



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้

ชีววิทยาป่าไม้

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การวิเคราะห์ความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแกมมอในประเทศไทย
โดยใช้เครื่องหมาย Start Codon Targeted (SCoT)

Genetic Variation Analysis of Wax Tree (*Rhus succedanea* L.) in Thailand
by Start Codon Targeted (SCoT) Markers

นามผู้วิจัย นางสาวกรองทอง ใจแก้วแดง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชาญ เอียดทอง, Dr.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล, Dr.Agr.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักษณ ภูมิโถม, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การวิเคราะห์ความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอในประเทศไทย
โดยใช้เครื่องหมาย Start Codon Targeted (SCoT)

Genetic Variation Analysis of Wax Tree (*Rhus succedanea* L.) in Thailand
by Start Codon Targeted (SCoT) Markers

โดย

นางสาวกรองทอง ใจแก้วแดง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรจารย์ชีวภาพป่าไม้)

พ.ศ. 2557

กรองทอง ใจแก้วแดง 2557: การวิเคราะห์ความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอ
ในประเทศไทย โดยใช้เครื่องหมาย Start Codon Targeted (SCoT) ปรินญาวิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้) สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยา
ป่าไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชาญ เอียดทอง, Dr.Agr.
78 หน้า

การวิเคราะห์ความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วย
เครื่องหมาย SCoT โดยใช้ไพรเมอร์ที่เหมาะสมจำนวน 5 ไพรเมอร์ ที่ให้แถบดีเอ็นเอชัดเจนและ
สามารถใช้แยกความแตกต่างของตัวอย่างทั้งหมด โดยให้จำนวนแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 36 แถบ
เป็นแถบดีเอ็นเอที่ให้โพลิมอร์ฟิก 34 แถบ (94.44 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างต้นรักแกนมอ
ที่ทำการศึกษา มีความผันแปรทางพันธุกรรมสูง ผลการจัดกลุ่มด้วยวิธี unweighted pair group
method with arithmetic average (UPGMA) ด้วยโปรแกรม NTSYS-pc version 2.10m พบว่ามี
ค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมที่คำนวณด้วยสูตรของ Jaccard อยู่ในช่วง 0.130-
0.923 สร้างแผนภูมิกวามสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของตัวอย่างต้นรักแกนมอออกเป็น 8 กลุ่ม
ที่ระดับความคล้ายคลึงเท่ากับ 0.43 นอกจากนี้ยังศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของประชากร
ต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์โพลิมอร์ฟิกเฉลี่ยเท่ากับ 68.89 ค่าเฮเตอโรไซ-
โกซิตี (H) เฉลี่ยเท่ากับ 0.213 ค่าดัชนีความหลากหลายของยีน (H') เฉลี่ยเท่ากับ 0.326 เมื่อสร้าง
แผนภูมิกวามสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี UPGMA ด้วยโปรแกรม POPGENE version 1.31
พบว่าสามารถแบ่งประชากรออกเป็น 2 กลุ่ม ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่าง
ประชากร (G_{st}) เฉลี่ยเท่ากับ 0.191 แสดงให้เห็นว่าประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร
มีความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างแหล่งประชากรมาก การศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เครื่องหมาย
SCoT ในการระบุความแตกต่างทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอได้ และยังเป็นข้อมูลพื้นฐานใน
การปรับปรุงพันธุ์และอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมในประเทศไทยต่อไป

Krongthong Jaikaewdang 2014: Genetic Variation Analysis of Wax Tree (*Rhus succedanea* L.) in Thailand by Start Codon Targeted (SCoT) Markers. Master of Science (Forest Biological Science), Major Field: Forest Biological Science, Department of Forest Biology. Thesis Advisor: Assistant Professor Wichan Eiadthong, Dr.Agr. 78 pages.

Genetic variation analysis of 96 samples of wax tree (*Rhus succedanea* L.) was studied using five suitable primers of Start Codon Targeted (SCoT) markers. In total 36 bands were revealed and 34 of them (94.44%) were polymorphic. The dendrogram was constructed using unweighted pair group method with arithmetic average (UPGMA) by NTSYS-pc version 2.10m program based on Jaccard's similarity coefficient that ranged from 0.130 to 0.923 and classified into 8 groups at the similarity of 0.43. Furthermore, the genetic variation of five populations of wax tree was investigated. The average percentage of polymorphism was 68.89. The average heterozygosity (H) and Shannon's gene diversity index (H') were 0.213 and 0.326 respectively. The dendrogram was constructed using UPGMA by POPGENE version 1.31 program in which the populations were divided into 2 groups. The coefficient of genetic differentiation (G_{st}) was high (0.191). The result demonstrated that SCoT markers could be used for clone identification and used as a genetic database for wax tree improvement, domestication and genetic resources conservation in the future.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

— / — / —

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ มูลนิธิโครงการหลวง รหัสโครงการ 30353927 โดยมี ผศ. ดร.วิชาญ เอียดทอง เป็นหัวหน้าโครงการ ที่ให้งบประมาณสนับสนุนงานวิจัย และ ผศ. ดร.วิชาญ เอียดทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รศ. ดร.สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ. ดร.ฉัตรชัย เงินแสงสรวย ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ผศ. ดร.อุทัยวรรณ แสงวิช ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ รวมถึงการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่าน พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ สำหรับทุกสิ่งทุกอย่าง และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ตลอดมา

กรองทอง ใจแก้วแดง

มกราคม 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	14
อุปกรณ์	14
วิธีการ	16
ผลและวิจารณ์	24
สรุปและข้อเสนอแนะ	38
สรุป	38
ข้อเสนอแนะ	39
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	40
ภาคผนวก	47
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 หมายเลขตัวอย่างรักแกนมอที่รวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย	14
2 ไพรเมอร์ที่ใช้ในการทดสอบกับตัวอย่างดีเอ็นเอรักแกนมอ จำนวน 24 ไพรเมอร์	19
3 ความเข้มข้นของสารที่ใช้ในปฏิกิริยาพีซีอาร์	20
4 โปรแกรมในการทำปฏิกิริยาพีซีอาร์	20
5 จำนวนแถบดีเอ็นเอ เปอร์เซ็นต์โพลิมอร์ฟิกของเครื่องหมาย SCoT จำนวน 5 ไพรเมอร์	29
6 ค่าเปอร์เซ็นต์โพลิมอร์ฟิก ค่าเฮเตอโรไซโกซิตี (H) และค่าดัชนีความหลากหลายของยีน (H') ของประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร	34
7 ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) (ล่าง) และค่าความคล้ายคลึงของยีน (genetic identity) (บน) ของประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร	35
8 ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร ด้วยไพรเมอร์ SCoT จำนวน 5 ไพรเมอร์	37
ตารางผนวกที่	
1 รายละเอียดของตัวอย่างต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา	48
2 ค่าความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมที่คำนวณด้วยสูตรของ Jaccard ของต้นรักแกนมอ จำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยโปรแกรม NTSYS-pc version 2.10m	54

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะทางสัณฐานของต้นรักแกนมอ วิสัย (ก) เปลือกลำต้น (ข) ผล (ค) และใบ (ง)	7
2	แหล่งผลิตยางรักดิบในทวีปเอเชีย	9
3	ตัวอย่างจีโนมิกดีเอ็นเอต้นรักแกนมอที่ใช้ในงานวิจัย หมายเลข 1-12 คือ ตัวอย่างดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ หมายเลข L1-L3 คือ ดีเอ็นเอมาตรฐานที่ความเข้มข้น 50, 100 และ 200 นาโนกรัม/ไมโครลิตร ตามลำดับ	24
4	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรเมอร์ SCoT46 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL5 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1-NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder	26
5	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรเมอร์ SCoT47 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL5 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1-NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder	27
6	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรเมอร์ SCoT48 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL5 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1-NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder	27
7	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรเมอร์ SCoT52 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL5 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1-NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder	28
8	ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรเมอร์ SCoT55 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL5 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1-NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder	28

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
9	แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยวิธี UPGMA วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม NTSYS-pc version 2.10m	32
10	แผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร ด้วยวิธี UPGMA วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม POPGENE version 1.31	36

การวิเคราะห์ความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแถมมอในประเทศไทย
โดยใช้เครื่องหมาย Start Codon Targeted (SCoT)

Genetic Variation Analysis of Wax Tree (*Rhus succedanea* L.) in Thailand
by Start Codon Targeted (SCoT) Markers

คำนำ

ยางรักเป็นกลุ่มสารโพลีเมอร์ธรรมชาติ (natural polymers) มีคุณลักษณะเป็นชั้นเหนียว สามารถเคลือบพื้นผิวให้เป็นมันเงาจากความใหม่แก่วัสดุได้นาน ทนต่อความร้อน ความชื้น กรด หรือด่างอ่อน ๆ อีกทั้งยังใช้เชื่อมติดและปรับผิววัสดุให้เรียบได้ดี (จุลทรรศน์, 2551) จากหลักฐานทางโบราณคดีพบว่าในประเทศไทยรู้จักการนำยางรักมาใช้ประโยชน์นานกว่า 4,000 ปี โดยนำน้ำยางมาเคลือบผิวภาชนะให้มีความสวยงามและคงทน จนกลายเป็นมรดกทางวัฒนธรรมด้านหัตถกรรมอีกแขนงหนึ่งของไทย มีความเป็นเอกลักษณ์ทางวัฒนธรรมเฉพาะตัวทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับชาติของเอเชีย (วีระชัย, 2551)

รักแถมมอเป็นพืชในวงศ์มะม่วง (Anacardiaceae) มีวิสัยเป็นไม้ต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง น้ำยางของต้นรักแถมมอมีคุณสมบัติคล้ายกับต้นรักใหญ่ [*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou] และรักน้ำเกลี้ยง [*Gluta laccifera* (Pierre) Ding Hou] (วิชาญ, 2554) ช่างฝีมือช่างรักในสาขารัฐสังคมนิยมเวียดนามและสาธารณรัฐจีน (ไต้หวัน) นำน้ำยางจากต้นรักแถมมอมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลาย (Niimura *et al.*, 1996; Wu *et al.*, 2002) ส่วนในประเทศไทยยังไม่มีรายงานการนำน้ำยางต้นรักแถมมอมาใช้ประโยชน์ในงานหัตถกรรมมาก่อน การศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแถมมอจะเป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อหาพันธุกรรมที่ดีและเหมาะสมต่อการนำไปปรับปรุงพันธุ์และการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อผลิตน้ำยางใช้ในอนาคต ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บเกี่ยวน้ำยางรักดิบของต้นรักแถมมอหลังจากการปลูกมีอายุสั้นกว่าต้นรักใหญ่และรักน้ำเกลี้ยง (วิชาญ, 2554)

การนำเครื่องหมายทางโมเลกุล (molecular markers) มาใช้ศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแถมมอเป็นวิธีที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ มีความแม่นยำสูง และสามารถวิเคราะห์ผลได้อย่างรวดเร็ว ในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้เครื่องหมาย Start Codon Targeted

(SCoT) ศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอ ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษามาก่อน เพื่อต้องการทราบความแตกต่างทางพันธุกรรมจากแหล่งเก็บตัวอย่างทั้งป่าธรรมชาติและแหล่งปลูกในประเทศไทย และเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ การคัดเลือกพันธุ์ และการอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมต้นรักแกนมอในอนาคต



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความผันแปรและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอจากป่าธรรมชาติและแหล่งปลูกในประเทศไทย
2. เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอสำหรับงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง



การตรวจเอกสาร

พรรณไม้สกุล *Rhus* ในประเทศไทย

พรรณไม้สกุล *Rhus* เป็นไม้ต้นหรือไม้พุ่ม (Ohwi, 1965; Tianlu and Barfod, 2008; Chayamarit, 2010) ใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ เรียงเวียน ใบย่อยเรียงตรงข้ามหรือเกือบตรงข้าม ก้านใบย่อยสั้น ช่อดอกแบบช่อแยกแขนงออกตามซอกใบหรือปลายกิ่ง มีขนาดใหญ่และมีจำนวนมาก ใบประดับร่วงง่าย มีทั้งสมบุรณ์เพศและไม่สมบุรณ์เพศ กลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ เรียงซ้อนเหลื่อมกัน เกสรเพศผู้ 5 เกสร อับเรณูติดด้านหลัง จานฐานดอกเป็นแฉกหรือรูปวงแหวน รังไข่ 1 ช่อง ออวูล 1 เมล็ด ก้านยอดเกสรเพศเมียสั้น ยอดเกสรเพศเมีย 3 ยอด แยกกันหรือเชื่อมติดกัน ผลแบบผลผนังชั้นในแข็ง (Chayamarit, 2010)

พรรณไม้สกุลนี้ทั่วโลกพบประมาณ 250 ชนิด แหล่งกระจายพันธุ์ครอบคลุมอยู่ในเขตอบอุ่นของทั้งสองซีกโลกจนถึงเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน (Tianlu and Barfod, 2008) ในประเทศไทยพบ 5 ชนิด (Chayamarit, 2010) ได้แก่

1. *Rhus fulva* Craib ชื่อพื้นเมือง ส้มผัดคน (เชียงใหม่) ไม้ต้น สูง 10 เมตร เป็นพืชถิ่นเดียวของประเทศไทย พบในป่าดิบเขาต่ำ ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,300 เมตร ในประเทศไทยมีพื้นที่สำรวจพบเพียงแหล่งเดียวอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่
2. *Rhus griffithii* Hook. f. ไม้ต้น สูง 5 เมตร พบตามเนินเขาหินปูนและป่าดิบ ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 500 เมตร แหล่งกระจายพันธุ์ครอบคลุมอยู่ในรัฐอัสสัมของสาธารณรัฐอินเดีย สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา และไทย ในประเทศไทยมีพื้นที่สำรวจพบอยู่ในจังหวัดนครราชสีมา
3. *Rhus javanica* L. var. *chinensis* (Mill.) T. Yamaz. ชื่อพื้นเมือง มะเหลียมหิน ชุง (เชียงใหม่) ตะชาย (ละว้า-เชียงใหม่) มะผัด ส้มผัด (เชียงใหม่ เชียงราย) ไม้ต้นขนาดเล็กหรือไม้พุ่ม สูง 3 เมตร พบในป่าดิบเขาต่ำและพื้นที่มีดินปนทราย ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 900-1,200 เมตร แหล่งกระจายพันธุ์ครอบคลุมอยู่ในเขตอบอุ่นและเขตกึ่งร้อนของเอเชีย ได้แก่ สาธารณรัฐอินเดีย สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา สาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สาธารณรัฐจีน ญี่ปุ่น เกาะสุมาตรา และไทย

ในประเทศไทยมีพื้นที่สำรวจพบอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง พะเยาแพร่ น่าน ตาก พิชณุโลก เพชรบูรณ์ กำแพงเพชร อุทัยธานี นครนายก นครราชสีมา ชัยภูมิ และเลย

4. *Rhus succedanea* L. ชื่อพื้นเมือง ฮักไก่อ่ (เชียงใหม่) กะดอสิง สะเดาช้าง (เลย) แกนมอ (เพชรบูรณ์) มะกอกเกี่ยม (ประจวบคีรีขันธ์) มก๊กกะเขา (ตราด) ไม้ต้น สูง 10-40 เมตร พบในป่าดิบเขาต่ำและบนเนินเขา ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 650-2,200 เมตร แหล่งกระจายพันธุ์ ครอบคลุมตั้งแต่สาธารณรัฐอินเดีย สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา สาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ราชอาณาจักรกัมพูชา สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สาธารณรัฐจีน ญี่ปุ่น มาเลเซีย และไทย ในประเทศไทยมีพื้นที่สำรวจพบอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน น่าน ตาก เพชรบูรณ์ นครนายก นครราชสีมา ชัยภูมิ และเลย

5. *Rhus wallichii* Hook. f. ไม้ต้น สูง 25 เมตร พบในป่าดิบและใกล้ลำธาร ที่สูงจากระดับน้ำทะเล 500 เมตร แหล่งกระจายพันธุ์ครอบคลุมตั้งแต่สาธารณรัฐอินเดีย สหพันธ์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยเนปาล สาธารณรัฐอินโดนีเซีย และไทย ในประเทศไทยมีพื้นที่สำรวจพบอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่

อนุกรมวิธานของต้นรักแกนมอ

ใช้ระบบการจำแนกของ Takhtajan (2009)

Division Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Subclass Rosidae

Superorder Rutanae

Order Rurales

Family Anacardiaceae

Genus *Rhus*

Species *Rhus succedanea* L.

แหล่งกระจายพันธุ์ของต้นรักแกนมอ

รักแกนมอกระจายพันธุ์ครอบคลุมอยู่ในทวีปเอเชีย ได้แก่ สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม สาธารณรัฐจีน (Wu *et al.*, 2002; Wan *et al.*, 2007; Frade *et al.*, 2009) ญี่ปุ่น (เกาะ Honshu, Kyushu, Ryukyu, Shikoku และ Ogasawara) (Hiraoka and Watanabe, 2010) สาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐอินเดีย สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ราชอาณาจักรกัมพูชา มาเลเซีย และไทย (Chayamarit, 2010) พบในป่าดิบแล้งและป่าดิบเขา ในเขตภูมิอากาศทุ่งหญ้าเขตร้อนและมรสุมเขตร้อนที่สูงจากระดับน้ำทะเล 600-2,000 เมตร ในประเทศไทยมีพื้นที่สำรวจพบอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย น่าน ลำปาง ตาก พิษณุโลก เพชรบูรณ์ เลย ชัยภูมิ นครราชสีมา และนครนายก (วิชาญ และคณะ, 2555)

ลักษณะสัณฐานของต้นรักแกนมอ

1. วัสดุ

รักแกนมอเป็นไม้ต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง (Ohwi, 1965; Tianlu and Barfod, 2008; Chayamarit, 2010) สูง 10-40 เมตร เปลือกลำต้นสีน้ำตาลอมเทา แตกแบบสะเก็ดและมีรอยปริของช่องอากาศ (Chayamarit, 2010) แก่นไม้สีเหลือง ในเวสเซล (vessel) มี gummosis อยู่ทั่วไป (วิชาญ และคณะ, 2555) น้ำยางเมื่อแห้งเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นสีดำ (Backer and Bakhuizen van Den Brink, 1965)

2. ใบ

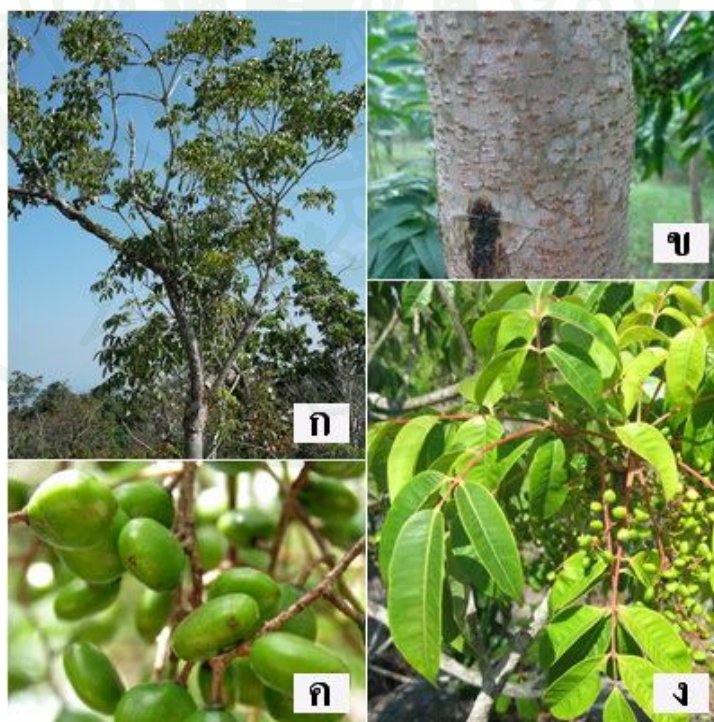
ใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียวปลายคี่ เรียงเวียน (Backer and Bakhuizen van Den Brink, 1965; Tianlu and Barfod, 2008) ก้านใบยาว 3-9.5 เซนติเมตร ใบย่อย 4-6 คู่ เรียงตรงข้ามหรือเกือบตรงข้าม รูปใบหอกหรือรูปไข่แกมรูปขอบขนาน ใบย่อยที่อยู่ปลายใบรูปใบหอกแกมรูปรี ขนาดใบ 1.5-4.5 x 2-13.5 เซนติเมตร ปลายใบยาวคล้ายหางหรือเรียวแหลม ฐานใบมนหรือกลม ขอบใบเรียบหรือเกือบเรียบ แผ่นใบเกลี้ยงเป็นมันวาว เส้นแขนงใบ 11-18 เส้น เส้นใบย่อยเรียงแบบร่างแห ก้านใบย่อยยาว 2-7 มิลลิเมตร (Chayamarit, 2010) ผลัดใบในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม ผลิใบใหม่ช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน (วิชาญ และคณะ, 2555)

3. ดอก

ช่อดอกแบบช่อแยกแขนง กลีบดอกสีเหลือง (Ohwi, 1965; Tianlu and Barfod, 2008; Chayamarit, 2010) รูปขอบขนานหรือรูปไข่กลับ 1 x 1.5-2 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยงเป็นแฉกรูปไข่หรือกลม ก้านชูอับเรณูยาว 0.5-2 มิลลิเมตร อับเรณูคล้ายรูปไข่แกมรูปขอบขนาน จานฐานดอกเป็นรูปถ้วย รังไข่คล้ายรูปไข่และเกลี้ยง (Chayamarit, 2010) ออกดอกในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม (วิชาญ และคณะ, 2555)

4. ผล

ผลแบบผลผนังชั้นในแข็ง ผลรูปทรงกลมหรือคล้ายรูปไข่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6-1 เซนติเมตร (Chayamarit, 2010) ผนังผลชั้นนอกบางและเกลี้ยง เมล็ด 1 เมล็ด (Backer and Bakhuizen van Den Brink, 1965) ผนังผลชั้นนอกแยกจากผนังผลชั้นกลางเมื่อผลสุก (Global Information Hub On Integrated Medicine, 2010) ติดผลในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม ผลแก่ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงกันยายน (วิชาญ และคณะ, 2555)



ภาพที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานของต้นรักแกนมอ วิสัย (ก) เปลือกลำต้น (ข) ผล (ค) และใบ (ง)

