

## บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง

เชื้อพันธุกรรมของสาकुที่รวบรวม เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในครั้งนี้ คือ สาकुวิลาส 4 ตัวอย่าง สาकुค่าง 1 ตัวอย่าง และสาकुจีน 1 ตัวอย่าง จากจังหวัดเชียงใหม่ สาकुวิลาส 1 ตัวอย่าง และสาकुจีน 2 ตัวอย่าง จากจังหวัดจันทบุรี สาकुวิลาส 2 ตัวอย่าง จากจังหวัดชลบุรี สาकुวิลาส 1 ตัวอย่าง จากจังหวัดสระแก้ว และสาकुวิลาส 1 ตัวอย่าง จากจังหวัดนครนายก รวม 13 ตัวอย่าง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 1 จังหวัดภาคเหนือ 3 จังหวัดภาคตะวันออก และ 1 จังหวัดภาคกลางของประเทศไทย

### การทดลองที่ 1 สันฐานวิทยา

เชื้อพันธุกรรมของสาकुที่รวบรวมได้นี้ จากลักษณะทางสันฐานวิทยาสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มอย่างชัดเจน คือ สาकुวิลาส และสาकुค่าง ในตระกูล Marantaceae และสาकुจีน ในตระกูล Cannaceae ลักษณะทางคุณภาพมีความเบี่ยงเบนกันในระหว่างตระกูลอย่างชัดเจน และภายในตระกูลเกือบไม่มีความเบี่ยงเบน (ตารางที่ 5-8) ยกเว้นในสาकुวิลาส และสาकुค่างพบว่ามีสีใบที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 7) และใช้ลักษณะเด่นที่ได้ คือ ลักษณะการแตกกิ่งของลำต้น ลักษณะก้านใบ ผิวใบ สีใบ และลักษณะของเหง้า สร้างรูปวิธานสำหรับสาकुเพื่อแยกกลุ่ม (ภาพที่ 17)

ลักษณะทางปริมาณ พบความแปรผันของค่าเฉลี่ยดังนี้ ความสูงพุ่มต้นมากที่สุดคือ สาकुจีน 3 สูง 119.70 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुค่าง สูง 57.00 เซนติเมตร ความกว้างพุ่มต้นมากที่สุดคือ สาकुจีน 3 กว้าง 60.70 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुวิลาส 2 กว้าง 39.20 เซนติเมตร ความยาวใบมากที่สุดคือ สาकुจีน 3 ยาว 40.40 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुวิลาส 4 ยาว 23.70 เซนติเมตร ความกว้างใบมากที่สุดคือ สาकुจีน 3 กว้าง 19.45 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुวิลาส 2 กว้าง 8.65 เซนติเมตร ความหนาใบมากที่สุดคือ สาकुจีน 1-3 หนา 0.2 มิลลิเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुค่าง หนา 0.13 มิลลิเมตร ความยาวเหง้ามากที่สุดคือ สาकुวิลาส 1 ยาว 25.65 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुจีน 1 ยาว 7.10 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางเหง้ามากที่สุดคือ สาकुจีน 2 เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.09 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुวิลาส 8 เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.20 เซนติเมตร น้ำหนักสดเหง้ามากที่สุดคือ สาकुจีน 3 หนัก

100.37 กรัม น้อยที่สุดคือ สาकुต่าง หนัก 37.26 น้ำหนักแห้งแห้งมากที่สุดคือ สาकुจีน 3 หนัก 24.89 กรัม น้อยที่สุดคือ สาकुต่าง หนัก 5.48 กรัม ความยาวปล้องมากที่สุดคือ สาकुจีน 2 ยาว 1.06 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुวิลาส 8 ยาว 0.76 เซนติเมตร ความยาวช่อดอกมากที่สุดคือ สาकुจีน 1 ยาว 14.00 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुวิลาส 5 ยาว 5.38 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางช่อดอกมากที่สุดคือ สาकुจีน 3 เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.60 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुวิลาส 7 เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.26 เซนติเมตร จำนวนดอกต่อช่อมากที่สุดคือ สาकुวิลาส 4 จำนวน 14.67 ดอก น้อยที่สุดคือ สาकुจีน 1 จำนวน 2.17 ดอก ความยาวดอกมากที่สุดคือ สาकुจีน 2 ยาว 7.78 เซนติเมตร น้อยที่สุดคือ สาकुวิลาส 6 ยาว 0.70 เซนติเมตร

