

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของงา

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของงาที่ปลูกต้นฝนและปลายฝน จำนวน 22 ลักษณะ (ตารางผนวกที่ 1) ในงาทั้ง 34 พันธุ์/สายพันธุ์ พบว่ามีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สามารถนำมาใช้จำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์งาได้มีทั้งหมด 18 ลักษณะ คือ การแตกกิ่ง, ขนของลำต้น, สีของใบ, ขนของใบ, การเรียงตัวของใบ, รูปร่างของใบส่วนล่าง, ลักษณะขอบใบ, มุมใบ, สีของกลีบดอกด้านนอก, สีของ Faveola, การพัฒนาของต่อมน้ำหวานเป็นดอก, การมีขนที่ดอก, จำนวนดอกต่อช่อใบ, รูปร่างของฝัก, จำนวนพู, ลักษณะขนฝัก, สีของเปลือกหุ้มเมล็ด และลักษณะเมล็ด ลักษณะที่ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างได้มี 4 คือ ลักษณะใบดิ่ง, สีของใบเลี้ยง, รูปร่างของใบเลี้ยง และการมีก้านใบเลี้ยง ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ทำการศึกษานั้นสามารถแยกพันธุ์ป่าออกจากพันธุ์ปลูกอย่างชัดเจน

การแตกกิ่ง

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีการแตกกิ่งคือ พันธุ์ป่า งาแดงพื้นเมือง BL1 BL5 WL9 MKSI84001 IS-1-21 S-25 GMUB1 GMUB5 GMUB8 มข.2 มข.3 NS6 LH220 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี นครสวรรค์ เลย MR36 MR4 MR13 มก.18 และ MKSI83042 พันธุ์ที่ไม่แตกกิ่งคือ GMUB3 GMUB4 GMUB7 มข.1 NS 4 NS14 NS 15 LH214 และ มหาสารคาม60

ขนของลำต้น

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีขนของลำต้นมากคือ พันธุ์ป่า MKSI84001 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 มข.1 LH220 LH214 เลย และ MKSI83042 สายพันธุ์ที่มีขนของลำต้นน้อย ได้แก่ งาแดงพื้นเมือง BL1 BL5 WL9 IS-1-21 S-25 มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS14 NS15 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี นครสวรรค์ MR36 MR 4 MR13 มก.18 และ มหาสารคาม60

ขนของใบ

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีขนของใบมากคือ มข.1 ส่วนพันธุ์และสายพันธุ์ที่มีขนของใบน้อยคือ พันธุ์ป่า งาแดงพื้นเมือง BL1 BL5 WL9 IS-1-21 S-25 MKSI84001 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 LH220 LH214 เลย มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS14 NS15 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี1 นครสวรรค์ MR36 MR 4 MR13 มก.18 มหาสารคาม 60 และ MKSI83042

การเรียงตัวของใบ

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีการเรียงตัวใบเกิดตรงข้าม คือ พันธุ์ GMUB3 GMUB4 GMUB7 GMUB8 LH220 LH214 มก.18 และ มหาสารคาม60 พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีการเรียงตัวใบเกิดสลับ คือ GMUB5 มข.1 มข.2 NS6 NS14 NS15 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด เลย นครสวรรค์ MR36

MR4 และ MR13 พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีการเรียงตัวใบผสมกันทั้ง 2 แบบ คือ มข.3 NS4 อุบลราชธานี1 และMKSI83042

รูปร่างขอบใบส่วนล่าง

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีรูปร่างของใบส่วนล่างเป็นแฉกคือ พันธุ์ป่า BL1 MKSI84001 GMUB8 มข.1 มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS15 บุรีรัมย์ อุบลราชธานี1 เลย นครสวรรค์ MR36 MR4 MR13 มก.18 มหาสารคาม60 และ MKSI83042 รูปร่างขอบใบส่วนล่างไม่มีแฉก ได้แก่ गाแดงพื้นเมือง BL5 WL9 IS-1-21 S-25 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 NS14 LH220 LH214 และ ร้อยเอ็ด

ลักษณะขอบใบ

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีขอบใบเรียบคือ गाแดงพื้นเมือง BL1 BL5 WL9 IS-1-21 S-25 MKSI84001 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 LH220 LH214 มข.1 มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS14 NS15 เลย บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี นครสวรรค์ MR36 MR4 MR13 มก.18 มหาสารคาม60 และ MKSI83042 गाที่มีลักษณะขอบใบแบบหยักคือพันธุ์ป่า

มุมใบ

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีมุมใบแบบตั้งคือ พันธุ์ป่า BL1 BL5 MKSI84001 IS-1-21 S-25 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 NS4 NS6 NS15 LH220 LH214 อุบลราชธานี1 มก.18 และ MKSI83042 ส่วนพันธุ์และสายพันธุ์ที่มีมุมใบอยู่ในแนวนอนคือ गाแดงพื้นเมือง WL9 มข.1 มข.2 มข.3 NS14 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด เลย นครสวรรค์ MR36 MR4 MR13 และ มหาสารคาม60

สีของกลีบดอกด้านนอก

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีสีขาวอมม่วงได้แก่ गाแดงพื้นเมือง BL1 BL5 WL9 MKSI84001 IS-1-21 S-25 GMUB3 GMUB5 มข.1 มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS14 NS15 LH220 LH214 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี1 เลย นครสวรรค์ MR36 MR4 MR13 มก.18 และ MKSI83042 พันธุ์ที่มีกลีบดอกด้านนอกเป็นสีขาว ได้แก่ GMUB1 GMUB4 GMUB7 GMUB8 และ มหาสารคาม60 และพันธุ์ที่มีกลีบดอกด้านนอกเป็นสีม่วง คือ พันธุ์ป่า

สีของ Faveola

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีสีของ Faveola เป็นสีเหลืองคือ गाแดงพื้นเมือง BL1 BL5 WL9 IS-1-21 S-25 MKSI84001 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 LH220 LH214 มข.1 มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS14 NS15 เลย บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี นครสวรรค์ MR36 MR4 MR13 มก.18 มหาสารคาม60 และ MKSI83042 พันธุ์ที่ไม่มีสีคือ พันธุ์ป่า

การพัฒนาของต่อมน้ำหวานเป็นดอก

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีการพัฒนาของต่อมน้ำหวานเป็นดอกคือ มข.1 ส่วนพันธุ์ที่ไม่มีการพัฒนาต่อมน้ำหวานเป็นดอกคือ พันธุ์ป่า गाแดงพื้นเมือง BL1 BL5 WL9 IS-1-21 S-25 MKSI84001 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 LH220 LH214 เลย

มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS14 NS15 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี นครสวรรค์ MR36 MR4 MR13 มก.18 มหาสารคาม60 และ MKSI83042

การมีขนที่ดอก

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีขนที่ดอกอย่างหนาแน่น ได้แก่ S-25 GMUB4 GMUB5 GMUB8 มข.1 LH220 และ LH214 พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีขนที่ดอกมาก ได้แก่ MKSI84001 GMUB7 NS4 และ มหาสารคาม60 พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีขนที่ดอกปานกลาง ได้แก่ พันธุ์ป่า BL5 WL9 GMUB3 NS14 NS15 ร้อยเอ็ด เลย มหาสารคาม และ MKSI83042 พันธุ์และสายพันธุ์ที่ขนที่ดอกเพียงเล็กน้อย ได้แก่ จาแดงพื้นเมือง BL1 มข.2 มข.3 NS6 บุรีรัมย์ อุบลราชธานี1 นครสวรรค์ MR36 MR4 และ มก.18 และไม่มีขนที่ดอกคือ IS-1-21 GMUB1และ MR13

จำนวนดอกต่อช่อใบ

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีจำนวนดอกต่อช่อใบพันธุ์และสายพันธุ์ที่มี 1 ดอกต่อช่อใบคือ พันธุ์ป่า จาแดงพื้นเมือง BL1 BL5 WL9 IS-1-21 S-25 MKSI84001 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 LH220 LH214 เลย มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS14 NS15 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี นครสวรรค์ MR36 MR4 MR13 มก.18 มหาสารคาม60 และ MKSI83042 และพันธุ์ที่มีหลายดอกต่อช่อใบเดียวคือ มข.1

รูปร่างของฝักงา

พันธุ์และสายพันธุ์ที่มีฝักกลมรีค่อนข้างยาว คือ พันธุ์ป่า BL5 WL9 MKSI84001 S-25 GMUB3 มข.1 มข.3 NS4 NS14 LH214 บุรีรัมย์ อุบลราชธานี1 MR36 MR4 MR13 มก.18 และ มหาสารคาม60 พันธุ์ งาที่มีฝักยาวเรียว ได้แก่ GMUB1 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 NS6 NS15 LH220 และ เลย ส่วนพันธุ์งาที่มีฝักกลมรีค่อนข้างใหญ่ คือ จาแดงพื้นเมือง BL1 IS-1-21 มข.2 ร้อยเอ็ด นครสวรรค์ และ MKSI83042

จำนวนพู

พันธุ์และสายพันธุ์ของงาที่มี 2 พู (bicarpellate) คือ พันธุ์ป่า BL5 WL9 MKSI84001 S-25 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 มข.1 มข.3 NS4 NS6 NS14 NS15 LH220 LH214 บุรีรัมย์ อุบลราชธานี1 เลย MR36 MR4 MR13 มก.18 และ มหาสารคาม60 งาที่มี 4 พู (tetracarpellate) คือ จาแดงพื้นเมือง BL1 IS-1-21 มข.2 ร้อยเอ็ด นครสวรรค์ และ MKSI83042

ลักษณะขนฝัก

พันธุ์และสายพันธุ์งาที่ไม่มีขนบนฝักคือ พันธุ์ป่า จาแดงพื้นเมือง BL1 BL5 IS-1-21 S-25 มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS15 MR36 MR4 MR13 และ มก.18 พันธุ์งาที่มีขนบนฝักเล็กน้อยคือ WL9 MKSI84001 GMUB1 GMUB3 NS14 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี1 เลย นครสวรรค์ และ MKSI83042 พันธุ์งาที่มีขนบนฝักปานกลางคือ GMUB4 มข.1 LH220 LH214 และ มหาสารคาม60 และพันธุ์งาที่มีขนบนฝักมากคือ GMUB5 GMUB7 และ GMUB8

สีของเปลือกหุ้มเมล็ด

พันธุ์งาที่มีสีของเปลือกหุ้มเมล็ดดำได้แก่ BL1 BL5 MKSI84001 IS-1-21 มข.2 บุรีรัมย์ นครสวรรค์ MR36 มก.18 และ MKSI83042 พันธุ์งาที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดแดงคือ จาแดง

พื้นเมือง มข.3 อุบลราชธานี1 MR4 และ MR13 พันธุ์ที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดขาวคือ WL9 S-25 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 มข.1 NS4 NS6 NS14 NS15 LH220 LH214 ร้อยเอ็ด เลย POP7-1 และ มหาสารคาม60 และพันธุ์ที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดน้ำตาลดำคือ พันธุ์ป่า

ลักษณะความเต่งของเมล็ด

งาที่มีเมล็ดไม่ลีบแบน ได้แก่ งาแดงพื้นเมือง BL1 BL5 WL9 IS-1-21 S-25 MKSI84001 GMUB1 GMUB3 GMUB4 GMUB5 GMUB7 GMUB8 LH220 LH214 เลย มข.1 มข.2 มข.3 NS4 NS6 NS14 NS15 บุรีรัมย์ ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี นครสวรรค์ MR36 MR4 MR13 มก.18 มหาสารคาม60 และ MKSI83042 ส่วนงาที่มีเมล็ดแบนลีบ ได้แก่ งาพันธุ์ป่า

ค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือน

เมื่อนำข้อมูลทางสัณฐานวิทยาที่ได้จากทั้ง 2 ถูดแปลงเป็นแบบไบนารี และนำไปคำนวณค่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือน (ตารางที่2) พบว่า มข.3 มีความใกล้ชิดกับอุบลราชธานี1 มาก บุรีรัมย์มีความใกล้ชิดกับ MK36 มาก MK4 กับ MR13 มีความคล้ายกันมาก และ WL9 มีความใกล้ชิดกับ NS14 มาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนเท่ากับ 0.89 ส่วน มข.1 มีความใกล้ชิดกับ IS-1-21 น้อยที่สุด มีค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนเท่ากับ 0.16 เมื่อนำค่า similarity matrix (จาก Jaccard coefficients index) มาจัดกลุ่มทางพันธุกรรม (cluster analysis) โดยการสร้าง dendrogram ด้วยวิธี UPGMA (ภาพที่2) พบว่าสามารถแยกพันธุ์ป่าออกจากพันธุ์ปลูกได้อย่างชัดเจน สามารถจัดกลุ่มงาพันธุ์ปลูกได้เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มค่อนข้างใหญ่ประกอบด้วย งาแดงพื้นเมือง IS-1-21 BL5 S-25 มข.3 อุบลราชธานี1 บุรีรัมย์ MR36 MR4 MR13 NS4 มก.18 NS6 NS15 BL1 มข.2 นครสวรรค์ MKSI83042 WL9 NS14 ร้อยเอ็ด และ เลย กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย MKSI84001 GMUB1 GMUB4 GMUB7 GMUB5 GMUB8 GMUB3 LH214 LH220 มหาสารคาม60 และ มข.1