องค์ประกอบทางเคมีของยางรักแกนมอ

ยางรักจัดอยู่ในประเภทชัน (gum) มีลักษณะเป็นของเหลวเหนียวข้น เมื่อเริ่มไหลออกจากเปลือกต้นที่มีชีวิตมีสีน้ำตาลอมเหลือง หากสัมผัสกับอากาศทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำจนถึงดำเมื่อแข็งตัว (วิชาญ, 2552) สารในน้ำยางรักแกนมอประกอบด้วยอนุพันธ์ของฟีนอล (phenol derivatives; laccol) (42-44%) น้ำ (32-39%) plant gelatin (16-17%) โพลีแซ็กคาไรด์ (2-5%) โกลโคโปรตีน (3-7%) และเอนไซม์ laccase (1%) (Lu *et al.*, 2007; Wan *et al.*, 2007; Frade *et al.*, 2010) สารเคมีหลักที่พบในยางรักแกนมอคือ laccol มีคุณสมบัติเป็นสารเคลือบหรือฟิล์มที่สำคัญในการเคลือบผิวผลิตภัณฑ์เครื่องรัก (Lu *et al.*, 2006, 2007; Wan *et al.*, 2007; Niimura, 2009) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของยางรักแกนมอด้วยวิธี pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry พบว่าในกลุ่ม laccol ประกอบด้วยสาร 3 ชนิดด้วยกันคือ 3-pentadecylcatechol (MW=320), 3-heptadecenylcatechol (MW=346) และ 3-heptadecylcatechol (MW=348) (Niimura *et al.*, 1996; Lu *et al.*, 2007; Frade *et al.*, 2010)

Niimura *et al.* (1996) ศึกษากระบวนการแยกสลายด้วยความร้อน (pyrolysis) พบว่าน้ำยางจากต้นรักแกนมอสามารถแตกตัวให้สารหลายชนิด ได้แก่ กลุ่มสาร alkene, alkane, alkenylphenol และ alkylphenol

กระบวนการแข็งตัวของยางรักเกิดจากสารในยางรักทำปฏิกิริยาทางเคมี โดยมีเอนไซม์ laccase เป็นตัวเร่งให้มีการแข็งตัวของยางรัก ซึ่งกรรมวิธีในการทำกับบนผลิตภัณฑ์ของยางรักแกนมอจะแข็งตัวเร็วกว่ายางรักใหญ่ (Honda *et al.*, 2008)

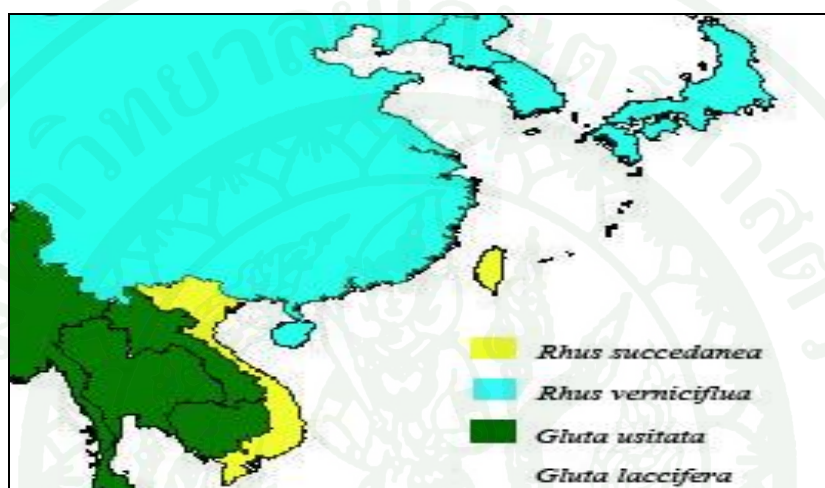
ยางรักเป็นสารกลุ่มฟีนอล มีความเป็นพิษ ทำให้เกิดการระคายเคืองและกระตุ้นให้เกิดการแพ้แก่ผู้ป่วยบางคนที่ทำงานเกี่ยวกับยางรัก ผู้ป่วยจะมีอาการทางผิวหนังในลักษณะที่เป็นผื่นแดงร่วมกับอาการแสบ ร้อน หรือคัน (ฟูกลิน และ จิโรจ, 2551; วิชาญ, 2552)

แหล่งผลิตยางรักดิบ

พรรณไม้รักชนิดที่นำน้ำยางมาใช้ประโยชน์ในงานหัตถกรรมเครื่องรักมีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่

1. รักจีนหรือรักญี่ปุ่น (*Rhus verniciflua* Stokes) แหล่งผลิตน้ำยางพบอยู่ในสาธารณรัฐประชาชนจีน

สาธารณรัฐเกาหลี และญี่ปุ่น 2. รักแกนมอ (*Rhus succedanea* L.) แหล่งผลิตน้ำยางพบอยู่ใน สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามและสาธารณรัฐจีน 3. รักใหญ่ [*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou] แหล่งผลิตน้ำยางพบอยู่ในสาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และไทย 4. รักน้ำเกลี้ยง [*Gluta laccifera* (Pierre) Ding Hou] แหล่งผลิตน้ำยางพบอยู่ใน ราชอาณาจักรกัมพูชา และไทย ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แหล่งผลิตยางรักดิบในทวีปเอเชีย

ที่มา: คัดแปลงจาก Wan *et al.* (2007)

การใช้ประโยชน์ของยางรักแกนมอ

น้ำยางของรักแกนมอเป็นชั้นเหนียว (Wu *et al.*, 2002) ใช้เป็นสารเคลือบผิววัสดุทั้งที่เป็น ไม้ กระเบื้อง และวัสดุอื่น ๆ (Niimura *et al.*, 1996; Lu *et al.*, 2007; Frade *et al.*, 2009) ชาวเอเชีย รู้จักกรรมวิธีใช้ยางรักมาเป็นเวลาหลายพันปี ในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามนำยางรักแกนมอ มาประกอบงานประณีตศิลป์ประเภทงานเขียนรักลงสี (Vietnamese lacquer painting) และใช้ยาง รักทาเคลือบผิวภาชนะที่เป็นพื้นไม้ เช่น ถ้วย ชาม ถาด แจกัน และเครื่องเรือน (วิชาญ และคณะ, 2555) ด้วยคุณสมบัติยางรักดังกล่าวสามารถนำมาใช้เคลือบผิวภาชนะให้มีความสวยงามคงความ ใหม่อยู่เสมอ ปรับพื้นผิวเรียบเป็นมันวาว สะท้อนแสงและรักษาเนื้อวัสดุให้คงทนต่อกรด ด่าง หรือความร้อน การกรีดยางรักแกนมอมีรูปแบบการสร้างรอยแผลกรีดเป็นเส้นตรงเฉียงมีทั้งเอียง ขวาและซ้าย อุปกรณ์กรีดใช้มีดพร้าที่คมและใช้เปลือกหอยเป็นภาชนะรองรับน้ำยาง แต่จะไม่ใช้

ภาชนะรองรับที่เป็นโลหะรองรับทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาตัวเร่งในสีน้ำยางเข้มข้น หลังกรีดนานประมาณ 1 ชั่วโมงก็ทำการเก็บน้ำยางทันทีเพื่อไม่ให้สีน้ำยางแข็งตัว น้ำยางที่ได้จะถูกกรองด้วยผ้าขาวบางและนำไปเก็บรักษาไว้ในถังไม้ (Ma, 1986) ในประเทศญี่ปุ่นเรียกยางรักแแกนมอว่า hazenoki มีการปลูกต้นรักแแกนมอเป็นสวนป่าเพื่อการผลิตยางรักดิบ น้ำยางเป็นวัตถุดิบที่สำคัญเนื่องจากประกอบด้วยกรด jpanic มีความหนืดสูง พบว่าไซท์ที่ได้จากเมล็ดของต้นรักแแกนมอนำมาทำผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางและเทียนไขญี่ปุ่น ส่วนน้ำยางนำมาใช้เคลือบผิวถ้วยชามและเครื่องชงชา เป็นต้น (Hiraoka and Kuramoto, 2004; Hiraoka and Watanabe, 2010; Hiraoka *et al.*, 2011)

เครื่องหมายทางโมเลกุล

เครื่องหมายทางโมเลกุลสามารถใช้วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมและหาความสัมพันธ์ระหว่างหรือภายในประชากร และแต่ละตัวอย่างที่แตกต่างกัน อีกทั้งยังนำมาประยุกต์ใช้กับหลายสาขาทางด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Weising *et al.*, 2005) ดังเช่นการศึกษาทางพันธุกรรมของพรรณไม้ ตั้งแต่ระดับสายต้นจนถึงระดับภายในและระหว่างประชากร โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประยุกต์ทั้งด้านการอนุรักษ์พันธุกรรมและปรับปรุงพันธุ์ไม้ป่า นอกจากนี้ยังเป็นเทคนิคที่ใช้ระยะเวลาสั้น ประหยัดงบประมาณและแรงงาน มีความถูกต้อง และแม่นยำกว่าการศึกษาวิจัยแบบดั้งเดิม (สุจิตรา, 2551)

ลักษณะของเครื่องหมายโมเลกุลมีดังนี้ 1. เกิดโพลีมอร์ฟิซึม (polymorphism) และกระจายสม่ำเสมอทั่วจีโนม 2. มีความละเอียดของความแตกต่างทางพันธุกรรม 3. สามารถบ่งชี้และเชื่อถือได้ 4. ง่าย รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายไม่สูง 5. ต้องการจำนวนตัวอย่างดีเอ็นเอน้อย 6. มีการเชื่อมโยงไปยังฟีโนไทป์ 7. ไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับจีโนมของสิ่งมีชีวิต (Agarwal *et al.*, 2008; Mondini *et al.*, 2009)

เครื่องหมายทางโมเลกุลมี 2 ระดับ คือ ระดับโปรตีนและระดับดีเอ็นเอ โดยเครื่องหมายโมเลกุลระดับโปรตีน (protein marker) เป็นการตรวจสอบสิ่งมีชีวิตโดยใช้ความแตกต่างของโมเลกุลโปรตีน ใช้วิธีแยกโมเลกุลของโปรตีนด้วยเทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส แล้วย้อมดูแถบของโปรตีนจำเพาะโดยใช้สารที่เหมาะสม ส่วนเครื่องหมายโมเลกุลระดับดีเอ็นเอ (DNA marker) เป็นการตรวจสอบดีเอ็นเอที่อยู่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ บนโครโมโซม (nuclear DNA) หรือดีเอ็นเอในออร์แกเนลล์ (mitochondrial DNA หรือ chloroplast DNA) วิธีตรวจสอบโพลีมอร์ฟิซึมของดีเอ็นเอ

ทำได้โดยหาลำดับเบสในโมเลกุลของดีเอ็นเอหรือตรวจสอบโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ ซึ่งแสดงออกในรูปของลายพิมพ์ดีเอ็นเอ อาจทำได้โดยใช้วิธีไฮบริดเซชันหรือวิธีเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยเทคนิคพีซีอาร์ (สุรินทร์, 2552)

Start codon targeted (SCoT) marker

เครื่องหมาย SCoT เป็นเครื่องหมายทางโมเลกุลแบบหนึ่งพัฒนาขึ้นโดย Collard และ Mackill (2009) โดยใช้ไพรเมอร์ขนาด 18 นิวคลีโอไทด์เพียงชนิดเดียวที่มีลำดับเบส ATG เริ่มต้นในสายนิวคลีโอไทด์ด้วยวิธี polymerase chain reaction (PCR) ใช้อุณหภูมิสำหรับ annealing 50 องศาเซลเซียส แล้วแยกขนาดดีเอ็นเอโดยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟเรซิส เครื่องหมาย SCoT สามารถใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรม bulked segregant analysis และ QTL mapping

วิธีการของ SCoT ใช้ไพรเมอร์ขนาด 18 นิวคลีโอไทด์เพียงชนิดเดียวที่มีลำดับเบส ATG เริ่มต้นในสายนิวคลีโอไทด์ ไพรเมอร์สามารถเข้าจับกับดีเอ็นเอบริเวณที่มีเบสเป็นคู่สมกัน ตรวจสอบหลายตำแหน่งพร้อมกัน หากการเข้าคู่กันเกิดขึ้นในทิศทางที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอ ดังนั้นถ้าตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบมีความแตกต่างของสารพันธุกรรม ความสามารถในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอจะได้จำนวนและชั้นของดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน

คุณสมบัติของเครื่องหมาย SCoT เป็นเทคนิคที่ปฏิบัติการได้ง่าย ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานไม่สูงมากนัก ผลการตรวจสอบมีความน่าเชื่อถือ เกิดโพลิมอร์ฟิซึมและมีประสิทธิภาพต่อการระบุความแตกต่างทางพันธุกรรมของพืชได้ นอกจากนี้แถบดีเอ็นเอที่เกิดแสดงการข่ม (dominance) ซึ่งความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอจะเป็นลักษณะการเกิดและไม่เกิดแถบดีเอ็นเอเท่านั้น ดังนั้นเครื่องหมาย SCoT จึงจัดเป็น dominant marker ทำให้ไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างลักษณะโฮโมไซโกตและเฮเทอโรไซโกตออกจากกันได้ (Collard and Mackill, 2009)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงศักยภาพของเครื่องหมาย SCoT กับพืชชนิดอื่น ได้แก่ ข้าว (Collard and Mackill, 2009) ลำไย (Chen *et al.*, 2010) มะม่วง (Luo *et al.*, 2010, 2011) มันฝรั่ง (Gorji *et al.*, 2011) ส้ม (Han *et al.*, 2011) ถั่วลิสง (Xiong *et al.*, 2011) ถั่วสกุล *Cicer*

(Amirmoradi *et al.*, 2012) อุ่น (Guo *et al.*, 2012) เอ็งเค้ากีว (Bhattacharyya *et al.*, 2013) สบูดำ (Mulpuri *et al.*, 2013) และอ้อย (Wu *et al.*, 2013)

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต้นรักแกนมอ

Goto *et al.* (1997) ใช้เครื่องหมาย RAPD ระบุความแตกต่างทางพันธุกรรมของตัวอย่างต้นรักแกนมอในสวนป่าประเทศญี่ปุ่น โดยใช้ 9 ไพรเมอร์ ที่สามารถจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมของตัวอย่างได้ และจัดกลุ่มโดยใช้ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม พบว่าตัวอย่างต้นรักแกนมอในแหล่งกำเนิดประเทศญี่ปุ่นมีความแตกต่างทางพันธุกรรมใกล้เคียงกันมาก

Wu *et al.* (2002) ศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระและสารเป็นพิษต่อเซลล์ โดยสกัดสารจากน้ำยางรักแกนมอด้วยวิธี HPLC วิเคราะห์สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบ พบว่ามีสารประกอบ 2 กลุ่มด้วยกันคือ สารต้านอนุมูลอิสระและสารที่เป็นพิษต่อเซลล์ ซึ่งเป็นสารที่แยกได้โดยใช้แอลกอฮอล์ คือ 1. 10'(Z),13'(E),15'(E)-heptadecatrienylhydroquinone 2. 10'(Z),13'(E)-heptadecadienylhydroquinone และ 3. 10'(Z)-heptadecenylhydroquinone

Hiraoka and Kuramoto (2004) วิเคราะห์ตัวอย่างต้นรักแกนมอ โดยใช้รูปร่างเส้นขอบของผลและวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยแวดล้อมเพื่อพัฒนาวิธีการระบุความผันแปรทางสัณฐานของตัวอย่างต้นรักแกนมอ พบว่ามีความเป็นไปได้ที่สามารถระบุตัวอย่างต้นรักแกนมอจากรูปร่างเส้นขอบของผลจากข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการจัดการการขยายพันธุ์ของต้นรักแกนมอ

Chen *et al.* (2009) วิเคราะห์สาร alkylhydroquinone จากต้นรักแกนมอ พบว่า 10'(Z)-heptadecenylhydroquinone [HQ17(1)] ที่แยกได้จากน้ำยางต้นรักแกนมอ เป็นสารที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสและระงับการผลิตสารเมลานินในเซลล์สัตว์ จากการศึกษาสาร HQ17(1) พบว่าเป็นสารที่มีประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์บำรุงผิวขาว

Hiraoka *et al.* (2009) วิเคราะห์สายต้นและหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอเพื่อใช้เป็นแม่ไม้ โดยใช้เครื่องหมาย ISSR จำนวน 9 ไพรเมอร์ AFLP จำนวน 13 คู่ไพรเมอร์ และ RAPD จำนวน 39 ไพรเมอร์ วิเคราะห์ผลรวมกัน พบว่ามี 77 ตัวอย่าง จำแนกเป็น 45 สายต้น ประกอบด้วยพันธุ์ปลูกพื้นเมืองจาก Showafuku 9 ตัวอย่าง Ikichi 24 ตัวอย่าง และ Oh 2 ตัวอย่าง

วิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี principal component analysis พบว่าสามารถจำแนกต้นรักแกนมอ ออกเป็น 2 กลุ่ม ที่มีความน่าเชื่อถือน้อยและเป็นความสัมพันธ์ที่ยังคลุมเครือจากค่าความคล้ายคลึง และค่าระยะห่างทางพันธุกรรมที่อาจเกิดจากการเคลื่อนย้ายของต้นรักแกนมอหรือการผสมพันธุ์ในกลุ่มพันธุ์ปลูก

Hiraoka and Watanabe (2010) ตรวจสอบหาแหล่งกำเนิดและสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอในประเทศญี่ปุ่น ด้วยเครื่องหมายไมโครแซตเทลไลท์ 12 ตำแหน่ง วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยวิธี principal coordinate analysis คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมและค่า pairwise F_{st} พบว่าแหล่งประชากรจากภาคตะวันตกและแหล่งประชากรจังหวัดชิบะมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมากกว่าแหล่งประชากรจากจังหวัดโอะกินะวะ ดังนั้นแหล่งประชากรจังหวัดโอะกินะวะจึงเป็นแหล่งที่เหมาะสมต่อการคัดเลือกพันธุ์ต้นรักแกนมอ เนื่องจากมีความคล้ายคลึงกันน้อยกว่าแหล่งประชากรจากภาคตะวันตกกับแหล่งประชากรจังหวัดชิบะ

Hiraoka *et al.* (2011) ประเมินข้อมูลพันธุกรรมและค่าการขยายพันธุ์จากลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตน้ำยางในสายต้นรักแกนมอด้วยวิธี REML (residual/restricted maximum likelihood) / BLUP (best linear unbiased predictor) โดยกำหนดข้อมูลพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตน้ำยางดังนี้ จำนวนผลต่อกลุ่ม (FN) น้ำหนักผล (FW) จำนวนกลุ่มต่อพื้นที่ (CN) และปริมาณน้ำยาง (WC) จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมากกว่า 4 ปี พบว่าในปี ค.ศ. 2001 และ ค.ศ. 2003 ให้ผลผลิตน้ำยางที่สูง และในปี ค.ศ. 2002 และ ค.ศ. 2004 ให้ผลผลิตน้ำยางที่ต่ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ตัวอย่างพืช

ตัวอย่างใบรักแกนมอจาก 6 แหล่งประชากร โดยเก็บรวบรวมในป่าธรรมชาติจาก 4 จังหวัด คือ เชียงใหม่ (CM) พิชณุโลก (PL) เพชรบูรณ์ (PB) และนครนายก (NN) และแปลงปลูกรวมพันธุ์ที่นำเมล็ดรักแกนมอมาจากแม่ไม้ (individual tree or seed mother tree) ในจังหวัดพุนเทอ (Phu Tho) สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ภายใต้การดูแลแปลงโดยกรมป่าไม้ มี 2 แหล่งปลูก คือ กำแพงเพชร (KP) และนครราชสีมา (NR) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หมายเลขตัวอย่างรักแกนมอที่รวบรวมจากแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทย

ลำดับ	รหัส	แหล่งที่มา	ลำดับ	รหัส	แหล่งที่มา
1	NN1	นครนายก	18	PL10	พิษณุโลก
2	NN2	นครนายก	19	PL11	พิษณุโลก
3	NN3	นครนายก	20	PL12	พิษณุโลก
4	NN4	นครนายก	21	PB1	เพชรบูรณ์
5	NN5	นครนายก	22	PB2	เพชรบูรณ์
6	NN6	นครนายก	23	PB3	เพชรบูรณ์
7	NN7	นครนายก	24	PB4	เพชรบูรณ์
8	NN8	นครนายก	25	PB5	เพชรบูรณ์
9	PL1	พิษณุโลก	26	PB6	เพชรบูรณ์
10	PL2	พิษณุโลก	27	PB7	เพชรบูรณ์
11	PL3	พิษณุโลก	28	PB8	เพชรบูรณ์
12	PL4	พิษณุโลก	29	CM1	เชียงใหม่
13	PL5	พิษณุโลก	30	CM2	เชียงใหม่
14	PL6	พิษณุโลก	31	CM3	เชียงใหม่
15	PL7	พิษณุโลก	32	CM4	เชียงใหม่
16	PL8	พิษณุโลก	33	CM5	เชียงใหม่
17	PL9	พิษณุโลก	34	CM6	เชียงใหม่

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	แหล่งที่มา	ลำดับ	รหัส	แหล่งที่มา
35	CM7	เชียงใหม่	66	NR26	นครราชสีมา
36	CM8	เชียงใหม่	67	NR27	นครราชสีมา
37	CM9	เชียงใหม่	68	NR28	นครราชสีมา
38	KP1	กำแพงเพชร	69	NR29	นครราชสีมา
39	KP2	กำแพงเพชร	70	NR30	นครราชสีมา
40	KP3	กำแพงเพชร	71	NR31	นครราชสีมา
41	NR1	นครราชสีมา	72	NR32	นครราชสีมา
42	NR2	นครราชสีมา	73	NR33	นครราชสีมา
43	NR3	นครราชสีมา	74	NR34	นครราชสีมา
44	NR4	นครราชสีมา	75	NR35	นครราชสีมา
45	NR5	นครราชสีมา	76	NR36	นครราชสีมา
46	NR6	นครราชสีมา	77	NR37	นครราชสีมา
47	NR7	นครราชสีมา	78	NR38	นครราชสีมา
48	NR8	นครราชสีมา	79	NR39	นครราชสีมา
49	NR9	นครราชสีมา	80	NR40	นครราชสีมา
50	NR10	นครราชสีมา	81	NR41	นครราชสีมา
51	NR11	นครราชสีมา	82	NR42	นครราชสีมา
52	NR12	นครราชสีมา	83	NR43	นครราชสีมา
53	NR13	นครราชสีมา	84	NR44	นครราชสีมา
54	NR14	นครราชสีมา	85	NR45	นครราชสีมา
55	NR15	นครราชสีมา	86	NR46	นครราชสีมา
56	NR16	นครราชสีมา	87	NR47	นครราชสีมา
57	NR17	นครราชสีมา	88	NR48	นครราชสีมา
58	NR18	นครราชสีมา	89	NR49	นครราชสีมา
59	NR19	นครราชสีมา	90	NR50	นครราชสีมา
60	NR20	นครราชสีมา	91	NR51	นครราชสีมา
61	NR21	นครราชสีมา	92	NR52	นครราชสีมา
62	NR22	นครราชสีมา	93	NR53	นครราชสีมา
63	NR23	นครราชสีมา	94	NR54	นครราชสีมา
64	NR24	นครราชสีมา	95	NR55	นครราชสีมา
65	NR25	นครราชสีมา	96	NR56	นครราชสีมา

