บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

พืชตระกูล Solanaceae

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชตระกูล Solanaceae

เป็นไม้ล้มลุก ไม้พุ่มหรืออาจเป็นไม้ยืนต้นข้ามปี ลำต้นตรงหรือเลื้อย ใบเดี่ยวเรียงตัวแบบสลับ ขอบใบเรียบหรืออาจมีหยักได้หลายรูปแบบ หรืออาจเป็นใบประกอบ ไม่มีหูใบ ดอกส่วนใหญ่สมบูรณ์เพศและได้สมมาตรตามรัศมี กลีบเลี้ยงมี 5 กลีบ เรียงตัวแบบจรดกัน (valvate) หรือ พับจีบ (plicate) กลีบดอกเชื่อมติดกันมี 5 กลีบ ส่วนใหญ่เชื่อมติดกันแบบรูปกงล้อ (rotate) เกสรตัวผู้เป็นแบบ typical มีหลายหยัก วางตัวสลับกับกลีบดอก บางครั้งเป็นหมัน ก้านเกสรตัวเมียมี 1 อัน ยอดเกสรตัวเมียเรียบ หรือมีหยัก รังไข่อยู่เหนือส่วนอื่นของดอก (superior ovary) มี 2 ช่อง รกเป็นแบบ axile ไข่อ่อนมีจำนวนมาก ผลเป็นผลสด (berry) หรือผลแห้ง (capsule) (Bailey,1964)

Alfred (1971) ได้แบ่งพืชในตระกูล Solanaceae ออกเป็น 2 อนุกรม (series) ดังนี้คือ

1. อนุกรม A ประกอบไปด้วยพืชในตระกูล Solanaceae ที่ คัพภะ (embryo) มีลักษณะโค้งงอ โดยโค้งงอมากกว่าครึ่งวงกลม และมีเกสรตัวผู้ที่ทำหน้าที่มากกว่า 5 อัน ซึ่งในอนุกรม A นี้ประกอบด้วย 3 เผ่า (tribe) คือ

   1. เผ่า Nicandneae พืชในเผ่านี้ มีรังไข่ 3-5 ช่อง รกไม่สมมาตร ประกอบด้วยพืชในสกุล *Nicandra* เพียงสกุลเดียว

   2. เผ่า Solaneae พืชในเผ่านี้ มีรังไข่ 2 ช่อง มีสมาชิกทั้งสิ้น 40 สกุล สามารถแบ่งเป็นเผ่าย่อย (subtribe) ได้ โดยการพิจารณาจากรูปแบบของกลีบดอก ลักษณะของผล และการแทรกตัวของอับเกสร พืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่จัดอยู่ในเผ่านี้คือ พืชในสกุลพริก (*Capsicum*) และสกุลมะเขือ (*Solanum*)

3. เผ่า Datureae พืชในเผ่านี้ มีรังไข่ 3-5 ช่อง มีสมาชิกทั้งสิ้น 3 สกุล ที่สำคัญได้แก่ พืชในสกุลลำโพง (*Datura*)

2. อนุกรม B ประกอบไปด้วยพืชในตระกูล Solanaceae ที่คัพภะ มีลักษณะตรง หรือเกือบตรง ประกอบไปด้วย 2 เผ่า คือ

1. เผ่า Cestreae พืชในเผ่านี้มีเกสรตัวผู้ที่ทำหน้าที่ได้ทั้งหมด 5 อัน มีสมาชิกทั้งสิ้น 24 สกุล สกุลที่สำคัญทางเศรษฐกิจได้แก่ สกุลยาสูบ (*Nicotiana*) และสกุล *Petunia*

2. เผ่า Salpiglossideae พืชในเผ่านี้มีเกสรตัวผู้ที่ทำหน้าที่ได้ 2-4 อัน มีสมาชิกทั้งสิ้น 10 สกุล สกุลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจได้แก่ สกุล *Salpiglosis* และ *Schizanthus* ซึ่งปลูกเป็นพืชประดับในทวีปอเมริกา

รูปวิธานสกุลของพืชตระกูล Solanaceae

Bailey (1964) ได้เสนอรูปวิธานของพืชที่สำคัญในตระกูล Solanaceae ไว้ดังนี้

A.เกสรตัวผู้ทั้งหมดทำหน้าที่ โดยทั่วไปมี 5 อัน

B. ผลเป็นผลสดแบบ berry

C. อับเกสรอยู่ล้อมรอบก้านเกสรตัวเมีย

D. ช่องของอับเกสรทั้ง 2 ช่องปิด อยู่ชิดกันและขนานกัน

E. อับเกสรเปิดที่รูเปิด หรือ ฝาปิดที่ตรงปลายหรือใกล้กับปลาย.....*Solanum*

EE.อับเกสรเปิดจากส่วนฐานจนถึงส่วนปลาย ปลายอับเกสรยื่นยืดยาวออกไป.....*Lycopersicon*

DD.ช่องของอับเกสรทั้งสองแยกออกจากกัน.....*Cyphomandra*

CC.อับเกสรไม่อยู่ล้อมรอบก้านเกสรตัวเมีย และแตกตามยาวเมื่อแก่

D. ชั้นกลีบเลี้ยงขยายตัวเมื่อเป็นผล

E.พืชล้มลุกไม่มีเนื้อไม้ ดอกเป็นรูปกงล้อ หรือรูปกรวย

F.ชั้นกลีบเลี้ยงขยายตัวยาวเท่าความยาวของผล..... .....*Atropa*

FF.ชั้นกลีบเลี้ยงพองตัวออกเป็นถุงห่อหุ้มผลไว้

G.รังไข่มี 2 ช่อง กลีบเลี้ยงคล้ายหยักฟัน 5 หยัก.....*Physalis*

GG.รังไข่มี 3-5 ช่อง กลีบเลี้ยงแบ่งเป็น 5 แฉกลึก.....*Nicandra*

EE.พืชยืนต้นมีเนื้อไม้ ดอกเป็นหลอด กลีบดอกมีลักษณะแคบ.....*Iochroma*

DD.ชั้นกลีบเลี้ยงไม่ขยายตัวเมื่อเป็นผล

E.ข้อมีหนาม.....*Lycium*

EE.ข้อไม่มีหนาม

F.ดอกยาว 2 นิ้วหรือน้อยกว่า ไม่เป็นไม้เลื้อย

G. ชั้นกลีบดอกเป็นรูปกงล้อ หรือรูประฆัง

H. รากขนาดใหญ่มาก.....*Mandragora*

HH. รากเป็นฝอย..... *Capsicum*

GG.ชั้นกลีบดอกเป็นรูปหลอด ทรงกระบอก หรือรูปตัวยู

H.ไข่อ่อนมี 3-6 อัน ในแต่ละช่อง.....*Cestrum*

HH.ไข่อ่อนมีจำนวนมากในแต่ละช่อง.....*Salpichroa*

FF.ดอกมีขนาดใหญ่มาก กลีบดอกยาว 4 นิ้วหรือมากกว่า.....*Solandra*

BB.ผลเป็นผลแห้งแบบ capsule ส่วนใหญ่แตกเมื่อผลแก่

C.ใบคล้ายรูปหัวใจ กลุ่มใบเป็นพุ่มเตี้ย.....*Fabiana*

CC.ใบไม่คล้ายรูปหัวใจ กลุ่มใบเป็นพุ่มสูง

D.ผลเปิดโดยมีฝา.....*Hyoscyamus*

DD. ผลเปิดโดยมีรอยแตกตามความยาวหรือแตกออกแบบไม่สมมาตร

E.กลีบเลี้ยงห่อหุ้มผลไว้ทั้งหมด หรือเกือบทั้งหมด.....*Nicotiana*

EE.กลีบเลี้ยงมีขนาดสั้นกว่าความยาวของผล และม้วนออก.....*Datura*

AA.เกสรตัวผู้อยู่เป็นคู่ (didynamous) เกสรตัวผู้ 1 อัน หรือหลายอันมีขนาดเล็กหรือเป็นหมัน

B.เกสรตัวผู้ทำหน้าที่ 2 อัน.....*Schizanthus*

BB.เกสรตัวผู้ทำหน้าที่ 4 หรือ 5 อัน

C.เกสรตัวผู้ทำหน้าที่ 5 อัน

D.เกสรตัวผู้ที่ทำหน้าที่ ติดอยู่ที่ปลายหลอด.....*Nierembergia*

DD.เกสรตัวผู้ที่ทำหน้าที่ ติดอยู่ที่กลางหรือโคนหลอด.....*Petunia*

CC.เกสรตัวผู้ทำหน้าที่ 4 อัน

D.อับเกสรทุกเซลล์พัฒนาจนสามารถทำหน้าที่ได้

E.ผลเป็นผลแห้งแบบ capsule พืชล้มลุกมีขนที่เหนียว.....*Salpilossis*

EE.ผลเป็นผลสด แบบ berry พืชยืนต้นไม่มีขนที่เหนียว.....*Brunfelsia*

DD.อับเกสร 1 เซลล์ในแต่ละคู่ที่สั้นกว่าจะไม่พัฒนาจนสามารถทำหน้าที่ได้

E.ชั้นกลีบดอกเป็นหลอดทรงกระบอกตรง.....*Browallia*

EE.ชั้นกลีบดอกเป็นหลอดบิดเป็นเกลียว ส่วนคอกว้างออก.....*Sterptosolen*

พืชสกุลมะเขือ

Herklots (1972) รายงานถึงการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายของชนิดและพันธุ์ของพืชในสกุลมะเขือ ในประเทศไทยและในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไว้ว่า ในตลาดท้องถิ่นของประเทศไทยนั้นพบความหลากหลายของลักษณะของผลมะเขือ (brinjal) โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปร่างผล แต่โดยทั่วไปจะเป็นแบบกลมแป้น รูปไข่ หรือทรงกลม และมีสีที่แตกต่างกันไป ลักษณะต่าง ๆ ของผลนี้เป็นลักษณะของพันธุ์การค้า สำหรับสีนั้นพบว่ามีความสม่ำเสมอกันมาก มักจะพบสีม่วง สีเขียวอ่อนไปจนถึงสีขาว สีเขียวเข้มไปจนถึงสีขาว โดยที่ผลที่มีสีทั้ง 3 แบบดังกล่าวส่วนใหญ่จะมีรูปร่างของผลค่อนข้างกลมแป้น ในขณะที่พันธุ์ให้ผลสีเหลืองทองนั้น ทั้งหมดจะมีรูปร่างผลทรงกรวย ผิวเรียบและมีเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวไม่เกิน 2 นิ้ว โดยที่ผลมะเขือต่าง ๆ เหล่านี้มิได้เก็บมาจากป่า แต่เป็นผลผลิตที่ได้จากการเพาะปลูกของคนในหมู่บ้าน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเป็นพันธุ์ท้องถิ่น และนอกจากมะเขือ (*S. melongna* Linn.) แล้วยังมีพืชในสกุลมะเขือชนิดอื่น ๆ ที่มีผลขนาดเล็ก ซึ่งได้แก่ มะอึก มะเขือพวง และมะแว้งนก ซึ่งนำมาใช้เพื่อบริโภคเป็นผักอย่างแพร่หลายในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต่อมาฉลาดชาย และคณะ (2543) ได้รายงานว่า พืชในสกุลมะเขือซึ่งได้แก่ มะเขือขื่น มะแว้งเครือ (*S. trilobatum* Linn.) และ มะแว้งต้น (*S. indicum* Linn.) ใช้ประกอบอาหารเพื่อเป็นผักในประเทศไทย

