บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

มะม่วงเป็นพืชอยู่ในชั้น (class) Dicotyledonae หรือ พืชใบเลี้ยงคู่ ชั้นย่อย (subclass) Rosidae อันดับ (order) Sapindales และวงศ์ (family) Anacardiaceae ในวงศ์นี้ ประกอบด้วย 60 สกุล (genus) และ 400 ชนิด (species) (บุญเลิศ, 2532; Mabberley, 1997)

มะม่วงแก้วอยู่ในสกุล *Mangifera* ในสกุลนี้มีพืชอยู่ประมาณ 61 ชนิด มีลักษณะเด่นของสกุลคือ ทรงต้นสูง จากโคนถึงกิ่งแรกสั้น ไม่ผลัดใบ ส่วนต่าง ๆ ของต้นขณะสดมีกลิ่นหอมเฉพาะ ใบอ่อนมีสีม่วง ใบเป็นแบบสลับ ขอบใบเรียบ แผ่นใบเหนียว ดอกเกิดเป็นช่อแบบ panicle (บุญเลิศ, 2532) ดอกย่อยขนาดเล็กมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 มิลลิเมตร มักมีกลิ่นหอม กลีบเลี้ยง (sepal) มี 4-5 กลีบ อาจพบได้มากถึง 7 กลีบ กลีบแยกกัน มีขนาดเท่า ๆ กัน และมีรูปร่างรูปใบหอก หรือรูปรี มีปลายแหลม มีสีเขียว เหลือง หรือแดง กลีบค่อนข้างแข็ง กลีบดอก (petal) มี 4-5 กลีบ ในบางชนิดอาจมีมากถึง 6 กลีบ กลีบซ้อนเหลื่อมกันเมื่อเป็นตาดอก กลีบอาจแยก หรือเชื่อมกันที่โคนกลีบ กลีบดอกมักจะบางกว่ากลีบเลี้ยง และมักยาวกว่ากลีบเลี้ยง กลีบดอกมีสี ขาว ชมพู แดง หรือ สีเหลือง และสีเหล่านี้ผสมกัน ขอบกลีบมักมีสีอ่อนกว่า กลีบเรียบ รูปรี ถึงรูปใบหอก (Kostermans and Bompard, 1993)

ดอกย่อยประกอบด้วย ดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) และดอกเพศผู้ (staminate flower) ดอกเพศผู้มีเกสรเพศผู้ (stamen) 1 ถึง 10 อัน และมักเป็นเกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน (staminode) เกสรเพศผู้จะติดกับส่วนล่างหรือส่วนบนของจานฐานดอก และมีเกสรเพศเมียที่ฝ่อ หรือมีขนาดเล็กมาก ดอกสมบูรณ์เพศ มีขนาดใหญ่กว่าดอกเพศผู้ มีเกสรเพศผู้ 1 ถึง 10 อัน และอาจมีเกสรเพศผู้ที่เป็นหมัน และมีเกสรเพศเมีย (pistil) ที่สมบูรณ์ รังไข่อยู่เหนือวงกลีบ (superior ovary) ผิวเรียบ อาจวางติดหรือเป็นอิสระกับด้านบนที่มีส่วนเว้าของจานฐานดอก (disc) ซึ่งอาจกว้างกว่ารังไข่ จานฐานดอกแบ่งออกเป็น 4-5 พู เกสรเพศเมียมีก้านเกสรเพศเมีย (style) ขนาดเล็ก และมียอดเกสรเพศเมีย (stigma) ที่ไม่เด่นชัด (Kostermans and Bompard, 1993)

ผลเป็นแบบผลเมล็ดเดียวแข็ง (drupe) ผนังผลชั้นกลาง (mesocarp) มีเสี้ยน (fiber) หรือไม่มี ซึ่งเกิดมาจากส่วนของผนังผลชั้นใน (endocarp) เมล็ด (seed) อยู่ภายในผนังผลชั้นในที่แข็ง มีขนาดโต แบน ผลอ่อนมียางมาก ทางเซลล์วิทยาระบุว่ามะม่วงบ้านทุกพันธุ์มี