จะเห็นว่า ลักษณะทางปริมาณมีความแปรผันกันในระหว่างตระกูลอย่างชัดเจน ซึ่งสาकुตระกูล Cannaceae มีลักษณะที่ดีกว่าสาकुตระกูล Marantaceae เกือบทุกลักษณะยกเว้น ความยาวเหง้าและจำนวนดอกต่อช่อ ส่วนภายในตระกูลเดียวกัน สาकुตระกูล Cannaceae มีความแปรผันน้อยกว่าสาकुตระกูล Marantaceae (ตารางที่ 10-12)

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ด้วยวิธีจัดจำแนกด้วยตัวเลข จากลักษณะเฉพาะทางสัณฐานวิทยาที่ศึกษา 36 ลักษณะ (ตารางที่ 4) ใช้ลักษณะเปรียบเทียบที่เห็นได้ชัด 24 ลักษณะ ซึ่งเป็นลักษณะทางคุณภาพ 21 ลักษณะ และลักษณะทางปริมาณ 3 ลักษณะ พบว่า ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสาकुตระกูล Cannaceae มีความแตกต่างกับสาकुตระกูล Marantaceae ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 0% และสาकुจีน 1-3 ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 96% แต่สาकुวิลาส 1-9 และสาकुต่าง มีระดับความคล้ายคลึงกันระหว่าง 80-96% ซึ่งสาकुต่างแตกต่างกับสาकुวิลาส 1-9 ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 80% และสาकुวิลาส 1-9 ยังสามารถจำแนกความสัมพันธ์กันออกได้เป็น 3 กลุ่ม ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 92% คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สาकुวิลาส 2 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สาकुวิลาส 1, 3, 5 และ 7 กลุ่มที่ 3 ได้แก่ สาकुวิลาส 4, 6, 8 และ 9

## การทดลองที่ 2 กายวิภาคศาสตร์

ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของสาकु ในส่วนของปลายยอดมีลักษณะโครงสร้างภายในเหมือนกันทั้ง 13 ตัวอย่าง และมีลักษณะโครงสร้างภายในคล้ายคลึงกันในส่วนของราก ลำต้น ใบ และออวูล โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจน จากลักษณะปรากฏของเนื้อเยื่อที่แตกต่างกัน 7 ชนิด สอดคล้องกับที่ลิลลี่ (2546) กล่าวไว้ คือ เนื้อเยื่อชั้นผิวของราก ชั้นเอกโซเดอร์มิสของราก ท่อลำเลียงน้ำของราก ชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้น กลุ่มเซลล์สเกลอเรจติมาในชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้น ต่อมาเมื่อมองในชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้น พบที่เนื้อเยื่อชั้นผิวของใบ ตรงกับรายงานการใช้ความแตกต่าง

การปรากฏชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้น และการเกิดเส้นใยในชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้นในพืชทั่วไป สร้าง Descriptor list การจัดจำพวก (Anonymous, 2003b)

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ด้วยวิธีจัดจำแนกด้วยตัวเลข จากลักษณะเฉพาะทางกายวิภาคศาสตร์ ใช้ลักษณะปรากฏของเนื้อเยื่อที่เห็นได้ชัด 9 ลักษณะ พบว่า สามารถจำแนกสาขาระหว่างตระกูล Cannaceae และตระกูล Marantaceae ออกจากกันได้ด้วยความคล้ายคลึงกัน 0% ซึ่งภายในตระกูลเดียวกัน คือ สาขุจีน 1-3 ในตระกูล Cannaceae มีโครงสร้างภายในที่เหมือนกันและมีระดับความคล้ายคลึงกัน 96% ส่วนสาขุวิลาส 1-9 และสาขุด่าง ในตระกูล Marantaceae มีโครงสร้างภายในที่เหมือนกันและมีระดับความคล้ายคลึงกัน 96% เช่นกัน ตรงกับคำกล่าวของเสนาะ (2528) ที่ว่า ความสัมพันธ์ของเนื้อเยื่อระหว่างพืชชนิดต่างๆ แม้ลักษณะภายนอกบางประการเปลี่ยนไป แต่โครงสร้างภายในจะรักษาลักษณะดั้งเดิมไว้ได้มากที่สุด