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชสกุลมะเขือ

พืชในสกุลมะเขือ มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังนี้คือ เป็นไม้ล้มลุก ไม้พุ่ม หรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก มีหนามหรือไม่มีหนาม ใบเรียงตัวแบบสลับหรือตรงข้าม ขอบใบเรียบหรือมีรอยหยักเว้าแบบขนนก ช่อดอกเป็นชนิดที่ดอกข้างบนหรือดอกด้านในตรงกลางบานก่อน ส่วนดอกด้านข้างสองข้างจะบานทีหลัง (cyme) หรือเป็นช่อดอกที่มีดอกย่อยข้างล่างหรือดอกด้านนอกบานก่อน ดอกย่อยมีก้านดอก (raceme) ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 5 หรือ 10 กลีบ อาจเป็นแบบมีหยักหรือกึ่งเรียบ กลีบดอกเป็นหลอดสั้นรูปกงล้อ (rotate) หรืออาจเป็นรูประฆัง (campanulate) มี 5 กลีบ (อาจมี 4-6 กลีบ) เกสรตัวผู้มี 5 อัน (อาจมี 4-6 อัน) อยู่ชั้นในของวงกลีบที่เป็นหลอด ก้านเกสรตัวผู้สั้น อับเกสรมีความยาวมากกว่าความกว้าง ด้านยาวทั้งสองข้างเกือบขนานกันตลอด (oblong)

ส่วนบนแคบ และมีรูเปิดด้านบน เกสรตัวเมียมีขนาดเล็ก รังไข่แบ่งเป็น 2 ช่อง (อาจมี 3-4 ช่อง) ผลเป็นผลสดแบบ berry มีขนาดเล็กหรือใหญ่ อาจกลมหรือยาว เมล็ดแบนคล้ายจานมีจำนวนมาก (Hooker, 1961)

รูปวิธานของพืชสกุลมะเขือ

Henry (1967) ได้เสนอรูปวิธานของพืชสกุลมะเขือ ดังนี้

A. ไม้ล้มลุก หรือไม้พุ่มไม่มีหนาม

B.ดอกเป็นช่อแบบ cymose

C.ไม้ล้มลุก ไม่มีขน ใบบาง ผลแบบ berry ขนาดเล็ก สีดำ..... .. *S. nigrum*

CC. ไม้พุ่มยืนต้นขนาดใหญ่ มีขนคล้ายขนแกะหนาแน่น

ผลแบบ berry สีเหลือง..... *S. verbascifolium*

BB.ดอกเป็นกลุ่มจากตาข้าง หรือดอกเดี่ยว

C. พืชเจริญเติบโตบนพืชอื่นแต่ไม่เป็นปาราสิต ชั้นกลีบเลี้ยงกึ่งเรียบ ดอกสีขาว

..... *S. parasiticum*

CC. พืชเจริญเติบโตบนบก ชั้นกลีบเลี้ยงมีหยักแบบฟัน 10 หยัก

D. กลีบเลี้ยงยาว 5 อัน สั้น 5 อัน ดอกสีน้ำเงิน .....*S. blumei*

DD. กลีบเลี้ยงยาวทั้ง 10 อัน ดอกสีขาว

E. ใบและลำต้นมีขนประปราย ..... *S. decemdentatum*

EE. ใบและลำต้นมีขนอ่อนนก .....*S. biflorum*

AA. ไม้ล้มลุก หรือไม้พุ่มมีหนาม

B. ไม้พุ่มสูงไม่เกิน 4 เมตร

C. ผลมีขนคล้ายหนาม

D. ชั้นกลีบเลี้ยงไม่โอบล้อมผล..... *S. ferox*

DD. ชั้นกลีบเลี้ยงโอบล้อมผลไว้เกือบทั้งหมด..... *S. involucratum*

CC. ผลเรียบ

D. ผลรูปคล้ายผลสาลี่ที่มีพูยื่นออกมาด้านข้าง ..... *S. mammosum*

DD. ผลเรียบ รูปกลม ..... *S. coagulans*

BB. ไม้พุ่มสูง 4-8 เมตร

C. ช่อดอกเป็นแบบ cymose ดอกสีขาว..... *S. torvum*

CC. ช่อดอกเป็นแบบ racemose ดอกสีน้ำเงิน..... *S. indicum*

BBB. ไม้ล้มลุก ทอดนอน หรือพาดเลื้อย มีหนามมาก ดอกสีน้ำเงิน

C. ดอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ช่อดอกแบบ cyme มีดอก 5-8 ดอกต่อช่อ

..... *S. trilobatum*

CC. ดอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 นิ้ว ช่อดอกแบบ peduncle มีดอก 1-2 ดอกต่อช่อ

..... *S. sarmentosum*

ในขณะที่ Bailey (1964) ได้เสนอรูปวิธานชนิดที่สำคัญของพืชในสกุลมะเขือไว้ดังนี้

A. ไม้ยืนต้น

B. ชนิดที่ปลูกเพื่อให้ได้ลำต้นใต้ดินแบบ tuber ..... *S. tuberosum*

BB. ชนิดที่ปลูกเพื่อรับประทานผลหรือปลูกประดับ

C. พืช ไม่มีหนาม

D. ดอกสีม่วง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้วหรือมากกว่า

E. ผลยาว 2-12 นิ้ว ติดเป็นผลเดี่ยวๆ..... *S. melongena*

EE. ผลยาว ½ - 1 นิ้ว ติดเป็นพวง..... *S. rantonnettii*

DD. ดอกสีขาว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ½ นิ้วหรือน้อยกว่า

E. ใบรูปไข่ ผลสีดำ ติดเป็นพวง..... *S. nigrum*

EE. ใบรูปยาว ผลสีแดงเลือดหมูหรือสีเหลือง มักติดเป็นผลเดี่ยว ๆ

F. กิ่งก้านไม่มีขน ..... *S. pseudo-capsicum*

FF. กิ่งก้านมีขนรูปดาว ..... *S. capsicatrum*

CC. พืชมีหนาม

D. ลำต้นอ่อนและใบด้านล่างมีขนสั้นหนานุ่มสีสนิมปกคลุม

E. กิ่งก้านแข็งแรง ..... *S. robustum*

EE. กิ่งก้านไม่แข็งแรง ..... *S. warscewiczii*

DD. ลำต้นอ่อนและใบมีขนสั้นนุ่มสีเทา หรือสีเทาปนขาว

E. ดอกสีขาว ..... *S. integrifolium*

EE. ดอกสีน้ำเงิน หรือม่วง

F.ใบแคบ มีขนละเอียด หรือคล้ายเส้นไหม... .....*S. muricatum*

FF.ใบเป็นรูปไข่กว้าง มีขุย หรือขนหยาบ... .....*S. melongena*

A.ไม้เลื้อย

B.ใบและลำต้นมีหนาม..... *S. wendlandii*

BB. ใบและลำต้นไม่มีหนาม

C. ลำต้นและใบไม่มีขน

D.ใบยาว 1-3 นิ้ว ใบส่วนบนของต้นเป็นใบเดี่ยว ขอบใบเรียบ.....*S. jasminoides*

DD.ใบยาว 4 นิ้ว หรือมากกว่า 4 นิ้ว ใบประกอบแบบขนนก..... *S. seaforthianum*

CC. ลำต้นและใบมีขน.....*S. dulcamara*

การรวบรวมและการประเมินพืชสกุลมะเขือ

ในประเทศเขตร้อนกำลังประสบสภาวะการสูญเสียแหล่งพันธุกรรมของมะเขือ (eggplant) ซึ่งเป็นพืชผักที่สำคัญในตระกูล Solanaceae เนื่องจากเกิดการนำเข้าสายพันธุ์ใหม่จากญี่ปุ่น ไต้หวัน และประเทศอื่น ๆ เข้ามาแทนที่ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องทำการสำรวจ เก็บรวบรวม ปลูกเปรียบเทียบ และเก็บรักษาพันธุ์พื้นเมือง รวมทั้งพันธุ์ป่าชนิดอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกัน(Tomoaki, 1988)

Sakata (1986) ได้รวบรวมพืชตระกูลมะเขือ 87 ตัวอย่าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมะเขือ มะเขือเทศ พริกหวาน จากแหล่งต่าง ๆ 8 แห่งของประเทศมาเลเซีย โดยที่ 40 ตัวอย่างเป็น *Solanum torvum S. ferox* และ *S. melongena* และได้บรรยายรายละเอียดของพืชทั้งหมดไว้แล้ว ต่อมา Narikawa *et al.* (1988) รายงานเพิ่มเติมว่าพืชในตระกูล Solanaceae ทั้งหมด 326 ตัวอย่างซึ่งประกอบด้วย มะเขือพันธุ์ป่า พันธุ์ท้องถิ่น และพันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศของมะเขือเทศ พริก เก็บรวบรวมในประเทศมาเลเซีย โดยสถาบัน The National Research Institute of Vegetables, Ornamental Plant and Tea (NIVOT) แห่งประเทศญี่ปุ่น ร่วมกับ The Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) พบว่าสายพันธุ์ของมะเขือพวงจำนวน 14 สายพันธุ์ นำมาจากประเทศมาเลเซีย และอีก 4 สายพันธุ์ นำมาจากประเทศอื่น ๆ มะเขือ 2 สายพันธุ์ รวมทั้งสายพันธุ์ลูกผสม 3 สายพันธุ์ ที่นำมาใช้เป็นต้นตอใช้ทดสอบเพื่อหาความต้านทานต่อเชื้อโรค พบว่าสายพันธุ์ทั้งหมดมีความต้านทานต่อเชื้อ *Fusarium oxysporum* และ *Pseudomonas solanacearum* strain E 8323 แต่บางสายพันธุ์อ่อนแอมากต่อ strain E 8101 ในขณะที่สายพันธุ์ LS 1947 และ LS 1948 มีความต้านทานต่อเชื้อทั้งสอง strain สายพันธุ์ LS 1955, LS 1964, LS 1957, LS 1878 และ LS 1921 แสดงให้ถึงความต้านทานต่อเชื้อ *Verticillium dahliae* ต่อมา IBPGR – BARI (1990)