วิธีการ

1. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

- 1.1 คัดหมายเลขต้นรักแกนมอที่จะนำมาศึกษา โดยคัดเลือกแม่ไม้ในป่าธรรมชาติ ระยะห่างระหว่างต้น 100 เมตร ยกเว้นกรณีแปลงปลูกรวมพันธุ์
- 1.2 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นที่ระดับความสูงเพียงอก (1.30 เมตร) ความสูง และวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่อง GPS พร้อมบันทึกผล
- 1.3 เลือกเก็บตัวอย่างใบอ่อนของรักแกนมอ ใส่ซิอลิกาเจลและเก็บในถุงซิปล

2. การเตรียมดีเอ็นเอ ใช้วิธีที่ประยุกต์จาก Agrawal *et al.* (1992)

- 2.1 นำตัวอย่างใบอ่อนของรักแกนมอประมาณ 0.1-0.2 กรัม มาบดให้ละเอียดในไนโตรเจนเหลว จากนั้นตักผงละเอียดใส่ในหลอดทดลองขนาด 1.5 มิลลิลิตร
- 2.2 เติมนสารละลาย sorbitol buffer (0.35 M sorbitol, 0.1 M Tris-HCl pH 8.0, 0.005 M EDTA pH 8.0, β -mercaptoethanol) 900 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปปั่นเหวี่ยงในเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที
- 2.3 เติมนสารละลายในหลอดทิ้งเหลือไว้เพียงตะกอน
- 2.4 เติมนสารละลาย 2X extraction buffer [2% CTAB (w/v), 1% PVP, 1 M Tris-HCl pH 8.0, 0.5 M EDTA pH 8.0, 5 M NaCl, β -mercaptoethanol] 700 ไมโครลิตร นำไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที โดยพลิกหลอดไปมา ทุก ๆ 15 นาที นำมาพักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5-10 นาที

2.5 เติมสารละลาย chloroform : isoamyl alcohol (24:1) 500 ไมโครลิตร เขย่าเบา ๆ ให้สารละลายในหลอดผสมกัน นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

2.6 ดูดเอาสารละลายส่วนบน 600 ไมโครลิตร ใส่นิหลอดทดลองใหม่ เติม isopropanol 600 ไมโครลิตร พลิกหลอดไปมาเบา ๆ นำเข้าสู่แช่บ่มที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง

2.7 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที

2.8 เทสารละลายในหลอดทิ้งเหลือไว้เพียงตะกอนของดีเอ็นเอ เติม absolute ethanol 600 ไมโครลิตร พลิกหลอดไปมา แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

2.9 เทสารละลายทิ้ง เติม 70% ethanol 600 ไมโครลิตร พลิกหลอดไปมา แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบ/นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

2.10 เทสารละลายทิ้ง เปิดฝาหลอดและตากจนได้ตะกอนดีเอ็นเอที่แห้ง

2.11 เติมสารละลาย TE buffer (10 mM Tris-HCl pH 8.0, 1 mM EDTA pH 8.0) 50 ไมโครลิตร เพื่อละลายตะกอน และเติมเอนไซม์ RNase 5 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง เพื่อกำจัด RNA เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปใช้

3. การตรวจสอบคุณภาพและวัดปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธีวัดการเรืองแสงร่วมกับเอธิเดียมโบรไมด์

3.1 เตรียมภาคสำหรับเทเจลในแนวราบและเลียบหวีตรงตำแหน่งให้เรียบร้อย

3.2 เตรียมอะกาโรสเจล 1% โดยชั่งผงอะกาโรส 0.5 กรัม เติม 1X TBE buffer 50 มิลลิลิตร หลอมอะกาโรสโดยใช้ไมโครเวฟประมาณ 4 นาที แล้วเทลงในถาดที่เตรียมไว้ โดยให้เจลหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร ปล่อยให้เจลแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง

3.3 เมื่อเจลแข็งตัวค่อย ๆ ดึงหี้ออก นำเจลใส่ลงในเครื่องสำหรับทำอิเล็กโตรโฟรีซิส ใส่บัฟเฟอร์ให้ท่วมเจล โดยให้สูงกว่าแผ่นเจลประมาณ 2-3 มิลลิเมตร

3.4 ดูดสารละลายดีเอ็นเอมาตรฐานความเข้มข้น 10, 50 และ 100 นาโนกรัม ผสมกับ 6X loading buffer 1 ไมโครลิตร เพื่อตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลายดีเอ็นเอ แล้วหยอดลงไป ในช่องแผ่นเจลที่เตรียมไว้

3.5 ดูดสารละลายดีเอ็นเอ 1 ไมโครลิตร ผสมกับ 6X loading buffer 1 ไมโครลิตร แล้วหยอดลงไป ในช่องแผ่นเจล

3.6 ต่อกระแสไฟฟ้าเข้ากับเครื่องอิเล็กโตรโฟรีซิส แล้วเปิดกระแสไฟฟ้าให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 100 โวลต์ เป็นเวลาประมาณ 30 นาที

3.7 นำแผ่นเจลไปย้อมในสารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ประมาณ 10-15 นาที แล้วนำไปล้างด้วยน้ำเปล่าที่กำลังไหลเบา ๆ ประมาณ 5 นาที นำแผ่นเจลที่ได้ไปส่องดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต และบันทึกภาพ

4. การตรวจสอบดีเอ็นเอโดยใช้เครื่องหมาย SCoT

4.1 การทดสอบไพรเมอร์ที่เหมาะสมด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์

ทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์ โดยสุ่มตัวอย่างดีเอ็นเอที่สกัดได้แหล่งประชากรละ 2 ตัวอย่าง ทั้ง 6 แหล่งประชากรเป็นตัวแทนนำมาทดสอบกับไพรเมอร์ที่ได้จากการศึกษาของ Luo *et al.* (2010) จำนวน 24 ไพรเมอร์ ได้แก่ SCoT37 ถึง SCoT60 ดังแสดงในตารางที่ 2 จากนั้นคัดเลือกไพรเมอร์ที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์พีซีเอ็มเพื่อนำมาใช้ตรวจสอบกับตัวอย่างดีเอ็นเอรักแกนมอทั้ง 96 ตัวอย่างต่อไป

ตารางที่ 2 โพรเมอร์ที่ใช้ในการทดสอบกับตัวอย่างดีเอ็นเอร็กแกนมอ จำนวน 24 โพรเมอร์

โพรเมอร์	ลำดับนิวคลีโอไทด์ (5'-3')	Annealing temperature (°C)	% G/C
SCoT37	CAATGGCTACCACTAGCC	50	56
SCoT38	CAATGGCTACCACTAACG	50	50
SCoT39	CAATGGCTACCACTAGCG	50	56
SCoT40	CAATGGCTACCACTACAG	50	50
SCoT41	CAATGGCTACCACTGACA	50	50
SCoT42	CAATGGCTACCATTAGCG	50	50
SCoT43	CAATGGCTACCACCGCAG	50	61
SCoT44	CAATGGCTACCATTAGCC	50	50
SCoT45	ACAATGGCTACCACTGAC	50	50
SCoT46	ACAATGGCTACCACTGAG	50	50
SCoT47	ACAATGGCTACCACTGCC	50	56
SCoT48	ACAATGGCTACCACTGGC	50	56
SCoT49	ACAATGGCTACCACTGCG	50	56
SCoT50	ACAATGGCTACCACTGGG	50	56
SCoT51	ACAATGGCTACCACTGTC	50	50
SCoT52	ACAATGGCTACCACTGCA	50	50
SCoT53	ACAATGGCTACCACCGAC	50	56
SCoT54	ACAATGGCTACCACCAGC	50	56
SCoT55	ACAATGGCTACCACTACC	50	50
SCoT56	ACAATGGCTACCACTAGC	50	50
SCoT57	ACAATGGCTACCACTACG	50	50
SCoT58	ACAATGGCTACCACTAGG	50	50
SCoT59	ACAATGGCTACCACCATC	50	50
SCoT60	ACAATGGCTACCACCACA	50	50

4.2 ขั้นตอนและปฏิกิริยาในการตรวจสอบด้วยเครื่องหมาย SCoT มีดังนี้

4.1.1 เตรียมสารละลายที่ประกอบด้วย สารละลายดีเอ็นเอ ไพรเมอร์ ฟิชอร์ บัฟเฟอร์ dNTP แมกนีเซียมคลอไรด์ *Taq* DNA polymerase และน้ำกลั่นบริสุทธิ์ ดังแสดงในตารางที่ 3

4.1.2 นำเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ C1000™ Thermal Cycler (BIORAD) โดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการทำปฏิกิริยา ดังแสดงในตารางที่ 4

4.1.3 นำผลจากการทำฟิชอร์ เก็บไว้ที่ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการตรวจสอบ

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของสารที่ใช้ในปฏิกิริยาฟิชอร์

สารที่ใช้	ปริมาตร (μl)
1. ดีเอ็นเอ (25 ng/μl)	2
2. 10X PCR buffer + dNTP (5 mM) + MgCl ₂ (15 mM)	4
3. Primer (0.25 μM)	0.5
4. <i>Taq</i> DNA polymerase (5 U/μl)	0.25
5. น้ำกลั่นบริสุทธิ์	13.25
รวม	20

ตารางที่ 4 โปรแกรมในการทำปฏิกิริยาฟิชอร์

	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา	จำนวนรอบ
1. Denaturation	94	3 นาที	1
2. Denaturation	94	50 วินาที	
Annealing	50	1 นาที	36
Extension	72	2 นาที	
3. Final extension	72	5 นาที	1

4.2 การตรวจสอบผลที่ได้จากการทำพีซีอาร์

ตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอที่เพิ่มปริมาณได้ ด้วยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส โดยใช้อะกาโรสเจลเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ใช้ 100 bp plus DNA ladder (Fermentas) เป็นดีเอ็นเอมาตรฐานเปรียบเทียบ ย้อมด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ ตรวจสอบแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต และบันทึกภาพเก็บไว้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 บันทึกข้อมูลจากแถบดีเอ็นเอที่สังเคราะห์ขึ้นเปรียบเทียบแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่งเดียวกันของทุกตัวอย่าง ตำแหน่งที่ปรากฏแถบดีเอ็นเอให้ค่าเป็น 1 ถ้าไม่ปรากฏแถบดีเอ็นเอให้ค่าเป็น 0

5.2 คำนวณค่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (dendrogram) จัดกลุ่มด้วยวิธี unweighted pair group method using arithmetic average (UPGMA) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป NTSYS-pc version 2.10m (Rohlf, 2000) และคำนวณค่าความผันแปรทางพันธุกรรมของประชากร โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป POPGENE version 1.31 (Yeh *et al.*, 1999)

5.2.1 หาค่าร้อยละของจำนวนแถบดีเอ็นเอที่ให้โพลิมอร์ฟิซึม (percentage of polymorphism) ได้จาก

$$\text{percentage of polymorphism} = \frac{\text{จำนวนแถบดีเอ็นเอที่ให้โพลิมอร์ฟิซึม} \times 100}{\text{จำนวนแถบดีเอ็นเอทั้งหมด}}$$

5.2.2 หาค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรม (genetic similarity) โดยใช้สูตรของ Jaccard (Sneath and Sokal, 1973)

$$\text{Jaccard's similarity coefficient (J)} = a / (a + b + c)$$

- โดย a คือ จำนวนแถบดีเอ็นเอ ที่พบเหมือนกันในตัวอย่างที่ 1 และ 2
 b คือ จำนวนแถบดีเอ็นเอ ที่พบในตัวอย่างที่ 1 แต่ไม่พบในตัวอย่างที่ 2
 c คือ จำนวนแถบดีเอ็นเอ ที่พบในตัวอย่างที่ 2 แต่ไม่พบในตัวอย่างที่ 1

ความผันแปรทางพันธุกรรมของประชากร สามารถวัดได้จากค่าต่าง ๆ ดังนี้

5.2.3 ค่าเฮเทอโรไซโกซิตี (heterozygosity; H) โดยใช้สูตรของ Nei (1973)

$$H = 1 - \sum_{i=1}^n P_i^2$$

เนื่องจากเครื่องหมาย SCoT เป็น dominant marker การคำนวณหาความถี่ของอัลลีลต้องตั้งสมมุติฐานว่าประชากรสมดุลก่อน โดย P_i คือ ความถี่ของอัลลีลที่ i ซึ่ง P_i ประกอบด้วย P_a (absent allele) และ P_p (present allele) ค่า H สูงสุดเท่ากับ 0.5

5.2.4 ค่าดัชนีความหลากหลายของยีน (Shannon's gene diversity index; H') โดยใช้สูตรของ Shannon (1948)

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

โดย P_i คือ ความถี่ของอัลลีลที่ i

5.2.5 ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance; D) โดยใช้สูตรของ Nei (1978) ขั้นแรกคำนวณค่าความคล้ายคลึงของยีน (genetic identity; I) แล้วจึงคำนวณค่า D ภายหลัง

$$I = J_{xy} / \sqrt{J_x J_y}$$

$$\text{โดย } J_{xy} = \sum x_i y_i$$

$$J_x = \sum x_i^2$$

$$J_y = \sum y_i^2$$

$$\text{ดังนั้น } J_{xy} \text{ เฉลี่ย} = J_{xy} / r$$

$$J_x \text{ เฉลี่ย} = J_x / r$$

$$J_y \text{ เฉลี่ย} = J_y / r$$

เมื่อ x_i คือ ความถี่ของอัลลีลที่ i ในประชากร x

y_i คือ ความถี่ของอัลลีลที่ i ในประชากร y

r คือ จำนวนตำแหน่งที่ทำการศึกษา

I มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 เมื่อคำนวณค่า I ได้แล้วนำมาคำนวณค่า D จากสูตร

$$D = -\ln I$$

5.2.6 ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากร (coefficient of genetic differentiation; G_{st}) โดยใช้สูตรของ Nei (1973)

$$G_{st} = D_{st} / H_t$$

โดย H_t คือ ค่าความหลากหลายของยีน (gene diversity) ในประชากรทั้งหมด H_s คือ ค่าเฉลี่ยความหลากหลายทางพันธุกรรมในประชากรย่อยหนึ่ง และ D_{st} คือ ค่าเฉลี่ย gene diversity ระหว่างประชากร ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$H_t = 1 - \sum_k (\sum_i P_{ik} / S)^2$$

$$H_s = 1 - \sum_i P_{is}^2$$

$$D_{st} = \sum_i [\sum_k P_{ik}^2 - \sum_k (\sum_i P_{ik} / N)^2]$$

โดย P_{ik} คือ ความถี่ของอัลลีล k ในประชากรย่อย i P_{is} คือ ค่าความถี่ของอัลลีลในประชากรย่อย s S คือ จำนวนประชากรย่อย และ N คือ จำนวนประชากร

ผลและวิจารณ์

1. การสกัดดีเอ็นเอจากใบรักแกนมอ

สกัดดีเอ็นเอจากใบรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง โดยใช้วิธีการสกัดดีเอ็นเอที่ประยุกต์มาจากวิธีของ Agrawal *et al.* (1992) นำไปตรวจสอบคุณภาพและปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธีอะกาโรส เจลอิเล็กโตรโฟเรซิสที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ย้อมเจลด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐานที่ทราบปริมาณแล้ว ให้ปริมาณดีเอ็นเอตัวอย่างประมาณ 50-200 นาโนกรัม/ไมโครลิตร ปริมาณดีเอ็นเอที่สกัดได้มีปริมาณแตกต่างกันขึ้นอยู่กับอายุและความสดของใบรักแกนมอที่นำมาสกัด ดีเอ็นเอที่สกัดได้ส่วนใหญ่มีคุณภาพค่อนข้างดี



ภาพที่ 3 ตัวอย่างจีโนมิกดีเอ็นเอต้นรักแกนมอที่ใช้ในงานวิจัย หมายเลข 1-12 คือ ตัวอย่างดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ หมายเลข L1-L3 คือ ดีเอ็นเอมาตรฐานที่ความเข้มข้น 50, 100 และ 200 นาโนกรัม/ไมโครลิตร ตามลำดับ

2. การศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอ

2.1 การคัดเลือกไพรเมอร์ที่เหมาะสมสำหรับการศึกษา

ผลการทดสอบไพรเมอร์ที่ใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอต้นรักแกนมอ 12 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องหมาย SCoT จำนวน 24 ไพรเมอร์ ที่ได้จากการศึกษาของ Luo *et al.* (2010) มีปริมาณ G+C 50-61 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำดีเอ็นเอที่เกิดจากการเพิ่มปริมาณด้วยเครื่องหมาย SCoT แยกขนาดดีเอ็นเอด้วยวิธีอะกาโรส เจลอิเล็กโตรโฟเรซิส ย้อมเจลด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ และตรวจดูแถบดีเอ็นเอภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต พบว่ามีไพรเมอร์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอต้นรักแกนมอจำนวน 5 ไพรเมอร์ คือ SCoT46, SCoT47, SCoT48, SCoT52 และ SCoT55 ดังแสดงใน

ตารางที่ 2 ที่ให้แถบดีเอ็นเอชัดเจนและสามารถแยกความแตกต่างของตัวอย่างทั้งหมดได้ จึงนำมาตรวจสอบความผันแปรทางพันธุกรรมต้นรักแกนมอทั้ง 96 ตัวอย่าง

2.2 การตรวจสอบพันธุกรรมต้นรักแกนมอด้วยเครื่องหมาย SCoT

จากการตรวจสอบผลของการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง โดยใช้ไพรเมอร์จำนวน 5 ไพรเมอร์ พบว่าแถบดีเอ็นเอมีขนาดประมาณ 800-3,000 คู่เบส จำนวนแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 36 แถบ เฉลี่ยเท่ากับ 7.2 แถบต่อไพรเมอร์ เป็นแถบดีเอ็นเอที่ให้โมโนมอร์ฟิก (monomorphic) 2 แถบ และแถบดีเอ็นเอที่ให้โพลิมอร์ฟิก (polymorphic) 34 แถบ คิดเป็น 94.44 เปอร์เซ็นต์ของแถบดีเอ็นเอทั้งหมด แสดงว่าตัวอย่างต้นรักแกนมอที่ทำการศึกษามีความผันแปรทางพันธุกรรมสูง โดยมี 4 ไพรเมอร์ คือ SCoT46, SCoT48, SCoT52 และ SCoT55 ให้โพลิมอร์ฟิก 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไพรเมอร์ SCoT47 ให้โพลิมอร์ฟิกน้อยที่สุดคิดเป็น 77.78 เปอร์เซ็นต์ ไพรเมอร์ SCoT46 ให้จำนวนแถบดีเอ็นเอมากที่สุด 10 แถบ และไพรเมอร์ SCoT52 ให้จำนวนแถบดีเอ็นเอน้อยที่สุด 5 แถบ ดังแสดงในตารางที่ 5

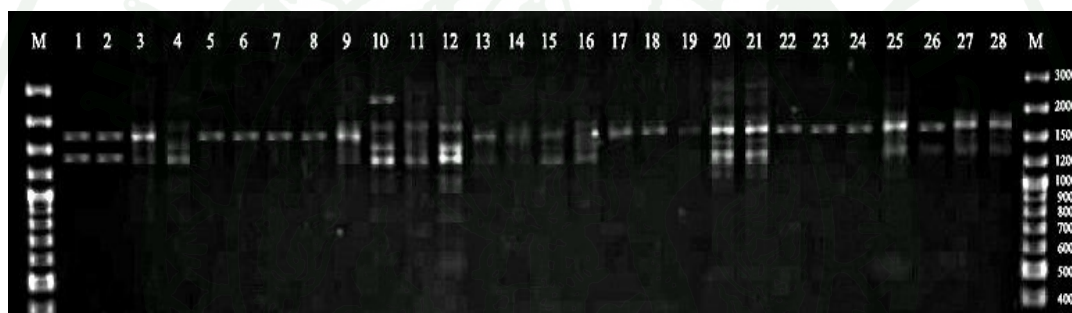
การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมาย SCoT โดยใช้ไพรเมอร์ SCoT46 (ภาพที่ 4) พบว่าเกิดแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 10 แถบ ขนาดของดีเอ็นเออยู่ในช่วง 850-3,000 คู่เบส แถบดีเอ็นเอมีขนาดประมาณ 3,000 2,000 1,900 1,700 1,500 1,300 1,200 1,100 1,000 และ 850 คู่เบส

การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมาย SCoT โดยใช้ไพรเมอร์ SCoT47 (ภาพที่ 5) พบว่าเกิดแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 9 แถบ ขนาดของดีเอ็นเออยู่ในช่วง 800-3,000 คู่เบส แถบดีเอ็นเอมีขนาดประมาณ 3,000 2,500 2,000 1,800 1,500 1,200 1,100 1,000 และ 800 คู่เบส โดยตัวอย่างรักแกนมอทั้ง 96 ตัวอย่างที่มีขนาดของดีเอ็นเอ 1,500 และ 1,200 คู่เบส เป็นแถบดีเอ็นเอที่ให้โมโนมอร์ฟิก

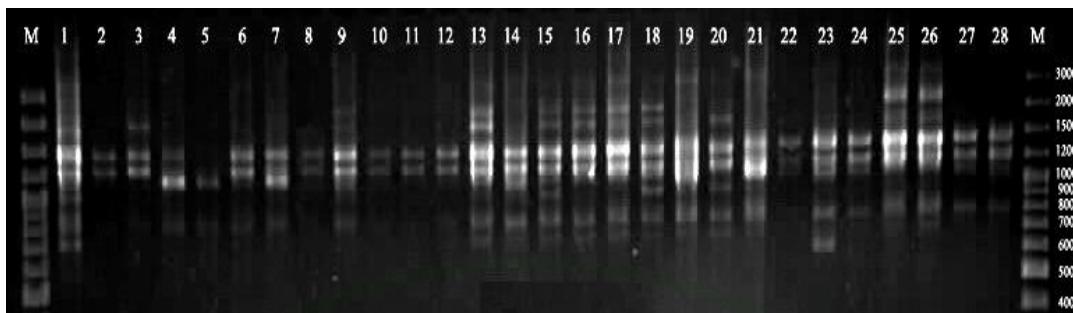
การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมาย SCoT โดยใช้ไพรเมอร์ SCoT48 (ภาพที่ 6) พบว่าเกิดแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 6 แถบ ขนาดของดีเอ็นเออยู่ในช่วง 900-2,500 คู่เบส แถบดีเอ็นเอมีขนาดประมาณ 2,500 2,000 1,700 1,400 1,200 และ 900 คู่เบส

การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมาย SCoT โดยใช้ไพรเมอร์ SCoT52 (ภาพที่ 7) พบว่าเกิดแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 5 แถบ ขนาดของดีเอ็นเออยู่ในช่วง 1,200-2,700 คู่เบส แถบดีเอ็นเอมีขนาดประมาณ 2,700 2,000 1,500 1,350 และ 1,200 คู่เบส

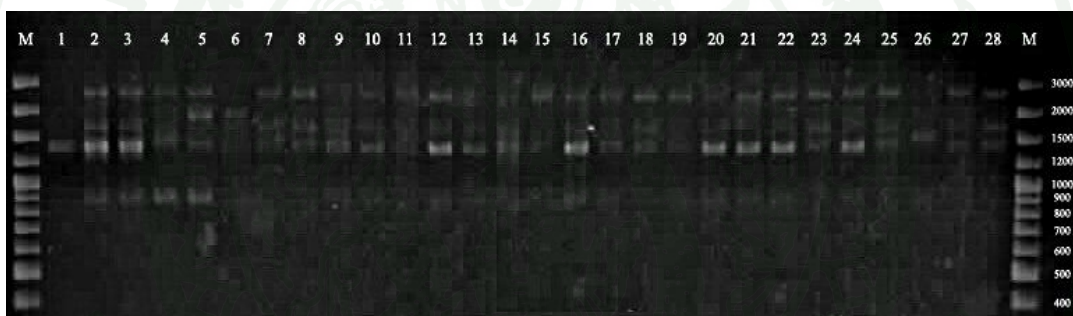
การตรวจลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมาย SCoT โดยใช้ไพรเมอร์ SCoT55 (ภาพที่ 8) พบว่าเกิดแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 6 แถบ ขนาดของดีเอ็นเออยู่ในช่วง 800-3,000 คู่เบส แถบดีเอ็นเอมีขนาดประมาณ 3,000 2,000 1,700 1,200 900 และ 800 คู่เบส



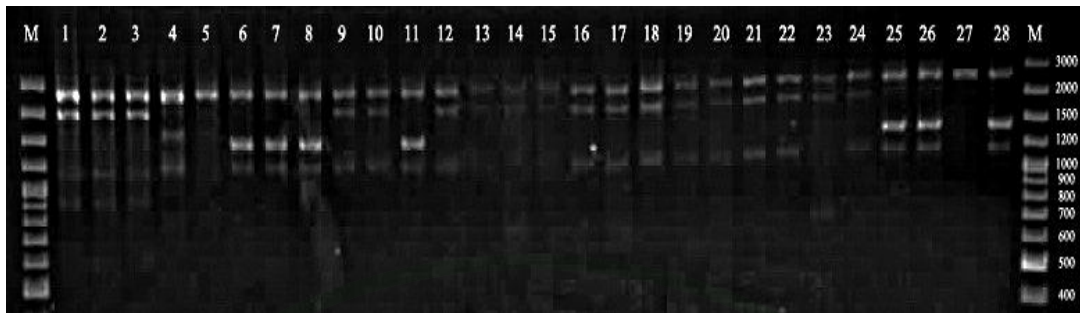
ภาพที่ 4 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรเมอร์ SCoT46 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL5 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1- NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder



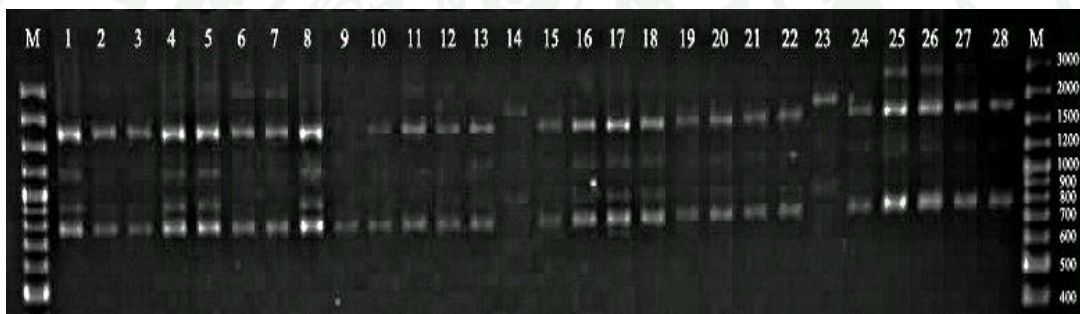
ภาพที่ 5 ภายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรเมอร์ SCoT47 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL5 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1-NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder



ภาพที่ 6 ภายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรเมอร์ SCoT48 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL5 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1-NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder



ภาพที่ 7 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรมอร์ SCoT52 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL10 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1-NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder



ภาพที่ 8 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอของต้นรักแกนมอ 28 ตัวอย่าง ที่เกิดจากไพรมอร์ SCoT55 แถว 1-5 คือ NN1-NN5 6-10 คือ PL1-PL5 11-15 คือ PB1-PB5 16-20 คือ CM1-CM5 21-23 คือ KP1-KP3 24-28 คือ NR1-NR5 แถว M คือ แถบดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp plus DNA ladder

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนแถบดีเอ็นเอ เปอร์เซ็นต์โพลิมอร์ฟิกของเครื่องหมาย SCoT จำนวน 5 ไพรเมอร์

ไพรเมอร์	จำนวนแถบ ดีเอ็นเอทั้งหมด	จำนวนแถบดีเอ็นเอ ที่ให้โมโนมอร์ฟิก	จำนวนแถบดีเอ็นเอ ที่ให้โพลิมอร์ฟิก	เปอร์เซ็นต์ โพลิมอร์ฟิก
SCoT46	10	-	10	100.00
SCoT47	9	2	7	77.78
SCoT48	6	-	6	100.00
SCoT52	5	-	5	100.00
SCoT55	6	-	6	100.00
รวม	36	2	34	-
เฉลี่ย	7.2	0.4	6.8	94.44

2.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ซึ่งได้จากการนำข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากเครื่องหมาย SCoT โดยใช้ไพรเมอร์จำนวน 5 ไพรเมอร์ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมด้วยสูตรของ Jaccard พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมอยู่ในช่วง 0.130-0.923 ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1 เมื่อสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี UPGMA ด้วยโปรแกรม NTSYS-pc version 2.10m พบว่าสามารถจัดกลุ่มตัวอย่างต้นรักแกนมอออกเป็น 8 กลุ่ม ที่ระดับความคล้ายคลึงเท่ากับ 0.43 ดังแสดงในภาพที่ 9

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยตัวอย่างมาจากแหล่งประชากรจังหวัดนครนายก 5 ตัวอย่าง (NN1, NN2, NN3, NN7, NN8) พืชญ โลก 11 ตัวอย่าง (PL1, PL2, PL3, PL4, PL5, PL7, PL8, PL9, PL10, PL11, PL12) เพชรบูรณ์ 6 ตัวอย่าง (PB1, PB2, PB4, PB5, PB6, PB8) เชียงใหม่ 3 ตัวอย่าง (CM3, CM5, CM9) กำแพงเพชร 3 ตัวอย่าง (KP1, KP2, KP3) และนครราชสีมา 5 ตัวอย่าง (NR24, NR26, NR28, NR45, NR56) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีตัวอย่างจากทั้ง 6 จังหวัด ในกลุ่มนี้พบว่า

ตัวอย่าง PL5 และ PL8 มีความใกล้เคียงทางพันธุกรรมมากที่สุด มีค่าความเหมือนทางพันธุกรรมเท่ากับ 0.905

กลุ่มที่ 2 มีเพียงตัวอย่างเดียวมาจากแหล่งประชากรจังหวัดเชียงใหม่ (CM1)

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยตัวอย่างมาจากแหล่งประชากรจังหวัดนครนายก 2 ตัวอย่าง (NN4, NN5) เพชรบูรณ์ 1 ตัวอย่าง (PB7) และนครราชสีมา 47 ตัวอย่าง (NR1, NR3, NR4, NR6, NR7, NR8, NR9, NR10, NR11, NR12, NR14, NR15, NR16, NR17, NR18, NR19, NR20, NR21, NR22, NR23, NR25, NR27, NR29, NR30, NR31, NR32, NR33, NR34, NR35, NR36, NR37, NR38, NR39, NR40, NR41, NR42, NR43, NR44, NR46, NR47, NR48, NR49, NR50, NR51, NR53, NR54, NR55) ในกลุ่มนี้พบว่าตัวอย่าง NR18 และ NR30 กับ NR14 และ NR23 มีความใกล้เคียงทางพันธุกรรมมากที่สุด มีค่าความเหมือนทางพันธุกรรมเท่ากับ 0.923

กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยตัวอย่างมาจากแหล่งประชากรจังหวัดนครนายก 1 ตัวอย่าง (NN6) และเชียงใหม่ 5 ตัวอย่าง (CM2, CM4, CM6, CM7, CM8)

กลุ่มที่ 5 มีเพียงตัวอย่างเดียวมาจากแหล่งประชากรจังหวัดนครราชสีมา (NR52)

กลุ่มที่ 6 ประกอบด้วยตัวอย่างมาจากแหล่งประชากรจังหวัดนครราชสีมา 2 ตัวอย่าง (NR2, NR13)

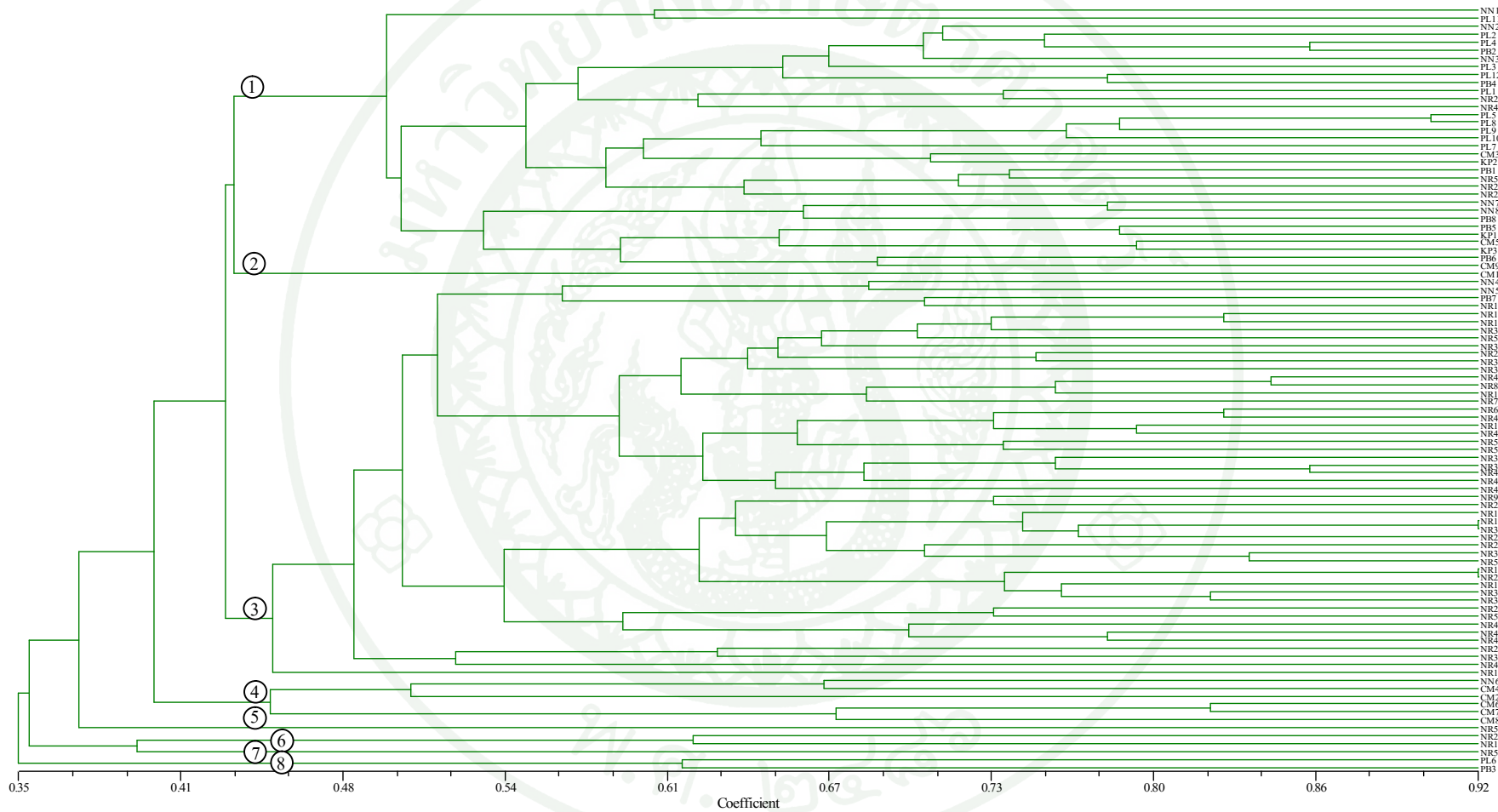
กลุ่มที่ 7 มีเพียงตัวอย่างเดียวมาจากแหล่งประชากรจังหวัดนครราชสีมา (NR5)

กลุ่มที่ 8 ประกอบด้วยตัวอย่างมาจากแหล่งประชากรจังหวัดพิษณุโลก 1 ตัวอย่าง (PL6) และเพชรบูรณ์ 1 ตัวอย่าง (PB3)

ผลการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมที่อยู่ในช่วง 0.130-0.923 พบว่าตัวอย่างต้นรักแกนมอส่วนใหญ่ในแต่ละกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กับแหล่งที่มาของแต่ละแหล่งประชากร โดยในกลุ่มที่ 3 มีจำนวนตัวอย่างจากแหล่งประชากรจังหวัดนครราชสีมาอยู่ในกลุ่มนี้มากที่สุด เมื่อพิจารณาแหล่งประชากรพบว่าแหล่ง

ประชากรจังหวัดนครราชสีมามีการกระจายของตัวอย่างอยู่ในกลุ่มต่าง ๆ มากที่สุด เนื่องจากแหล่งประชากรจังหวัดนครราชสีมาเป็นแปลงปลูกรวมพันธุ์ที่นำเมล็ดรักแถมมมาจากหลายแม่ไม้ ในจังหวัดพุกะทอ สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม จึงมีความหลากหลายทางพันธุกรรมมาก ในขณะที่การศึกษาของ Hiraoka *et al.* (2009) ใช้เครื่องหมาย ISSR, AFLP และ RAPD หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของต้นรักแถมมเพื่อใช้เป็นแม่ไม้ในประเทศญี่ปุ่น วิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธี principal component analysis พบว่าสามารถจำแนกต้นรักแถมมออกเป็น 2 กลุ่ม ที่มีความน่าเชื่อถือน้อยและเป็นความสัมพันธ์ที่ยังคลุมเครือจากค่าความคล้ายคลึงและค่าระยะห่างทางพันธุกรรมที่อาจเกิดจากการเคลื่อนย้ายของต้นรักแถมมหรือการผสมพันธุ์ในพันธุ์ปลูก





ภาพที่ 9 แผนภูมิกวามสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยวิธี UPGMA วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม NTSYS-pc version 2.10m

3. การศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของประชากรต้นรักแกนมอ

3.1 เปอร์เซ็นต์โพลีมอร์ฟิก

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์โพลีมอร์ฟิกของต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร มีค่าดังนี้ นครนายก 61.11 เปอร์เซ็นต์ พิษณุโลก 69.44 เปอร์เซ็นต์ เพชรบูรณ์ 69.44 เปอร์เซ็นต์ เชียงใหม่ 61.11 เปอร์เซ็นต์ และนครราชสีมา 83.33 เปอร์เซ็นต์ โดยแหล่งประชากรที่มีค่าเปอร์เซ็นต์โพลีมอร์ฟิกมากที่สุดคือจังหวัดนครราชสีมา ดังแสดงในตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาพบว่าค่าที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าเครื่องหมาย SCoT ที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 5 ไพรเมอร์ มีบางตำแหน่งในประชากรที่เป็น โมโนมอร์ฟิกด้วย ค่าเปอร์เซ็นต์โพลีมอร์ฟิกที่ได้ในแต่ละแหล่งประชากรมีค่าอยู่ในช่วง 61.11-83.33 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ยเท่ากับ 68.89 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากรมีความผันแปรทางพันธุกรรมของประชากรในระดับปานกลาง

3.2 ค่าเฮเทอโรไซโกซิติ (heterozygosity; H)

การวิเคราะห์ค่าความผันแปรทางพันธุกรรมอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้คือค่า gene diversity (H) (Nei, 1973) คำนวณค่าจากข้อมูลความถี่ของอัลลีลที่ตำแหน่งนั้น โดยเครื่องหมายดีเอ็นเอชนิดข่มสมบูรณ์ ค่า H สูงสุดเท่ากับ 0.5 เนื่องจากมีเพียง 2 อัลลีลในลักษณะการเกิดและไม่เกิดแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่งนั้น ผลการคำนวณค่าเฮเทอโรไซโกซิติของประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร พบว่าค่าเฮเทอโรไซโกซิติเฉลี่ยของประชากรต้นรักแกนมอมีค่าอยู่ในช่วง 0.183-0.244 โดยประชากรจากแปลงปลูกจังหวัดนครราชสีมามีค่าเฮเทอโรไซโกซิติเฉลี่ยมากที่สุด (0.244) แสดงว่าแหล่งประชากรจังหวัดนครราชสีมามีความผันแปรทางพันธุกรรมสูง ส่วนประชากรจังหวัดเชียงใหม่มีค่าเฮเทอโรไซโกซิติเฉลี่ยน้อยที่สุด (0.183) แสดงว่าแหล่งประชากรจังหวัดเชียงใหม่มีความผันแปรทางพันธุกรรมต่ำ

3.3 ค่าดัชนีความหลากหลายของยีน (Shannon's gene diversity index; H')

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายของยีนของประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.284-0.373 โดยแหล่งประชากรจังหวัดนครราชสีมา

ดัชนีความหลากหลายของยีนเฉลี่ยมากที่สุด (0.373) ส่วนแหล่งประชากรจังหวัดเชียงใหม่มีค่าดัชนีความหลากหลายของยีนเฉลี่ยน้อยที่สุด (0.284) ผลการศึกษาค่าดัชนีความหลากหลายของยีนมีความสอดคล้องกับค่าเฮเตอโรไซโกซิตีข้างต้น

ตารางที่ 6 ค่าเปอร์เซ็นต์โพลิมอร์ฟิก ค่าเฮเตอโรไซโกซิตี (H) และค่าดัชนีความหลากหลายของยีน (H') ของประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร

ประชากร	เปอร์เซ็นต์ โพลิมอร์ฟิก	ค่า H เฉลี่ยทุกตำแหน่ง	ค่า H' เฉลี่ยทุกตำแหน่ง
นครนายก	61.11	0.210	0.316
พิษณุโลก	69.44	0.208	0.319
เพชรบูรณ์	69.44	0.221	0.338
เชียงใหม่	61.11	0.183	0.284
นครราชสีมา	83.33	0.244	0.373
เฉลี่ย	68.89	0.213	0.326

3.4 ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างแหล่งประชากร

ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร คำนวณโดยใช้ Nei's unbiased genetic distance (Nei, 1978) มีค่าอยู่ในช่วง 0.042-0.133 โดยประชากรที่มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมน้อยที่สุดคือ ประชากรจังหวัดนครนายกกับเพชรบูรณ์ มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมเท่ากับ 0.042 และประชากรที่มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมมากที่สุดคือ ประชากรจังหวัดพิษณุโลกกับนครราชสีมา มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมเท่ากับ 0.133 ดังแสดงในตารางที่ 7 โดยค่าระยะห่างทางพันธุกรรมบอกระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต้นรักแกนมอแต่ละแหล่ง โดยกลุ่มประชากรที่มีระดับพันธุกรรมคล้ายกันจะมีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมน้อยที่สุด แต่ถ้ามีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมสูงแสดงว่ากลุ่มประชากรมีความแตกต่างทางพันธุกรรมมาก

ตารางที่ 7 ค่าระยะห่างทางพันธุกรรม (genetic distance) (ล่าง) และค่าความคล้ายคลึงของยีน (genetic identity) (บน) ของประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร

	นครนายก	พิษณุโลก	เพชรบูรณ์	เชียงใหม่	นครราชสีมา
นครนายก	-	0.937	0.959	0.935	0.926
พิษณุโลก	0.065	-	0.955	0.905	0.876
เพชรบูรณ์	0.042	0.046	-	0.948	0.938
เชียงใหม่	0.068	0.100	0.053	-	0.947
นครราชสีมา	0.076	0.133	0.065	0.055	-

3.5 แผนภาพความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของประชากรต้นรักแกนมอ

จากค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร เมื่อจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี UPGMA ด้วยโปรแกรม POPGENE version 1.31 ดังแสดงในภาพที่ 10 พบว่าประชากรต้นรักแกนมอที่ทำการศึกษามีสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยแหล่งประชากรจังหวัดนครนายก เพชรบูรณ์ และพิษณุโลก โดยในกลุ่มนี้เป็นแหล่งประชากรในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องกับถิ่นกำเนิดและสภาพภูมิศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยแหล่งประชากรจังหวัดเชียงใหม่และนครราชสีมา โดยในกลุ่มนี้แหล่งประชากรไม่สอดคล้องกับถิ่นกำเนิดและสภาพภูมิศาสตร์ของประเทศไทย สาเหตุดังกล่าวเกิดจากแหล่งประชากรจังหวัดนครราชสีมาเป็นแปลงปลูกรวมพันธุ์ที่นำเมล็ดรักแกนมอมาจากจังหวัดพุกะทอ สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม แต่ที่พบว่าแหล่งประชากรจังหวัดเชียงใหม่กับแหล่งที่มาจากจังหวัดพุกะทอ มีเส้นละติจูดอยู่ในระนาบเดียวกัน ซึ่งอาจสอดคล้องให้แหล่งประชากรจังหวัดเชียงใหม่กับนครราชสีมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต้นรักแกนมอ
5 แหล่งประชากร ด้วยโปรแกรม SCoT จำนวน 5 โปรแกรม