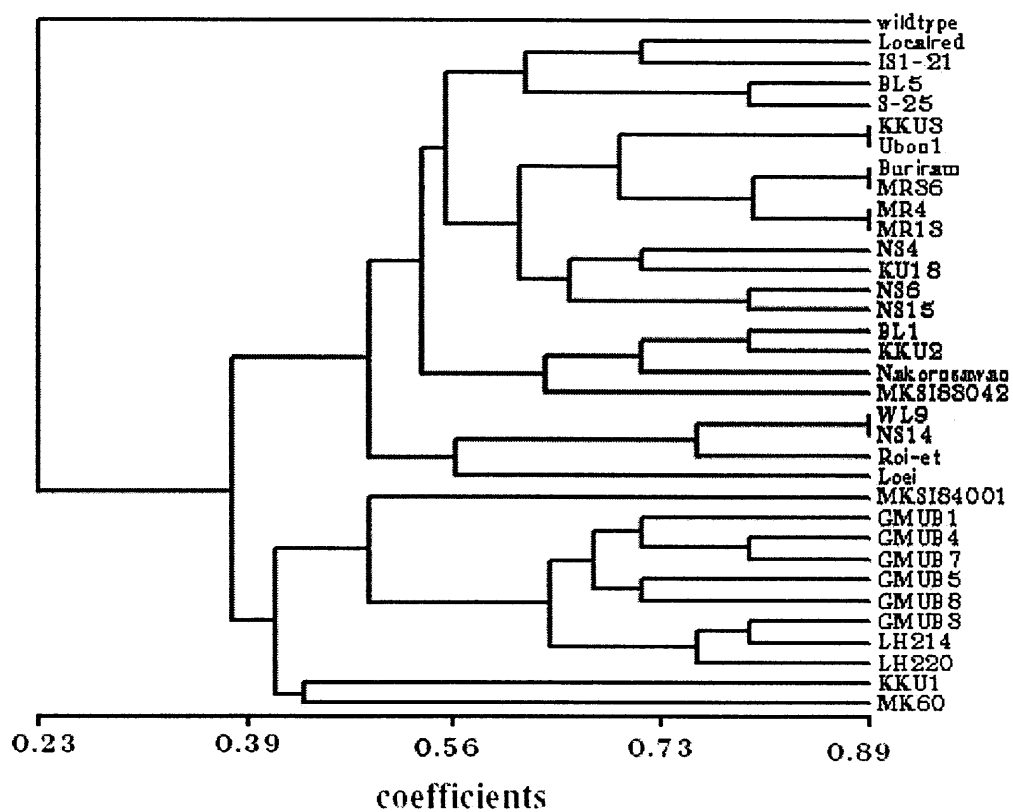
กลุ่มที่ 1 สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยที่ 1 ประกอบด้วย งาแดงพื้นเมือง IS-1-21 BL5 S-25 มข.3 อุบลราชธานี1 บุรีรัมย์ MR36 MR4 MR13 NS4 มก.18 NS6 และ NS15 มีลักษณะร่วมกันคือ สีของกลีบดอกเป็นสีขาวอมม่วง ฝักมี 2 พู ลำต้นมีขนน้อย ขนใบมาก ลำต้นมีการแตกกิ่ง ต่อมาน้ำหวานมีสีเหลืองและไม่มีการพัฒนาเป็นดอก ฝักมีรูปร่างกลมรีค่อนข้างยาว และเมล็ดเต่งไม่ลีบแบน กลุ่มย่อยที่ 2 ประกอบด้วย BL1 มข.2 นครสวรรค์ และ MKSI83042 มีลักษณะส่วนใหญ่ที่เหมือนกันคือ สีของกลีบดอกเป็นสีขาวอมม่วง ฝักมี 4 พู ตำแหน่งใบเป็นแบบ alternate เปลือกหุ้มเมล็ดเป็นสีดำ ใบส่วนล่างหยัก ขนมาก ลำต้นมีการแตกกิ่ง ไม่มีขนบนต้น ต่อมาน้ำหวานไม่มีการพัฒนาเป็นดอก รูปร่างของฝักกลมรีค่อนข้างใหญ่ ต่อมาน้ำหวานมีสีเหลือง เมล็ดเต่งไม่ลีบแบนกลุ่มย่อยที่ 3 ได้แก่พันธุ์ WL9 NS14 ร้อยเอ็ด และ เลย มีลักษณะที่ส่วนใหญ่ร่วมกันคือ สีของกลีบดอกเป็นสีขาวอมม่วง ตำแหน่งใบเป็นแบบ alternate มีขนลำต้นน้อย ฝักมี 2 พู เปลือกหุ้มเมล็ดเป็นสีขาว มีการแตกกิ่งของลำต้น ต่อมาน้ำหวานมีสีเหลืองและไม่มีการพัฒนาเป็นดอก มีขนบนฝักน้อย เมล็ดเต่งไม่ลีบแบน

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มของงาที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นสีขาวทั้งหมด ประกอบด้วย MKSI84001 GMUB1 GMUB4 GMUB7 GMUB5 GMUB8 GMUB3 LH214 LH220 ที่มีลักษณะส่วนใหญ่ร่วมกันคือ ฝักมี 2 พู การเรียงตัวของใบเป็นแบบ opposite ขนบนลำต้นมาก มุมใบแบบตั้ง มีขนของใบมาก ต่อมาน้ำหวานมีสีเหลืองและไม่มีการพัฒนาเป็นดอกเมล็ดเต่งไม่สืบแบน และพันธุ์มหาสารคาม60 และ มข.1 อยู่นอกกลุ่ม เนื่องจากงาทั้งสองพันธุ์คือมหาสารคาม 60 และ มข.1 มีมุมใบแบบนอน นอกจากนั้น มหาสารคาม60 มีสีของกลีบดอกเป็นสีขาว ขนบนลำต้นน้อย ส่วน มข.1 มีการพัฒนาต่อมน้ำหวานเป็นดอก