โครโมโซมเท่ากัน คือ 40 แท่ง (2n = 2x = 40) (บุญเลิศ, 2532; Kostermans and Bompard, 1993)

พันธุ์มะม่วงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ มะม่วงกลุ่มอินเดีย (Indian type) มีลักษณะคือ เมล็ดที่เพาะจะให้ต้นกล้าเพียง 1 ต้นต่อเมล็ด และต้นกล้านั้นจะกลายพันธุ์ไม่ตรงตามต้นแม่เพราะเป็นลูกผสม และกลุ่มอินโดจีน (Indochinese type) มีลักษณะที่เด่นชัด คือเมื่อนำเมล็ดมาเพาะจะได้ต้นกล้ามากกว่า 1 ต้นต่อเมล็ด ต้นกล้าที่ได้ส่วนมากจะตรงกับพันธุ์เดิม เพราะเกิดจากเซลล์ร่างกายของต้นแม่เป็นส่วนใหญ่ จะมีกลายพันธุ์บ้างเป็นบางต้น (วิจิตร, 2536)

ในประเทศไทยมีมะม่วงอยู่ 15 ชนิด ซึ่งมะม่วงบ้าน (*Mangifera indica* L.) เป็นมะม่วงชนิดที่สำคัญมากที่สุด เพราะเราใช้ปลูกเป็นการค้าในปัจจุบัน (วิจิตร, 2536)

การขยายพันธุ์มะม่วงโดยใช้เมล็ดได้ทำกันเมื่อหลายร้อยปีมาแล้ว จึงทำให้เกิดพันธุ์ใหม่ ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างจากต้นแม่ทั้งทางที่ดีขึ้น และทางที่เลวลง พันธุ์ที่มีลักษณะดีกว่าต้นเดิมจะถูกนำมาขยายพันธุ์ทางเมล็ดซ้ำแล้วซ้ำอีกหลายชั่ว จนทำให้ลักษณะพันธุ์คงที่ขึ้น มะม่วงในประเทศไทยที่มีลักษณะดี หลายพันธุ์เกิดมาจากการกลายพันธุ์ที่ปลูกจากเมล็ด มะม่วงของเราที่ผ่านมามีการขยายพันธุ์ด้วยวิธีเพาะเมล็ด จึงเกิดพันธุ์มะม่วงเพิ่มขึ้นมาเรื่อย ๆ ปัจจุบันพันธุ์มะม่วงที่เป็นของไทยแท้มีมากกว่า 170 พันธุ์ (วิจิตร, 2536)

มะม่วงแก้วเป็นไม้ผลท้องถิ่นของไทย ประกอบด้วย 3 กลุ่มย่อย คือ แก้วขาว (หรือแก้วทอง) แก้วดำ และแก้วจุก ผลมะม่วงแก้วขาวเมื่อแก่ผิวผลมีสีเหลืองอมเขียว หรือมีสีขาว เมื่อสุกเนื้อผลมีสีจางกว่ามะม่วงแก้วดำ มะม่วงแก้วดำผิวผลเมื่อแก่จัดมีสีเขียวคล้ำ เนื้อผลสุกมีสีแดง ส่วนมะม่วงแก้วจุกสีคล้าย ๆ ทั้งแก้วขาวและแก้วดำ แตกต่างกันตรงที่ผลมีขนาดโตกว่า และหัวมีจุก จึงมักนิยมเลือกมะม่วงแก้วจุกเพื่อปลูกเป็นการค้า มะม่วงแก้วออกดอกติดผลค่อนข้างสม่ำเสมอ ติดผลดก ผลแก่ช้า ทนทานต่อโรคและแมลง และสภาพแวดล้อมได้ดี ผลขนาดกลางเฉลี่ยยาว 9.0 เซนติเมตร กว้าง 6.10 เซนติเมตร และ หนา 5.50 เซนติเมตร น้ำหนักผลเฉลี่ยประมาณ 180 กรัม เปลือกหนาปานกลาง (0.14 เซนติเมตร) ปริมาณเนื้อผลประมาณ 53 เปอร์เซ็นต์ ผลสุกหัวสีเหลืองเข้ม เนื้อผลสีเหลืองเข้ม เนื้อแน่น รสหวาน ความหวานประมาณ 18.5 เปอร์เซ็นต์ มะม่วงแก้วเป็นพันธุ์มะม่วงที่มีบทบาทในการแปรรูป เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีการปลูกกันมาก และราคาไม่แพงจนเกินไป (วิจิตร, 2536)