ได้เก็บรวบรวมมะเขือ กระเจี๊ยบ (*Abelmoschus esculentus* Linn.) และพืชบางชนิดที่เป็นพันธุ์ป่าของพืชในสกุลมะเขือ (*S. torvum* Swartz., *S. indicum* Linn. และ *S. sisymbriifolium* Linn.) ที่มีความแปรปรวนของลักษณะเด่นต่าง ๆ จากทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และภาคกลางของบังคลาเทศในช่วงเดือนเมษายนของปี ค.ศ.1990 รวมทั้งสิ้น 240 สายพันธุ์ และได้บันทึกความแปรปรวนของรูปร่าง ขนาด และสีของผลมะเขือไว้ด้วย และในปี 1992 Morgado and Vazedias ได้เปรียบเทียบ *S. gilo* Linn. และ *S. aethiopicum* Linn. จำนวน 43 สายพันธุ์ ที่เก็บรวบรวมในระหว่างปี ค.ศ. 1989-1990 โดยการใช้คู่มือสำหรับพริกและมะเขือ ซึ่งรับรองโดย The International Board for Plant Genetic Resources ซึ่งลักษณะเบื้องต้นที่ได้ทำการเปรียบเทียบกัน คือ การปรากฏของหนาม ความสูงของพืช สีของผลที่ยังไม่สุก รูปร่างผล และน้ำหนักผล ซึ่งผลการทดลองพบว่าสายพันธุ์ส่วนใหญ่ (9 เปอร์เซ็นต์) ไม่ปรากฏหนาม ความสูงของพืชขณะให้ดอก 23-71 เซนติเมตร น้ำหนักของผล 19-110 กรัม สายพันธุ์ทั้งหมดให้ผลสีดำปนเขียว 3 เปอร์เซ็นต์ รูปร่างผลเป็น ผลกลม คล้ายผลแตง ผลยาว และผลรูปไข่เป็น 61, 20, 9.5 และ 9.5 เปอร์เซ็นต์ของสายพันธุ์ทั้งหมด

ต่อมา Velayudhan and Upadhyay (1994) เก็บรวมรวมและสำรวจเชื้อพันธุกรรมของพืชพันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่าของ *Solanum* จากประเทศเนปาลในช่วงเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 1991 และอธิบายถึงความแปรปรวนทางด้านสัณฐานวิทยา และการกระจายพันธุ์ของมะเขือ (*S. melongena* Linn. var. *melongena*) จำนวน 20 สายพันธุ์และพันธุ์ป่าของพืชสกุลมะเขือ จำนวน 10 สายพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วย *S. verbascifolium* Linn., *S. surattense* Linn., *S. indicum* Linn., *S. viarum* Dunal., *S. torvum* Swartz., *S. sisymbriifolium* Linn. และ *S. nigrum* Linn. รวมทั้งได้อธิบายถึงลักษณะการกระจายพันธุ์ของพันธุ์ป่าและพันธุ์ปลูกไว้ด้วย ในปี ค.ศ. 1996 Arumugan *et al.* รายงานว่า KKM 1 เป็น สายพันธุ์มะเขือ(*S. melongena* Linn cv. Kulathun) ที่ได้มาจากสายพันธุ์พื้นเมืองจากการตรวจสอบผลการบันทึกของเชื้อพันธุ์จากท้องถิ่นที่แตกต่างกันของอินเดีย และพันธุ์ท้องถิ่นที่เก็บรวบรวมที่ Killikulam จำนวน 25 สายพันธุ์ ซึ่งได้สรุปลักษณะต่าง ๆ และได้จำหน่ายพันธุ์สู่ท้องตลาดเพื่อใช้เป็นพันธุ์การค้าในปี ค.ศ. 1995 ใน Tirunelveli, Tuticorin และ Kanyakumari ต่อมาในปี ค.ศ. 1999 Nuez *et al.* รายงานว่า The Departmento de Biotecnologia Area de Genetida of the Universidad Nacional de Loja แห่งประเทศเอกวาดอร์ ได้เก็บรวบรวมพันธุ์ปลูกและพันธุ์ป่าของพืชในตระกูล Solanaceae ที่มีความสำคัญทางพืชสวนจากบริเวณตอนใต้ของประเทศเอกวาดอร์ บริเวณเทือกเขาแอนดีส ซึ่งเป็นศูนย์กลางของความหลากหลายของพืชในตระกูล Solanaceae โดยบริเวณที่เก็บรวบรวมนั้นมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ตั้งแต่เขตแห้งแล้งไปจนถึงเขตป่าฝน และจากระดับน้ำทะเล ไปจนถึงระดับ 3,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล โดยเก็บรวบรวมพันธุ์ปลูก

และพันธุ์ป่าของมะเขือเทศ พริก Pepin (*Solanum quitoense*) และ Cape gooseberry ทั้งสิ้น 132 สายพันธุ์ แบ่งเป็นพันธุ์ปลูก 68 สายพันธุ์ และพันธุ์ป่า 64 สายพันธุ์ รวมทั้งพบความหลากหลายที่น่าสนใจสำหรับ การปรับปรุงพันธุ์พืชดังกล่าว นอกจากนั้นยังได้บรรยายถึงการใช้และระดับที่จะใช้เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ไว้ด้วย ในขณะที่ Narendra *et al.* (1999) ได้ปลูกเปรียบเทียบสายพันธุ์มะเขือจำนวน 325 สายพันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ที่ปลูกทดสอบแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของนิสัยการเจริญเติบโต การมีหนามหรือไม่มีหนาม รูปร่าง และสีของใบ โครงสร้างของดอก รูปร่าง สี และขนาดของผล รวมทั้งปริมาณผลผลิต จากการปลูกเปรียบเทียบ ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มของมะเขือโดยอาศัยลักษณะของผลโดยใช้รูปร่างผลแบ่งเป็นกลุ่มที่ให้ผลรูปกรวย 105 สายพันธุ์ กลุ่มที่ให้ผลกลม 103 สายพันธุ์ กลุ่มที่ให้ผลยาว 97 สายพันธุ์ และกลุ่มที่ให้ผลรูปไข่ 20 สายพันธุ์ และการแบ่งโดยใช้สีผล แบ่งเป็นกลุ่มที่ให้ผลสีเขียว 54 สายพันธุ์ กลุ่มที่ให้ ผลสีขาว 6 สายพันธุ์ กลุ่มที่ให้ผลสีผสม 20 สายพันธุ์ และกลุ่มที่ให้ผลสีม่วง 45 สายพันธุ์ นอกจากนั้นยังได้ทำการบันทึกลักษณะอื่นอีก 18 ลักษณะไว้ด้วย

การหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชสกุลมะเขือโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาประกอบขึ้นด้วยรูปแบบของส่วนต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ ส่วนประกอบของโครงสร้างและความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของส่วนนั้นกับส่วนอื่น ๆ ของสิ่งมีชีวิต ลักษณะทางสัณฐานวิทยานี้เป็นลักษณะเบื้องต้นที่จะต้องอธิบายถึง นอกจากนั้นแล้วการศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยายังทำให้ทราบถึงบรรพชีวินของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น และลักษณะทางสัณฐานวิทยานี้ยังเป็นลักษณะพื้นฐานที่เข้าใจได้ง่าย ซึ่งใช้เป็นหลักพื้นฐานในการอธิบายถึงสิ่งมีชีวิตอย่างกว้างขวาง ทั้งยังทำให้ทราบถึงวิวัฒนาการและระยะพัฒนาการต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตด้วย ซึ่งการศึกษาเพื่อหารูปแบบของสิ่งมีชีวิตนั้นเป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบประยุกต์ของสิ่งมีชีวิต ทำให้สามารถคาดคะเนถึงถิ่นกำเนิดและความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นการจัดจำแนกที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของระบบธรรมชาติจึงเป็น จุดมุ่งหมายของการศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยานั้นเอง (Arthur, 1964)

อนึ่ง ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอก เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ใช้ในการจัดจำแนกพืชมีดอก เป็นลักษณะที่สังเกตได้ง่ายรวมทั้งสามารถใช้เป็นกุญแจเพื่ออธิบายได้ โดยทั่วไปลักษณะทางสัณฐานวิทยานั้นเป็นลักษณะที่ใช้มากที่สุดในการจัดจำแนกพืช (Samuel and Arlene, 1979) ซึ่งพืชชั้นสูงอาศัยลักษณะในการจัดจำแนกตระกูล ได้แก่ จำนวนกลุ่มของเกสรตัวผู้ จำนวนของเกสรตัวเมีย แบบของช่อดอก คัพภะวิทยา ตำแหน่งของรังไข่ รูปร่างของไข่อ่อน จำนวนของชั้น

เกสรตัวเมีย ตำแหน่งของรก การเกิดเพศดอกบนต้น โดยที่จำนวนสมาชิกในตระกูลหนึ่งอาจมีสกุลเดียวหรือมากกว่า 100 สกุล (เกศิณี, 2528)