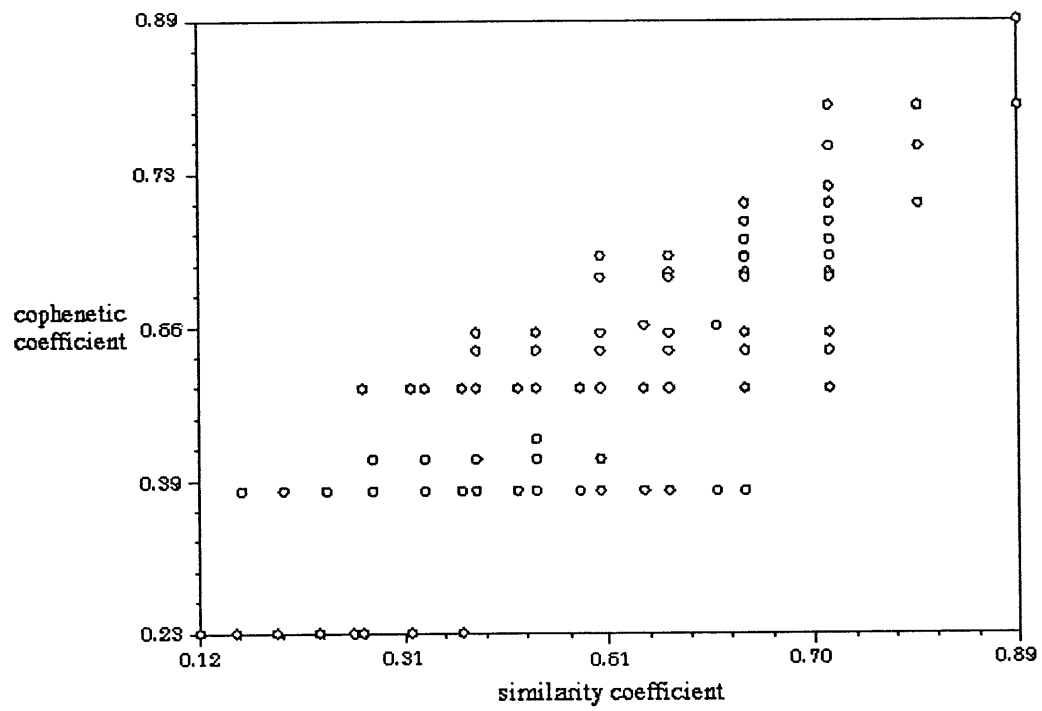
การกระจายตัวของข้อมูลในการจัดกลุ่มที่มีค่า cophenetic correlation 0.83

ตารางที่ 2 ค่า similarity matrix ของงาทั้ง 34 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยใช้ Jaccard coefficient index จากลักษณะสัณฐานวิทยา

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1 wildtype	1.00																																	
2 Localred	0.16	1.00																																
3 BL1	0.19	0.64	1.00																															
4 BL5	0.32	0.57	0.57	1.00																														
5 WL9	0.19	0.50	0.44	0.64	1.00																													
6 MKS184001	0.37	0.33	0.44	0.57	0.44	1.00																												
7 IS1-21	0.19	0.71	0.71	0.71	0.44	0.44	1.00																											
8 S-25	0.28	0.57	0.50	0.80	0.64	0.50	0.64	1.00																										
9 GMUB1	0.23	0.29	0.29	0.38	0.44	0.50	0.38	0.44	1.00																									
10 GMUB3	0.28	0.29	0.29	0.50	0.57	0.57	0.33	0.50	0.64	1.00																								
11 GMUB4	0.19	0.24	0.24	0.33	0.33	0.38	0.29	0.44	0.71	0.64	1.00																							
12 GMUB5	0.23	0.33	0.38	0.44	0.50	0.50	0.38	0.57	0.64	0.57	0.64	1.00																						
13 GMUB7	0.19	0.24	0.24	0.33	0.33	0.33	0.44	0.29	0.38	0.71	0.64	0.80	0.64	1.00																				
14 GMUB8	0.28	0.24	0.33	0.33	0.33	0.50	0.29	0.44	0.71	0.50	0.71	0.71	0.71	1.00																				
15 KCU1	0.16	0.20	0.24	0.24	0.38	0.38	0.16	0.33	0.29	0.44	0.44	0.44	0.33	0.38	1.00																			
16 KCU2	0.19	0.64	0.80	0.44	0.44	0.44	0.57	0.38	0.29	0.29	0.24	0.38	0.24	0.33	0.33	1.00																		
17 KCU3	0.32	0.64	0.64	0.71	0.50	0.57	0.57	0.71	0.33	0.38	0.29	0.38	0.29	0.38	0.29	0.50	1.00																	
18 NS4	0.28	0.44	0.50	0.64	0.50	0.57	0.50	0.71	0.33	0.50	0.38	0.38	0.44	0.38	0.38	0.38	0.71	1.00																
19 NS6	0.23	0.50	0.71	0.57	0.57	0.44	0.50	0.64	0.44	0.38	0.38	0.57	0.38	0.50	0.33	0.57	0.71	0.64	1.00															
20 NS14	0.16	0.44	0.38	0.57	0.89	0.38	0.38	0.57	0.38	0.64	0.38	0.44	0.38	0.29	0.44	0.38	0.44	0.57	0.50	1.00														
21 NS15	0.23	0.38	0.57	0.57	0.57	0.38	0.44	0.57	0.38	0.50	0.44	0.50	0.44	0.44	0.38	0.44	0.57	0.71	0.80	0.64	1.00													
22 LH220	0.28	0.33	0.33	0.50	0.50	0.57	0.38	0.64	0.64	0.71	0.71	0.71	0.57	0.64	0.50	0.33	0.44	0.44	0.44	0.44	0.38	1.00												
23 LH214	0.23	0.29	0.29	0.44	0.44	0.50	0.33	0.57	0.57	0.80	0.71	0.71	0.71	0.64	0.50	0.29	0.38	0.50	0.38	0.50	0.44	0.80	1.00											
24 Buriram	0.19	0.50	0.64	0.57	0.71	0.57	0.44	0.50	0.33	0.38	0.24	0.38	0.24	0.33	0.38	0.64	0.64	0.50	0.64	0.64	0.50	0.38	0.33	1.00										
25 Roi-et	0.12	0.64	0.57	0.50	0.80	0.33	0.57	0.50	0.38	0.44	0.29	0.44	0.29	0.29	0.29	0.57	0.38	0.38	0.50	0.71	0.50	0.38	0.33	0.57	1.00									
26 Ubon1	0.28	0.57	0.57	0.64	0.57	0.64	0.50	0.64	0.38	0.44	0.29	0.38	0.29	0.38	0.29	0.44	0.89	0.64	0.64	0.50	0.50	0.44	0.38	0.71	0.44	1.00								
27 Loei	0.27	0.32	0.37	0.37	0.61	0.54	0.28	0.37	0.54	0.54	0.42	0.61	0.42	0.54	0.48	0.48	0.37	0.37	0.54	0.54	0.54	0.48	0.42	0.54	0.54	0.42	1.00							
28 Nakornsawan	0.12	0.64	0.71	0.44	0.50	0.44	0.57	0.38	0.33	0.33	0.24	0.29	0.24	0.33	0.24	0.71	0.50	0.38	0.50	0.44	0.38	0.33	0.29	0.71	0.64	0.57	0.42	1.00						
29 MR36	0.23	0.57	0.71	0.64	0.64	0.50	0.50	0.57	0.29	0.33	0.24	0.38	0.24	0.33	0.38	0.71	0.71	0.57	0.71	0.57	0.57	0.38	0.33	0.89	0.50	0.64	0.48	0.64	1.00					
30 MR4	0.23	0.64	0.64	0.57	0.64	0.44	0.44	0.57	0.29	0.33	0.24	0.38	0.24	0.33	0.38	0.64	0.80	0.57	0.71	0.57	0.57	0.38	0.33	0.80	0.50	0.71	0.48	0.57	0.89	1.00				
31 MR13	0.23	0.57	0.57	0.57	0.64	0.44	0.50	0.57	0.33	0.33	0.24	0.38	0.24	0.33	0.38	0.57	0.71	0.57	0.64	0.57	0.57	0.38	0.33	0.71	0.50	0.64	0.48	0.50	0.80	0.89	1.00			
32 KU18	0.23	0.44	0.64	0.64	0.44	0.50	0.50	0.57	0.33	0.50	0.38	0.33	0.38	0.38	0.33	0.50	0.71	0.71	0.64	0.50	0.64	0.44	0.50	0.64	0.33	0.64	0.32	0.57	0.71	0.64	0.57	1.00		
33 MK60	0.16	0.33	0.33	0.38	0.50	0.38	0.29	0.44	0.38	0.44	0.50	0.29	0.50	0.44	0.44	0.33	0.44	0.64	0.44	0.57	0.50	0.44	0.44	0.50	0.38	0.44	0.37	0.44	0.50	0.50	0.50	0.57	1.00	
34 MKS183042	0.28	0.50	0.64	0.57	0.44	0.64	0.64	0.44	0.38	0.44	0.29	0.38	0.29	0.38	0.24	0.64	0.50	0.44	0.44	0.38	0.44	0.38	0.33	0.50	0.57	0.57	0.48	0.64	0.44	0.38	0.38	0.44	0.29	1.00