การจำแนกสายต้นโดยวิธีสัณฐานวิทยา

การศึกษาลักษณะต่าง ๆ ของมะม่วงเพื่อการแบ่งแยก จำแนก หรือเพื่อการเปรียบเทียบได้มีการศึกษาตามลำดับ ดังนี้ Woodhouse (1909) อ้างโดย เพิ่มพงษ์และคณะ (2538) ได้บรรยายลักษณะประจำพันธุ์ของมะม่วงจำนวน 40 พันธุ์ ในรัฐพิหาร ประเทศอินเดีย และเสนอแนะให้ใช้ลักษณะของผลบอกถึงความแตกต่างของมะม่วง Popenoe (1920) อ้างโดย เพิ่มพงษ์และคณะ (2538) ได้เขียนบรรยายพันธุ์มะม่วง 300 พันธุ์ จากทั่วโลก และแบ่งมะม่วงเหล่านั้นออกเป็น 4 กลุ่ม คือ Mulgoba, Alphonso, Sandersha และ Cambodiana โดยอาศัยลักษณะของผล สีของก้านช่อดอกและก้านแขนง ขนบนช่อดอก นิสัยการเจริญเติบโต และจำนวนเอ็มบริโอในเมล็ด ต่อมา Burns and Prayag (1921) อ้างโดย เพิ่มพงษ์และคณะ (2538) ได้บรรยายลักษณะอย่างละเอียดของมะม่วง 89 พันธุ์จากบอมเบย์ โดยใช้ลักษณะของผลเป็นสำคัญ คือ ผลกลม ผลยาว และผลรูปร่างไม่แน่นอน สีสัน ขนาด รสชาติ ส่วนลักษณะอื่น ๆ ใช้เป็นมาตรฐานในการแบ่งแยกรองลงไป Mukherjee (1948) อ้างโดย เพิ่มพงษ์และคณะ (2538) ได้ศึกษาลักษณะอื่น ๆ นอกเหนือจากลักษณะของผล เช่น ลักษณะทางกิ่งใบ ได้แก่ ลักษณะของต้น ขอบใบ สีของใบอ่อนและใบแก่ สีและขนของก้านช่อดอก ความยาวของช่อดอก การมีหรือไม่มีใบที่ก้านช่อดอก และลักษณะของดอกเป็นลักษณะสำคัญในการแบ่งแยกพันธุ์มะม่วง Salma and Masrom (1992) ได้ใช้ลักษณะทางสัณฐานได้แก่ ลักษณะต่าง ๆ ของใบ ดอก และผล มาใช้ในการพรรณนาเพื่อเปรียบเทียบความเหมือนและแตกต่างของมะม่วง 26 สายต้นในรูปของตารางเปรียบเทียบ การศึกษาดังกล่าวข้างต้นนี้ เป็นการศึกษาลักษณะทางสัณฐาน ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับรูปร่าง ลักษณะโครงสร้างทั่วไป ทั้งภายนอกและภายใน ตลอดจนวงชีวิตและการดำรงชีพของพืช (ภูวดล, 2529) โครงสร้างทางสัณฐานนับว่าเป็นลักษณะที่น่าสนใจมากที่สุด เพราะสามารถแสดงความหมายได้ในทุกโอกาส รวดเร็ว สะดวก และได้ผลค่อนข้างดี การใช้ลักษณะทางสัณฐานประกอบกับงานด้านอื่น เช่น กายวิภาคศาสตร์ ชีวเคมี จะทำให้งานด้านการจัดจำแนกไม้ผลประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก (เกศิณี, 2528)