ในปี 1974 Kostina ได้อธิบายถึงความแปรปรวนอันเกิดจากระยะพัฒนาการของใบและลำต้นของลูกผสมและสายพันธุ์ของพืชสกุลมะเขือกลุ่มมันฝรั่งหลายชนิด โดยได้อธิบายถึงระดับของความแตกต่างที่เกิดจากความต่อเนื่องของใบของแต่ละพันธุ์ พบว่าสามารถแยกกลุ่มพันธุ์ที่เกิดจากการผสมข้ามชนิด (interspecific cross) ออกมาจากกลุ่มอื่นได้ โดยพิจารณาจากความแตกต่างของใบในระยะที่ยังไม่แก่ร่วมกับระยะใบแก่ รวมทั้งพบว่าสามารถแบ่งระยะการเจริญของใบออกได้เป็น 6 ระยะ ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นเกณฑ์เพื่อการจัดจำแนกหรือเพื่อหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้ โดยใช้ 2 ระยะแรกของการพัฒนาของใบ ทั้งนี้เพราะเป็นช่วงระยะที่ได้รับผลกระทบน้อยที่สุดจากสภาพแวดล้อม ซึ่งการเปรียบเทียบโดยใช้ใบเลี้ยงพบว่า *Solanum demissum* และพันธุ์ที่มาจาก *S. demissum* นั้น ให้ใบเลี้ยงที่มีลักษณะแคบ ๆ ในขณะที่พันธุ์ที่มาจาก *S. tuberosum* ให้ใบเลี้ยงที่มีลักษณะกว้างกว่า รวมทั้งต้นกล้าที่ให้ใบเลี้ยงแคบนั้นยังพบได้ในพันธุ์ที่มาจาก *S. andigenum* ซึ่งการแบ่งกลุ่มโดยใช้ลักษณะของใบที่อยู่ในระยะแรกของการเจริญเติบโตนั้นสามารถใช้ได้กับ *S. demissum*, *S. andigenum* และพันธุ์ที่มาจากชนิดดังกล่าว และการแบ่งแยกที่ใช้ลักษณะการเจริญเริ่มแรกของใบเลี้ยงนั้น มีสหสัมพันธ์กับระดับการแบ่งแยกที่ระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของใบในพันธุ์ที่มาจาก 2 ชนิด ที่เป็นพันธุ์ปลูก แต่ไม่มีสหสัมพันธ์ใน *S. demissum* ต่อมาในปี 1978 Shalaby *et al.* ได้จัดจำแนกพืชในสกุลลำโพง ซึ่งอยู่ในตระกูล Solanaceae จากประเทศอียิปต์ด้วยวิธีการแบบ Numerical Classification โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยาเป็นเกณฑ์ ทำให้สามารถแยกพืชกลุ่มมีเนื้อไม้ออกจากกลุ่มที่ไม่มีเนื้อไม้ในสกุลลำโพงได้ ซึ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะ heterogeneity ของพืชในสกุลนี้ รวมทั้งได้จัดจำแนกสายพันธุ์ต่าง ๆ ของพืชหลายชนิดที่เป็นสมาชิกของสกุลลำโพง ซึ่งพบว่ามีความคล้ายคลึงกันมาก ต่อมา Edmonds (1983) ได้ทดสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชสกุล *Solanum* Section Solanum โดยใช้กล้อง Scanning Electron Microscope (SEM) พบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาของละอองเกสร มีรูปร่างทั้งแบบ spheriodal จนถึงแบบ sub-prolate และสำหรับพื้นผิวมีทั้งแบบ tricopovate และแบบ granular แต่ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของละอองเกสรดังกล่าวยังไม่อยู่ในระดับที่ใช้เพื่อการจัดจำแนกได้ อย่างไรก็ตามสามารถชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางสัณฐานวิทยากับความหลากหลายทางพันธุกรรม(morpho-genetic diversity) ในพืชสกุลมะเขือบางชนิดได้ ต่อมาในปี 1986 Lester and Niakan ได้จัดจำแนกพืชในสกุลมะเขือกลุ่มแอฟริกา ซึ่งประกอบด้วย *S. aethiopicum* และ *S. anguivi* โดยการใช้วิธีผสมพันธุ์และทดสอบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยวิธีอิเล็กโทรโฟรีซิส ซึ่งใช้โปรตีนจากเมล็ด ทดสอบรายละเอียดทางสัณฐาน

วิทยา และการสังเกตในแปลงปลูกซึ่งประกอบด้วยการจำแนกแบบให้คะแนน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าพืชสกุลมะเขือทั้งหมดของกลุ่มแอฟริกา คือ *Solanum* section Oliganthes ลำดับ Aethiopica ที่ใช้ชื่อว่า *S. gilo* (=*S. olivare*), *S. zuccagnianum* (=*S. aethiopicum*), *S. aethiopicum* และ *S. aethiopicum* var. *aculeatum* (=*S. intearifolium*) มีที่มาจากชนิดเดียวกัน โดยกลุ่มที่นำมาจัดจำแนกนั้นมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกันซึ่งเป็นผลมาจากการคัดเลือกโดยมนุษย์เป็นการให้ชื่ออื่นแก่ *S. aethiopicum* โดยไม่อยู่ภายใต้ Linnaen names เช่น กลุ่ม Gilo กลุ่ม Shum กลุ่ม Kumba และกลุ่ม Aculeatum รวมทั้งเกิดวิวัฒนาการของ *S. aethiopicum* จำนวน 4 กลุ่มที่มีการเพาะปลูกในสถานที่ที่แตกต่างกัน

Schmelzer (1990) ได้จำแนกและสร้างรูปวิธานชนิดของพืชในสกุลมะเขือทั้งสิ้น 8 ชนิดที่ค้นพบที่เมือง Tai ในหมู่เกาะไอวอรีโคสต์ ทำให้สามารถแบ่งพืชดังกล่าวได้เป็น 3 กลุ่ม โดยการใช้ลักษณะดังต่อไปนี้เป็นเกณฑ์ คือ 1.การเป็นพันธุ์ป่า เช่น วัชพืชที่ไม่ได้เป็นสมุนไพรพื้นบ้าน ได้แก่ *S. aculeatissimum* , *S. erianthum* และ *S. torvum* 2. การเป็นพันธุ์ป่าที่ใช้เป็นสมุนไพรพื้นบ้านหรือใช้เพื่อบริโภค ได้แก่ *S. americanum*, *S. anguivi* และ *S. anomalum* และ 3. ชนิดที่ใช้เพาะปลูกเพื่อรับประทาน ได้แก่ *S. aethiopicum* และ *S. macrocarpon* และได้บันทึกชื่อท้องถิ่นของชนิดที่แตกต่างกันร่วมกับลักษณะต่าง ๆ ของ *S. aethiopicum* จำนวน 6 สายพันธุ์ ต่อมาในปี 1994 Castillo-Campos ได้อธิบายลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *S. guamuchilense* ซึ่งเป็นไม้เลื้อยชนิดหนึ่งที่ค้นพบในบริเวณป่ากึ่งผลัดใบที่บริเวณใกล้กับเมือง Guamuchi บริเวณเทือกเขา Vellejo ซึ่งอยู่ในแถบที่เรียกว่า Bahia de Banderas ของรัฐ Nayarit ประเทศเม็กซิโก ทำให้พบว่า *S. guamuchilense* มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกับ *S. molinarum*, *S. refractum*, *S. wendlandii* และ *S. cobanense* โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ทำให้ *S. guamuchilense* แตกต่างจากชนิดอื่นที่กล่าวมาแล้วคือ ขอบใบที่มีลักษณะเรียบ รวมทั้งช่อดอกและผลที่มีขนาดใหญ่ ในปี 1997 Heijden *et al.* ได้ใช้วิธีการแบบใหม่เพื่อศึกษาและจัดจำแนกพืชในสกุลมะเขือ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานทางด้านสัณฐานวิทยาด้วยการใช้คอมพิวเตอร์สร้างภาพในลักษณะ 3 มิติ เพื่อคำนวณลักษณะทางปริมาณและรูปร่างของกลีบดอกของพันธุ์ป่าของพืชสกุลมะเขือกลุ่มมันฝรั่ง โดยได้คัดเลือกจุดที่จะใช้ในการจัดจำแนกเป็นจุด ๆ จากเส้นระนาบและได้เส้นแสดงความสูงต่ำของพื้นผิวดอกทั้งหมดไว้ด้วย ทำให้พบความแปรปรวนอันเกิดจากวิธีการดังกล่าวเป็น 3 แบบด้วยกัน และเมื่อวิเคราะห์รูปแบบของความแปรปรวนที่เกิดขึ้นแล้ว ทำให้สามารถแยกกลุ่มมันฝรั่งออกได้เป็น 2 กลุ่มโดยใช้พื้นฐานของรูปร่างของกลีบดอกเป็นเกณฑ์ นอกจากนั้นยังพบว่าพืชชนิด *S.tarigiense* (superseries : Stellata) ไม่สามารถใช้ลักษณะรูปร่างของกลีบดอกเพื่อแยกพืชชนิดนี้ออกจากพืชชนิด *S. berthaultii* (superseries : Rotata) ได้

ต่อมาในปี 1998 Child ได้จัดจำแนกความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมภายในระดับสกุล (infrageneric taxa) ของพืชในสกุลมะเขือ เพื่อจำแนก section subsection หรือกลุ่มของชนิดขึ้นมาใหม่ ทั้งนี้เพราะยังมีพืชในสกุลมะเขือ อีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้อธิบายถึง ทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องจัดจำแนกพืชดังกล่าว ซึ่งพืชในสกุลมะเขือที่ได้อธิบายและจัด section ใหม่นี้ มี 4 section ด้วยกันคือ 1.subgenus *Solanum* : section Diamonon 2.subgenus *Potatoe* : section Californisolanum 3.subgenus *Potatoe* : sections Taeniotrichum 4.subgenus *Brevantherum* : section Stellatiaeminatum และได้เพิ่มสมาชิกใหม่ 2 กลุ่มเข้าไปยัง subgenus *Leptostemonum* (กลุ่มชนิด *S. occarpum* และ *S. schulzianum*) นอกจากนั้นยังได้จัดกลุ่มในระดับ subsection และ section rank ขึ้นมาใหม่ 9 กลุ่มด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย 1. subgenus *Solanum* : subsection Campanulisolanum 2. subgenus *Solanum* : subsection Nitidum 3. subgenus *Brerantherum* : subsection Caliocarpus 4. subgenus *Leptostemonum* : subsection Multispinum 5. subgenus *Leptostemonum* : section Giganteifornia 6. subgenus *Leptostemonum* : section Polygamum 7. subgenus *Leptostemonum* : section Erythrotrichum 8. subgenus *Leptostemonum* : section Polytricum 9. subgenus *Leptostemonum* : section Crinitum

การหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชสกุลมะเขือโดยใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์

การศึกษากายวิภาคศาสตร์ทำให้ทราบรายละเอียดของโครงสร้างและรูปแบบภายในของลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืช (Little and Jones, 1980) ซึ่งนับเป็นเวลามากกว่า 1 ศตวรรษแล้วที่ได้นำลักษณะทางกายวิภาคของพืชมาเปรียบเทียบกันเพื่อจัดจำแนกพืชอย่างเป็นระบบ โดยการอาศัยข้อมูลทางกายวิภาคที่ได้เป็นพื้นฐานในการคาดการณ์ถึงระดับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืช ซึ่งใช้หลักการดังนี้ คือ 1) ลักษณะทางภายวิภาคบางลักษณะ เป็นลักษณะที่ถ่ายทอดและเกี่ยวเนื่องร่วมกันกับลักษณะอื่นๆ 2) การใช้ลักษณะทางกายวิภาคในการจัดจำแนกพืชต้องใช้ร่วมกับลักษณะอื่น ๆ และ 3) ลักษณะทางภายวิภาค ส่วนใหญ่ใช้เพื่อจัดจำแนกพืชในระดับขั้นสูง และมีน้อยมากที่ใช้เพื่อจัดจำแนกพืชในระดับกลุ่มของสกุล (Samuel and Arlene, 1979) จากสมมุติฐานดังกล่าวเป็นสิ่งที่นักอนุกรมวิธานพืชส่วนใหญ่เห็นด้วย โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาโครงสร้างภายในของอวัยวะที่ใช้เพื่อการเจริญเติบโตของพืชมีดอกนั้น สามารถที่นำมาใช้เพื่อจุดประสงค์ดังต่อไปนี้ คือ 1. เพื่อจัดจำแนกกลุ่มพืชโดยอาศัยอวัยวะที่เป็นส่วนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ 2. เพื่อจัดจำแนกโดยอาศัยตัวอย่างพืชแห้ง (herbarium specimens) 3. เพื่อคาดการณ์ถึงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชชนิดต่าง ๆ ที่ได้จัดจำแนกในระดับที่สูงกว่าระดับของชนิด

โดยที่ในระดับที่ต่ำกว่าชนิดนั้นนิยมใช้วิธีการอื่นมากกว่า เพราะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้ลักษณะทางกายวิภาค เพื่อหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Heywood, 1968)

สำหรับการใช้ลักษณะทางกายวิภาคเพื่อหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชในสกุลมะเขือ นั้นมีรายงานดังนี้ คือ Benitez *et al.* (1991) ได้จัดจำแนกมะเขือ section Brevantherum 5 ชนิดที่ปรากฏอยู่ในประเทศเวเนซูเอลา ซึ่งประกอบด้วย *S. bicolour* , *S. rugosum* , *S. umbellatum*, *S. asperum* และ *S. hazenii* ซึ่งพืชทั้ง 5 ชนิดนี้เป็นไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่มยืนต้น โดยในการจัดจำแนกได้ใช้ลักษณะพื้นฐานต่าง ๆ คือ ชนิดและความหนาแน่นของขนบนผิวด้านบนของใบ ขนของพืชแต่ละชนิด และลักษณะทางกายวิภาคบางลักษณะเป็นลักษณะหลักที่ใช้ในการจัดจำแนกและสร้างรูปวิธานเพื่อการจัดจำแนก ในขณะที่ Volkova and Nauchaye, (1991) ได้ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของเปลือกหุ้มเมล็ด (testa) ของพืชในสกุลมะเขือ ที่มาจาก 3 ลำดับ คือ 1. ลำดับ Similia 2. ลำดับ Avicularia 3. ลำดับ Laciniata รวมทั้งสิ้น 7 ชนิด และจากการจัดจำแนกโดยอาศัยลักษณะทางกายวิภาคของเปลือกหุ้มเมล็ด พบว่าเซลล์ผนังด้านนอกของเปลือกหุ้มเมล็ดรวมทั้งโครงสร้างของเปลือกหุ้มผนังด้านนอก และด้านในของพืชในแต่ละลำดับมีความแตกต่างกัน คือ พืชในลำดับ Avicularia และ Laciniata นั้นมี เปลือกหุ้มเมล็ดด้านในและด้านนอกที่ปิดสนิทซึ่งแตกต่างจากลำดับ Similia

นอกจากนั้น การใช้ลักษณะทางกายวิภาคเพื่อการจัดจำแนกพืชยังใช้เป็นเครื่องมือเพื่อการจัดจำแนกในพืชสกุลอื่น ๆ อีกด้วย เช่น Akhil (1998) ได้ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของส่วนที่ใช้เพื่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สามร้อยต่อใหญ่ (*Vanilla pilifera*) และเป็นกล้วยไม้ใกล้สูญพันธุ์ของมลรัฐอัสสัม ประเทศอินเดีย พบว่าใบของพืชชนิดนี้ ประกอบด้วยปากใบ (stomata) 2 ชนิดคือ anomocytic และ tetracytic ส่วนลำต้นพบปากใบชนิด tetracytic เพียงอย่างเดียวเท่านั้น และพบว่ามัดท่อลำเลียงเป็นแบบที่มีจำนวนมาก (numerous) มีการจัดเรียงตัวแบบชั้นเดียวในโครงสร้างของใบและหูใบ ส่วนลำต้นนั้นมีการจัดเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงแบบกระจัดกระจาย และในส่วนของ velamen root นั้นมีการจัดเรียงตัวเป็นแบบวงแหวนกลม (circular ring) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางภายวิภาคดังกล่าวของ *V. pilifera* กับ *V. wightiana* แล้วทำให้สามารถเห็นความแตกต่างของลักษณะทางกายวิภาคดังกล่าว และสามารถใช้ลักษณะดังกล่าวแยกพืชทั้ง 2 ชนิดออกจากกันได้ ในขณะที่ Li *et al.* (1992) ได้ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของเส้นกลางใบของพืชในสกุล *Thladiantha* จำนวน 9 ชนิด และ 2 สายพันธุ์ และพืชชนิด *Baijiang yunanensis* และฟักข้าว (*Momordica cochinchinensis*) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคครั้งแรกของพืชจำนวน 10 ชนิด พบว่าพืชมีกลุ่มเซลล์มัดท่อลำเลียง ในเส้นกลางใบตั้งแต่ 2-5 ชั้น และเรียงตัวเป็นเส้น สำหรับจำนวน และรูปแบบการเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงแสดงให้เห็นถึง

ความแปรปรวนที่มากในระดับต่างชนิด (interspecific) แต่ลักษณะดังกล่าวมีความแปรปรวนน้อยในระดับภายในชนิด (intraspecific) ดังนั้นอาจใช้ลักษณะดังกล่าวเพื่อการจัดจำแนกพืชได้ โดยที่การลดลงของจำนวนมัดท่อลำเลียงนั้นถือเป็นลักษณะที่ก้าวหน้า ซึ่งสามารถใช้ข้อมูลพื้นฐานดังกล่าวในการจัดจำแนกพืชในตระกูล Cucurbitaceae ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนได้

การหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชสกุลมะเขือโดยใช้ลักษณะทางเซลล์พันธุศาสตร์

พืชทั่วไปมีโครโมโซมสองชุด(diploid=2x) เป็นลักษณะจำเพาะและคงที่สำหรับพืชชนิดหนึ่ง ๆ (สิรนุช, 2540) ในพืชและสัตว์ต่างชนิดกันมีความแตกต่างกันในด้านจำนวนและรูปร่างของโครโมโซม โครโมโซมของพืชชนิดหนึ่งอาจมีความแตกต่างกันในด้านความหนา ความยาว ตำแหน่งของเซนโตรเมียร์ จำนวนและตำแหน่งรอยคอด ติ่งของโครโมโซม (satellite) และตำหนิอื่น ๆ ซึ่งความแตกต่างเหล่านี้เป็นประโยชน์ในด้านการพิสูจน์ว่าเป็นโครโมโซมเดียวกัน หรือต่างกัน (ชัยฤกษ์, 2525) ซึ่งในการรายงานเกี่ยวกับโครโมโซมนั้น ส่วนใหญ่แล้วก็มักจะเสนอภาพของโครโมโซมขณะแบ่งตัวในระยะเมตาเฟส (metaphase) ในเซลล์หนึ่ง ๆ ซึ่งผ่านการยับยั้งการเกิดเส้นใยสปินเดิลไฟเบอร์ จึงทำให้โครโมโซมที่หดสั้นในระยะดังกล่าวกระจายทั่วไปในเซลล์ ทำให้สะดวกต่อการนับจำนวน และศึกษาทางด้านรูปร่างต่อไป (อดิศร, 2539) โดยที่ระยะเมตาเฟสนี้เอง ทำให้เกิดผลลัพธ์อันสืบเนื่องมาจากองค์ประกอบของโครโมโซม นั้นก็คือ แผนที่โครโมโซม (karyotype) Heywood (1968) ได้แบ่งองค์ประกอบของแผนที่โครโมโซมเพื่อใช้ในการจัดจำแนกและหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชออกเป็น 2 องค์ประกอบด้วยกันคือ

1. จำนวนโครโมโซม (chromosome number)
2. ขนาดและโครงสร้างของโครโมโซม (chromosome size and structure)

ไพศาล (2525) รายงานว่าโดยปกติในเซลล์ของพืชหรือสัตว์ชนิดเดียวกันมีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน และโครโมโซมเหล่านี้มักอยู่เป็นคู่ ๆ เรียกว่าอยู่ในสภาพที่มีโครโมโซมสองชุด (diploid) แต่ในหน่วยสืบพันธุ์นั้นจำนวนโครโมโซมจะลดลงครึ่งหนึ่ง ดังนั้นจะทำให้มีโครโมโซมหนึ่งชุด (haploid) แต่อย่างไรก็ตามการแปรปรวนของจำนวนโครโมโซมอาจเกิดขึ้นได้ในบางชนิด และเมื่อเกิดความแปรปรวนขึ้นแล้วย่อมทำให้มีความแตกต่างของลักษณะภายในชนิดหนึ่ง ๆ หรือการแปรปรวนของจำนวนโครโมโซมอาจทำให้เกิดชนิดใหม่ขึ้นก็ได้ เช่น ข้าวสาลีซึ่งอยู่ในสกุล *Triticum* โดยที่สามารถจัดหมู่ชนิดของข้าวสาลีได้ 3 หมู่ คือ diploid, tetraploid และ hexaploid ซึ่งหมู่เหล่านี้มีความแตกต่างกันในเรื่องของจำนวนโครโมโซม เช่น *T. monococcum* มีโครโมโซม 14 แท่ง ซึ่งจัดเป็นพวก diploid ส่วน *T. durum* และ *T. vulgare* ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็น 28 และ 42 แท่ง จัดเป็นข้าวสาลีพวก tetraploid และ hexaploid ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามชุด

ของโครโมโซมซึ่งรวมตัวกันเป็นข้าวสาลีหมู่ดังกล่าวนี้จะมาจากแหล่งต่างๆกัน นอกจากนั้นแล้วสิ่งมีชีวิตภายในชนิดเดียวกัน จำนวนโครโมโซมอาจต่างกันก็ได้ เช่น ในกรณีของผึ้งนางพญาและผึ้งงานต่างก็มีโครโมโซม 32 แท่ง แต่ผึ้งตัวผู้มีโครโมโซม 16 แท่ง

การแปรปรวนของจำนวนโครโมโซมแบ่งออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ พวกแรกคือการแปรปรวนของโครโมโซมทั้งชุด (euploid) ซึ่งหมายถึงการแปรปรวนของชุดโครโมโซมทั้งชุดหรือทั้งจีโนม (หนึ่งจีโนม หมายถึงชุดโครโมโซมหรือชุดของยีนสมบูรณ์หนึ่งชุด ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่เป็น monoploid และเซลล์ที่เป็น haploid ต่างก็มี 1 จีโนม) และการแปรปรวนของโครโมโซมบางอัน (aneuploid) ซึ่งหมายถึง การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของเฉพาะโครโมโซมบางแท่ง แต่ไม่ใช่ทั้งชุด สำหรับชนิดของ euploid นั้น ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 1 และชนิดของ aneuploid นั้นแสดงไว้ดังตารางที่ 2

สำหรับการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง หากข้อมูลทางพันธุศาสตร์ของพืชนั้นมีน้อยก็มักจะมุ่งความสนใจไปศึกษาทางรูปร่างของโครโมโซมเป็นอันดับแรก ทั้งนี้เพราะขนาด และรูปร่างของโครโมโซมช่วยในการจำแนกความแตกต่างของพืชชนิดนั้น ๆ ได้ โดยเฉพาะการเปรียบเทียบภายในพืชชนิดเดียวกันหรือระหว่างพืชต่างชนิดกัน การศึกษาโครโมโซมหนึ่งชุดของพืชชนิดนั้น เรียกว่า แผนที่โครโมโซม (idiogram หรือ karyotype) โดยวิธีวัดความยาวของแขนสั้นและแขนยาว ตำแหน่งเซนโตรเมียร์ รอยคอด ติ่ง และตำหนิอื่น ๆ ที่ปรากฏอยู่บนโครโมโซม แล้ววาดรูปโครโมโซมเหล่านั้นออกมาจัดลำดับ เรียงโครโมโซมจากยาวสุดไปหาสั้นสุด ปกตินิยมศึกษาจากเซลล์ของเนื้อเยื่อ เช่น ปลายราก ยอด หรือตาอ่อนที่มีการแบ่งเซลล์ (ชัยฤกษ์,2525)

ตารางที่ 1 การแปรปรวนทั้งชุดโครโมโซม (euploid) (อดิศร,2539)

ชนิดของ euploid	จำนวนชุดของโครโมโซม	ตัวอย่าง
Monoploid	x	ABC
Diploid	2x	AABBCC
Polyploid	มากกว่า 2x	
(a) triploid	3x	AAABBBCCC
(b) tetraploid	4x	AAAABBBBCCCC
(c) pentaploid	5x	AAAAABBBBBCCCCC
(d) hexaploid, septaploid	6x,7x	
octoploid, เป็นต้น	8x, เป็นต้น	

ตารางที่ 2 การแปรปรวนเฉพาะโครโมโซมบางแท่ง (aneuploidy) (อดิศร,2539)

ชนิดของ aneuploid	จำนวนโครโมโซม	ตัวอย่าง
Disomic (diploid)	2x	AABBCC (ปกติ)
Trisomic	2x+1	AAABBCC (+A)
Tetrasomic	2x+2	AAAABBCC (+2A)
Double trisomic	2x+1+1	AAABBBCC (+A,+B)
Monosomic	2x-1	ABBCC (-A)
Nullisomic	2x-2	BBCC (-2A)
Double monosomic	2x-1-1	ABCC (-A,-B)
Monosomic trisomic	2x-1+1	ABBBCC (-A,+B)

อดิศร (2539) ได้กล่าวว่า การวัดโครโมโซมแต่ละแท่ง ถึงแม้ความยาวโครโมโซมจะช่วยในการระบุโครโมโซมได้ แต่เป็นวิธีการที่ต้องใช้เวลามากและได้ผลไม่แน่นอน ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้สัดส่วนความยาวของแขนข้างสั้นต่อแขนข้างยาวของโครโมโซมแทน โดยให้

c แทนความยาวของโครโมโซมทั้งหมด

l แทนความยาวของแขนข้างยาว

s แทนความยาวของแขนข้างสั้น

การวัดโครโมโซมโดยใช้สัดส่วนนี้สามารถทำได้ 3 แบบ คือ

1. ความยาวสัมพัทธ์ คือ อัตราส่วนความยาวของโครโมโซมแท่งหนึ่งต่อความยาวรวมของโครโมโซมทุกแท่งในเซลล์เดียวกัน คูณด้วย 1000
2. อัตราส่วนความยาวของแขนข้างยาวต่อความยาวของแขนข้างสั้นคูณด้วย 100 เรียกว่า arm ratio (r) $r = l/s \times 100$
3. อัตราส่วนความยาวของแขนข้างสั้นต่อความยาวของโครโมโซมแท่งเดียวกัน คูณด้วย 100 เรียกว่า centrometric index (CI) $CI = 100\ s/c$

ซึ่งตำแหน่งของเซนโตรเมียร์จะเป็นตัวกำหนดความแตกต่างของ l และ s ดังนั้น $d=l-s$ ซึ่งค่า d และ r นั้นสามารถใช้กำหนดชื่อของโครโมโซม โดยอาศัยจุดที่เป็นที่ตั้งของเซนโตรเมียร์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การกำหนดชื่อของโครโมโซมโดยใช้ค่า d และ r (อดิศร,2539)

ชื่อโครโมโซม	ตำแหน่งเซนโตรเมียร์	ค่า d	ค่า r
M	Median point	0.00-1.0	
m	Median region	1.0-2.5	1.0-1.7
Sm	Submedian region	2.5-5.0	1.7-3.0
st	Subterminal region	5.0-7.5	3.0-7.0
t	Terminal region	7.5-10.0	7.0
T	Terminal point	10.0	

Okoli (1988) ได้ศึกษาแผนที่โครโมโซมของพืชสกุลมะเขือ 5 ชนิด คือ มะแว้งนก (2 สายพันธุ์) มะเขือพวง (2 สายพันธุ์) มะเขือ (2 สายพันธุ์) *S. aethiopicum* (1 สายพันธุ์) และ *S. indicum* (1 สายพันธุ์) และรายงานว่ามะแว้งนกนั้นประกอบด้วยพันธุ์ที่เป็น 4x และ 6x ซึ่งมีชุดโครโมโซมเป็น 2n=48 และ 2n=72 ตามลำดับ สำหรับพืชชนิดอื่น ๆ เป็น diploid (2x=24) จากผลการทดลองพบความแตกต่างกันของขนาดโครโมโซมในชนิดที่ต่างกัน และพบว่าภายในชุดจีโนมของพืชแต่ละชนิดมีความแปรปรวนของขนาดโครโมโซม การเข้าคู่กันของโครโมโซมบางคู่ในมะเขือมีลักษณะไม่สมบูรณ์ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกิดการผสมข้ามขึ้น รวมทั้งโครงสร้างของโครโมโซมมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้ทราบว่าอาจเกิดจากวิวัฒนาการของพืชดังกล่าว ซึ่งลักษณะการมี satellite chromosome ในมะเขือ รวมทั้งความแปรปรวนของขนาดของโครโมโซมระหว่างชนิดสามารถที่จะนำมาใช้เป็นลักษณะที่สำคัญในการจัดจำแนกพืชดังกล่าวได้ ต่อมา Anaso and Uzo (1990) ได้ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางเซลล์พันธุศาสตร์ของ *S. aethiopicum* (scarlet eggplant) กลุ่ม Gilo และกลุ่ม Shum ที่ใช้เป็นพันธุ์ปลูก รวมทั้งได้ศึกษา *S. anguivi* ซึ่งเป็นบรรพบุรุษของ *S. aethiopicum* เพื่อชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชดังกล่าว ผลการทดลองชี้ให้เห็นถึงลักษณะการเข้าคู่กันแบบ preferential ของโครโมโซมของ *S.anguivi* และการเข้าคู่กันแบบ non-preferential ของโครโมโซมของ *S. aethiopicum* กลุ่ม Gilo และกลุ่ม Shum ในช่วงระยะแรกของการแบ่งตัวแบบ meiosis ซึ่งระดับการเข้าคู่กันของโครโมโซมของ *S. aethiopicum* กลุ่ม Gilo และกลุ่ม Shum นั้นอยู่ในระดับที่ต่ำ และเปอร์เซ็นต์ของโครโมโซมที่ผิดปกตินั้นมีสูง (12.50 และ 10.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งแสดงให้เห็นลักษณะ translocation heterozygotes และแสดงให้เห็นว่าพืชดังกล่าวอาจมีสภาพเป็นลูกผสม โดยในทางกลับกันแล้ว การมีระดับการเข้าคู่กันของโครโมโซมที่สูง และมีเปอร์เซ็นต์โครโมโซมที่ผิดปกติต่ำ (2.50

