว่า แนวทางสำคัญที่จะเป็นการเพิ่มศักยภาพให้แก่ผู้ประกอบการ ต้องได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนทุกภาคส่วนอย่างบูรณาการ ไม่ว่าจะเป็นทั้งในส่วนของรัฐบาล ส่วนงานที่รับผิดชอบโดยตรงเกี่ยวกับยางพารา เช่น การยางแห่งประเทศไทย กระทรวงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และตัวของผู้ประกอบการเอง โดยรัฐบาลจะต้องเร่งส่งเสริม สนับสนุนการขยายตลาดไปสู่ตลาดใหม่ แก้ไขปรับปรุงทบทวน กฎหมาย กฎระเบียบ ที่เป็นข้อจำกัด และอุปสรรคต่อการประกอบการ ของอุตสาหกรรมไม้ยางพาราทั้งระบบ การช่วยเหลือและพัฒนาแรงงาน และการกำหนดข้อผ่อนปรนแรงงานต่างด้าวในอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้ยางพาราและผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา การพัฒนาภาพลักษณ์ของอุตสาหกรรมว่า “ไม่เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อม” การกำหนดมาตรฐานบังคับ (มอก.) เพื่อป้องกันการนำเข้าสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐาน และเพื่อเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมให้ผลิตสินค้าได้มาตรฐานสากล การสนับสนุนสินค้าคุณภาพจากผู้ผลิตภายในประเทศ และการมีตราสัญลักษณ์ที่แสดงถึงคุณภาพ เพื่อความมั่นใจในการใช้งาน การติดตามการเคลื่อนย้ายการค้าและการลงทุนทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งนโยบายการใช้มาตรการกีดกันทางการลงทุนของต่างประเทศ เป็นต้น

-

นอกจากรัฐบาลแล้ว หน่วยงานที่เกี่ยวข้องก็ต้องเร่งดำเนินการเพื่อพัฒนาศักยภาพให้แก่ผู้ประกอบการของไทย อาทิเช่น การยางแห่งประเทศไทยจะต้องถ่ายทอดเทคโนโลยี/นวัตกรรมในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ ไม้ยางพาราเพื่อปรับปรุงให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นใช้เวลาในการดำเนินการลดลง มีต้นทุนการผลิตลดลง และมีการสูญเสียลดลง สนับสนุนเงินทุนดอกเบี้ยต่ำในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต การเร่งดำเนินการส่งเสริม สนับสนุน และจูงใจให้เกษตรกรฯ ยื่นขอใบรับรองมาตรฐานการจัดป่าไม้อย่างยั่งยืน (FSC/PEFC) การประสานความร่วมมือในการวิจัยยาง และความร่วมมือทางการค้าในอุตสาหกรรมการแปรรูป และผลิตภัณฑ์ไม้ยางพารา และในส่วนกระทรวงศึกษาธิการก็ต้องเร่งดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และแก้ปัญหาแรงงานขาดแคลนในสายวิชาชีพ อาทิ เพิ่มหลักสูตร ปวช./ปวส. ที่เกี่ยวข้องการแปรรูปไม้ยางพารา และการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา รวมถึงการพัฒนาหลักสูตรด้านภาษา ทั้งภาษาอังกฤษ จีน รวมถึงภาษาในประเทศอาเซียน เช่น ภาษาพม่า ลาว กัมพูชา รวมไปถึงกระทรวงแรงงานก็จะต้องเร่งดำเนินการในการสร้างมาตรฐานฝีมือแรงงานในอุตสาหกรรม และให้การช่วยเหลือและพัฒนาแรงงานในการสนับสนุนด้านวิชาชีพการประกอบอาชีพ