การจำแนกพันธุ์โดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส

อิเล็กโทรโฟรีซิส หมายถึง การเคลื่อนย้ายอนุภาคที่อยู่ในสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้า โดยอาศัยคุณสมบัติของอนุภาพที่มีประจุไฟฟ้าบวกหรือลบ ซึ่งจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วลบหรือบวกในสนามไฟฟ้าด้วยอัตราการเคลื่อนที่และทิศทางต่างกันไปตามแต่ชนิดของประจุ

บนอนุภาคนั้น ๆ การเคลื่อนที่ของอนุภาคด้วยอัตราความเร็วที่ต่างกันนี้ช่วยในการจำแนกโมเลกุลต่าง ๆ ออกจากกันได้ และสามารถบ่งบอกถึง ชนิด รูปร่าง ขนาด และน้ำหนักโมเลกุลของสารได้ รวมทั้งบอกถึงชนิดของประจุ การเปลี่ยนแปลงประจุ ของอนุมูลต่าง ๆ ได้ (พิสสวรรณ, 2531) เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสจึงถูกนำมาใช้ในการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของแมโครโมเลกุล (macromolecule) เช่น มวลโมเลกุล (molecular mass) ของโปรตีน (protein) ความแตกต่างของโมเลกุลในแง่ประจุสุทธิและรูปร่างของมัน รวมทั้งการแยกโมเลกุลที่ต่างกันด้วย (อาภัสสรา, 2537)

อิเล็กโทรโฟรีซิส แบ่งออกเป็นหลายชนิดตามชนิดของตัวกลางค้ำจุนที่ใช้ ดังนี้

1. อิเล็กโทรโฟรีซิสแบบกระดาษ (paper electrophoresis) เทคนิคนี้ในปัจจุบันไม่นิยม เพราะให้ผลการแยกต่ำ และมีขีดจำกัด โดยใช้แยกเฉพาะโมเลกุลที่มีขนาดเล็ก เช่น กรดอะมิโน (amino acid) เพปไทด์ (peptide) และนิวคลีโอไทด์ (nucleotide) และต้องใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าค่อนข้างสูงจึงจะมีประสิทธิภาพเพียงพอ และจะต้องมีระบบทำความเย็นและระบายความร้อนที่เกิดขึ้น

2. อิเล็กโทรโฟรีซิสแบบเซลลูโลสอะซีเตต (cellulose acetate electrophoresis) เทคนิคนี้ให้ผลการแยกที่ดีกว่าเมื่อใช้กระดาษกรองเป็นแผ่นตัวกลาง และการแยกเกิดขึ้นได้เร็วกว่าที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าต่ำ สามารถใช้แยกสารที่มีมวลโมเลกุลต่ำ เช่น กรดอะมิโน เพปไทด์ นิวคลีโอไทด์ และ ไธออล (thiol) ได้

3. อิเล็กโทรโฟรีซิสแบบเจล (gel electrophoresis) เทคนิคนี้สามารถใช้ตัวกลางค้ำจุนหลายชนิด เช่น แป้ง (starch) พอลิอะคริลาไมด์ (polyacrylamide) อะกาโรส (agarose) และ อะกาโรส-อะคริลาไมด์ (agarose-acrylamide) ซึ่งตัวกลางเหล่านี้จะให้ผลการแยกสารดีขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใช้แยกโปรตีน และกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ถึงแม้ว่าในปัจจุบันนิยมใช้แป้งเป็นตัวกลางในการศึกษาและวิเคราะห์ไอโซไซม์ (isozyme) และลักษณะการทำเป็นแบบเจลรูปแผ่นในแนวนอน (horizontal slab gel) แต่เนื่องจากแป้งเป็นผลผลิตจากธรรมชาติ ส่วนประกอบของแป้งจึงเปลี่ยนแปลงได้ ทำให้มีผลต่อความสามารถในการเกิดเป็นเจลและความสามารถในการแยกสาร ซึ่งมีผลทำให้ความสามารถในการเป็นตะแกรงร่อนโมเลกุลต่างกัน (อาภัสสรา, 2537) ในขณะที่ พอลิอะคริลาไมด์ สามารถทำให้มีรูพรุนที่สม่ำเสมอโดยคงสภาพ polymerization ให้คงที่ สารเคมีที่เลือกใช้จะมีความบริสุทธิ์มากตามที่ต้องการเพื่อไม่ให้เกิดผลเสียต่อสารตัวอย่างโดยเฉพาะเอนไซม์ สำหรับเนื้อเจลเมื่อแข็งตัวแล้วมีข้อดี คือ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้ง่าย มีความคงตัวในช่วงกว้างต่อสภาพ pH อุณหภูมิ และ