โปรแกรม	ขนาดของ ดีเอ็นเอ (คู่เบส)	Ht	Hs	Gst	โปรแกรม	ขนาดของ ดีเอ็นเอ (คู่เบส)	Ht	Hs	Gst
46	3,000	0.041	0.039	0.055	48	2,500	0.421	0.282	0.331
46	2,000	0.069	0.064	0.078	48	2,000	0.352	0.223	0.366
46	1,900	0.248	0.231	0.066	48	1,700	0.494	0.295	0.404
46	1,700	0.245	0.217	0.115	48	1,400	0.469	0.225	0.520
46	1,500	0.348	0.292	0.160	48	1,200	0.026	0.024	0.052
46	1,300	0.486	0.311	0.361	48	900	0.395	0.354	0.104
46	1,200	0.218	0.207	0.052	52	2,700	0.211	0.167	0.209
46	1,100	0.353	0.289	0.181	52	2,000	0.436	0.354	0.188
46	1,000	0.125	0.099	0.208	52	1,500	0.108	0.093	0.136
46	850	0.303	0.244	0.195	52	1,350	0.319	0.305	0.043
47	3,000	0.086	0.084	0.033	52	1,200	0.484	0.420	0.133
47	2,500	0.223	0.167	0.252	55	3,000	0.332	0.289	0.131
47	2,000	0.152	0.129	0.155	55	2,000	0.045	0.044	0.030
47	1,800	0.242	0.218	0.100	55	1,700	0.327	0.266	0.185
47	1,500	0.000	0.000	0.000	55	1,200	0.358	0.338	0.056
47	1,200	0.000	0.000	0.000	55	900	0.193	0.167	0.135
47	1,100	0.403	0.389	0.036	55	800	0.411	0.309	0.248
47	1,000	0.059	0.056	0.049	Mean		0.263	0.213	0.191
47	800	0.488	0.478	0.020	St. Dev		0.025	0.016	

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การศึกษาลายพิมพ์ดีเอ็นเอต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องหมาย SCoT จำนวน 24 ไพรเมอร์ พบไพรเมอร์ที่เหมาะสมจำนวน 5 ไพรเมอร์ คือ SCoT46, SCoT47, SCoT48, SCoT52 และ SCoT55 ที่ให้แถบดีเอ็นเอชัดเจนและสามารถใช้แยกความแตกต่างของตัวอย่างทั้งหมดได้ แถบดีเอ็นเอมีขนาดประมาณ 800-3,000 คู่เบส จำนวนแถบดีเอ็นเอทั้งหมด 36 แถบ เฉลี่ยเท่ากับ 7.2 แถบต่อไพรเมอร์ เป็นแถบดีเอ็นเอที่ให้โมโนมอร์ฟิก 2 แถบ และแถบดีเอ็นเอที่ให้โพลิมอร์ฟิก 34 แถบ คิดเป็น 94.44 เปอร์เซ็นต์ของแถบดีเอ็นเอทั้งหมด แสดงว่าตัวอย่างต้นรักแกนมอที่ทำการศึกษามีความผันแปรทางพันธุกรรมสูง

2. การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอ จัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA ด้วยโปรแกรม NTSYS-pc version 2.10m พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมที่คำนวณด้วยสูตรของ Jaccard อยู่ในช่วง 0.130-0.923 สามารถจัดกลุ่มตัวอย่างต้นรักแกนมอออกเป็น 8 กลุ่ม ที่ระดับความคล้ายคลึงเท่ากับ 0.43 โดยตัวอย่างต้นรักแกนมอส่วนใหญ่ในแต่ละกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กับแหล่งที่มาของแต่ละแหล่งประชากร

3. การศึกษาความผันแปรทางพันธุกรรมของประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร ด้วยเครื่องหมาย SCoT จำนวน 5 ไพรเมอร์ พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์โพลิมอร์ฟิกเฉลี่ยเท่ากับ 68.89 ค่าเฮเตอโรไซโกซิตีมีค่าอยู่ในช่วง 0.183-0.244 เฉลี่ยเท่ากับ 0.213 ค่าดัชนีความหลากหลายของยีนมีค่าอยู่ในช่วง 0.284-0.373 เฉลี่ยเท่ากับ 0.326 จากค่าเฮเตอโรไซโกซิตีและค่าดัชนีความหลากหลายของยีนมีค่าที่สอดคล้องกัน

4. การวิเคราะห์ค่าระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร จัดกลุ่มด้วยวิธี UPGMA ด้วยโปรแกรม POPGENE version 1.31 พบว่าสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยแหล่งประชากรจังหวัดนครนายก เพชรบูรณ์ และพิษณุโลก กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยแหล่งประชากรจังหวัดเชียงใหม่และนครราชสีมา

5. การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากร พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.191 แสดงให้เห็นว่าประชากรต้นรักแกนมอ 5 แหล่งประชากรมีความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างแหล่งประชากรมาก

6. จากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เครื่องหมาย SCoT ในการตรวจสอบความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอได้ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยความผันแปรทางพันธุกรรมที่จะนำไปสู่การวางแผนอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรม ตลอดจนการปลูกสร้างสวนป่าของต้นรักแกนมอต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ในการประเมินความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอ ควรเก็บตัวอย่างต้นรักแกนมอที่ยังไม่มีการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อหาความผันแปรทางพันธุกรรมทั่วประเทศของสายต้นพื้นเมือง

2. ควรเพิ่มจำนวนไพรเมอร์ รวมทั้งใช้เครื่องหมายไมโครแซตเทลไลท์ที่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างเฮเทอโรไซโกตและโฮโมไซโกตในการตรวจสอบความผันแปรทางพันธุกรรม อาจทำให้ได้ข้อมูลความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอมากยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จุลทรรศน์ พยาฆรานนท์. 2551. ยางรักในศิลปะไทย, น. 9-16. ใน ศิริชัย หวังเจริญตระกูล.
 สัมมนาวิชาการศึกษายางรักเพื่ออนุรักษ์ภูมิปัญญาไทย อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม,
 กรุงเทพฯ.
- พุกกลิ่น ศรีสุโกศล และ จิโรจ สินธวานนท์. 2551. แผ่นผิวหนังอักษะจากยางรัก, น. 152-155. ใน
 ศิริชัย หวังเจริญตระกูล. สัมมนาวิชาการศึกษายางรักเพื่ออนุรักษ์ภูมิปัญญาไทย
 อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี.
 กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม, กรุงเทพฯ.
- วิชาญ เอียดทอง. 2552. การใช้ยางรักในงานประณีตศิลป์ของไทย. เอกสารวิชาการชีววิทยาป่าไม้
 34 (2): 65-78.
- _____. 2554. ความหลากหลายของพรรณไม้ให้ยางรักและศักยภาพของการใช้ประโยชน์ใน
 ประเทศไทย. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)
- _____, กรองทอง ใจแก้วแดง และ สุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ. 2555. การปรับปรุงและพัฒนาต้นรัก
 แกนมอเพื่อผลิตยางรักดิบในงานหัตถกรรมเครื่องรักไทย, น. 129-137. ใน การประชุม
 วิชาการผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง 2555 เฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าฯ
 พระบรมราชินีนาถ เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา
 12 สิงหาคม 2555. ฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง, เชียงใหม่.
- วีระชัย ณ นคร. 2551. ไม้รักใหญ่ทรัพยากรทรงคุณค่า, น. 17-28. ใน ศิริชัย หวังเจริญตระกูล.
 สัมมนาวิชาการศึกษายางรักเพื่ออนุรักษ์ภูมิปัญญาไทย อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระ
 เทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม,
 กรุงเทพฯ.

- สุจิตรา จางตระกูล. 2551. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอ และไอโซเอนไซม์ยีนเพื่อการประเมินสถานภาพแหล่งทรัพยากรทางพันธุกรรมป่าไม้. กลุ่มงานพันธุกรรมไม้ป่าและเทคโนโลยีชีวภาพ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- สุรินทร์ ปิยะโชคณากุล. 2552. เครื่องหมายดีเอ็นเอ: จากพื้นฐานสู่การประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Agarwal, G. K., R. N. Pandey and V. P. Agrawal. 1992. Isolation of DNA from *Choerospondias axillaris* leaves. **Biotech. Biodiv. Lett.** 2: 19-24.
- Agarwal, M., N. Shrivastava and H. Padh. 2008. Advances in molecular marker techniques and their applications in plant sciences. **Plant Cell Rep.** 27: 617-631.
- Amirmoradi, B., R. Talebi and E. Karami. 2012. Comparison of genetic variation and differentiation among annual *Cicer* species using start codon targeted (SCoT) polymorphism, DAMD-PCR, and ISSR markers. **Plant Syst. Evol.** 298: 1679-1688.
- Backer, C. A. and R. C. Bakhuizen van Den Brink. 1965. *Rhus* L., pp. 153-154. In C. A. Backer and R. C. Bakhuizen van Den Brink, eds. **Flora of Java**. Vol. II. Groningen, Noordhoff NVP.
- Bhattacharyya, P., S. Kumaria, S. Kumar and P. Tandon. 2013. Start codon targeted (SCoT) marker reveals genetic diversity of *Dendrobium nobile* Lindl., an endangered medicinal orchid species. **Gene.** 529: 21-26.
- Chayamarit, K. 2010. *Rhus*, pp. 312-317. In T. Santisuk and K. Larsen, eds. **Flora of Thailand**. Vol. 10 part 3. The Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok.

- Chen, H., X. H. He, C. Luo, J. H. Zhu and F. Li. 2010. Analysis on the genetic diversity of 24 longan (*Dimocarpus longan*) accessions by SCoT markers. **Acta Hort. Sin.** 37: 1651-1654 (In Chinese with English abstract).
- Chen, Y. R., R. Y. Y. Chiou, T. Y. Lin, C. P. Huang, W. C. Tang, S. T. Chen and S. B. Lin. 2009. Identification of an alkylhydroquinone from *Rhus succedanea* as an inhibitor of tyrosinase and melanogenesis. **J. Agric. Food Chem.** 57: 2200-2205.
- Collard, B. C. Y. and D. J. Mackill. 2009. Start codon targeted (SCoT) polymorphism: a simple novel DNA marker technique for generating gene-targeted markers in plants. **Plant Mol. Biol. Rep.** 27: 86-93.
- Frade, J. C., M. I. Ribeiro, J. Graca and J. Rodrigues. 2009. Applying pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry to the identification of oriental lacquers: study of two lacquered shields. **Anal. Bioanal. Chem.** 395: 2167-2174.
- _____, _____, _____, T. Vasconcelos and J. Rodrigues. 2010. Chemotaxonomic application of Py-GC/MS: identification of lacquer trees. **J. Anal. Appl. Pyrolysis** 89: 117-121.
- Global Information Hub On Integrated Medicine. 2010. *Rhus succedanea* L. Available Source: http://www.globinmed.com/index.php?option=com_content&view=article&id=62897:rhus-succedanea-l&catid=382:r, March 12, 2012.
- Gorji, A. M., P. Poczai, Z. Polgar and J. Taller. 2011. Efficiency of arbitrarily amplified dominant markers (SCoT, ISSR and RAPD) for diagnostic fingerprinting in tetraploid potato. **Am. J. Pot. Res.** 88: 226-237.
- Goto, S., A. Watanabe and K. Ikeda. 1997. Use of RAPD markers for cultivar identification in *Rhus succedanea* L. **J. Jpn. For. Soc.** 79: 229-233 (In Japanese with English abstract).

- Guo, D. L., J. Y. Zhang and C. H. Liu. 2012. Genetic diversity in some grape varieties revealed by SCoT analyses. **Mol. Biol. Rep.** 39: 5307-5313.
- Han, G. H., S. Q. Xiang, W. X. Wang, Z. G. Jia, Q. B. Hong and G. L. Liang. 2011. Establishment and application of SCoT molecular marker system for *Citrus*. **Acta Hort. Sin.** 38: 1243-1250 (In Chinese with English abstract).
- Hiraoka, Y. and N. Kuramoto. 2004. Identification of *Rhus succedanea* L. cultivars using elliptic fourier descriptors based on fruit shape. **Silvae Genet.** 53: 221-226.
- _____, _____, M. Ohira, M. Okamura, T. Taniguchi and Y. Fujisawa. 2011. Estimation of genetic data and breeding values of traits related to wax production in *Rhus succedanea* L. clones using the REML/BLUP method. **J. For. Res.** 16: 509-517.
- _____, _____, M. Okamura, M. Ohira, T. Taniguchi and Y. Fujisawa. 2009. Clone identification and genetic relationship among candidates for superior trees in *Rhus succedanea* L. using ISSR, AFLP and RAPD markers. **J. Jpn. For. Soc.** 91: 246-252 (In Japanese with English abstract).
- _____ and A. Watanabe. 2010. Development and characterization of microsatellites, clone identification, and determination of genetic relationships among *Rhus succedanea* L. individuals. **J. Jpn. Soc. Hort. Sci.** 79: 141-149.
- Honda, T., R. Lu, R. Sakai, T. Ishimura and T. Miyakoshi. 2008. Characterization and comparison of Asian lacquer saps. **Prog. Org. Coat.** 61: 68-75.
- Lu, R., Y. Kamiya and T. Miyakoshi. 2006. Applied analysis of lacquer films based on pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry. **Talanta** 70: 370-376.

- Lu, R., Y. Kamiya, Y. Y. Wan, T. Honda and T. Miyakoshi. 2007. Synthesis of *Rhus succedanea* lacquer film and analysis by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry. **J. Anal. Appl. Pyrolysis** 71: 117-124.
- Luo, C., X. H. He, H. Chen, S. J. Ou and M. P. Gao. 2010. Analysis of diversity and relationships among mango cultivars using start codon targeted (SCoT) markers. **Biochem. Syst. Ecol.** 38: 1176-1184.
- _____, _____, _____, _____, _____, J. S. Brown, C. T. Tondo and R. J. Schnell. 2011. Genetic diversity of mango cultivars estimated using SCoT and ISSR markers. **Biochem. Syst. Ecol.** 39: 676-684.
- Ma, P. K. 1986. **Lacquer Trees in Vietnam**. KIMA lacquer art. Available Source: http://kimalacquerart.com/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=63, August 21, 2012.
- Mondini, L., A. Noorani and M. A. Pagnotta. 2009. Assessing plant genetic diversity by molecular tools. **Diversity** 1: 19-35.
- Mulpuri, S., T. Muddanuru and G. Francis. 2013. Start codon targeted (SCoT) polymorphism in toxic and non-toxic accessions of *Jatropha curcas* L. and development of a codominant SCAR marker. **Plant Sci.** 207: 117-127.
- Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA** 70: 3321-3323.
- _____. 1978. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individual. **Genetics** 89: 583-590.

- Niimura, N. 2009. Determination of the type of lacquer on East Asian lacquer ware. **Int. J. Mass Spectrom.** 284: 93-97.
- _____, T. Miyakoshi, J. Onodera and T. Higuchi. 1996. Characterization of *Rhus vernicifera* and *Rhus succedanea* lacquer films and their pyrolysis mechanisms studied using two-stage pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry. **J. Anal. Appl. Pyrolysis** 37: 199-209.
- Ohwi, J. 1965. *Rhus* L., pp. 596-597. In F. G. Meyer and E. H. Walker, eds. **Flora of Japan (in English)**. Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- Rohlf, F. J. 2000. **NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.1**. Exeter Software. Setauket, New York.
- Shannon, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. **Bell Syst. Tech. J.** 27: 379-423.
- Sneath, P. H. A. and R. R. Sokal. 1973. **Numerical Taxonomy: the Principles and Practice of Numerical Classification**. Freeman, San Francisco.
- Takhtajan, A. 2009. **Flowering Plants**. 2nd ed. Springer, New York.
- Tianlu, M. and A. Barfod. 2008. Anacardiaceae, pp. 335-357. In Z. Y. Wu, P. H. Raven and D. Y. Hong, eds. **Flora of China**. Vol. 11. Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Wan, Y. Y., R. Lu, Y. M. Du, T. Honda and T. Miyakoshi. 2007. Does Donglan lacquer tree belong to *Rhus vernicifera* species?. **Int. J. Biol. Macromol.** 41: 497-503.

- Weising, K., H. Nybom, K. Wolff and G. Kahl. 2005. **DNA Fingerprinting in Plants: Principles, Methods, and Applications**. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton.
- Wu, J. M., Y. R. Li, L. T. Yang, F. X. Fang, H. Z. Song, H. Q. Tang, M. Wang and M. L. Weng. 2013. cDNA-SCoT: a novel rapid method for analysis of gene differential expression in sugarcane and other plants. **Aust. J. Crop Sci.** 7: 659-664.
- Wu, P. L., S. B. Lin, C. P. Huang and R. Y. Chiou. 2002. Antioxidative and cytotoxic compounds extracted from the sap of *Rhus succedanea*. **J. Nat. Prod.** 65: 1719-1721.
- Xiong, F., R. Zhong, Z. Han, J. Jiang, L. He, W. Zhuang and R. Tang. 2011. Start codon targeted polymorphism for evaluation of functional genetic variation and relationships in cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes. **Mol. Biol. Rep.** 38: 3487-3494.
- Yeh, F. C., T. Boyle, R. Yang, Z. Ye and J. M. Xiyang. 1999. **POPGENE version 1.31: Microsoft Window-based Freeware for Population Genetic Analysis**. University of Alberta and Center of International Forestry Research, Alberta, Canada.



ตารางผนวกที่ 1 รายละเอียดของตัวอย่างต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

รหัส	หมายเลข	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของต้น (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)	พิกัดทางภูมิศาสตร์		ความสูงจากระดับ น้ำทะเล (เมตร)	สถานที่เก็บตัวอย่าง
				N	E		
NN1	E41871	40	14	14° 22' 55.479"	101° 23' 35.218"	763	ต.นาหินลาด อ.ปากพลี จ.นครนายก
NN2	E41872	40.5	14	14° 22' 43.567"	101° 13' 45.669"	830	ต.นาหินลาด อ.ปากพลี จ.นครนายก
NN3	E41873	31.75	11	14° 22' 40.126"	101° 23' 48.168"	848	ต.นาหินลาด อ.ปากพลี จ.นครนายก
NN4	E41875	45.25	15	14° 22' 31.067"	101° 23' 53.042"	886	ต.นาหินลาด อ.ปากพลี จ.นครนายก
NN5	E41876	32.1	12	14° 22' 23.302"	101° 23' 58.665"	935	ต.นาหินลาด อ.ปากพลี จ.นครนายก
NN6	E41877	9	7	14° 22' 1.642"	101° 24' 24.057"	1,130	ต.นาหินลาด อ.ปากพลี จ.นครนายก
NN7	E41878	44	9	14° 22' 47.535"	101° 23' 39.271"	805	ต.นาหินลาด อ.ปากพลี จ.นครนายก
NN8	E41879	18	6	14° 21' 57.858"	101° 24' 5.934"	1,235	ต.นาหินลาด อ.ปากพลี จ.นครนายก
PL1	A01031	22.25	10	16° 59' 38.958"	100° 59' 33.493"	1,260	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL2	A01032	13.75	8	16° 59' 39.452"	100° 59' 32.890"	1,258	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL3	A01033	19	12	16° 59' 38.355"	100° 59' 28.619"	1,255	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL4	A01034	25.5	12	16° 59' 40.009"	100° 59' 25.797"	1,247	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL5	A01035	12.5	10	16° 59' 40.009"	100° 59' 25.797"	1,247	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL6	A01036	27	18	16° 59' 35.640"	100° 59' 30.281"	1,266	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL7	A01037	15	14	16° 59' 21.696"	100° 59' 35.846"	1,300	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL8	A01038	30.25	15	16° 55' 47.533"	101° 3' 58.404"	1,587	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL9	A01039	28.75	15	16° 55' 44.614"	101° 3' 47.965"	1,601	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

รหัส	หมายเลข	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของคัน (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)	พิกัดทางภูมิศาสตร์		ความสูงจากระดับ น้ำทะเล (เมตร)	สถานที่เก็บตัวอย่าง
				N	E		
PL10	A01040	22.75	12	16° 55' 51.479"	101° 2' 17.279"	1,663	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL11	Pitsanulok1	*	*	17° 0' 29.040"	100° 59' 41.700"	1,130	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PL12	Pitsanulok2	24	6.5	17° 0' 29.040"	100° 59' 41.700"	1,125	ต.เนินเพิ่ม อ.นครไทย จ.พิษณุโลก
PB1	RS1	*	*	16° 44' 12.120"	101° 32' 53.820"	910	ต.น้ำหนาว อ.น้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์
PB2	RS2	*	*	16° 44' 11.700"	101° 32' 50.160"	911	ต.น้ำหนาว อ.น้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์
PB3	RS3	*	*	16° 44' 11.460"	101° 32' 44.220"	914	ต.น้ำหนาว อ.น้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์
PB4	RS4	*	*	16° 44' 10.080"	101° 32' 37.680"	916	ต.น้ำหนาว อ.น้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์
PB5	RS5	*	*	16° 44' 9.180"	101° 32' 36.120"	916	ต.น้ำหนาว อ.น้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์
PB6	RS6	*	*	16° 44' 8.700"	101° 32' 35.340"	915	ต.น้ำหนาว อ.น้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์
PB7	RS7	*	*	16° 44' 7.800"	101° 32' 33.540"	916	ต.น้ำหนาว อ.น้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์
PB8	RS8	*	*	16° 44' 7.800"	101° 32' 33.540"	916	ต.น้ำหนาว อ.น้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์
CM1	แม่แดด1	22.75	11	19° 1' 25.440"	98° 24' 55.740"	1,380	ต.แม่แดด อ.กัลยาณิวัฒนา จ.เชียงใหม่
CM2	แม่แดด2	13	10	19° 1' 16.200"	98° 24' 57.060"	1,377	ต.แม่แดด อ.กัลยาณิวัฒนา จ.เชียงใหม่
CM3	แม่แดด3	16	12	19° 1' 12.600"	98° 24' 56.400"	1,392	ต.แม่แดด อ.กัลยาณิวัฒนา จ.เชียงใหม่
CM4	แม่แดด4	20.75	13	19° 1' 12.600"	98° 24' 56.340"	1,392	ต.แม่แดด อ.กัลยาณิวัฒนา จ.เชียงใหม่
CM5	แม่แดด5	55.5	16	19° 1' 12.780"	98° 24' 56.280"	1,400	ต.แม่แดด อ.กัลยาณิวัฒนา จ.เชียงใหม่
CM6	G11576	-	-	-	-	-	ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