### การทดลองที่ 3 เซลล์วิทยา

เซลล์วิทยาของสาขุ 13 ตัวอย่าง พบว่าจำนวนโครโมโซมคล้ายคลึงกัน 2 กลุ่ม คือ สาขุวิลาส 1-9 และสาขุด่าง ในตระกูล Marantaceae มีจำนวนโครโมโซม 52 แท่ง และสาขุจีน 1-3 ในตระกูล Cannaceae มีจำนวนโครโมโซม 27 แท่ง จะเห็นว่าการจำแนกสาขุโดยการศึกษาเซลล์วิทยาให้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ ที่จำแนกสาขุ 2 ตระกูลออกจากกัน

โครโมโซมของเซลล์ร่างกายซึ่งประกอบด้วยโครโมโซม 2 ชุด จากเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อและแม่ ลักษณะเป็นคู่ โดยโครโมโซมแท่งที่เป็นคู่กันจะมีขนาดและรูปร่างเหมือนกัน เรียกโครโมโซมคู่เหมือน (homologous chromosome) เป็นคู่จำนวนคงที่เสมอ (วิสุทธิ์, 2538) เมื่อวิเคราะห์ชุดโครโมโซมเพื่อทำแผนที่โครโมโซม จากรูปร่างและขนาดของโครโมโซม พบว่า สาขุวิลาส 1-9 และสาขุด่าง มี 26 คู่ 2 ชุด แต่ในสาขุจีน 1-3 มี 9 กลุ่ม 3 ชุด สอดคล้องกับรายงานที่ Dahlgren *et al.* (1985) กล่าวว่า พืชตระกูล Cannaceae มีโครโมโซมพื้นฐานจำนวน 9 แท่ง และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544) กล่าวว่า *C. edulis* Ker Gawler. บางครั้งมีจำนวนโครโมโซมร่างกายเป็น 27 แท่ง ในชนิดที่เป็น triploid (3x) จากความแปรผันในจำนวนชุดโครโมโซมที่เพิ่มขึ้น 1 ชุด ซึ่งอาจเกิดได้เองตามธรรมชาติจากสาเหตุที่เซลล์มีการจำลองแบบของโครโมโซมแต่กลับไม่มีการแบ่งเซลล์ตามมา จึงทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนของโครโมโซมของเซลล์ (อมรา, 2540) มีพบในพืชพวกสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เป็นความแปรผันที่น่าจะเกิดมาจากการขยายพันธุ์ด้วยหน่อ ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์ร่างกายแล้วนิวเคลียสเหล่านั้นจะเจริญไปเป็นส่วนของหน่อใหม่ จึงมีผลทำให้หน่อใหม่ที่ได้มีจำนวน

โครโมโซมในเซลล์ร่างกายไม่คงที่ (กันซาร์ตัน, 2532) หากพิจารณาลักษณะของโครโมโซมสังเกตได้ว่าโครโมโซม 1 ใน 3 แห่ง ของกลุ่มมีลักษณะโครโมโซมแตกต่างกับอีก 2 แห่งอยู่บ้าง การเพิ่มจำนวนชุดโครโมโซมนี้ อาจส่งผลให้ขนาดเซลล์ใหญ่ขึ้น หรือให้ผลผลิตในด้านสารอาหารที่สูงกว่าเดิม แต่มีวัฏจักรเซลล์ช้าลงทำให้มีการออกดอกและติดผลที่ช้ากว่าและเจริญเติบโตช้ากว่าเดิม และติดละอองเกสรได้น้อย เนื่องจากมีความยุ่งยากในการแยกโครโมโซมคู่เหมือนในไมโอซิส (meiosis) ทำให้พืชติดเมล็ดลดลง (อมรา, 2540)