ionic strength และมีเนื้อเจลใส แต่มีข้อเสียคือ สารละลาย acrylamide monomer หรือ ผง acrylamide เป็นพิษต่อสมอง และอาจก่อมะเร็งด้วย (ดวงพร, 2538)

อิเล็กโทรโฟรีซิส แบบพอลิอะคริลาไมด์เจล แบบ 1 มิติ เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในงานวิเคราะห์โปรตีน และสารละลายโปรตีนผสม พอลิอะคริลาไมด์เจล เป็นผลผลิตจากปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (polymerisation reaction) ของอะคริลาไมด์ มอโนเมอร์ ไปเป็นสายโซ่ยาวของพอลิอะคริลาไมด์ โดยมีมอโนเมอร์อีกชนิดหนึ่งซึ่งส่วนใหญ่ใช้ N,N′-เมธิลีนบิสอะคริลาไมด์ หรือบิส (N,N′-methylene-bisacrylamide or Bis) ทำหน้าที่เชื่อมโยงสายโซ่พอลิอะคริลาไมด์ เป็นตาข่ายร่างแห ความเข้มข้นของอะคริลาไมด์เป็นตัวกำหนดความยาวของสายโซ่พอลิเมอร์ ในขณะที่ความเข้มข้นของบิส เป็นตัวกำหนดขนาดของการเชื่อมโยงเป็นตาข่ายร่างแห ด้วยเหตุนี้ความเข้มข้นของมอโนเมอร์ทั้ง 2 จึงเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติของพอลิอะคริลาไมด์เจล เช่น ความหนาแน่น ความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเปราะ ขนาดรูพรุนและความโปร่งใส ส่วนประกอบของพอลิอะคริลาไมด์เจลมีตัวแปรเสริม (parameter) อยู่ 2 ชนิด คือ ค่า เปอร์เซ็นต์ T ซึ่งหมายถึงความเข้มข้นของมอโนเมอร์ทั้งหมดที่ใช้ในการสร้างเจล (อะคริลาไมด์ และบิส) มีหน่วยเป็น กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และ เปอร์เซ็นต์ C หมายถึง น้ำหนักเป็นกรัมของบิสเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ กับน้ำหนักเป็นกรัมของอะคริลาไมด์และบิส โดยทั่วไป เจลที่เตรียมมีค่า เปอร์เซ็นต์ T ระหว่าง 3-25 การเตรียมเจลจะไม่เกิดขึ้นถ้า เปอร์เซ็นต์ T ต่ำ คือ ต่ำกว่า 2.5 ถึงแม้ว่าจะเพิ่มค่า เปอร์เซ็นต์ C ให้มากกว่าหรือเท่ากับ 20 ก็ตาม

$$\text{เปอร์เซ็นต์ T} = \frac{a+b}{m} \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ C} = \frac{b}{a+b} \times 100$$

โดย

a = น้ำหนักเป็นกรัมของอะคริลาไมด์

b = น้ำหนักเป็นกรัมของบิส

m = ปริมาตรเป็นมิลลิลิตรของบัฟเฟอร์

ปฏิกิริยาการเกิดพอริเมอไรเซชันจะต้องมีแอมโมเนียมเพอร์ซัลเฟต (ammonium persulfate) หรือไรโบฟลาวิน (riboflavin) เป็นตัวกระตุ้นเริ่มต้น และ TEMED (N,N,N′,N′