รหัส	หมายเลข	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของต้น (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)	พิกัดทางภูมิศาสตร์		ความสูงจากระดับ น้ำทะเล (เมตร)	สถานที่เก็บตัวอย่าง
				N	E		
CM7	E41891	-	-	-	-	-	ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
CM8	E41892	-	-	-	-	-	ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่
CM9	กำปอง	50	16	-	-	-	ต.ห้วยแก้ว อ.แม่ออน จ.เชียงใหม่
KP1	Kamphaengphet1	-	-	-	-	-	สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร
KP2	Kamphaengphet2	-	-	-	-	-	สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร
KP3	Kamphaengphet3	-	-	-	-	-	สถานีวนวัฒนวิจัยกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร
NR1	KUFF1	10	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR2	KUFF2	11	4.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR3	KUFF3	10.55	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR4	KUFF4	9.95	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR5	KUFF5	8.9	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR6	KUFF6	10.8	4.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR7	KUFF7	9.95	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR8	KUFF8	9.4	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR9	KUFF9	9.1	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR10	KUFF10	10.7	5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา
NR11	KUFF11	11.1	4.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จ.นครราชสีมา

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

รหัส	หมายเลข	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของคัน (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)	พิกัดทางภูมิศาสตร์		ความสูงจากระดับ น้ำทะเล (เมตร)	สถานที่เก็บตัวอย่าง
				N	E		
NR12	KUFF12	9.95	4.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR13	KUFF13	9.8	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR14	KUFF14	10.2	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR15	KUFF15	10.7	4.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR16	KUFF16	11.25	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR17	KUFF17	11.9	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR18	KUFF18	10.7	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR19	KUFF19	10.9	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR20	KUFF20	12.3	3	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR21	KUFF21	10.7	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR22	KUFF22	10.55	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR23	KUFF23	10.2	3	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR24	KUFF24	12.35	3	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR25	KUFF25	14.6	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR26	KUFF26	9.35	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR27	KUFF27	11.5	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR28	KUFF28	10	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

รหัส	หมายเลข	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของคัน (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)	พิกัดทางภูมิศาสตร์		ความสูงจากระดับ น้ำทะเล (เมตร)	สถานที่เก็บตัวอย่าง
				N	E		
NR29	KUFF29	10.45	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR30	KUFF30	10.9	3	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR31	KUFF31	8.6	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR32	KUFF32	11.75	4.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR33	KUFF33	13.5	5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR34	KUFF34	8.45	3.2	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR35	KUFF35	9.8	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR36	KUFF36	9.1	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR37	KUFF37	11.15	3	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR38	KUFF38	11.85	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR39	KUFF39	10.1	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR40	KUFF40	10.45	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR41	KUFF41	10.35	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR42	KUFF42	10.3	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR43	KUFF43	11.1	5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR44	KUFF44	10.65	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR45	KUFF45	8.45	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

รหัส	หมายเลข	เส้นผ่านศูนย์กลาง ของต้น (เซนติเมตร)	ความสูง (เมตร)	พิกัดทางภูมิศาสตร์		ความสูงจากระดับ น้ำทะเล (เมตร)	สถานที่เก็บตัวอย่าง
				N	E		
NR46	KUFF46	11.35	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR47	KUFF47	11.75	4.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR48	KUFF48	7.3	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR49	KUFF49	10.85	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR50	KUFF50	11.4	4.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR51	KUFF51	9.7	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR52	KUFF52	9.9	5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR53	KUFF53	11.2	3.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR54	KUFF54	10	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR55	KUFF55	10.9	4	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา
NR56	KUFF56	8.4	2.5	14° 28'	101° 53'	725	สถานีวนวัฒนวิจัยสระเกษราช จ.นครราชสีมา

หมายเหตุ: * คือ เก็บจากไม้ร่นและต้นกล้า เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 5 เซนติเมตร

- คือ ไม่มีข้อมูล

ตารางผนวกที่ 2 ค่าความคล้ายคลึงทางพันธุกรรมที่คำนวณด้วยสูตรของ Jaccard ของต้นรักแกนมอจำนวน 96 ตัวอย่าง ด้วยโปรแกรม NTSYS-pc version 2.10m

No.	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5
NN1	1.0000												
NN2	0.6500	1.0000											
NN3	0.5000	0.6842	1.0000										
NN4	0.5455	0.5000	0.6500	1.0000									
NN5	0.5238	0.4762	0.4762	0.6842	1.0000								
NN6	0.5000	0.4500	0.4500	0.4286	0.5556	1.0000							
NN7	0.4348	0.5238	0.4545	0.4348	0.4762	0.6111	1.0000						
NN8	0.5000	0.5238	0.3913	0.5000	0.5500	0.4500	0.7778	1.0000					
PL1	0.3750	0.5238	0.6842	0.4348	0.3478	0.3182	0.4545	0.3913	1.0000				
PL2	0.4545	0.7222	0.7222	0.5238	0.4286	0.4000	0.4762	0.4762	0.6316	1.0000			
PL3	0.3636	0.6111	0.6111	0.5000	0.4000	0.5294	0.6111	0.5263	0.5263	0.6471	1.0000		
PL4	0.4500	0.7500	0.7500	0.5263	0.4211	0.3889	0.4737	0.4737	0.6471	0.8000	0.7857	1.0000	
PL5	0.5000	0.5909	0.7500	0.5652	0.5455	0.3913	0.4000	0.4000	0.6667	0.7000	0.4545	0.5500	1.0000
PL6	0.3750	0.4545	0.5238	0.5000	0.4762	0.2609	0.3333	0.3333	0.5238	0.4762	0.3810	0.4737	0.5217
PL7	0.5000	0.4545	0.5238	0.4348	0.4762	0.3810	0.4545	0.3913	0.6000	0.5500	0.3810	0.4737	0.6667
PL8	0.5833	0.6087	0.7619	0.6522	0.5652	0.4167	0.4231	0.4800	0.6818	0.7143	0.4783	0.5714	0.9048
PL9	0.5200	0.5417	0.6818	0.5833	0.5000	0.3600	0.3704	0.4231	0.6818	0.5652	0.4783	0.5714	0.7391
PL10	0.6364	0.5217	0.5909	0.5000	0.4783	0.3913	0.4583	0.5217	0.6667	0.6190	0.4545	0.5500	0.7273

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5
PL11	0.6000	0.6316	0.5500	0.4545	0.3636	0.4000	0.4762	0.4091	0.5500	0.5789	0.4737	0.5882	0.4783
PL12	0.4783	0.5714	0.7368	0.6190	0.5238	0.3636	0.5714	0.5714	0.7368	0.6000	0.5789	0.7059	0.6364
PB1	0.5217	0.6190	0.619	0.5217	0.4348	0.3478	0.4167	0.4167	0.6190	0.6500	0.5500	0.6667	0.6087
PB2	0.4091	0.6667	0.6667	0.5500	0.4500	0.3500	0.5789	0.5789	0.6667	0.7059	0.6875	0.8571	0.5000
PB3	0.3043	0.3182	0.4500	0.4286	0.4000	0.2381	0.4500	0.4500	0.4500	0.4000	0.3000	0.3889	0.3913
PB4	0.5238	0.6316	0.6316	0.6000	0.5789	0.4000	0.5500	0.5500	0.5500	0.5789	0.5556	0.6875	0.5455
PB5	0.5200	0.5417	0.5417	0.4615	0.4400	0.5455	0.5417	0.4800	0.4800	0.5000	0.5455	0.4348	0.6000
PB6	0.3478	0.3043	0.4286	0.3478	0.3182	0.5000	0.5000	0.4286	0.4286	0.3810	0.5000	0.3684	0.4348
PB7	0.4286	0.4500	0.5263	0.5789	0.5556	0.4444	0.6111	0.5263	0.4500	0.4737	0.6250	0.5625	0.5238
PB8	0.3636	0.4500	0.5263	0.5000	0.4737	0.5294	0.7059	0.6111	0.5263	0.5556	0.6250	0.5625	0.4545
CM1	0.3500	0.5294	0.4444	0.3500	0.4706	0.3529	0.5294	0.5294	0.3684	0.5625	0.4375	0.5714	0.4500
CM2	0.2857	0.3684	0.3684	0.2857	0.3889	0.4375	0.5294	0.4444	0.3684	0.3889	0.4375	0.3750	0.4500
CM3	0.4231	0.5000	0.6364	0.6087	0.6667	0.5714	0.5652	0.5000	0.4400	0.5217	0.5000	0.4545	0.6250
CM4	0.3810	0.4000	0.4737	0.4500	0.5000	0.6667	0.4737	0.4000	0.2727	0.4211	0.3889	0.3333	0.4091
CM5	0.5000	0.5238	0.4545	0.5000	0.4762	0.6111	0.6000	0.4545	0.3913	0.4762	0.5263	0.4000	0.4583
CM6	0.3333	0.3500	0.5000	0.4737	0.5294	0.4118	0.4211	0.3500	0.3500	0.4444	0.3333	0.4375	0.4286
CM7	0.3000	0.3158	0.4706	0.3684	0.4118	0.3750	0.3158	0.2500	0.3158	0.4118	0.2941	0.4000	0.4000
CM8	0.3500	0.3684	0.4444	0.3500	0.3889	0.3529	0.3000	0.2381	0.4444	0.4706	0.3529	0.4667	0.4500

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5
CM9	0.4286	0.3810	0.4500	0.5000	0.4000	0.5294	0.5263	0.4500	0.4500	0.4737	0.6250	0.4706	0.4545
KP1	0.5417	0.6364	0.6364	0.4231	0.4000	0.5000	0.5000	0.4400	0.5652	0.5909	0.5000	0.5238	0.6250
KP2	0.4615	0.6087	0.6818	0.5200	0.5652	0.4783	0.4800	0.4231	0.6087	0.6364	0.4783	0.5714	0.6667
KP3	0.4583	0.5455	0.5455	0.4583	0.4348	0.5500	0.6190	0.4783	0.4783	0.5714	0.5500	0.5000	0.5417
NR1	0.4545	0.3478	0.4091	0.4545	0.4286	0.4737	0.4091	0.3478	0.4091	0.3636	0.4000	0.4211	0.4167
NR2	0.1739	0.1304	0.2381	0.3500	0.3158	0.3529	0.3000	0.1818	0.1818	0.1905	0.2105	0.1579	0.2083
NR3	0.4231	0.4400	0.5000	0.6087	0.5217	0.4348	0.4400	0.3846	0.4400	0.4583	0.5000	0.5238	0.4444
NR4	0.4167	0.4348	0.5000	0.4783	0.4545	0.5789	0.6500	0.5000	0.5000	0.4545	0.5789	0.5263	0.3846
NR5	0.2174	0.1739	0.2273	0.3333	0.3000	0.2632	0.2857	0.2273	0.2857	0.1818	0.2000	0.2105	0.2000
NR6	0.3478	0.4286	0.4286	0.4091	0.5263	0.5000	0.5789	0.4286	0.3636	0.3810	0.5000	0.4444	0.3750
NR7	0.4783	0.5714	0.5714	0.4783	0.4545	0.4286	0.5000	0.4348	0.5000	0.5238	0.5000	0.6111	0.4400
NR8	0.4583	0.4783	0.4783	0.5217	0.4348	0.4762	0.5455	0.4783	0.4783	0.4348	0.4762	0.5000	0.3704
NR9	0.3636	0.3810	0.4500	0.5000	0.5556	0.4444	0.4500	0.3810	0.4500	0.4000	0.4444	0.4706	0.3913
NR10	0.3500	0.4444	0.4444	0.4211	0.3158	0.3529	0.4444	0.4444	0.4444	0.4706	0.5333	0.5714	0.3182
NR11	0.3333	0.4762	0.4762	0.5238	0.5000	0.4737	0.5500	0.5500	0.4762	0.5000	0.6471	0.5882	0.3600
NR12	0.3750	0.4545	0.5238	0.5000	0.4762	0.4500	0.4545	0.3333	0.5238	0.4762	0.5263	0.5556	0.4853
NR13	0.1667	0.2857	0.3500	0.4737	0.4444	0.3333	0.3500	0.2857	0.2273	0.3684	0.4118	0.3529	0.3043
NR14	0.2500	0.3810	0.3810	0.4286	0.4737	0.4444	0.5263	0.4500	0.3810	0.4000	0.6250	0.4706	0.3333

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5
NR15	0.3077	0.4348	0.5714	0.4783	0.4545	0.4286	0.4348	0.3200	0.4348	0.5238	0.5000	0.5263	0.5000
NR16	0.3200	0.4545	0.4545	0.5714	0.5500	0.3810	0.5238	0.5238	0.4545	0.4762	0.6111	0.5556	0.4583
NR17	0.2609	0.2174	0.2727	0.2609	0.2857	0.4706	0.4000	0.2727	0.2727	0.2273	0.3889	0.2632	0.2400
NR18	0.2609	0.2174	0.2727	0.3182	0.3500	0.4706	0.4737	0.3333	0.3333	0.2273	0.3889	0.2632	0.2400
NR19	0.3182	0.3333	0.2727	0.3182	0.3500	0.4706	0.4737	0.4000	0.2727	0.2857	0.4706	0.3333	0.2400
NR20	0.3182	0.4000	0.3333	0.3810	0.4211	0.3889	0.3333	0.3333	0.3333	0.4211	0.4706	0.4118	0.3478
NR21	0.2500	0.2609	0.3182	0.3636	0.4737	0.4444	0.4500	0.3182	0.3182	0.2727	0.3684	0.3158	0.2800
NR22	0.3182	0.2727	0.4000	0.2609	0.3500	0.4706	0.4000	0.2727	0.4000	0.2857	0.3158	0.3333	0.3478
NR23	0.2083	0.3333	0.3333	0.3810	0.5000	0.4706	0.5556	0.4737	0.3333	0.3500	0.5625	0.4118	0.2917
NR24	0.3600	0.5000	0.6500	0.4167	0.4545	0.5000	0.5714	0.5000	0.7368	0.5238	0.5789	0.6111	0.5652
NR25	0.4231	0.5000	0.5652	0.4231	0.4583	0.4348	0.5000	0.4400	0.5652	0.4583	0.5714	0.5238	0.5600
NR26	0.4286	0.5000	0.5600	0.4815	0.4615	0.4400	0.5000	0.4444	0.6250	0.5200	0.5652	0.5217	0.6154
NR27	0.3810	0.4000	0.4737	0.3810	0.3500	0.3889	0.3333	0.2174	0.4000	0.3500	0.4706	0.4118	0.4091
NR28	0.4074	0.4231	0.4231	0.4074	0.5000	0.4167	0.4800	0.4231	0.4800	0.4400	0.4167	0.3750	0.6000
NR29	0.3478	0.3043	0.3636	0.4091	0.3810	0.5000	0.5789	0.4286	0.3636	0.3182	0.5000	0.3684	0.3200
NR30	0.3043	0.2609	0.3182	0.3636	0.4000	0.5294	0.5263	0.3810	0.3182	0.2727	0.4444	0.3158	0.2800
NR31	0.3929	0.4074	0.5200	0.4444	0.3704	0.4583	0.5200	0.4615	0.5833	0.4800	0.5217	0.4783	0.5185
NR32	0.3478	0.3636	0.3636	0.2917	0.3182	0.4211	0.3636	0.2500	0.3636	0.3810	0.4211	0.3684	0.3750

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5
NR33	0.2381	0.2500	0.2500	0.3000	0.4118	0.4667	0.4706	0.4706	0.2500	0.2632	0.3750	0.3125	0.2174
NR34	0.2727	0.2273	0.2857	0.3333	0.4444	0.6000	0.5882	0.4211	0.2857	0.2381	0.4118	0.2778	0.2500
NR35	0.2727	0.2273	0.2857	0.2727	0.3684	0.6000	0.5000	0.3500	0.2857	0.2381	0.4118	0.2778	0.2500
NR36	0.4800	0.4400	0.4400	0.4800	0.4000	0.4348	0.4400	0.3846	0.4400	0.4000	0.4348	0.4545	0.3929
NR37	0.4000	0.3600	0.3600	0.4583	0.3750	0.4091	0.4167	0.3600	0.3600	0.3200	0.4762	0.3636	0.3704
NR38	0.2692	0.3333	0.3913	0.5000	0.5500	0.5263	0.6000	0.4545	0.3913	0.3478	0.5263	0.4000	0.3462
NR39	0.3182	0.3333	0.4000	0.4500	0.5000	0.4706	0.4737	0.4000	0.4000	0.3500	0.3889	0.4118	0.3478
NR40	0.2917	0.3636	0.5000	0.4762	0.5263	0.4211	0.4286	0.3636	0.5000	0.3810	0.4211	0.4444	0.4348
NR41	0.3750	0.4545	0.5238	0.5000	0.4762	0.4500	0.3913	0.3333	0.5238	0.4762	0.4500	0.4737	0.4583
NR42	0.3182	0.2727	0.2727	0.3182	0.4211	0.5625	0.4737	0.3333	0.2727	0.2857	0.3889	0.2632	0.2917
NR43	0.2963	0.3600	0.3600	0.4583	0.4348	0.4762	0.4783	0.3600	0.3600	0.3750	0.4762	0.3636	0.3214
NR44	0.2400	0.3043	0.3043	0.3478	0.4500	0.4211	0.4286	0.3043	0.3043	0.3182	0.4211	0.3000	0.3200
NR45	0.3333	0.4762	0.4762	0.3913	0.4286	0.4737	0.4762	0.4091	0.5500	0.4286	0.5556	0.5000	0.4167
NR46	0.3810	0.4000	0.4737	0.3810	0.4211	0.4706	0.4737	0.3333	0.4737	0.3500	0.4706	0.4118	0.4762
NR47	0.2917	0.3636	0.4286	0.3478	0.4500	0.5000	0.5789	0.4286	0.5000	0.4500	0.5000	0.4444	0.4348
NR48	0.3600	0.5000	0.5000	0.4783	0.4545	0.5000	0.5000	0.3750	0.4348	0.4545	0.5789	0.5263	0.3846
NR49	0.3600	0.5000	0.5000	0.4783	0.5238	0.4286	0.5000	0.3700	0.4348	0.4545	0.5000	0.5263	0.4400
NR50	0.3846	0.4000	0.4000	0.4400	0.4783	0.5238	0.5909	0.5217	0.4583	0.4167	0.5238	0.4091	0.4074

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NN1	NN2	NN3	NN4	NN5	NN6	NN7	NN8	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5
NR51	0.4091	0.4286	0.4286	0.4091	0.5263	0.5000	0.4286	0.3636	0.3636	0.3810	0.5000	0.4444	0.4348
NR52	0.3636	0.2609	0.2609	0.4286	0.4000	0.3000	0.3182	0.3182	0.3182	0.2727	0.2381	0.2500	0.3913
NR53	0.3333	0.2857	0.2857	0.2727	0.3684	0.6000	0.4211	0.2857	0.2273	0.2381	0.4118	0.2778	0.2500
NR54	0.3478	0.5000	0.4286	0.4091	0.4500	0.4211	0.4286	0.4286	0.5000	0.5263	0.5882	0.5294	0.4348
NR55	0.4167	0.3200	0.3200	0.4783	0.4545	0.4286	0.4348	0.3750	0.3750	0.3333	0.3636	0.3182	0.3846
NR56	0.3929	0.4615	0.5200	0.5600	0.4231	0.4000	0.4074	0.3571	0.5200	0.5417	0.5217	0.4783	0.5769

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PL6	PL7	PL8	PL9	PL10	PL11	PL12	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6
PL6	1.0000												
PL7	0.4545	1.0000											
PL8	0.5417	0.6087	1.0000										
PL9	0.6087	0.5417	0.8261	1.0000									
PL10	0.4583	0.7500	0.8182	0.7391	1.0000								
PL11	0.4091	0.5500	0.5000	0.5652	0.5455	1.0000							
PL12	0.5000	0.5714	0.6522	0.6522	0.6363	0.5238	1.0000						
PB1	0.4783	0.4783	0.6250	0.6957	0.6087	0.7368	0.6667	1.0000					

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PL6	PL7	PL8	PL9	PL10	PL11	PL12	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6
PB2	0.5000	0.5000	0.5217	0.5217	0.5000	0.5263	0.8235	0.6000	1.0000				
PB3	0.6111	0.3810	0.4167	0.3600	0.3913	0.3333	0.5000	0.3478	0.5000	1.0000			
PB4	0.4762	0.4762	0.5652	0.5652	0.5455	0.5789	0.7778	0.7368	0.7059	0.4373	1.0000		
PB5	0.3704	0.4800	0.6153	0.5556	0.6000	0.5000	0.5200	0.6250	0.4000	0.2593	0.5000	1.0000	
PB6	0.2500	0.3636	0.4583	0.4583	0.5000	0.3810	0.4762	0.4545	0.3333	0.2273	0.4500	0.6667	1.0000
PB7	0.4500	0.5263	0.4783	0.4783	0.5238	0.4737	0.6667	0.5500	0.5882	0.4444	0.6471	0.5455	0.5000
PB8	0.4500	0.5263	0.4783	0.4783	0.5238	0.5556	0.5789	0.5500	0.5882	0.4444	0.6471	0.5455	0.5882
CM1	0.3684	0.5294	0.4091	0.3478	0.4500	0.3889	0.5000	0.4000	0.6000	0.4375	0.5625	0.3478	0.2632
CM2	0.3000	0.4444	0.4091	0.3478	0.4500	0.3158	0.3500	0.3333	0.3333	0.3529	0.3889	0.4091	0.4118
CM3	0.3846	0.4400	0.6400	0.5185	0.5000	0.3462	0.6087	0.4615	0.4783	0.3750	0.5909	0.6400	0.5455
CM4	0.2727	0.3333	0.4348	0.3200	0.3478	0.3500	0.3182	0.3043	0.3000	0.3158	0.3500	0.4348	0.3684
CM5	0.3913	0.5238	0.4800	0.4231	0.4583	0.5500	0.4348	0.4783	0.4286	0.2609	0.4762	0.6818	0.5000
CM6	0.3500	0.5000	0.3913	0.3333	0.3636	0.4444	0.4737	0.3810	0.4706	0.5000	0.5294	0.2800	0.3158
CM7	0.3158	0.3889	0.3636	0.3043	0.3333	0.4118	0.3684	0.3500	0.3529	0.4667	0.4118	0.2500	0.2778
CM8	0.4444	0.5294	0.4091	0.4091	0.4500	0.5625	0.4211	0.4737	0.4118	0.3529	0.3889	0.3478	0.3333
CM9	0.3182	0.4500	0.4783	0.4783	0.5238	0.5556	0.5000	0.5500	0.4211	0.2381	0.4737	0.6190	0.6875
KP1	0.4400	0.5652	0.6400	0.6400	0.6250	0.6667	0.5417	0.6522	0.4783	0.3200	0.5217	0.7826	0.5455
KP2	0.5417	0.6087	0.6800	0.6800	0.6000	0.5652	0.6522	0.6250	0.5909	0.3600	0.5652	0.6154	0.4583