ภาพที่ 1 Dendrogram ความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของงาทั้ง 34 พันธุ์/สายพันธุ์ จากลักษณะทางสัณฐานวิทยา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยใช้ Jaccard coefficients จัดกลุ่มทางพันธุกรรมด้วย UPGMA



ภาพที่ 2 การกระจายตัวของข้อมูลจากลักษณะสัณฐานวิทยาในการจัดกลุ่มที่มีค่า cophenetic correlation 0.83

2. การศึกษาความใกล้ชิดทางพันธุกรรมโดยใช้ PCR based marker

การตรวจสอบคุณภาพและปริมาณ DNA

เมื่อนำใบอ่อนจากทั้ง 34 สายพันธุ์มาสกัด DNA ด้วยวิธี CTAB พบว่า ได้ DNA ในความเข้มข้นค่อนข้างสูง โดยให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ 260 นาโนเมตร ซึ่งทำให้สามารถคำนวณค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 605-3830 ซึ่งถือว่าเข้มข้นสูงและเมื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์พบว่าให้ค่า 260/280 อัตราส่วนอยู่ระหว่าง 1.4291-1.69632 ถือว่ามีความบริสุทธิ์ของ DNA ค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 คุณภาพและปริมาณ DNA ที่ได้จากการสกัดด้วยวิธี CTAB

พันธุ์/สายพันธุ์	ค่าการดูดกลืนแสง(nm)		อัตราส่วน	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)
	260	280	260/280	
พันธุ์ป่า	0.121	0.072	1.68056	605
งาแดงพื้นเมือง	0.214	0.138	1.5486	1070
BL1	0.315	0.198	1.59002	1575
BL5	0.263	0.164	1.60340	1315
WL9	0.216	0.131	1.6529	1080
MKSI84001	0.326	0.214	1.52244	1630
IS-1-21	0.371	0.236	1.57204	1855
S-25	0.294	0.173	1.69632	1470
GMUB1	0.229	0.151	1.51581	1145
GMUB3	0.186	0.113	1.64308	930
GMUB4	0.247	0.159	1.54921	1235
GMUB5	0.153	0.095	1.61053	765
GMUB7	0.251	0.158	1.58861	1255
GMUB8	0.505	0.327	1.54434	2525
มข.1	0.247	0.157	1.57325	1235
มข.2	0.323	0.203	1.59113	1615
มข.3	0.266	0.163	1.63190	1330
NS4	0.287	0.179	1.60335	1435

ตารางที่ 3 คุณภาพ และปริมาณ DNA ที่ได้จากการสกัดด้วยวิธี CTAB (ต่อ)

พันธุ์/สายพันธุ์	Absorbance(nm)		Ratio	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)
	260	280		
NS6	0.186	0.116	1.60345	930
NS14	0.267	0.169	1.57988	1335
NS15	0.161	0.102	1.57843	805
LH220	0.242	0.148	1.63514	1210
LH214	0.244	0.154	1.58442	1220
บุรีรัมย์	0.766	0.536	1.4291	3830
ร้อยเอ็ด	0.362	0.224	1.61607	1810
อุบลราชธานี1	0.477	0.304	1.56908	2385
เลย	0.711	0.470	1.51277	3555
นครสวรรค์	0.492	0.301	1.63455	2460
MR36	0.532	0.322	1.65217	2660
MR4	0.310	0.194	1.59794	1550
MR13	0.203	0.125	1.62415	1015
มก.18	0.288	0.175	1.64571	1440
มหาสารคาม60	0.169	0.107	1.57944	845
MKSI 83042	0.210	0.129	1.62791	1050

สัดส่วนการดูดกลืนแสงที่ 260/280 (nm) มีค่า

เท่ากับ 1.8 แสดงว่าสารละลาย DNA มีความบริสุทธิ์

ต่ำกว่า 1.8 แสดงว่ามีการปนเปื้อนของโปรตีนและฟีนอล

สูงกว่า 1.8 แสดงว่ามีการปนเปื้อนของ RNA (สุรินทร์, 2540)

การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของงา

ในการตรวจหา primer ที่มีลำดับเบสแตกต่างกัน 33 ชนิด ที่สังเคราะห์ DNA จาก DNA ต้นแบบของงา มข.1 และ มข.2 ซึ่งเป็นหนึ่งใน 34 พันธุ์/สายพันธุ์ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้โดยใช้ PCR based marker ชนิด RAPD เพื่อทดสอบว่า primer ชนิดใดที่สามารถสังเคราะห์ DNA ของงา พันธุ์ มข.1 และ มข.2 ได้ พบว่า primer จำนวน 10 ชนิด สามารถสังเคราะห์ DNA และเพิ่มปริมาณ DNA ได้โดยให้แถบ DNA ที่มีขนาดแตกต่างกัน (polymorphic bands) ของ มข.1 และ มข.2 ได้ เมื่อนำไปนำไปทดสอบกับทุกพันธุ์พบว่าสามารถให้แถบ DNA ทั้งหมด 114 แถบ ที่มีขนาดแตกต่างกันถึง 87 แถบ และมีแถบของ DNA ที่ไม่สามารถแยกความต่างได้ มี 27 แถบ เมื่อคิดเป็น เปอร์เซ็นต์การเกิด polymorphic 75.85 เปอร์เซ็นต์

ทำการวิเคราะห์ลายพิมพ์ DNA ที่ได้จาก primer ทั้ง 10 ชนิด การปรากฏแถบและไม่ปรากฏแถบในแต่ละตำแหน่งของแถบ DNA ที่มีขนาดแตกต่างกันนั้น จะกำหนดให้มีค่าเป็น 1 และ 0 ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 4-13) สามารถใช้อธิบายถึงความใกล้ชิดทางพันธุกรรมระหว่างงาแต่ละพันธุ์/สายพันธุ์ได้ โดยอธิบายค่าสัมประสิทธิ์ความเหมือนกัน (similarity coefficients) พบว่า พันธุ์/สายพันธุ์ที่มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกันมากคือ MR13 กับ MR4 ถึง 0.91

เมื่อนำค่า similarity matrix (จาก Jaccard coefficients index) มาจัดกลุ่มทางพันธุกรรม (cluster analysis) โดยการสร้าง dendrogram ด้วยวิธี UPGMA (ภาพที่13) พบว่าสามารถแยกพันธุ์ ป่าออกจากพันธุ์ปลูกได้อย่างชัดเจน กลุ่มพันธุ์ปลูกสามารถจัดกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย BL5 BL1 MKSI84001 S-25 IS-1-21 และ เลย กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย มข.2 GMUB1 งาแดงพื้นเมือง นครสวรรค์ บุรีรัมย์ WL9 มก.18 MR13 MR4 GMUB8 ร้อยเอ็ด MKSI83042 GMUB4 มข.1 GMUB3 NS15 NS6 NS14 มหาสารคาม60 GMUB5 NS4 LH220 มข.3 GMUB7 LH214 อุบลราชธานี1 และ MR36

เมื่อพิจารณาการจัดกลุ่มทางพันธุกรรมจากการใช้ลายพิมพ์ DNA โดยดูจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่า ลักษณะของพันธุ์ป่าที่แตกต่างจากพันธุ์ปลูกคือ ดอกมีสีม่วง สีของตอมน้ำหวานมีสีม่วง เมล็ดลึบแบน สีของเมล็ดเป็นสีน้ำตาลดำ ไม่มีสีของ Faveola เป็นงาที่มีลักษณะขอบใบแบบหยัก ในกลุ่มของพันธุ์ปลูกนั้น ในกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย BL5 BL1 MKSI84001 S-25 IS-1-21 และ เลย มีสีของกลีบดอกด้านนอกเป็นสีขาวอมม่วง ขนของใบมาก ลำต้นมีการแตกกิ่ง ตอมน้ำหวานไม่มีการพัฒนาเป็นดอกและมีสีเหลือง ดอกไม่มีขน ลักษณะขอบใบจะเรียบ เมล็ดมีความเต่งไม่ลึบแบน ตำแหน่งของใบส่วนใหญ่เป็นแบบ mixed สีของเปลือกหุ้มเมล็ดส่วนใหญ่เป็นสีดำ และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ค่อนข้างใหญ่สามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้ 3 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยที่ 1 เป็นกลุ่มค่อนข้างใหญ่ ประกอบด้วย KGU2 GMUB1 งาแดงพื้นเมือง นครสวรรค์ บุรีรัมย์ WL9 MR13 มก.18 MR4 LH214 อุบลราชธานี1 GMUB8 ร้อยเอ็ด MKSI83042 GMUB4 มข.1 มีลักษณะส่วนใหญ่ที่ร่วมกันคือ สีของกลีบดอกด้านนอกเป็นสีขาวอมม่วง ตอมน้ำหวานไม่มีการพัฒนาเป็นดอกและมีสีเหลือง เมล็ดเต่งไม่ลึบแบน กลุ่มย่อยที่ 2 ประกอบด้วย GMUB3 NS15 NS6 NS14 และ

มหาสารคาม60 มีลักษณะส่วนใหญ่ร่วมกันคือ สีของกลีบดอกด้านนอกเป็นสีขาวอมม่วง ฝักมี 2 พู ตำแหน่งใบเป็นแบบ alternate มีขนบนลำต้นและใบมาก เมล็ดมีสีขาว มีลักษณะมุมใบแบบตั้ง ลำต้นมีการแตกกิ่ง รูปร่างของฝักกลมรีค่อนข้างยาว เมล็ดมีความเต่งไม่ลีบแบน ต่อมำหวานไม่มีการพัฒนาเป็นดอกและมีสีเหลือง กลุ่มย่อยที่ 3 ประกอบด้วย GMUB5 NS4 LH220 GMUB7 มข.3 และ MR36 มีลักษณะส่วนใหญ่ร่วมกันคือ สีของกลีบดอกด้านนอกเป็นสีขาวอมม่วง ฝักมี 2 พู ขนใบและลำต้นมาก ต่อมำหวานไม่มีการพัฒนาเป็นดอกและมีสีเหลือง รูปร่างของฝักกลมรีค่อนข้างยาว เมล็ดมีความเต่งไม่ลีบแบน การกระจายตัวของข้อมูลในการจัดกลุ่มที่มีค่า cophenetic correlation 0.96