-tetramethylethylenediamine) ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการเกิดอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับมอโนเมอร์ที่ยังไม่ถูกแอกติเวต (unactivated monomer) เพื่อเริ่มปฏิกิริยาการสร้างสายโซ่พอลิอะคริลาไมด์ที่จะมีความยาวเพิ่มขึ้น และจะถูกเชื่อมกันด้วยบิสให้เป็นตาข่ายร่างแหแบบสุ่ม (อาภัสสรา, 2537)

เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในพืชหลากหลายชนิด เช่น การศึกษาของ Espino and Pascua (1992) ถึงรูปแบบของแถบไอโซไซม์ทั้ง 5 ชนิด คือ glutamate oxaloacetate transaminase, acid phosphatase, phosphoglucomutase, shikimate dehydrogenase และ tetrazolium oxidase จากใบของพันธุ์กล้วยและกล้วยชนิดต่าง ๆ ในประเทศฟิลิปปินส์ โดยใช้ทั้ง พอลิอะคริลาไมด์ และ แป้ง เป็นตัวกลาง พบว่า shikimate dehydrogenase ให้แถบสี 1 แถบ ในขณะที่ไอโซไซม์อื่น ๆ ให้แถบ 2-10 แถบ glutamate oxaloacetate transaminase สามารถแยก กล้วยกลุ่มที่มียีน BB BBB ออกจากกลุ่มที่มียีน AA AAA AAB และ ABB ได้ ในขณะที่ไอโซไซม์ชนิดอื่นไม่สามารถแบ่งกล้วยออกเป็นกลุ่มยีน ดังข้างต้นได้ Manganaris and Alston (1993) ได้ศึกษารูปแบบของไอโซไซม์ peroxidase ใน แอปเปิล 188 พันธุ์ ต้นตอ และ *Malus* ชนิดต่าง ๆ พบว่าสามารถแบ่งแยกแอปเปิลออกได้เป็น 83 พันธุ์ ต้นตอจำนวน 46 ต้นตอ และแอปเปิล อีก 59 ชนิด สมปองและคณะ (2538) ได้ตรวจสอบ *Lansium domesticum* Correa. 4 พันธุ์ คือ ลองกอง ลางสาด ดูกู และ ดูกูแปรแมร์ โดยใช้ตัวกลางคือ พอลิอะคริลาไมด์ เจล พบว่าไอโซไซม์ 4 ชนิด คือ peroxidase, acid phosphatase, esterase และ phosphoglucose isomerase สามารถใช้ตรวจสอบได้ โดยเฉพาะ peroxidase ให้รายละเอียดความแตกต่างของ 4 พันธุ์ได้ดีที่สุด รองลงมาคือไอโซไซม์ esterase, acid phosphatase และ phosphoglucose isomerase ตามลำดับ นอกจากนี้ เสาวณี (2538) ได้ตรวจสอบสายพันธุ์มะขามเปรี้ยวและมะขามหวานที่ปลูกจากแหล่งต่าง ๆ โดยใช้ไอโซไซม์ 3 ชนิด คือ peroxidase, esterase และ acid phosphatase พบว่า ไอโซไซม์ peroxidase สามารถจำแนกมะขามออกเป็น 5 กลุ่มใหญ่ ในขณะที่ esterase และ acid phosphatase ให้ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์น้อยมาก Iamtham *et al.* (1998) ได้จำแนกไม้ผลเขตหนาว ในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย จำนวน 5 ชนิด คือ แอปเปิล สาลี่ บ๊วย ท้อ และ พลับ โดยใช้รูปแบบของไอโซไซม์ 5 ชนิด และบัฟเฟอร์ 3 ระบบ พบว่าไอโซไซม์ peroxidase และ บัฟเฟอร์ Tris-malate เหมาะสมที่สุด โดยเฉพาะในใบที่เจริญเต็มที่แล้ว และพบว่าไม้ผลแต่ละชนิดมีรูปแบบของไอโซไซม์ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ ไม้ผลชนิดเดียวกันในบางสายพันธุ์ก็ยังมีรูปแบบของ