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PL6	PL7	PL8	PL9	PL10	PL11	PL12	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6
KP3	0.5455	0.5455	0.5600	0.5000	0.5417	0.5000	0.5217	0.5000	0.5238	0.4091	0.5000	0.6250	0.5238
NR1	0.2917	0.4091	0.3846	0.3846	0.4167	0.4286	0.5238	0.4348	0.4500	0.3333	0.4286	0.4400	0.4500
NR2	0.1818	0.2381	0.1923	0.1481	0.1600	0.1905	0.2273	0.1667	0.2000	0.2778	0.2400	0.2500	0.3333
NR3	0.3846	0.4400	0.4643	0.5185	0.4444	0.5217	0.6087	0.5833	0.5455	0.3200	0.5909	0.4643	0.4167
NR4	0.3750	0.5000	0.4074	0.4074	0.4400	0.5238	0.6190	0.4583	0.6316	0.4286	0.5238	0.5200	0.4762
NR5	0.3500	0.2857	0.1852	0.1852	0.2000	0.2381	0.3333	0.2083	0.3158	0.4118	0.2381	0.2308	0.2500
NR6	0.3636	0.4286	0.3462	0.3462	0.3750	0.4500	0.4762	0.4545	0.4737	0.4211	0.6111	0.5217	0.4737
NR7	0.4348	0.5000	0.4615	0.4615	0.5000	0.6000	0.6190	0.6667	0.6316	0.4286	0.6842	0.5833	0.4091
NR8	0.3600	0.4783	0.3929	0.3929	0.4231	0.5714	0.5909	0.5000	0.6000	0.4091	0.5714	0.5000	0.3913
NR9	0.3810	0.4500	0.3600	0.3600	0.3333	0.4000	0.5789	0.4091	0.5882	0.3684	0.4737	0.3600	0.4500
NR10	0.2381	0.3684	0.3478	0.3478	0.3810	0.4706	0.5000	0.4000	0.6000	0.2778	0.3889	0.4091	0.4118
NR11	0.3478	0.4091	0.3846	0.3846	0.3600	0.4286	0.6000	0.4348	0.7059	0.3333	0.5000	0.4400	0.3810
NR12	0.3913	0.4545	0.4231	0.4231	0.4000	0.4762	0.5714	0.4783	0.5789	0.3810	0.4762	0.4231	0.3636
NR13	0.2273	0.2857	0.2800	0.2308	0.2000	0.2381	0.3333	0.2609	0.3889	0.2632	0.3684	0.2308	0.2500
NR14	0.3182	0.3810	0.3077	0.3077	0.2800	0.3333	0.5000	0.3478	0.5882	0.3000	0.4000	0.3600	0.3500
NR15	0.3750	0.3750	0.4615	0.4074	0.3846	0.3913	0.4783	0.4583	0.4762	0.4286	0.5238	0.4074	0.4091
NR16	0.3913	0.3913	0.4231	0.4231	0.4000	0.3478	0.6500	0.4783	0.6667	0.3810	0.5500	0.4231	0.3636
NR17	0.1667	0.2727	0.2222	0.2692	0.2400	0.3500	0.3182	0.3043	0.3000	0.1905	0.2273	0.3750	0.4444

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PL6	PL7	PL8	PL9	PL10	PL11	PL12	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6
NR18	0.2727	0.3333	0.2222	0.2222	0.2400	0.2857	0.3810	0.2500	0.3684	0.3158	0.2857	0.3750	0.4444
NR19	0.2174	0.3333	0.2222	0.2222	0.2400	0.3500	0.3810	0.3043	0.4444	0.2500	0.3500	0.3750	0.3684
NR20	0.3333	0.4000	0.3200	0.3200	0.2917	0.4211	0.3810	0.4285	0.4444	0.1905	0.4211	0.3750	0.3684
NR21	0.2609	0.3182	0.2593	0.2593	0.2308	0.2727	0.4286	0.2917	0.4211	0.3000	0.4000	0.3077	0.4211
NR22	0.2174	0.4000	0.3200	0.3200	0.3478	0.3500	0.4500	0.3043	0.3684	0.3158	0.3500	0.3750	0.5294
NR23	0.2727	0.3333	0.2692	0.2692	0.2400	0.2857	0.4500	0.3043	0.5294	0.3158	0.4211	0.3200	0.3684
NR24	0.3750	0.5000	0.5833	0.5833	0.5652	0.4545	0.7000	0.5217	0.6316	0.4286	0.6000	0.4615	0.4762
NR25	0.3846	0.4400	0.5185	0.5185	0.5000	0.4583	0.6818	0.5833	0.5455	0.3750	0.5909	0.6400	0.5455
NR26	0.4444	0.5600	0.6292	0.6292	0.6154	0.5200	0.6667	0.7083	0.5417	0.3333	0.6522	0.6923	0.5417
NR27	0.2727	0.4000	0.3750	0.3750	0.3478	0.4211	0.4500	0.4286	0.3684	0.1905	0.4211	0.5000	0.5294
NR28	0.3704	0.6087	0.5556	0.5556	0.6000	0.5000	0.5200	0.5600	0.4000	0.3077	0.5000	0.6154	0.4583
NR29	0.3043	0.4286	0.2963	0.3462	0.3200	0.4500	0.4762	0.3913	0.4737	0.3500	0.3810	0.4583	0.4737
NR30	0.2609	0.3810	0.2593	0.2593	0.2800	0.3333	0.4286	0.2917	0.4211	0.3000	0.3333	0.4167	0.5000
NR31	0.3571	0.4615	0.5357	0.5926	0.5769	0.5417	0.6250	0.6000	0.5000	0.3462	0.4800	0.6538	0.6364
NR32	0.3043	0.3636	0.3462	0.4000	0.3750	0.5263	0.3478	0.5238	0.3333	0.2273	0.3810	0.5217	0.5556
NR33	0.1905	0.3158	0.2000	0.2000	0.2174	0.2632	0.3684	0.2273	0.4375	0.2941	0.3333	0.2500	0.3529
NR34	0.2273	0.3500	0.2308	0.2308	0.2500	0.3000	0.4000	0.2609	0.3889	0.3333	0.3684	0.3333	0.4706
NR35	0.1739	0.2857	0.2308	0.2308	0.2500	0.3000	0.3333	0.2609	0.3158	0.2632	0.3000	0.3913	0.5625

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PL6	PL7	PL8	PL9	PL10	PL11	PL12	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6
NR36	0.3333	0.3846	0.4138	0.4643	0.4444	0.5217	0.5416	0.5833	0.4783	0.3200	0.5217	0.5769	0.4167
NR37	0.3077	0.3077	0.3448	0.3929	0.3214	0.3750	0.4583	0.5000	0.3913	0.2400	0.4348	0.5600	0.4545
NR38	0.3333	0.3913	0.3214	0.3214	0.2963	0.3478	0.5000	0.3600	0.5000	0.3810	0.4762	0.4231	0.4286
NR39	0.2727	0.4000	0.3200	0.3200	0.3478	0.4211	0.4500	0.3636	0.4444	0.3889	0.4211	0.3750	0.3684
NR40	0.3043	0.4286	0.4000	0.4000	0.3750	0.3810	0.5500	0.3913	0.4737	0.3500	0.4500	0.4000	0.4000
NR41	0.3333	0.4545	0.4800	0.4800	0.4583	0.5500	0.5000	0.5455	0.4286	0.2609	0.5500	0.5417	0.5000
NR42	0.2727	0.4000	0.2692	0.2692	0.2917	0.4211	0.3182	0.3636	0.3000	0.2500	0.4211	0.4348	0.5294
NR43	0.3077	0.3600	0.3448	0.3929	0.3214	0.5000	0.4000	0.5000	0.3913	0.2400	0.5000	0.5000	0.5238
NR44	0.3043	0.3636	0.2963	0.2963	0.2692	0.3810	0.3478	0.3913	0.3333	0.2273	0.4500	0.4583	0.4737
NR45	0.3478	0.3478	0.4400	0.4400	0.4167	0.4286	0.4545	0.5000	0.4500	0.3333	0.5789	0.4400	0.3810
NR46	0.2727	0.5556	0.4348	0.4348	0.4762	0.5000	0.4500	0.4286	0.3684	0.3158	0.5000	0.5000	0.4444
NR47	0.3636	0.4286	0.4000	0.4000	0.4348	0.4500	0.4762	0.4545	0.4737	0.4211	0.4500	0.5217	0.5556
NR48	0.3200	0.3200	0.4074	0.4074	0.3846	0.4545	0.4783	0.5217	0.4762	0.3043	0.6000	0.5200	0.4762
NR49	0.4348	0.4348	0.4074	0.4074	0.3846	0.4545	0.5455	0.5217	0.5500	0.4286	0.6842	0.4615	0.4091
NR50	0.3462	0.3462	0.4286	0.4286	0.4074	0.4167	0.5652	0.5417	0.5000	0.3333	0.6190	0.6000	0.6500
NR51	0.3043	0.3043	0.4000	0.4000	0.3750	0.3810	0.4762	0.5238	0.4000	0.2857	0.6111	0.5217	0.5556
NR52	0.2609	0.4500	0.3600	0.3600	0.3913	0.4000	0.3636	0.4091	0.2857	0.2381	0.4737	0.3600	0.4211
NR53	0.1739	0.2857	0.2308	0.2308	0.2500	0.3684	0.2727	0.3182	0.2500	0.2000	0.3684	0.4545	0.5625

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PL6	PL7	PL8	PL9	PL10	PL11	PL12	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6
NR54	0.3636	0.4286	0.4000	0.4000	0.3750	0.5263	0.4762	0.5238	0.5556	0.2857	0.4500	0.4583	0.3333
NR55	0.3200	0.4348	0.3571	0.3571	0.3846	0.4545	0.4783	0.4583	0.4091	0.3043	0.4545	0.5200	0.4762
NR56	0.3571	0.4074	0.5926	0.5926	0.5185	0.5417	0.5000	0.7391	0.4400	0.2963	0.5417	0.5926	0.4400

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PB7	PB8	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5	CM6	CM7	CM8	CM9	KP1	KP2
PB7	1.0000												
PB8	0.6250	1.0000											
CM1	0.5333	0.5333	1.0000										
CM2	0.4375	0.5333	0.4286	1.0000									
CM3	0.5714	0.5000	0.4286	0.3636	1.0000								
CM4	0.3158	0.4706	0.2941	0.5714	0.5238	1.0000							
CM5	0.5263	0.6111	0.3684	0.4444	0.5000	0.5556	1.0000						
CM6	0.5000	0.5000	0.5000	0.4000	0.4762	0.5333	0.4211	1.0000					
CM7	0.3750	0.3750	0.3571	0.4615	0.3810	0.6154	0.3158	0.8182	1.0000				
CM8	0.4375	0.4375	0.3333	0.4286	0.3043	0.4667	0.4444	0.6154	0.7273	1.0000			
CM9	0.6250	0.6250	0.2778	0.4375	0.4348	0.4706	0.7059	0.4118	0.3750	0.5333	1.0000		

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

N0.	PB7	PB8	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5	CM6	CM7	CM8	CM9	KP1	KP2
KP1	0.4348	0.5714	0.4286	0.4286	0.5385	0.4545	0.6364	0.3478	0.3182	0.4286	0.5000	1.0000	
KP2	0.4783	0.5455	0.4762	0.3478	0.7083	0.4348	0.5417	0.4545	0.3636	0.4762	0.4167	0.7826	1.0000
KP3	0.5500	0.6316	0.4737	0.4737	0.5200	0.5000	0.7895	0.4500	0.3500	0.4737	0.6316	0.6522	0.625
NR1	0.5556	0.3333	0.3158	0.2500	0.4583	0.2857	0.3478	0.4444	0.4118	0.4706	0.4737	0.4000	0.4400
NR2	0.3529	0.2778	0.2500	0.1765	0.4286	0.2941	0.3000	0.5000	0.3571	0.2500	0.2778	0.2000	0.2917
NR3	0.5714	0.4348	0.3636	0.2500	0.6000	0.3333	0.4400	0.4762	0.3810	0.4286	0.5000	0.4815	0.6400
NR4	0.5789	0.5789	0.4211	0.3500	0.5417	0.4500	0.5714	0.5556	0.4444	0.5000	0.5789	0.5417	0.5833
NR5	0.3333	0.2632	0.1667	0.2353	0.2917	0.2778	0.2857	0.3750	0.3333	0.4000	0.2632	0.2400	0.3333
NR6	0.6875	0.5882	0.5000	0.4118	0.6190	0.3684	0.5000	0.5625	0.4375	0.4118	0.4211	0.4783	0.5217
NR7	0.5789	0.5789	0.5000	0.3500	0.5417	0.3810	0.5000	0.5556	0.4444	0.5000	0.4286	0.6087	0.6522
NR8	0.4762	0.5500	0.4000	0.3333	0.4615	0.4286	0.5455	0.5263	0.4211	0.4737	0.4762	0.5833	0.5600
NR9	0.5294	0.4444	0.3529	0.2778	0.5000	0.3158	0.3810	0.5000	0.3750	0.4375	0.3684	0.3750	0.5455
NR10	0.4375	0.4375	0.3333	0.3333	0.3636	0.3750	0.4444	0.4000	0.3571	0.4286	0.5333	0.4286	0.4091
NR11	0.4737	0.5556	0.3889	0.3158	0.5217	0.4211	0.4762	0.4444	0.3333	0.3889	0.4737	0.4583	0.5652
NR12	0.5263	0.3810	0.3684	0.3000	0.5000	0.3333	0.3913	0.5000	0.4706	0.5294	0.4500	0.4400	0.5417
NR13	0.4118	0.3333	0.4000	0.2353	0.4762	0.3529	0.3500	0.5714	0.4286	0.3125	0.3333	0.1923	0.3333
NR14	0.5294	0.4444	0.3529	0.3529	0.4348	0.3889	0.5263	0.5000	0.3750	0.4375	0.5294	0.3200	0.4167
NR15	0.5000	0.4286	0.4211	0.3500	0.6087	0.3810	0.3200	0.5556	0.5294	0.4211	0.3636	0.4231	0.5200

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PB7	PB8	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5	CM6	CM7	CM8	CM9	KP1	KP2
NR16	0.7059	0.4500	0.4444	0.3000	0.5652	0.2727	0.3913	0.4211	0.3158	0.3684	0.4500	0.3333	0.4800
NR17	0.3889	0.3158	0.2222	0.2941	0.3333	0.3333	0.4000	0.3529	0.3125	0.3750	0.4706	0.3913	0.3750
NR18	0.4706	0.3889	0.2222	0.2941	0.3913	0.3333	0.4737	0.4375	0.3125	0.3750	0.4706	0.3333	0.3750
NR19	0.4706	0.3889	0.2941	0.2941	0.3333	0.3333	0.5556	0.4375	0.3125	0.3750	0.4706	0.3333	0.3200
NR20	0.3889	0.4706	0.2941	0.2941	0.3333	0.3333	0.5556	0.4375	0.3125	0.4667	0.4706	0.3913	0.4348
NR21	0.4444	0.3684	0.2778	0.2778	0.5000	0.3158	0.3810	0.5000	0.3750	0.3529	0.3684	0.2692	0.4167
NR22	0.3889	0.3158	0.2941	0.2941	0.4545	0.3333	0.3333	0.5333	0.5000	0.4667	0.3889	0.3913	0.4348
NR23	0.4706	0.4706	0.3750	0.3750	0.4545	0.4118	0.4737	0.5333	0.4000	0.3750	0.4706	0.2800	0.3750
NR24	0.4286	0.5789	0.4211	0.5000	0.5417	0.4500	0.3750	0.4737	0.4444	0.4211	0.4286	0.5417	0.5833
NR25	0.5714	0.4348	0.3636	0.3636	0.6000	0.3333	0.4400	0.4091	0.3810	0.4286	0.5000	0.6000	0.5769
NR26	0.5652	0.5652	0.3750	0.3750	0.5926	0.3462	0.5600	0.4167	0.3333	0.4348	0.5652	0.5926	0.6296
NR27	0.4706	0.3158	0.2222	0.2941	0.4545	0.2632	0.4737	0.3529	0.3125	0.3750	0.4706	0.4545	0.4348
NR28	0.6190	0.4783	0.4091	0.4091	0.5769	0.3200	0.5417	0.3913	0.3043	0.4091	0.4783	0.5769	0.6154
NR29	0.5882	0.5000	0.3333	0.3333	0.4167	0.3000	0.5000	0.3889	0.2778	0.3333	0.5000	0.4783	0.4583
NR30	0.5294	0.4444	0.2778	0.3529	0.4348	0.3889	0.5263	0.5000	0.3750	0.4375	0.5294	0.3750	0.4167
NR31	0.5217	0.5217	0.3333	0.3333	0.5556	0.3600	0.4615	0.3750	0.3478	0.4545	0.5909	0.6800	0.6539
NR32	0.5000	0.4211	0.2632	0.3333	0.4167	0.3000	0.5000	0.3889	0.3529	0.5000	0.5000	0.5455	0.5217
NR33	0.3750	0.4667	0.3571	0.3571	0.3182	0.4000	0.3889	0.5385	0.3846	0.3571	0.3750	0.2609	0.3043

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PB7	PB8	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5	CM6	CM7	CM8	CM9	KP1	KP2
NR34	0.5000	0.5000	0.3125	0.4000	0.4091	0.4375	0.5000	0.5714	0.4286	0.4000	0.5000	0.2917	0.3333
NR35	0.4118	0.4118	0.2353	0.4000	0.4091	0.4375	0.4211	0.4667	0.4286	0.4000	0.5000	0.3478	0.3333
NR36	0.5000	0.3750	0.3043	0.2500	0.4815	0.3333	0.4400	0.4091	0.3810	0.4286	0.5000	0.4815	0.4643
NR37	0.4762	0.3478	0.2174	0.2727	0.4074	0.2500	0.4167	0.2609	0.2273	0.2727	0.4762	0.4074	0.3448
NR38	0.5263	0.5263	0.3684	0.3684	0.5652	0.4000	0.4545	0.5000	0.3889	0.3684	0.4500	0.3846	0.4800
NR39	0.4706	0.4706	0.3750	0.3750	0.4545	0.4118	0.3333	0.5333	0.5000	0.4667	0.3889	0.3913	0.4348
NR40	0.4211	0.4211	0.3333	0.3333	0.5455	0.3684	0.3043	0.4706	0.4375	0.4118	0.3500	0.4167	0.5217
NR41	0.3810	0.5263	0.3000	0.3000	0.5652	0.4000	0.4545	0.4211	0.3889	0.4444	0.4500	0.5652	0.6087
NR42	0.4706	0.5625	0.2941	0.3750	0.3913	0.4118	0.6471	0.5333	0.4000	0.4667	0.5625	0.3913	0.3750
NR43	0.4091	0.5500	0.2727	0.3333	0.5200	0.4286	0.6190	0.4500	0.3500	0.4000	0.5500	0.5200	0.5600
NR44	0.4211	0.5000	0.3333	0.3333	0.4783	0.3684	0.5789	0.4706	0.3529	0.4118	0.5000	0.4167	0.4583
NR45	0.4000	0.5556	0.3158	0.4706	0.4583	0.4211	0.4091	0.3684	0.3333	0.3158	0.4000	0.4583	0.4400
NR46	0.5625	0.4706	0.3750	0.4667	0.4545	0.3333	0.4737	0.4375	0.4000	0.3750	0.4706	0.4545	0.3750
NR47	0.5882	0.5882	0.4118	0.4118	0.5455	0.3684	0.4286	0.4706	0.4375	0.5000	0.5000	0.4783	0.5217
NR48	0.5000	0.5000	0.3500	0.3500	0.6087	0.3810	0.4348	0.4000	0.3684	0.3500	0.4286	0.4800	0.5200
NR49	0.5789	0.5000	0.5000	0.3500	0.6087	0.3182	0.4348	0.5556	0.4444	0.4211	0.3636	0.4800	0.5833
NR50	0.5238	0.6000	0.3182	0.3182	0.6250	0.3478	0.5217	0.3636	0.2727	0.3182	0.5238	0.5000	0.5385
NR51	0.5882	0.4211	0.3333	0.3333	0.6190	0.3000	0.3636	0.3889	0.3529	0.3333	0.4211	0.4167	0.4583

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	PB7	PB8	CM1	CM2	CM3	CM4	CM5	CM6	CM7	CM8	CM9	KP1	KP2
NR52	0.4444	0.4444	0.2778	0.3529	0.3200	0.2500	0.4500	0.4118	0.2941	0.3529	0.4444	0.3200	0.3077
NR53	0.4118	0.4118	0.2353	0.4000	0.4091	0.4375	0.5000	0.4667	0.4286	0.4000	0.5000	0.4091	0.3333
NR54	0.4211	0.5000	0.3333	0.3333	0.3600	0.3684	0.5000	0.3889	0.3529	0.5000	0.5000	0.4783	0.4583
NR55	0.5789	0.4286	0.2857	0.2273	0.4800	0.2609	0.5000	0.4000	0.3000	0.4211	0.5000	0.4231	0.4615
NR56	0.5217	0.4583	0.2800	0.3333	0.5556	0.3600	0.4615	0.3750	0.3478	0.3913	0.5217	0.5000	0.5357

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	KP3	NR1	NR2	NR3	NR4	NR5	NR6	NR7	NR8	NR9	NR10	NR11	NR12
KP3	1.0000												
NR1	0.3750	1.0000											
NR2	0.2727	0.4706	1.0000										
NR3	0.4615	0.6667	0.4286	1.0000									
NR4	0.5909	0.6842	0.4211	0.6818	1.0000								
NR5	0.3182	0.5294	0.5000	0.4091	0.4737	1.0000							
NR6	0.4545	0.5263	0.5000	0.5455	0.6316	0.3889	1.0000						
NR7	0.5217	0.5238	0.3500	0.6087	0.7000	0.4000	0.7222	1.0000					
NR8	0.5000	0.6500	0.4000	0.6522	0.8421	0.5263	0.6000	0.7500	1.0000				