สาकुทั้ง 13 ตัวอย่าง พบว่า ขนาดและชนิดของโครโมโซมมีความแปรผันและแตกต่างกันในทุกตัวอย่าง ทำให้มีแคโรไทป์แตกต่างไปด้วย แม้ในสาकुสายพันธุ์เดียวกัน ซึ่งในธรรมชาติพืชส่วนมากมีแนวโน้มของวิวัฒนาการเปลี่ยนจาก symmetrical karyotype หรือมีโครโมโซมที่ประกอบด้วยชนิด metacentric และมีขนาดของโครโมโซมทั้งชุดเท่าๆ กัน เช่น ในสาकुวิลาส 7 ไร่ เป็น asymmetrical karyotype หรือที่อาจแบ่งโครโมโซมในชุดได้เป็น 2 กลุ่มที่มีขนาดต่างกัน และแต่ละกลุ่มมีลักษณะแตกต่างกัน จึงเป็นไปได้ว่า สาकुวิลาส 7 มีวิวัฒนาการที่เก่าแก่กว่าสาकुในกลุ่มตระกูลเดียวกัน เช่นเดียวกับรายงานของอมรา (2540) จึงเป็นข้อมูลแคโรไทป์ที่ควรใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

นอกจากนี้การแปรผันขนาดของโครโมโซมทั้งวิวัฒนาการลดขนาดเล็กน้อย ซึ่งพบในพืชตระกูล Liliaceae สกุล *Muscari* และตระกูล Compositae สกุล *Crepis*, *Youngia*, *Ixeris*, *Taraxacum* และ *Sonchus* และเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งพบในพืชตระกูล Gramineae เช่นสกุล *Hordeum* ที่พบในเขตอบอุ่นหรือเขตหนาว และยังมีปัจจัยอื่นอีก เช่น เป็นพืชต่างพันธุ์หรือมีบรรพบุรุษต่างสายต้นกัน เป็นการเปลี่ยนแปลงระหว่างการศึกษาวิวัฒนาการ และรูปร่างโครโมโซมอาจเปลี่ยนแปลงไปตามพฤติกรรมของช่วงวัฏจักรของเซลล์ (กันซาร์ตัน, 2532 ; อมรา, 2540) ซึ่งพบกับสาकुทั้ง 13 ตัวอย่าง ดังนั้น เป็นไปได้ว่าข้อมูลของโครโมโซมที่ทำการศึกษามีความแปรผันเนื่องมาจากหลายปัจจัย จึงยังไม่สามารถยืนยันชั้นผลการศึกษาที่แน่นอนได้ และควรมีศึกษาต่อไป

ทั้งนี้ความสัมพันธ์ที่ใกล้ชิดกันตามสายวิวัฒนาการ ส่วนใหญ่ยังมักมีแคโรไทป์ที่ใกล้เคียงกันอยู่ การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ด้วยวิธีจัดจำแนกด้วยตัวเลข จากลักษณะเฉพาะทางเซลล์วิทยา ใช้ลักษณะเปรียบเทียบที่เห็นได้ชัด 8 ลักษณะ จึงยังสามารถให้ผลสำหรับจำแนกสาकुได้ ซึ่งระหว่างตระกูล Cannaceae และตระกูล Marantaceae จำแนกออกจากกันได้ด้วยความคล้ายคลึงกัน 0% สาकुจีน 1 และ 3 มีระดับความคล้ายคลึงกัน 96% แต่มีระดับความคล้ายคลึงกัน 84% กับสาकुจีน 2 ในกลุ่มสาकुวิลาส 1-9 และสาकुต่าง มีระดับความคล้ายคลึงกันระหว่าง 44-96% พบว่า สาकुวิลาส 3 และ 8 มีระดับความคล้ายคลึงกัน 96% และสาकुวิลาส 4, 5, 6 และสาकुต่าง มีระดับความคล้ายคลึงกัน 96% เช่นกัน

#### การทดลองที่ 4 แบบแผนของ allozyme

การศึกษาแบบแผนการกระจายตัวของ allozyme ด้วยแบบแผนไอโซไซม์ 4 ชนิด คือ acid phosphatase, esterase, malate dehydrogenase และ peroxidase เอนไซม์แต่ละชนิด พบว่า

แบบแผนไอโซไซม์ acid phosphatase ในแต่ละตัวอย่างให้จำนวนแถบสี 2-4 แถบ ซึ่งมีความหนา 1-12 เซนติเมตร สามารถจำแนกสาकु 13 ตัวอย่างออกจากกันได้ 4 กลุ่ม ซึ่งมีระดับความคล้ายคลึงกันระหว่าง 60-96%