สุดท้ายผู้ประกอบการก็จะต้องปรับตัวเพื่อพัฒนาศักยภาพของตัวเอง โดยการเสริมสร้างศักยภาพด้านการผลิต การลดต้นทุนการผลิต ด้วยการบริหารจัดการต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพ มีการนำเครื่องจักรและเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต ผลักดันการผลิตสินค้าให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น (Product Value Creation) เพื่อหลีกเลี่ยงการแข่งขันทางด้านราคา การพัฒนาด้านการออกแบบอุตสาหกรรมทั้งในด้านการอบรมการแข่งขันในระดับชาติ ระดับภูมิภาค และระดับโลก การเสริมสร้างศักยภาพด้านการตลาดโดยการเร่งการทำการค้า การส่งออกเชิงรุก สร้างให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลาง (Hub) อุตสาหกรรมไม้ยางพาราแปรรูป และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ส่งเสริม สนับสนุนการสร้างภาพลักษณ์ ไม้ยางพารา เป็น Eco-Friendly Wood และประชาสัมพันธ์ให้สังคมรับรู้ การให้ผลิตภัณฑ์ของผู้ประกอบการไทยได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐานสากล การแสวงหาตลาดและลูกค้ากลุ่มเป้าหมายใหม่ ควบคู่ไปกับการติดตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงของคู่แข่งและคู่ค้าอย่างสม่ำเสมอ พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่รูปแบบที่หลากหลายทนต่อแนวโน้มแฟชั่นที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลารวมทั้งตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคอย่างสูงสุด รวมไปถึงการเสริมสร้างศักยภาพด้านการจัดการห่วงโซ่อุปทาน โดยการรวมกลุ่ม (Cluster) หรือ การรวมกลุ่มอุตสาหกรรม เพื่อให้เกิดความร่วมมือ เกื้อหนุน เชื่อมโยงและเสริมกิจการซึ่งกันและกันอย่างครบวงจร ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ตั้งแต่ธุรกิจต้นน้ำ จนถึงปลายน้ำ และความเชื่อมโยงในแนวนอน เป็นความเชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมสนับสนุนด้านต่าง ๆ รวมทั้งธุรกิจให้บริการ สมาคมการค้า สถาบันการศึกษา สถาบันวิจัยพัฒนาตลอดจนหน่วยงานภาครัฐต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืน มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ซึ่งกันและกันในกลุ่มอุตสาหกรรม เช่น การนำเอาการปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practice) ของแต่ละโรงงานมาใช้เพื่อลดต้นทุน และแก้ไขเรื่องค่าแรงสูงแต่ไม่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

-

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัย เรื่อง “การศึกษาศักยภาพการแข่งขันของโรงงานแปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ ไม้ยาง” ในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือของบุคคลหลายท่าน ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พิษณุวัฒน์ ทวีวัฒน์, อาจารย์ดร.ฆนัทนันท์ ทวีวัฒน์ อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และนายสมมาต แสงประดับ เศรษฐกรชำนาญการพิเศษ กรมวิชาการเกษตร ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อแนะนำต่าง ๆ แก่ผู้วิจัยด้วยความเมตตา

ขอขอบคุณผู้บริหารการยางแห่งประเทศไทย และผู้บริหารฝ่ายวิจัยและพัฒนาเศรษฐกิจยางที่ได้มอบโอกาสให้ได้รับผิดชอบโครงการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณพนักงานในสังกัดแผนกวางแผนธุรกิจ กองพัฒนาการตลาดและธุรกิจ และกองวิจัยและพัฒนาระบบโลจิสติกส์ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจ รวมทั้งขอขอบคุณผู้ประกอบกิจการโรงงานแปรรูปไม้ยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางที่ได้ให้ข้อมูลและให้สัมภาษณ์ในการทำวิจัย

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดามารดาของผู้วิจัยทุกท่าน ที่มอบกำลังใจและความรักเสมอมา ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอยกคุณงามความดีแด่ผู้มีพระคุณที่กล่าวถึงทุกท่าน และหากมีข้อผิดพลาดประการใดข้าพเจ้าขอรับผิดชอบด้วยความเต็มใจเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

กรานต์เลิศ สหายวงศ์. 2550. ความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบของอุตสาหกรรมเครื่องประดับทองในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

การยางแห่งประเทศไทย. 2560. ยุทธศาสตร์ยางพาราระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 – 2579). ศูนย์พยากรณ์เศรษฐกิจและธุรกิจ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพฯ

ศูนย์สารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. 2560. “รายงานสภาวะอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางและไม้ยางพารา” (Online). http://rubber.oie.go.th/box/Article/48014.pdf, 25 สิงหาคม 2560.

ศูนย์วิจัยเศรษฐกิจและธุรกิจของธนาคารไทยพาณิชย์. 2560. “ทิศทางอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราไทย” (Online). http://thaipublica.org/2016/11/scb-eic-rubberwood/, 25 สิงหาคม 2560.

ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์. 2550. กิจกรรมการประเมินศักยภาพกลุ่มอุตสาหกรรม ภายใต้โครงการพัฒนาการรวมกลุ่มและเชื่อมโยงอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 16-21.

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. 2557. “รายงานผลการวิเคราะห์ขีดความสามารถในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) กลุ่มอุตสาหกรรมโรงเลื่อยและโรงอบไม้”. 20 สิงหาคม 2560.

-

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม 2551. “รายงานการศึกษาเครือข่ายวิสาหกิจยางพารา และเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราพื้นที่ภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย” (Online). http://www.thaifranchise center.com/download.php?group=154&id_s=6387, 20 สิงหาคม 2560.

อรไท กำธรกิตติกุล. 2546. ผลกระทบจากการเติบโตของร้านค้าปลีกแบบซูเปอร์เซ็นเตอร์ที่มีต่อร้านค้าปลีกแบบสะดวกซื้อในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Rubber Intelligence Unit. 2560. “อุตสาหกรรมไม้ยางพารา” (Online). http://rubber.oie.go.th/ImExThaiByProduct.aspx?pt=im&hgid=4, 15 มิถุนายน 2560.

-

การยางแห่งประเทศไทย

Rubber Authority of Thailand