ไอโซไซม์ที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ที่ขยายพันธุ์มาจากแหล่งเดียวกันมีรูปแบบของไอโซไซม์ที่คล้ายกัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด ชินวัฒน์ (2541) ได้ใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสนี้ร่วมกับการใช้วิธีทางสัณฐาน และเซลล์พันธุศาสตร์ในการจำแนกพันธุ์ลิ้นจี่ จำนวน 19 พันธุ์ โดยใช้ไอโซไซม์ 2 ชนิด พบว่าสามารถจำแนกพันธุ์ลิ้นจี่ออกจากกันได้ทั้งหมด และปนัดดา (2541) ได้จำแนกพันธุ์ลำไย โดยใช้ไอโซไซม์ 3 ชนิด คือ peroxidase, esterase และ acid phosphatase สามารถจำแนกลำไยทั้ง 16 พันธุ์ และลำไยพันธุ์ดอ 8 สายพันธุ์ออกจากกันได้

การศึกษามะม่วงที่ใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส มีหลายรูปแบบ เช่นงานทดลองของ Degani *et al.* (1990) ได้ใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิสโดยใช้ไอโซไซม์ 6 ชนิด คือ aconitase, isocitrate dehydrogenase, leucine aminopeptidase, phosphoglucose isomerase, phosphoglucomutase และ triosephosphate isomerase จำแนกพันธุ์ของมะม่วงได้ 41 พันธุ์ และสามารถบอกถึงพันธุ์ต้นกำเนิดของมะม่วงบางพันธุ์ได้ โดยดูจากรูปแบบของไอโซไซม์ ต่อมา Degani *et al.* (1992) ได้ศึกษาถึงความหลากหลายของไอโซไซม์ phosphoglucose isomerase และการควบคุมยีนของของไอโซไซม์ phosphoglucose isomerase ในมะม่วง 139 พันธุ์ และต้นกล้าของมะม่วง Schnell and Knight (1992) ได้ศึกษาถึงความถี่ของต้นกล้าที่จะเป็นแบบ zygotic จากมะม่วงที่ใช้เป็นต้นตอซึ่งเป็นกลุ่ม polyembryonic 5 พันธุ์ โดยเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส ใช้ไอโซไซม์ 5 ชนิด ต่อมา Schnell *et al.* (1994) ได้ใช้รูปแบบของไอโซไซม์ 5 ชนิด ร่วมกับลักษณะทางกายภาพ ในการกำจัดต้นกล้าแบบ zygotic ในประชากรมะม่วงต้นตอพันธุ์ Turpentine พบว่า ไอโซไซม์ leucine aminopeptidase พบยีนในต้นกล้าที่ไม่พบในต้นแม่ เพิ่มพงษ์และคณะ (2538) ได้ศึกษารูปแบบของไอโซไซม์ peroxidase ในใบและเปลือกหุ้มกิ่งของมะม่วงพันธุ์ไทย 10 พันธุ์ และพันธุ์ต่างประเทศ 12 พันธุ์ ด้วยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิสทั้งเจลรูปแท่งและแผ่น พบว่า รูปแบบของไอโซไซม์ peroxidase ที่ได้ มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วน และ อายุของเนื้อเยื่อมะม่วงเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าใบมะม่วงที่จะนำมาศึกษาควรมีอายุ 3-4 เดือน หลังจากแตกใบอ่อน และพบว่าการมีหรือไม่มีแถบของไอโซไซม์บ่งชี้ให้เห็นความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์มะม่วงทั้งสองกลุ่มนี้ได้อย่างเด่นชัด แต่ผลจากการเขียนรูปแบบของไอโซไซม์ (zymogram pattern) แสดงให้เห็นว่าไอโซไซม์ peroxidase ที่อยู่ในใบมะม่วง สามารถใช้ร่วมกับคุณลักษณะอื่น ๆ เช่น ลักษณะทางสัณฐานเพื่อประโยชน์ในการจำแนกพันธุ์มะม่วง ชวลิต (2540) สามารถใช้จำแนกต้นกล้าพันธุ์แก้วและพันธุ์ตลับนากได้อย่างชัดเจน โดยใช้