แบบแผนไอโซไซม์ esterase ในแต่ละตัวอย่างให้จำนวนแถบสี 2-5 แถบ ซึ่งมีความหนา 1-10 เซนติเมตร สามารถจำแนกสาकु 13 ตัวอย่างออกจากกันได้ 8 กลุ่ม ซึ่งมีระดับความคล้ายคลึงกันระหว่าง 55-96%

แบบแผนไอโซไซม์ malate dehydrogenase ในแต่ละตัวอย่างให้จำนวนแถบสี 2-5 แถบ ซึ่งมีความหนา 1 เซนติเมตร สามารถจำแนกสาकु 13 ตัวอย่างออกจากกันได้ 10 กลุ่ม ซึ่งมีระดับความคล้ายคลึงกันระหว่าง 40-96%

แบบแผนไอโซไซม์ peroxidase ในแต่ละตัวอย่างให้จำนวนแถบสี 5 แถบ ซึ่งมีความหนา 2-12 เซนติเมตร สามารถจำแนกสาकु 13 ตัวอย่างออกจากกันได้ 3 กลุ่ม ซึ่งมีระดับความคล้ายคลึงกันระหว่าง 48-96% และให้แถบสีที่ชัดเจนที่สุด

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ด้วยวิธีจัดจำแนกด้วยตัวเลข จากรูปแบบไอโซไซม์ 4 ชนิดร่วมกัน สามารถจำแนกสาकु 13 ตัวอย่างออกจากกันได้ 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สาकुจีน 1-3 มีระดับความคล้ายคลึงกัน 96% กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สาकुวิลาต 1-9 และสาकुค้าง มีระดับความคล้ายคลึงกันระหว่าง 52-96% แบ่งย่อยได้ 9 กลุ่ม โดย สาकुวิลาต 8 และ 9 มีระดับความคล้ายคลึงกัน 96%

การเลือกส่วนของตัวอย่างพืชสำหรับการวิเคราะห์แบบแผนไอโซไซม์ ได้มีการศึกษามาก่อนในลำไย กับส่วนต่างๆ 6 ส่วน ได้แก่ ใบแก่ ใบอ่อน ก้านใบแก่ ก้านใบอ่อน ดอก และดอก พบว่า ส่วนต่างๆ ของพืชมีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกัน (ปนัดดา, 2543) ในพืชอื่นๆ จึงมีความเป็นไปได้ว่าส่วนต่างๆ จะมีปริมาณโปรตีนใกล้เคียงกันด้วย ดังนั้น ในการศึกษาเกี่ยวกับสาकुจึงเลือกใช้ส่วนของใบอ่อน ซึ่งเป็นส่วนที่มีความแปรผันจากสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และไม่มีปัญหาในการเก็บตัวอย่าง เพราะสาकुเป็นพืชที่เจริญเติบโตไปรวดเร็ว สร้างใบใหม่อยู่ตลอดเวลา

## การทดลองที่ 5 สรีรวิทยาของการเจริญเติบโต

สาขเป็นพืชประเภทหัวที่มีลำต้นใต้ดิน ขยายพันธุ์โดยหน่อหรือเหง้า (Thai Junior Encyclopedia Project, 2000 ; ทองปาน, 2525) การเจริญเติบโตของสาขามีลำดับการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาการทางสรีรวิทยาตามสภาพธรรมชาติ เป็นไปอย่างต่อเนื่องและเป็นลำดับ ดำเนินไปในลักษณะวงจรชีวิต สาขามีนิสัยการเจริญเติบโตคล้ายคลึงกัน 2 กลุ่ม คือ สาขากลุ่ม 1-9 และสาขากลุ่มต่างในตระกูล Marantaceae และสาขากลุ่ม 1-3 ในตระกูล Cannaceae