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	KP3	NR1	NR2	NR3	NR4	NR5	NR6	NR7	NR8	NR9	NR10	NR11	NR12
NR9	0.3478	0.6471	0.4375	0.5714	0.6667	0.6000	0.5882	0.5789	0.6316	1.0000			
NR10	0.4000	0.4706	0.2500	0.4286	0.5882	0.4000	0.4118	0.5000	0.5556	0.5333	1.0000		
NR11	0.4348	0.5000	0.3158	0.5909	0.7778	0.4444	0.5263	0.6000	0.7368	0.7500	0.6667	1.0000	
NR12	0.4167	0.8235	0.4444	0.7143	0.7368	0.5000	0.5789	0.5714	0.7000	0.7059	0.5294	0.6316	1.0000
NR13	0.3182	0.3684	0.6154	0.4762	0.4000	0.2941	0.4706	0.3333	0.3810	0.4118	0.3125	0.4444	0.5000
NR14	0.4762	0.4737	0.3529	0.5000	0.6667	0.4118	0.5000	0.4286	0.5500	0.6250	0.5333	0.7500	0.6111
NR15	0.4000	0.6000	0.5000	0.6818	0.5455	0.3333	0.6316	0.5455	0.5217	0.5000	0.3500	0.4545	0.7368
NR16	0.4167	0.6316	0.3684	0.6364	0.5714	0.4211	0.5789	0.5000	0.5455	0.6111	0.4444	0.6316	0.6842
NR17	0.3636	0.5882	0.4667	0.4545	0.6111	0.4375	0.4444	0.3810	0.5000	0.5625	0.4667	0.5000	0.5556
NR18	0.4286	0.5882	0.5714	0.4545	0.7059	0.6429	0.5294	0.4500	0.5789	0.6667	0.4667	0.5882	0.5556
NR19	0.4286	0.5000	0.3750	0.3913	0.6111	0.4375	0.5294	0.4500	0.5789	0.5625	0.4667	0.5882	0.4737
NR20	0.4286	0.3500	0.2941	0.3913	0.4500	0.3529	0.4444	0.4500	0.5000	0.5625	0.3750	0.5882	0.4000
NR21	0.3478	0.5556	0.5333	0.5714	0.5789	0.5000	0.5882	0.4286	0.4762	0.7333	0.4375	0.5556	0.6111
NR22	0.3636	0.6875	0.4667	0.4545	0.6111	0.4375	0.5294	0.4500	0.5000	0.5625	0.4667	0.4211	0.6471
NR23	0.4286	0.4211	0.3750	0.4545	0.6111	0.3529	0.5294	0.3810	0.5000	0.5625	0.4667	0.6875	0.5556
NR24	0.4583	0.4545	0.2273	0.4800	0.6190	0.2727	0.4762	0.5455	0.5909	0.5000	0.4211	0.6000	0.5714
NR25	0.4615	0.6667	0.3043	0.6000	0.6818	0.3478	0.6190	0.6087	0.6522	0.5714	0.4286	0.5909	0.7143
NR26	0.5769	0.4615	0.2692	0.5926	0.6000	0.2593	0.5417	0.6667	0.5769	0.4400	0.3200	0.5200	0.5000

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	KP3	NR1	NR2	NR3	NR4	NR5	NR6	NR7	NR8	NR9	NR10	NR11	NR12
NR27	0.3636	0.5000	0.3750	0.4545	0.4500	0.3529	0.5294	0.4500	0.4286	0.5625	0.4667	0.4211	0.5556
NR28	0.5000	0.4400	0.2917	0.5769	0.4615	0.2800	0.5909	0.5200	0.4444	0.4167	0.2917	0.3846	0.4231
NR29	0.4545	0.6111	0.4118	0.5455	0.7222	0.4706	0.5556	0.4762	0.6000	0.6875	0.5000	0.6111	0.5789
NR30	0.4762	0.6471	0.5333	0.5000	0.7647	0.6000	0.5882	0.5000	0.6316	0.7333	0.5333	0.6471	0.6111
NR31	0.5384	0.6818	0.3333	0.6800	0.6957	0.3750	0.5000	0.5600	0.6667	0.4583	0.4545	0.5417	0.6522
NR32	0.4545	0.5263	0.4118	0.4783	0.4762	0.3889	0.6471	0.5500	0.4545	0.5000	0.4118	0.3810	0.5000
NR33	0.3500	0.4118	0.3571	0.3182	0.5294	0.4286	0.4375	0.3684	0.5000	0.5714	0.4615	0.6000	0.3889
NR34	0.4500	0.5294	0.5000	0.4091	0.6471	0.4667	0.5625	0.4000	0.5263	0.6000	0.4000	0.5294	0.5000
NR35	0.3810	0.6250	0.5000	0.4091	0.6471	0.4667	0.5625	0.4000	0.5263	0.6000	0.5000	0.5294	0.5882
NR36	0.4074	0.7500	0.3636	0.6667	0.6818	0.4091	0.5455	0.6818	0.7273	0.5000	0.5000	0.5217	0.7143
NR37	0.3333	0.6500	0.3333	0.5200	0.5217	0.3810	0.4545	0.4583	0.5652	0.5500	0.4000	0.5000	0.6190
NR38	0.4167	0.6316	0.5294	0.6364	0.7368	0.5000	0.6667	0.5000	0.7000	0.7059	0.4444	0.7222	0.7778
NR39	0.3043	0.6875	0.4667	0.5238	0.6111	0.5333	0.6250	0.5263	0.6667	0.6667	0.5714	0.5882	0.7500
NR40	0.2800	0.6111	0.4118	0.5455	0.5500	0.4706	0.5556	0.4762	0.6000	0.6875	0.5000	0.6111	0.7647
NR41	0.3600	0.4762	0.3684	0.5652	0.5000	0.3500	0.5789	0.5714	0.6190	0.5263	0.4444	0.5500	0.6000
NR42	0.5000	0.4211	0.4667	0.3913	0.5263	0.3529	0.6250	0.4500	0.5000	0.4706	0.2941	0.4211	0.4000
NR43	0.5000	0.4348	0.4737	0.6522	0.5909	0.3810	0.6000	0.5217	0.6364	0.4762	0.4000	0.5714	0.5455
NR44	0.4545	0.3810	0.5000	0.4783	0.5500	0.3158	0.6471	0.4762	0.5238	0.5000	0.3333	0.5263	0.5000

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	KP3	NR1	NR2	NR3	NR4	NR5	NR6	NR7	NR8	NR9	NR10	NR11	NR12
NR45	0.3750	0.3043	0.2500	0.4583	0.4545	0.2381	0.5263	0.5238	0.5000	0.4000	0.3158	0.5000	0.4091
NR46	0.3636	0.4211	0.2941	0.3913	0.4500	0.2105	0.6250	0.4500	0.4286	0.3889	0.3750	0.3500	0.4737
NR47	0.4545	0.6111	0.4118	0.4783	0.6316	0.3889	0.7500	0.5500	0.5238	0.5882	0.5000	0.5263	0.6667
NR48	0.4000	0.5238	0.4211	0.6818	0.5455	0.3333	0.7222	0.6190	0.5909	0.5000	0.4211	0.5238	0.6500
NR49	0.4583	0.6000	0.5000	0.6818	0.6190	0.4000	0.8235	0.7000	0.6667	0.5789	0.3500	0.5238	0.7368
NR50	0.4800	0.5455	0.3810	0.5600	0.6364	0.3636	0.6500	0.5652	0.6087	0.6000	0.3810	0.6190	0.5217
NR51	0.3333	0.6111	0.4118	0.5455	0.4762	0.3158	0.7500	0.5500	0.4545	0.5882	0.3333	0.4500	0.5789
NR52	0.3478	0.4000	0.3529	0.4348	0.3043	0.3333	0.4211	0.3636	0.4091	0.3684	0.2778	0.2727	0.3182
NR53	0.3810	0.5294	0.5000	0.4091	0.5556	0.3750	0.6667	0.4737	0.5263	0.5000	0.4000	0.4444	0.5000
NR54	0.3913	0.4500	0.2000	0.4167	0.5500	0.3158	0.4737	0.4762	0.6000	0.5882	0.5000	0.7059	0.5789
NR55	0.4000	0.7778	0.5000	0.6087	0.6190	0.5556	0.6316	0.5455	0.6667	0.6667	0.4211	0.5238	0.6500
NR56	0.4286	0.4800	0.3333	0.6154	0.4444	0.2692	0.5000	0.5600	0.4815	0.4000	0.3333	0.4231	0.5200

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR13	NR14	NR15	NR16	NR17	NR18	NR19	NR20	NR21	NR22	NR23	NR24	NR25
NR13	1.0000												
NR14	0.6000	1.0000											

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR13	NR14	NR15	NR16	NR17	NR18	NR19	NR20	NR21	NR22	NR23	NR24	NR25
NR15	0.5556	0.4286	1.0000										
NR16	0.5882	0.7059	0.5714	1.0000									
NR17	0.3529	0.5625	0.3810	0.4000	1.0000								
NR18	0.3529	0.6667	0.3810	0.4737	0.7143	1.0000							
NR19	0.4375	0.7857	0.3182	0.5556	0.6000	0.7143	1.0000						
NR20	0.4375	0.6667	0.3182	0.4737	0.4118	0.5000	0.7143	1.0000					
NR21	0.5000	0.6250	0.5789	0.5263	0.5625	0.6667	0.5625	0.4706	1.0000				
NR22	0.3529	0.4706	0.5263	0.4000	0.6000	0.6000	0.5000	0.3333	0.6667	1.0000			
NR23	0.6429	0.9231	0.4500	0.6471	0.5000	0.6000	0.7143	0.6000	0.6667	0.5000	1.0000		
NR24	0.3333	0.5000	0.5455	0.5000	0.3810	0.3810	0.3810	0.3810	0.4286	0.5263	0.5263	1.0000	
NR25	0.3478	0.5714	0.6087	0.6364	0.5238	0.5238	0.5238	0.4545	0.5000	0.6000	0.5238	0.6818	1.0000
NR26	0.3600	0.5000	0.4815	0.5600	0.3462	0.4000	0.4583	0.5217	0.3846	0.4000	0.4583	0.6667	0.7200
NR27	0.3529	0.4706	0.4500	0.4000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5625	0.6000	0.4118	0.3810	0.6000
NR28	0.3333	0.4167	0.4615	0.5417	0.3750	0.3750	0.4348	0.4348	0.4167	0.3750	0.3750	0.4615	0.5769
NR29	0.3158	0.5882	0.4091	0.5000	0.7333	0.7333	0.6250	0.4444	0.5882	0.5294	0.5294	0.4091	0.5455
NR30	0.4118	0.7333	0.4286	0.5263	0.7857	0.9231	0.7857	0.5625	0.7333	0.6667	0.6667	0.4286	0.5714
NR31	0.3200	0.4583	0.5600	0.5833	0.5455	0.4783	0.4167	0.3600	0.4000	0.5455	0.4167	0.6250	0.7500
NR32	0.3158	0.4211	0.4762	0.4286	0.6250	0.5294	0.5294	0.5294	0.5000	0.5294	0.3684	0.3478	0.5455

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR13	NR14	NR15	NR16	NR17	NR18	NR19	NR20	NR21	NR22	NR23	NR24	NR25
NR33	0.4286	0.6923	0.3000	0.4706	0.5000	0.6154	0.7500	0.6154	0.5714	0.5000	0.7500	0.4444	0.3810
NR34	0.4667	0.7143	0.4000	0.5000	0.6429	0.7692	0.7692	0.5333	0.7143	0.6429	0.7692	0.4737	0.4762
NR35	0.3750	0.6000	0.4737	0.4211	0.7692	0.7692	0.6429	0.4375	0.7143	0.7692	0.6429	0.4737	0.5500
NR36	0.3478	0.4348	0.5417	0.5652	0.4545	0.4545	0.4545	0.3333	0.4348	0.5238	0.3913	0.4800	0.6667
NR37	0.3182	0.4762	0.4583	0.5455	0.5000	0.5000	0.5000	0.4286	0.4762	0.4286	0.4286	0.4000	0.6522
NR38	0.5882	0.7059	0.6500	0.6842	0.5556	0.6471	0.5556	0.4737	0.7059	0.5556	0.7500	0.5714	0.6364
NR39	0.4375	0.4706	0.6111	0.5556	0.5000	0.5000	0.4118	0.3333	0.5625	0.6000	0.5000	0.5263	0.5238
NR40	0.4706	0.5000	0.6316	0.5789	0.4444	0.4444	0.3684	0.3684	0.5882	0.6250	0.5294	0.6316	0.6190
NR41	0.4211	0.3810	0.5714	0.4545	0.3333	0.3333	0.3333	0.4737	0.4500	0.4737	0.4000	0.5714	0.5652
NR42	0.4375	0.5625	0.3810	0.4000	0.5000	0.6000	0.7143	0.7143	0.5625	0.5000	0.6000	0.3810	0.4545
NR43	0.5263	0.5500	0.5217	0.4783	0.5000	0.5000	0.5000	0.5789	0.5500	0.4286	0.5789	0.4583	0.5200
NR44	0.5625	0.5882	0.4762	0.4286	0.5294	0.5294	0.5294	0.6250	0.5882	0.4444	0.6250	0.4091	0.5455
NR45	0.3000	0.4000	0.5238	0.4091	0.2857	0.3500	0.3500	0.4211	0.4000	0.2857	0.4211	0.6842	0.5217
NR46	0.3529	0.3889	0.4500	0.4000	0.3333	0.3333	0.4118	0.3333	0.3889	0.5000	0.4118	0.5263	0.5238
NR47	0.3889	0.5000	0.6316	0.5789	0.5294	0.5294	0.4444	0.3684	0.5882	0.6250	0.5294	0.5500	0.6190
NR48	0.4737	0.4286	0.7895	0.5714	0.3810	0.3810	0.3810	0.3810	0.5789	0.4500	0.4500	0.5455	0.6087
NR49	0.5556	0.5000	0.7895	0.6500	0.3810	0.4500	0.4500	0.4500	0.5789	0.5263	0.5263	0.5455	0.6818
NR50	0.3636	0.5238	0.5000	0.5909	0.4762	0.5500	0.5500	0.5500	0.6000	0.4762	0.5500	0.5652	0.6957

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR13	NR14	NR15	NR16	NR17	NR18	NR19	NR20	NR21	NR22	NR23	NR24	NR25
NR51	0.3889	0.4211	0.6316	0.5789	0.4444	0.4444	0.4444	0.4444	0.5882	0.5294	0.4444	0.4762	0.7000
NR52	0.3333	0.3000	0.3636	0.3810	0.2500	0.3158	0.3889	0.4706	0.4444	0.3158	0.3158	0.3043	0.3200
NR53	0.3750	0.5000	0.4737	0.3500	0.6429	0.6429	0.6429	0.5333	0.6000	0.6429	0.5333	0.4000	0.5500
NR54	0.3889	0.6875	0.4091	0.5789	0.4444	0.4444	0.6250	0.7333	0.4211	0.3684	0.6250	0.5500	0.6190
NR55	0.4000	0.5000	0.4783	0.6500	0.5263	0.6111	0.6111	0.5263	0.5789	0.5263	0.4500	0.3600	0.6087
NR56	0.4348	0.4000	0.5600	0.5833	0.3600	0.3077	0.3600	0.4167	0.3462	0.3077	0.3600	0.5000	0.5556

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR26	NR27	NR28	NR29	NR30	NR31	NR32	NR33	NR34	NR35	NR36	NR37	NR38
NR26	1.0000												
NR27	0.4583	1.0000											
NR28	0.6923	0.4348	1.0000										
NR29	0.4231	0.5294	0.4583	1.0000									
NR30	0.4400	0.5625	0.4167	0.8000	1.0000								
NR31	0.6667	0.4167	0.5926	0.5652	0.5217	1.0000							
NR32	0.4800	0.6250	0.5909	0.5556	0.5882	0.5652	1.0000						
NR33	0.3333	0.3125	0.3043	0.5333	0.6923	0.3478	0.3529	1.0000					

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR26	NR27	NR28	NR29	NR30	NR31	NR32	NR33	NR34	NR35	NR36	NR37	NR38
NR34	0.4167	0.4375	0.3913	0.6667	0.8462	0.4348	0.4706	0.8182	1.0000				
NR35	0.3600	0.5333	0.3333	0.6667	0.8462	0.5000	0.5625	0.6667	0.8333	1.0000			
NR36	0.5926	0.4545	0.4643	0.4783	0.5000	0.6800	0.4783	0.3182	0.4091	0.4762	1.0000		
NR37	0.5185	0.5789	0.3929	0.6000	0.5500	0.5385	0.4545	0.3500	0.4500	0.5263	0.7273	1.0000	
NR38	0.5000	0.4737	0.4231	0.6667	0.7059	0.5833	0.4286	0.5625	0.6875	0.6875	0.5652	0.6190	1.0000
NR39	0.3462	0.4118	0.3750	0.5294	0.5625	0.5455	0.4444	0.5000	0.5333	0.6429	0.6000	0.5000	0.7500
NR40	0.4231	0.5294	0.4000	0.4737	0.5000	0.5652	0.4000	0.4375	0.4706	0.5625	0.5455	0.5238	0.7647
NR41	0.5600	0.5556	0.4800	0.3636	0.3810	0.5833	0.5000	0.3158	0.3500	0.4211	0.5652	0.4783	0.6000
NR42	0.5217	0.5000	0.5000	0.5294	0.6667	0.4167	0.6250	0.6154	0.7692	0.6429	0.3913	0.4286	0.5556
NR43	0.5769	0.5000	0.5000	0.5238	0.5500	0.6000	0.6000	0.4211	0.5263	0.5263	0.5200	0.5000	0.7000
NR44	0.5417	0.5294	0.4583	0.4737	0.5882	0.4400	0.5556	0.4375	0.5625	0.5625	0.4167	0.4545	0.6667
NR45	0.5833	0.3500	0.5000	0.3182	0.3333	0.4231	0.3810	0.3333	0.3684	0.3684	0.4000	0.3750	0.4762
NR46	0.5217	0.6000	0.5714	0.4444	0.3889	0.4167	0.4444	0.3125	0.4375	0.4375	0.4545	0.4286	0.4737
NR47	0.4800	0.4444	0.5217	0.5556	0.5882	0.6364	0.6471	0.4375	0.5625	0.6667	0.5455	0.4545	0.6667
NR48	0.5385	0.5263	0.5200	0.4091	0.4286	0.5600	0.5500	0.3000	0.4000	0.4737	0.6087	0.5217	0.6500
NR49	0.6000	0.5263	0.5200	0.4762	0.5000	0.5600	0.5500	0.3684	0.4737	0.4737	0.6087	0.5217	0.7368
NR50	0.6800	0.4762	0.5385	0.5714	0.6000	0.6400	0.5714	0.4737	0.5789	0.5789	0.5600	0.6087	0.6667
NR51	0.5417	0.6250	0.5217	0.4737	0.5000	0.5000	0.6471	0.3529	0.4706	0.5625	0.5455	0.6000	0.5789

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR26	NR27	NR28	NR29	NR30	NR31	NR32	NR33	NR34	NR35	NR36	NR37	NR38
NR52	0.4400	0.3889	0.5455	0.3500	0.3684	0.3462	0.4211	0.3750	0.4118	0.3333	0.3750	0.4091	0.3810
NR53	0.4167	0.6429	0.3913	0.5625	0.7143	0.4348	0.6667	0.5385	0.6923	0.8333	0.4762	0.5263	0.5882
NR54	0.5417	0.4444	0.4583	0.4737	0.5000	0.5000	0.4737	0.5333	0.4706	0.4706	0.4783	0.5238	0.5789
NR55	0.5385	0.5263	0.5833	0.6316	0.6667	0.6250	0.6316	0.4444	0.5556	0.5556	0.6818	0.6667	0.6500
NR56	0.7308	0.4167	0.6538	0.3846	0.3462	0.6296	0.5652	0.2400	0.3200	0.3200	0.6154	0.5385	0.4615

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR39	NR40	NR41	NR42	NR43	NR44	NR45	NR46	NR47	NR48	NR49	NR50	NR51
NR39	1.0000												
NR40	0.8571	1.0000											
NR41	0.6471	0.7647	1.0000										
NR42	0.4118	0.3684	0.4737	1.0000									
NR43	0.5000	0.5238	0.7000	0.6667	1.0000								
NR44	0.4444	0.4737	0.5789	0.7333	0.7778	1.0000							
NR45	0.4211	0.4500	0.5500	0.4211	0.5000	0.4500	1.0000						
NR46	0.5000	0.5294	0.5556	0.5000	0.4286	0.4444	0.5000	1.0000					
NR47	0.7333	0.6471	0.5789	0.5294	0.5238	0.5556	0.4500	0.5294	1.0000				

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR39	NR40	NR41	NR42	NR43	NR44	NR45	NR46	NR47	NR48	NR49	NR50	NR51
NR48	0.6111	0.6316	0.7368	0.4500	0.6667	0.5500	0.6842	0.5263	0.6316	1.0000			
NR49	0.6111	0.6316	0.6500	0.5263	0.6667	0.6316	0.5238	0.5263	0.6316	0.7895	1.0000		
NR50	0.4762	0.5000	0.5909	0.6316	0.6818	0.6500	0.5455	0.4091	0.6500	0.6364	0.6364	1.0000	
NR51	0.5294	0.5556	0.5789	0.5294	0.5238	0.5556	0.5263	0.5294	0.6471	0.7222	0.7222	0.7368	1.0000
NR52	0.3889	0.3500	0.4500	0.5625	0.4762	0.4211	0.4000	0.4706	0.3500	0.4286	0.4286	0.4545	0.4211
NR53	0.5333	0.4706	0.5000	0.7692	0.6111	0.6667	0.4444	0.5333	0.5625	0.5556	0.5556	0.5789	0.6667
NR54	0.5294	0.5556	0.5789	0.5294	0.5238	0.5556	0.5263	0.4444	0.5556	0.4762	0.4762	0.5714	0.4737
NR55	0.6111	0.5500	0.5714	0.6111	0.5909	0.5500	0.3333	0.4500	0.6316	0.5455	0.6190	0.7143	0.6316
NR56	0.4167	0.4400	0.5833	0.4167	0.6000	0.4400	0.5417	0.4783	0.5000	0.6250	0.5600	0.5769	0.5652

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

No.	NR52	NR53	NR54	NR55	NR56
NR52	1.0000				
NR53	0.4118	1.0000			
NR54	0.3500	0.4706	1.0000		
NR55	0.5789	0.5556	0.5500	1.0000	
NR56	0.4583	0.3750	0.5000	0.5600	1.0000

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกรองทอง ใจแก้วแดง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	20 มกราคม 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดลำปาง
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานทางวิชาการ	นำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ประจำปี 2556 วันที่ 6 พฤศจิกายน 2556 เรื่อง การวิเคราะห์ความผันแปรทางพันธุกรรมของต้นรักแกนมอในประเทศไทย โดยใช้เครื่องหมาย Start Codon Targeted (SCoT)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนวิจัยสนับสนุนจากมูลนิธิโครงการหลวง รหัสโครงการ 30353927