เปอร์เซ็นต์) ที่พบใน *S. anguivi* แสดงให้เห็นว่า *S. anguivi* น่าจะเป็นบรรพบุรุษของ *S. aethiopicum* กลุ่ม Gilo และกลุ่ม Shum ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับรายงานของ Lester and Niakan (1986) ที่รายงานไว้ว่า *S. aethiopicum* กลุ่ม Kumba และกลุ่ม Aculeatum เกิดขึ้นมาจาก *S. anguivi* จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเซลล์วิทยาแสดงให้เห็นว่ากลุ่ม Gilo มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ไม่แน่นอน และมีเปอร์เซ็นต์ของโครโมโซมที่ผิดปกติสูง (12.50 เปอร์เซ็นต์) ในขณะที่กลุ่ม Shum พบโครโมโซมที่ผิดปกติ 10.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่ม Gilo อาจวิวัฒนาการมาจากกลุ่ม Shum โดยการผสมข้ามและการคัดเลือก ในขณะที่ *S. anguivi* มีลักษณะทางพันธุกรรมที่นิ่งกว่าและน่าจะเป็นบรรพบุรุษของพืชดังกล่าว Rusco *et al.* (1992) รายงานว่าได้นำปลายรากของ *S. sisymbriifolium* และมะเขือพวง รวมทั้งพันธุ์ป่าของมะเขือมาศึกษาลักษณะทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์โดยใช้วิธีการย้อมสีแบบ Feulgen stain และวิเคราะห์ผลการทดลองโดยการสร้างภาพของโครโมโซมที่ได้ พบว่าจำนวนชุดโครโมโซมของพืชทุกชนิดที่ศึกษามีชุดโครโมโซมเป็น 2n=2x=24 สำหรับ *S. sisymbriifolium* นั้นมีโครโมโซมทั้ง 12 คู่เป็นแบบ metacentric และมี satellite ติดอยู่ที่โครโมโซมแขนข้างสั้นของโครโมโซมแท่งที่ใหญ่ที่สุด และความยาวของโครโมโซมอยู่ระหว่าง 1.65-2.63 ไมโครเมตร ในขณะที่ *S. torvum* นั้นมีโครโมโซมจำนวน 2 แท่งเป็นแบบ submetacentric คือโครโมโซมแท่งที่ 6 และแท่งที่ 11 ส่วนโครโมโซมแท่งอื่น ๆ เป็นแบบ metacentric และมีความยาวของโครโมโซมอยู่ระหว่าง 1.36-2.26 ไมโครเมตร

Luis *et al.* (1994) ได้ศึกษา mitotic chromosome ของพืชในสกุลมะเขือ section Lasiocarpa จำนวนทั้งสิ้น 13 ชนิด พบว่าทุกชนิดมีชุดโครโมโซมเป็น 2n=24 นับเป็นรายงานฉบับแรกที่ได้ รายงานถึงจำนวนชุดโครโมโซมของ *S. stagnale*, *S. felinum* และ *S. repandum* และจากการวิเคราะห์ทางสถิติของโครโมโซม ขนาดจีโนม และตำแหน่งของเซนโตรเมียร์ที่ได้ ทำให้คาดการณ์ถึงแผนที่โครโมโซมและลักษณะความสมมาตรของรูปร่างโครโมโซมได้ ซึ่งพบว่าโดยทั่วไปแล้วแผนที่โครโมโซมของ section Lasiocarpa แสดงให้เห็นว่าโครโมโซมส่วนใหญ่เป็นแบบ metacentric (73 เปอร์เซ็นต์) หรือ submetacentric (25.6 เปอร์เซ็นต์) สำหรับโครโมโซมแบบ subtelocentric นั้นพบเพียง 2 คู่เท่านั้น ในพืชชนิด *S. sessiliflorum* สำหรับ satellite chromosome นั้นเป็นลักษณะที่พบได้ในพืชจำนวนทั้งสิ้น 10 ชนิด ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะติดอยู่ที่แขนข้างสั้นของโครโมโซมชนิด metacentric หรือ submetacentric มีเพียง *S. pseudolulo* เพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่มี satellite chromosome 2 แบบ คือ satellite อีกชนิดหนึ่งจะติดอยู่ที่โครโมโซมแขนข้างยาว แต่ถึงแม้กระนั้น ก็ตามพืชใน section นี้ก็ยังมีลักษณะของโครโมโซมที่เป็นแบบ homogeneous โดยที่พืชแต่ละชนิดสามารถแบ่งแยกออกจากกันได้โดยสูตรหรือแผนที่โครโมโซม การปรากฏของ satellite ในบางส่วนของคู่โครโมโซม และความยาวของโครโมโซมทั้งหมด และจากการวิเคราะห์

โครโมโซมที่ได้โดยใช้การวิเคราะห์กลุ่ม (cluster analysis) ชี้ให้เห็นว่า *S. sessiliflorum* สามารถแยกออกจากพืชชนิดอื่นใน section นี้อย่างชัดเจน ในขณะที่ *S. candidum* และ *S. vestissimum* สามารถแยกออกจากพืชใน section เพียงบางส่วน สำหรับ *S. pectinatum* นั้นแสดงแผนที่โครโมโซมที่มีลักษณะพิเศษ แต่ phenogram ที่ได้ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงผลที่แตกต่างกัน จากแผนที่โครโมโซมทั้งหมดที่ได้แสดงให้เห็นว่า ความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาไม่เป็นไปตามลักษณะความแตกต่าง ของโครโมโซม รวมทั้งข้อมูลที่มีไม่สามารถบอกให้ทราบถึงถิ่นกำเนิดของ *S. anitoense* ได้ ต่อมา Luis and Gregory (1990) รายงานว่าได้ศึกษา mitotic chromosome ของพืชสกุลมะเขือ section Basarthrum จำนวน 450 ตัวอย่างของพืช 59 สายพันธุ์ใน 18 ชนิดจากจำนวนสมาชิกทั้งหมด 22 ชนิดของพืชใน section Basarthrum และได้วิเคราะห์ผลทางสถิติของความยาวโครโมโซม ขนาดจีโนม และที่ตั้งของเซนโตรเมียร์เพื่อให้ได้องค์ประกอบและลักษณะความสมมาตรของแผนที่โครโมโซม พบว่าแผนที่โครโมโซมของพืชใน section นี้ โดยทั่วไปแสดงให้เห็นว่าโครโมโซมส่วนใหญ่เป็นแบบ metacentric (44 เปอร์เซ็นต์) หรือ submetacentric (53 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นถึง ความยาวรวมของโครโมโซมที่ยาวมากและแผนที่โครโมโซมซึ่งส่วนใหญ่มีลักษณะไม่สมมาตรและมีความแปรปรวนของแผนที่โครโมโซมภายในกลุ่มชนิดของพืช และความยาวของโครโมโซมที่แตกต่างกันนี้เป็นประโยชน์ต่อการจำแนกพืชออกเป็นลำดับได้ รูปแบบของความแปรปรวนของลักษณะทางเซลล์วิทยานี้จะเป็นสิ่งที่ช่วยเสริมการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา เคมี และโมเลกุล เป็นพื้นฐานในการจัดจำแนกพืชดังกล่าวได้ และในพืชทุกชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้ ส่วนใหญ่มีความแตกต่างของลักษณะของโครโมโซมอย่างเห็นได้ชัด โดยที่พืชจำนวน 5 ชนิด มีโครโมโซมที่เป็นแบบ subtelocentric อีก 2 ชนิดมีโครโมโซมที่เป็นแบบ telocentric และอีก 2 ชนิดมี satellite chromosome สำหรับจีโนมของ *S. appendiculatum* ซึ่งเป็นพืชผสมข้าม ได้นำต้นเพศผู้และต้นเพศเมียมาทำการจัดจำแนกในครั้งนี้ด้วย และเสนอว่า *S. muricatum* เป็นบรรพบุรุษของพืชชนิดที่ใช้เพาะปลูก เนื่องจากมีลักษณะของแผนที่โครโมโซมที่คล้ายคลึงกับแผนที่โครโมโซมของ *S. caripense* ต่อมาในปี 2000 Sheidai *et al.* ได้ศึกษาลักษณะทางเซลล์พันธุศาสตร์ของพืชสกุลมะเขือที่กระจายพันธุ์อยู่ในประเทศอิหร่าน ซึ่งพืชดังกล่าวประกอบด้วย มะแว้งนก *S. indicum*, *S. luteum* และ *S. dulcamara* ซึ่งจากการวิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่า พืชดังกล่าวมีชุดโครโมโซมเป็น 2n=24 2n=36 2n=48 และ 2n=72 ซึ่งมีลักษณะของ polyploid และโครงสร้างของโครโมโซมที่แตกต่างกัน และการศึกษาในครั้งนี้นับเป็นครั้งแรกที่ได้มีการรายงานถึง somatic chromosome number ของ *S. persicum* โดยที่ *S. persicum* มีชุดโครโมโซมเป็น 2n=24

การหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของพืชสกุลมะเขือโดยใช้เทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส

ในการจำแนกพันธุ์พืช หรือสายพันธุ์พืชด้วยวิธีการทางชีวเคมีโดยใช้เทคนิคทางอิเล็กโทรโฟรีซิสเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการแยกและวิเคราะห์สารชีวโมเลกุล เช่น โปรตีนและเอนไซม์ ซึ่งมีหลักการที่สำคัญคือ โปรตีนถือได้ว่าเป็น primary product ที่เกิดขึ้นจากการแสดงกิจกรรมของยีนซึ่งเป็นสารพันธุกรรมที่มีอยู่ในพืช โดยเฉพาะพวกยีนที่เป็นโครงสร้าง การเปลี่ยนแปลงใดๆที่เกิดขึ้นที่ลำดับการเรียงตัวในนิวคลีโอไทด์ของยีน หรือลำดับการเรียงตัวของเบส ย่อมมีผลต่อการสร้างโปรตีน หรือโพลีเป็ปไทด์ที่มีโครงสร้างทางโมเลกุลของกรดอะมิโนที่เรียงลำดับแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นการวิเคราะห์โปรตีนที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนต่างๆกันย่อมมีประจุไฟฟ้ารวม ขนาด และรูปร่างของโมเลกุลที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเมื่อนำมาแยกในตัวกลางที่เหมาะสมทางอิเล็กโทรโฟรีซิส โมเลกุลต่างๆก็เคลื่อนที่ในอัตราที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาย้อมสีก็จะเกิดเป็นแถบของโปรตีนและเมื่อนำมาเขียนแผนภาพที่เรียกว่า zymogram จึงสามารถนำมาใช้ในการจำแนกพันธุ์พืชหรือสายพันธุ์พืชนั้นได้ (เพิ่มพงษ์, 2531)