การติดตามศึกษาลำดับวงจรการเจริญเติบโต ทำให้ทราบช่วงเวลากการเจริญเติบโตโดยละเอียด เป็นประโยชน์ในด้านการใช้วางแผนการเกษตรกรรม และการปรับปรุงพันธุ์พืชต่อไปได้ โดยเมื่อเริ่มปลูกสาขากลุ่ม 2 ตระกูลพร้อมกัน พบว่า ใช้เวลาในการพัฒนาไปเป็นหน่อเท่ากัน แต่สาขากลุ่ม Cannaceae มีช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น และให้ดอกสั้นกว่า และเหง้าเป็นส่วนโคนของลำต้นที่ขยายขนาดขึ้นพัฒนาไปพร้อมๆ กับการเจริญของลำต้น เมื่อแก่จะหยุดการเจริญเติบโตทางลำต้นและเหง้าจะเหี่ยวตาย ในสาขากลุ่ม Marantaceae เหง้าจะเกิดตาต้นข้างลำต้นพัฒนาขึ้นหลังเจริญเติบโตทางลำต้นระยะหนึ่งแล้ว เมื่อเหง้าแก่จะสามารถพัฒนาส่วนปลายไปเป็นต้นใหม่ได้

การเจริญเติบโตของสาขากลุ่ม Marantaceae หยุดพัฒนาในส่วนลำต้นเมื่อเจริญเติบโตได้ 26 สัปดาห์หรือ 6 เดือนครึ่ง และหยุดพัฒนาเหง้าเมื่อเจริญเติบโตได้ 30 สัปดาห์หรือ 7 เดือนครึ่ง หลังจากนั้นจึงแก่และตายไปจนครบเป็นวงจรในสัปดาห์ที่ 48 หรือ 12 เดือน ส่วนการเจริญเติบโตของสาขากลุ่ม Cannaceae หยุดพัฒนาเหง้าเมื่อเจริญเติบโตได้ 16 สัปดาห์หรือ 4 เดือน และหยุดพัฒนาในส่วนลำต้นเมื่อเจริญเติบโตได้ 20 สัปดาห์หรือ 5 เดือน หลังจากนั้นจึงแก่และตายไปครบวงจรในสัปดาห์ที่ 40 หรือ 10 เดือน ซึ่งมีระยะเวลาใกล้เคียงกับสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544) ที่รายงานว่า สาขากลุ่ม Marantaceae พร้อมเก็บเกี่ยวหลังปลูก 8-12 เดือน หรือขึ้นกับสภาพแวดล้อม สาขากลุ่ม Cannaceae สามารถเก็บเกี่ยวเมื่อต้นมีอายุ 6-8 เดือน จากการศึกษาพบว่าช่วงอายุดังกล่าวเป็นช่วงการเจริญเติบโตหลังให้ช่อดอก แต่ลำต้นยังไม่เหี่ยวตาย และน่าจะมีสิ่งแวดล้อมและการปลูกบำรุงมาเกี่ยวข้องอยู่บ้าง จึงทำให้ระยะของวงจรการเจริญเติบโตที่ศึกษาเจริญเติบโตเร็วขึ้น ข้อมูลที่ได้น่าจะเป็นประโยชน์อยู่บ้างสำหรับเกษตรกรที่เพาะปลูก และการเก็บเกี่ยวผลผลิต

นอกจากนี้ พบว่า สาขากลุ่ม 2 ตระกูล ไม่ให้เมล็ดในการปลูกตามธรรมชาติ แม้ว่าสาขากลุ่ม Cannaceae จะสามารถให้ดอกได้ แต่ไม่พบว่ามีเมล็ดติด จึงต้องใช้ส่วนของหน่อหรือเหง้าเป็นส่วนปลูกขยายพันธุ์ ซึ่งเป็นผลดีในเรื่องคุณภาพของผลผลิต แต่เป็นผลเสียในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปในอนาคต

## การทดลองที่ 6 กายวิภาคศาสตร์ของเมล็ดแป้ง

กายวิภาคศาสตร์ของเมล็ดภายในเหง้าของสาขุ เม็ดแป้งเป็นประเภทเม็ดเดี่ยว ที่มีรูปร่างขนาด และการทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนความคล้ายคลึงกัน 2 กลุ่ม คือ สาขุวิลาส 1-9 และ สาขาค่าง ในตระกูล Marantaceae เม็ดแป้งมีรูปร่างรูปไต หรือรูปรีแกมไข่ ศูนย์กลางการเจริญอยู่ที่กึ่งกลางเม็ด (oval simple grain) เช่นเดียวกับที่พบในถั่วบางชนิด (*Phaseolus* และ *Dolichos*) (Southern Illinois University Carbondale, 1998) มีขนาดระหว่าง 6-250 ไมโครเมตร ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนให้สีน้ำเงิน และสาขุจีน 1-3 ในตระกูล Cannaceae เม็ดแป้งมีรูปร่างคล้ายเกล็ดหรือรูปลิ้ม ศูนย์กลางการเจริญอยู่ริมเม็ด (wedge-shaped simple grain) (Southern Illinois University Carboale, 1998) มีขนาดระหว่าง 12-325 ไมโครเมตร ทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนให้สีน้ำเงินที่จางกว่าในสาขุตระกูล Marantaceae