ตารางที่ 4 ลำดับเบสของ primer และอุณหภูมิ annealing ที่ใช้

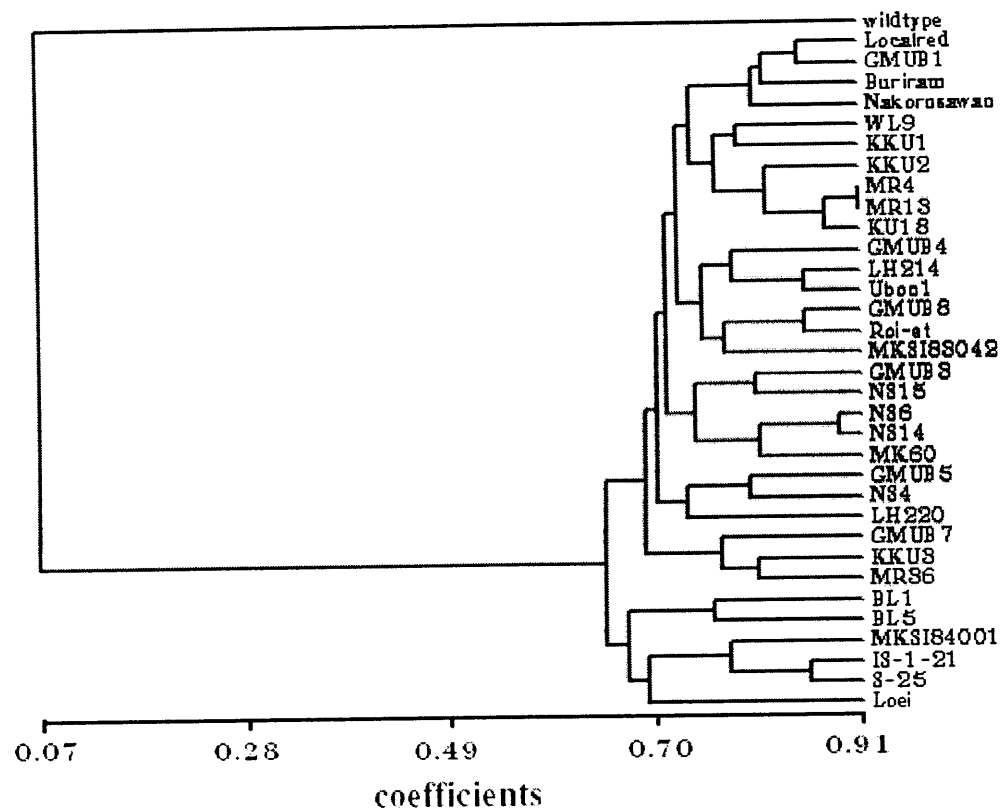
ชนิด primer	ลำดับเบส	อุณหภูมิ Annealing (°C)
OPB08	5'GTCCACACGG3'	42
OPB11	5'TGCCCCGTCGT3'	42
OPB12	5'CCTTGACGCA3'	42
OPF09	5'CCAAGCTTCC3'	42
OPF10	5'GGAAGCTTGG3'	42
OPG03	5'GAGCCCTCCA3'	44
OPG10	5'AGGGCCGTCT3'	42
OPG11	5'TGCCCCGTCGT3'	42
OPG17	5'ACGACCGACA3'	42
OPG18	5'GGCTCATGTG3'	42

ตารางที่ 5 การประเมินการเกิดแถบของ DNA ภา 34 พันธุ์จาก PCR based marker โดยใช้ primer 10 ชนิด

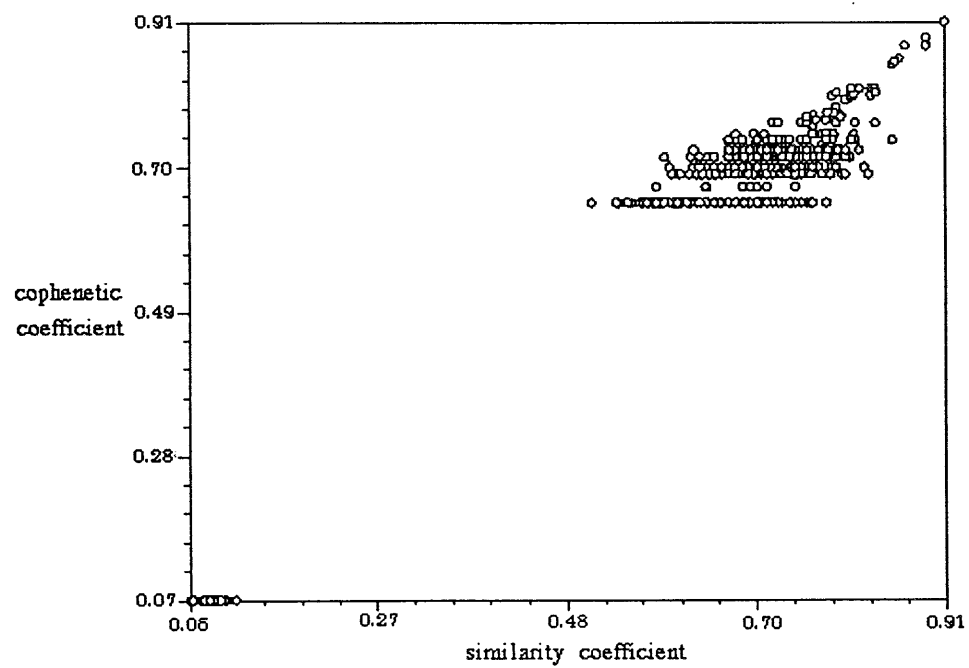
ชนิด primer	จำนวนแถบ ทั้งหมด	จำนวน monomorphic bands	จำนวน polymorphic bands	Percent of Polymorphism	ขนาดของแถบ DNA ที่เกิด polymorphism
OPB08	12	2	10	83.33	380-1550
OPB11	9	1	8	88.89	450-1300
OPB12	12	3	9	75.00	400-1450
OPF09	12	3	9	75.00	350- 1600
OPF10	10	2	8	80.00	550-1600
OPG03	11	3	8	72.73	550-1400
OPG10	12	2	10	83.33	400-1600
OPG11	16	2	14	87.50	320-1450
OPG17	10	5	5	50.00	350-1600
OPG18	10	4	6	60.00	500 - 1600

ตารางที่ 6 ค่า similarity matrix ของงาทั้ง 34 พันธุ์/สายพันธุ์ โดยใช้ Jaccard coefficient index จาก PCR based marker