ชวนพิศ (2531) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอิเล็กโทรโฟรีซิส ดังนี้

1. เนื่องด้วยกระบวนการอิเล็กโทรโฟรีซิสเป็นการผ่านกระแสไฟฟ้าตรง (DC) ลงในสารละลายที่มีอนุภาคต่างๆกัน กล่าวคือ ถ้ามีอนุภาคเป็นประจุไฟฟ้าลบ การเคลื่อนที่ของประจุจะเข้ายังขั้วบวก (anode) แต่ถ้ามีอนุภาคเป็นประจุไฟฟ้าบวก การเคลื่อนที่ของประจุจะไปยังขั้วลบ (cathode) ดังนั้น อัตราการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามไฟฟ้าและจำนวนประจุไฟฟ้ารวมของอนุภาคค่าความต้านทาน (friction) และความหนืด (viscosity) ของสารละลายตัวกลางจะทำให้อัตราการเคลื่อนที่ของอนุภาคเพิ่มขึ้น อุณหภูมิขณะปฏิบัติงานจะสูงขึ้นทำให้เอนไซม์และโปรตีนสลายตัวไป คุณสมบัติของโปรตีนและเอนไซม์นั้นจะลดลง ซึ่งเป็นผลต่อการตรวจสอบทำให้ไม่ชัดเจน

2. ค่าไอออนิกสเตรงธ์ (ionic strength) ของสารละลายบัฟเฟอร์ ซึ่งมีผลต่อการละลายของโปรตีนในสารละลายบัฟเฟอร์ โดยทั่วไปค่าไอออนิกสเตรงธ์ของสารละลายบัฟเฟอร์ที่ใช้มากคือ 0.05, 0.075 และ 0.1 (หรือ 0.03-0.15) เมื่อค่าไอออนิกสเตรงธ์เพิ่มขึ้น โปรตีนหรือเอนไซม์จะละลายน้อยลงจนไม่ละลายและแยกตัวตกตะกอนออกมา เนื่องจากส่วนของน้ำในโมเลกุลของโปรตีนหรือเอนไซม์ถูกดึงออกมาสู่สารละลาย นอกจากนั้นค่าไอออนิกสเตรนจ์ของสารละลายที่มีค่าสูงทำให้อนุภาคประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ช้าลงและช่วยแยกโมเลกุลชนิดต่างๆได้ชัดเจน

3.ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของสารละลายบัฟเฟอร์จะมีผลต่อประจุไฟฟ้ารวมของอนุภาคของโปรตีนและเอนไซม์และยังมีอิทธิพลต่อสารละลายบัฟเฟอร์ซึ่งส่งผลต่อทิศทางและอัตราการเคลื่อนที่ของอนุภาคประจุต่างๆ

4.ชนิดของสารละลายบัฟเฟอร์ สารละลายบัฟเฟอร์ต่างชนิดกันจะมีผลต่อการแยกโมเลกุลของสารโปรตีนหรือเอนไซม์ต่างกัน เช่น tris-hydroxymethyl amino-methane หรือ acetate buffer เป็นต้น

เพิ่มพงษ์ (2531) รายงานว่าการใช้เทคนิคทางอิเล็กโทรโฟรีซิสในการแยกและวิเคราะห์โปรตีนหรือเอนไซม์ ซึ่งเป็น primary และ secondary product จากการแสดงกิจกรรมของยีนจะมีความคงตัวของรูปแบบเสมอ จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงใดๆเกิดขึ้นที่ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน (nucleotide sequence of gene) หรือลำดับเบส (coding base sequence) จึงจะไปมีผลต่อการสร้างโปรตีนให้มีโครงสร้างทางโมเลกุลของกรดอะมิโนที่เรียงลำดับแตกต่างกัน และส่งผลไปยังการมีประจุไฟฟ้ารวม ขนาดรูปร่างของโมเลกุลที่ไม่เหมือนกัน เมื่อนำมาแยกในตัวกลางที่เหมาะสมตามวิธีการอิเล็กโทรโฟรีซิส ทำให้โมเลกุลเหล่านั้นเคลื่อนที่ในอัตราที่แตกต่างกัน เมื่อนำมาย้อมสีก็จะเกิดแถบสีของโปรตีน เป็นลักษณะเฉพาะของพืชนั้นๆ และสามารถนำไปจำแนกความแตกต่างระหว่างพืชได้ แต่อย่างไรก็ตามวิธีการอิเล็กโทรโฟรีซิสที่ดีขึ้นอยู่กับปัจจัย 4 ประการคือ

1. แบบแผนไอโซไซม์ (isozyme pattern) ที่ได้ต้องมาจากพืชทดลองที่ปลูกอยู่ในสภาวะแวดล้อมเดียวกัน

2. ต้องเป็นวิธีการที่แสดงความแตกต่างของแบบแผนไอโซไซม์ระหว่างพืชอย่างเด่นชัดในทางคุณภาพมากกว่าทางปริมาณ

3. มีความแปรปรวนของแบบแผนไอโซไซม์ ในพืชพันธุ์เดียวกันน้อยที่สุด

4. มีเทคนิคการตรวจสอบที่ได้มาตรฐานและมีสถิติที่เชื่อถือได้

Henn *et al.* (1992) รายงานว่า ใช้วิธีอะคริลามายด์ เจล อิเล็กโทรโฟรีซิส โดยใช้เอนไซม์ 6 ชนิด คือ alcoholdehydrogenase, acid phosphatase, phosphoglucomutase, esterase, phosphogluco isomerase และ 6-6phospholueconate dehydrogenase เพื่อจัดจำแนกสายพันธุ์มะเขือเทศ(*Lycopersicon esculentum*) 17 สายพันธุ์ โดยใช้เมล็ด พบว่าเอนไซม์ alcohol dehydrogenase ให้แถบไอโซไซม์ที่แตกต่างกัน 9 แถบ เอนไซม์ acidphosphatase ให้แถบไอโซไซม์ที่แตกต่างกัน 3 แถบ ในขณะที่เอนไซม์ชนิดอื่นๆ ให้ความแตกต่างที่น้อยมาก Gambardella *et al.* (1996) รายงานว่า ใช้วิธีการอิเล็กโทรโฟรีซิส แบบแนวนอน โดยใช้ starch gel เป็นตัวกลางทดสอบหาเอนไซม์ของ malate dehydrogenase (MDH) phosphoglucomutase (PGM) phosphoglucoisomerase (PGI) และ leucinoaminopeptidase (LAP) เพื่อจัดจำแนกสายพันธุ์ของพืชสกุลมะเขือ คือ *S. muricatum* ที่กระจายพันธุ์อยู่ตามธรรมชาติ โดยการสกัดโปรตีนจาก ลำต้น ใบ ดอก และผล พบว่าการใช้ใบพืชเป็นตัวอย่างจะให้ความแตกต่างของแถบโปรตีนที่เกิดขึ้นได้ แต่โปรตีนที่สกัดจากใบจะคงสภาพที่อุณหภูมิต่ำ และจากแถบโปรตีนที่ปรากฏ พบว่าพืชที่กระจายพันธุ์อยู่ในสภาพธรรมชาติมีระดับ

ความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ต่ำเมื่อใช้เอนไซม์ดังกล่าวเป็นตัวทดสอบ ในขณะที่ Gupta *et al.* (1997) รายงานว่าสามารถใช้เอนไซม์ peroxidase เพื่อจัดจำแนกสายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 และสายพันธุ์พ่อและแม่ของพริกหยวก (*Capsicum annuum*) ได้ โดยพบว่าลูกผสมปรากฏแถบโปรตีนมากกว่าสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ คือ สายพันธุ์ msx cv. LEC31 ให้แถบโปรตีน3 แถบ และสายพันธุ์ msx cv. X206 สายพันธุ์ msx cv. X235 และสายพันธุ์ LEC21 ให้แถบโปรตีนจำนวน 8 แถบ และให้ค่า Rf อยู่ระหว่าง 0.02-0.46 ในขณะที่สายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ให้จำนวนแถบโปรตีนอยู่ระหว่าง 1-7 แถบ และให้ค่า Rf อยู่ระหว่าง 0.02-0.37 ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ยังพบว่า สายพันธุ์ลูกผสมให้แถบโปรตีนชนิดใหม่อีกด้วย ต่อมาในปี 2000 Peksuslu and Sekin รายงานว่า ได้ศึกษาวิธีโพลีอะคริลามายด์ เจล อิเล็กโทรโฟรีซิส เพื่อจัดจำแนกสายพันธุ์ยาสูบ (*Nicotiana tabacum*) ซึ่งเป็นพันธุ์พื้นเมืองของประเทศตุรกี โดยใช้เอนไซม์ esterase และ peroxidase พบว่าเอนไซม์ esterase ให้แถบโปรตีนที่ใช้จัดจำแนกสายพันธุ์ยาสูบได้ ในขณะที่การใช้เอนไซม์ peroxidase ไม่สามารถให้แถบโปรตีนเพื่อจัดจำแนกสายพันธุ์ยาสูบได้ ในขณะที่ Onus and Pickersgill (2000) รายงานว่า ได้ใช้วิธีการ horizontal gel electrophoresis จัดจำแนกพืชในสกุลพริก (*Capsicum*) ได้แก่ *C. cardenasii* (สายพันธุ์ SA268 และ Hawkes6489) *C. eximium* (สายพันธุ์ Hawkes3860) และลูกผสมซึ่งเกิดจากการผสมข้ามชนิดระหว่าง *C. baccatum* กับ *C. eximium* และ *C. baccatum* กับ *C. cardenasii* โดยทดสอบหาไอโซไซม์ของ เอนไซม์ aconitate hydratase, alanine aminopeptidase, esterase, glutamic-oxaloacetic transaminase, glycerate-2-dehydrogenase, isocitrate dehydrogynase, malate dehydrogenase, peroxidase, phosphoglucomutase, phosphoglucose isomerase และ shikimate dehydrogenase และพบว่าสามารถจัดจำแนกสายพันธุ์พริกได้โดยใช้เอนไซม์ดังกล่าว