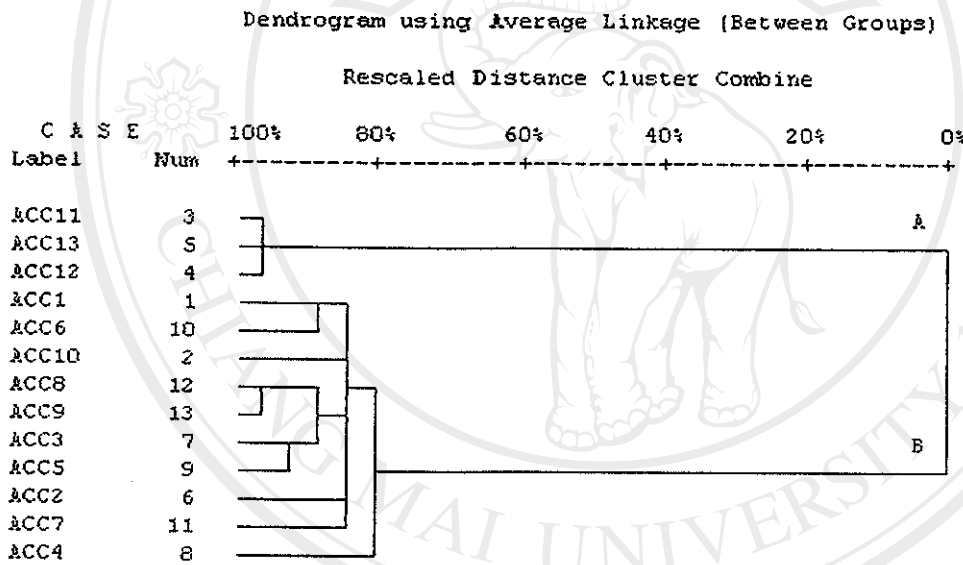
การทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีนที่แตกต่างกันนี้ แสดงให้เห็นว่า สาขุตระกูล Cannaceae ที่ติดสีจางกว่า เม็ดแป้งมีองค์ประกอบของอะไมโลเพกทินมากกว่าสาขุตระกูล Marantaceae ซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนเป็นกาวเหนียวได้ดีกว่า ทำให้เม็ดแป้งของสาขุตระกูล Cannaceae มีคุณภาพในด้านอุตสาหกรรมมากกว่าเม็ดแป้งของสาขุตระกูล Marantaceae ด้วย ตามรายงานของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2544) และกล้าณรงค์ และ เกื้อกุล (2546) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา คือ สาขุตระกูล Cannaceae มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ดีกว่าสาขุตระกูล Marantaceae เกือบทุกลักษณะที่ศึกษา

เมื่อพิจารณากายวิภาคศาสตร์ของเม็ดแป้งร่วมกับวงจรการเจริญเติบโต พบว่า ในสาขุตระกูล Marantaceae เม็ดแป้งมีขนาดโตเต็มที่ทั้งเหง้า ในช่วงอายุ 34 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงที่เหง้ามีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว และในสาขุตระกูล Cannaceae เม็ดแป้งมีขนาดโตเต็มที่ทั้งเหง้า ในช่วงอายุ 18 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงที่เหง้ามีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้วเช่นกัน ดังนั้นจากการศึกษา ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับเก็บเหง้าที่สุด จึงควรเป็นช่วงอายุนี้ด้วย จึงจะได้เม็ดแป้งสาขุที่มีคุณภาพทั้งเหง้า