เจลรูปแท่งและใช้ไอโซไซม์ peroxidase แต่ยังไม่สามารถใช้จำแนกต้นกล้าแบบ zygotic และ nucellar ได้อย่างเด่นชัด Eiadthong *et al.* (1998) ศึกษารูปแบบของไอโซไซม์ของมะม่วง 58 พันธุ์ในประเทศไทย โดยใช้ตัวกลางคือแป้ง และใช้ไอโซไซม์ 3 ชนิด คือ isocitrate dehydrogenase, phosphoglucose isomerase และ alcohol dehydrogenase พบว่า ไอโซไซม์ทั้ง 3 ชนิดแสดงรูปแบบซึ่งสามารถบอกได้ว่า มะม่วงในพันธุ์เดียวกันที่ได้มาจากที่ต่างกันให้รูปแบบของแถบสีที่เหมือนกัน ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม polyembryonic และ กลุ่ม monoembryonic และสามารถจัดกลุ่มความสัมพันธ์ทางบรรพบุรุษกับพันธุ์อื่น ๆ ได้เป็น 14 กลุ่มตามรูปแบบของแถบที่ได้มาจากทั้ง 3 ไอโซไซม์ Jintanawongse and Changtragoon (2000) ได้จำแนกพันธุ์มะม่วง 4 พันธุ์ คือ เขียวเสวย น้ำดอกไม้ หนังกลางวัน และแรด และรับรองลูกผสมมะม่วงจากการผสมข้าม 20 คู่ผสมจากมะม่วง 4 พันธุ์ดังกล่าว และมะม่วงพันธุ์ทองดำ และแก้ว โดยใช้เทคนิคไอโซไซม์ แบบใช้แป้งเป็นตัวกลาง ซึ่งใช้เอนไซม์จากใบอ่อน โดยพบว่าไอโซไซม์ 11 ชนิดที่ได้ศึกษา มีไอโซไซม์ 2 ชนิดคือ diaphorase (DIA) และ isocitrate dehydrogenase (IDH) สามารถใช้ร่วมกันในการจำแนกพันธุ์มะม่วงและรับรองลูกผสมข้างต้นได้ อย่างไรก็ตามยังไม่สามารถแยกความแตกต่างของสายต้นต่างๆ ในพันธุ์เดียวกันได้ชัดเจนนัก เนื่องจากยีนมีความคล้ายคลึงกันมาก ดังนั้น ควรใช้ลายพิมพ์ DNA ตรวจสอบมะม่วงแต่ละสายต้น และลูกผสมต่อไป Lavi *et al.* (1993) ได้ใช้รูปแบบของสารพันธุกรรมเพื่อใช้ในการจำแนกพันธุ์มะม่วง ที่ได้จากการแผนการปรับปรุงพันธุ์ และการคัดเลือกต้นตอของมะม่วง พบว่าสามารถจำแนกความแตกต่างของมะม่วงได้ 15 สายต้น และจำแนกความแตกต่างของต้นตอได้ 15 ต้นตอ โดยพิจารณาจากรูปแบบลายพิมพ์ DNA ด้วยเทคนิค Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) นอกจากนี้ Adato *et al.* (1995) ได้จำแนกสายพันธุ์ของมะม่วงเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ของมะม่วง 20 พันธุ์ และวิเคราะห์โครงสร้างของวงศ์ (family structure) ด้วยเทคนิค RFLP พบว่าสามารถจำแนกความแตกต่างของมะม่วงแต่ละพันธุ์ได้ นอกจากนี้ยังใช้เทคนิคนี้ในการจำแนกต้นกล้า 12 ต้นที่ได้มาจากการผสมระหว่าง มะม่วงพันธุ์ Tommy Atkins และ Keitt และพบว่าลายพิมพ์ DNA จะเป็นประโยชน์ในการจำแนก และใช้ในการปรับปรุงพันธุ์มะม่วงต่อไป