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
1 wildtype	1.00																																	
2 Localred	0.06	1.00																																
3 BL1	0.05	0.65	1.00																															
4 BL5	0.06	0.63	0.76	1.00																														
5 WL9	0.10	0.71	0.72	0.69	1.00																													
6 MKSI84001	0.09	0.68	0.68	0.74	0.74	1.00																												
7 IS-1-21	0.09	0.60	0.64	0.70	0.70	0.79	1.00																											
8 S-25	0.08	0.68	0.69	0.71	0.76	0.76	0.86	1.00																										
9 GMUB1	0.06	0.85	0.71	0.64	0.78	0.69	0.65	0.75	1.00																									
10 GMUB3	0.06	0.76	0.60	0.57	0.69	0.66	0.62	0.71	0.78	1.00																								
11 GMUB4	0.05	0.76	0.64	0.62	0.74	0.63	0.67	0.72	0.74	0.79	1.00																							
12 GMUB5	0.07	0.68	0.61	0.67	0.63	0.71	0.64	0.64	0.70	0.67	0.60	1.00																						
13 GMUB7	0.11	0.69	0.66	0.67	0.67	0.76	0.72	0.69	0.67	0.64	0.68	0.69	1.00																					
14 GMUB8	0.07	0.79	0.71	0.61	0.73	0.74	0.66	0.67	0.82	0.73	0.78	0.74	0.75	1.00																				
15 KCU1	0.07	0.68	0.64	0.62	0.79	0.71	0.67	0.76	0.74	0.70	0.75	0.64	0.61	0.70	1.00																			
16 KCU2	0.06	0.73	0.74	0.67	0.76	0.63	0.68	0.78	0.85	0.67	0.72	0.68	0.65	0.71	0.72	1.00																		
17 KCU3	0.08	0.70	0.70	0.61	0.68	0.65	0.58	0.62	0.71	0.64	0.65	0.73	0.78	0.80	0.65	0.78	1.00																	
18 NS4	0.07	0.76	0.64	0.62	0.70	0.67	0.59	0.68	0.78	0.70	0.67	0.80	0.68	0.74	0.67	0.76	0.73	1.00																
19 NS6	0.05	0.74	0.67	0.64	0.73	0.65	0.65	0.70	0.76	0.73	0.78	0.74	0.74	0.80	0.69	0.79	0.75	0.82	1.00															
20 NS14	0.07	0.74	0.62	0.60	0.68	0.60	0.60	0.65	0.71	0.72	0.77	0.65	0.74	0.71	0.64	0.74	0.70	0.77	0.89	1.00														
21 NS15	0.06	0.68	0.57	0.51	0.63	0.56	0.56	0.60	0.75	0.81	0.68	0.64	0.61	0.67	0.60	0.68	0.62	0.72	0.70	0.74	1.00													
22 LH220	0.07	0.70	0.67	0.57	0.73	0.65	0.61	0.66	0.76	0.73	0.69	0.70	0.67	0.72	0.69	0.70	0.67	0.78	0.76	0.71	0.74	1.00												
23 LH214	0.08	0.76	0.57	0.55	0.70	0.67	0.63	0.67	0.73	0.78	0.79	0.67	0.76	0.77	0.74	0.67	0.76	0.74	0.77	0.80	0.67	0.77	1.00											
24 Buriram	0.08	0.81	0.63	0.57	0.74	0.66	0.58	0.67	0.83	0.69	0.70	0.63	0.64	0.73	0.70	0.71	0.64	0.79	0.68	0.68	0.67	0.77	0.74	1.00										
25 Roi-et	0.07	0.76	0.64	0.59	0.70	0.67	0.63	0.64	0.78	0.74	0.79	0.75	0.72	0.86	0.79	0.71	0.76	0.70	0.77	0.72	0.71	0.73	0.78	0.70	1.00									
26 Ubon1	0.09	0.71	0.60	0.54	0.73	0.70	0.62	0.67	0.73	0.73	0.78	0.63	0.75	0.81	0.70	0.63	0.72	0.74	0.72	0.71	0.67	0.72	0.86	0.73	0.70	1.00								
27 Loei	0.08	0.70	0.59	0.64	0.73	0.74	0.65	0.70	0.68	0.68	0.65	0.66	0.67	0.64	0.65	0.62	0.60	0.74	0.68	0.63	0.62	0.68	0.65	0.73	0.58	0.73	1.00							
28 Nakornsawan	0.06	0.81	0.72	0.65	0.78	0.62	0.62	0.71	0.83	0.69	0.79	0.63	0.64	0.73	0.70	0.81	0.68	0.74	0.73	0.72	0.67	0.68	0.70	0.78	0.70	0.69	0.64	1.00						
29 MR36	0.08	0.65	0.59	0.54	0.64	0.61	0.58	0.58	0.63	0.71	0.76	0.65	0.77	0.74	0.61	0.65	0.81	0.65	0.70	0.73	0.65	0.67	0.83	0.60	0.75	0.78	0.60	0.64	1.00					
30 MR4	0.07	0.78	0.74	0.72	0.81	0.68	0.68	0.74	0.76	0.68	0.77	0.65	0.70	0.71	0.73	0.83	0.74	0.73	0.75	0.74	0.65	0.63	0.68	0.72	0.72	0.67	0.67	0.81	0.70	1.00				
31 KU18	0.07	0.68	0.69	0.67	0.75	0.67	0.71	0.73	0.70	0.71	0.80	0.72	0.69	0.74	0.76	0.82	0.77	0.71	0.78	0.78	0.68	0.70	0.79	0.67	0.79	0.70	0.62	0.75	0.80	0.87	1.00			
32 MR13	0.08	0.76	0.72	0.69	0.83	0.70	0.66	0.71	0.78	0.74	0.74	0.71	0.67	0.73	0.79	0.81	0.76	0.74	0.77	0.76	0.71	0.68	0.74	0.74	0.78	0.69	0.68	0.78	0.71	0.91	0.89	1.00		
33 MK60	0.06	0.78	0.61	0.59	0.67	0.63	0.60	0.68	0.80	0.81	0.72	0.64	0.69	0.71	0.63	0.73	0.66	0.76	0.79	0.83	0.78	0.66	0.71	0.71	0.71	0.67	0.66	0.71	0.65	0.74	0.68	0.76	1.00	
34 MKSI83042	0.08	0.68	0.65	0.59	0.76	0.63	0.68	0.68	0.80	0.71	0.76	0.64	0.61	0.79	0.68	0.73	0.62	0.63	0.70	0.69	0.73	0.70	0.67	0.67	0.76	0.71	0.58	0.71	0.65	0.69	0.73	0.71	0.68	1.00



ภาพที่ 3 Dendrogram ความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของงาทั้ง 34 พันธุ์/สายพันธุ์
จาก PCR based marker วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยใช้ Jaccard
coefficients จัดกลุ่มทางพันธุกรรมด้วย UPGMA



ภาพที่ 4 การกระจายตัวของข้อมูลจาก PCR based marker ในการจัดกลุ่มที่มีค่า
cophenetic correlation 0.96