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสาकु

การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยาของการเจริญเติบโต และกายวิภาคศาสตร์ของเมืคแป้ง สามารถจำแนกสาकु 13 ตัวอย่างออกได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สาकुวิลาศ 1-9 และสาकुค่าง ในตระกูล Marantaceae กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สาकुจีน 1-3 ในตระกูล Cannaceae

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสาकु 13 ตัวอย่าง ด้วยวิธีจัดจำแนกด้วยตัวเลข โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ เซลล์วิทยา และแบบแผนของ allozyme ร่วมกัน ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน (% similarity) ที่ 95% วิเคราะห์ทางสถิติแบบ non parametric แสดงผลได้ดังภาพที่ 90



ภาพที่ 90 ระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสาकुโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

กายวิภาคศาสตร์ เซลล์วิทยา และแบบแผนของ allozyme

acc1 = สาकुวิลาศ 1 acc2 = สาकुวิลาศ 2 acc3 = สาकुวิลาศ 3 acc4 = สาकुวิลาศ 4 acc5 = สาकुวิลาศ 5

acc6 = สาकुวิลาศ 6 acc7 = สาकुวิลาศ 7 acc8 = สาकुวิลาศ 8 acc9 = สาकुวิลาศ 9 acc10 = สาकुค่าง

acc11 = สาकुจีน 1 acc12 = สาकुจีน 2 acc13 = สาकुจีน 3



จะเห็นว่า การวิเคราะห์กลุ่มพืชเพื่อหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสาकु 13 ตัวอย่าง โดยใช้ค่าความคล้ายคลึงกัน (% similarity) แบ่งกลุ่มพืชทดลองออกได้ 2 กลุ่มใหญ่ และแบ่งย่อยได้ เป็น 10 กลุ่ม คือ

กลุ่ม A ..... (0% similarity)

คือ สาकुจีน 1 สาकुจีน 2 และสาकुจีน 3 ..... (96% similarity)

กลุ่ม B ..... (0% similarity)

ประกอบด้วย สาकुวิลาส 1 ถึง 9 และสาकुต่าง

แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม B1 คือ สาकुวิลาส 4 ..... (80% similarity)

กลุ่ม B2 ..... (80% similarity)

ประกอบด้วย สาकुวิลาส 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 และสาकुต่าง

แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

กลุ่ม B2.1 ..... (84% similarity)

ประกอบด้วย สาकुวิลาส 1, 6 และสาकुต่าง

แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

B2.1.1 คือ สาकुต่าง ..... (84% similarity)

B2.1.2 ..... (84% similarity)

ประกอบด้วย สาकुวิลาส 1 และ 6

แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

B2.1.2.1 คือ สาकुวิลาส 1 ..... (88% similarity)

B2.1.2.2 คือ สาकुวิลาส 6..... (88% similarity)

กลุ่ม B2.2 ..... (84% similarity)

ประกอบด้วย สาकुวิลาส 2, 3, 5, 7, 8 และ 9

แบ่งได้ 3กลุ่ม คือ

B2.2.1 คือ สาकुวิลาส 2 ..... (84% similarity)

B2.2.2 คือ สาकुวิลาส 7 ..... (84% similarity)

B2.2.3 ..... (88% similarity)

ประกอบด้วย สาकुวิลาส 3, 5, 8 และ 9

แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

B2.2.3.1 ..... (88% similarity)

ประกอบด้วย สาขุวิลาส 3, 5, 8 และ 9

แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

B2.2.3.1 คือ สาขุวิลาส 3 ..... (92% similarity)

B2.2.3.2 คือ สาขุวิลาส 5 ..... (92% similarity)

B2.2.3.2 คือ สาขุวิลาส 8 และ 9 ..... (96% similarity)

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสาขุ พบว่า สาขุตระกูล Cannaceae มีความแตกต่างกับสาขุตระกูล Marantaceae ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 0% และสาขุจีน 1-3 ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 96% แต่สาขุวิลาส 1-9 และสาขุต่าง มีระดับความคล้ายคลึงกันระหว่าง 80-96% และสามารถจำแนกความสัมพันธ์กันออกได้อีกเป็น 9 กลุ่ม โดยสาขุวิลาส 8 และ 9 มีระดับความคล้ายคลึงกัน 96% สอดคล้องกับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะสัณฐานวิทยา กายวิภาคศาสตร์ และแบบแผนของ allozyme