บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 แตงกวา (Cucumber*: Cucumis sativus* L.)

ความสำคัญของแตงกวาและการใช้ประโยชน์

แตงกวาอยู่ในวงศ์ (Cucurbitaceae) มี 96 กลุ่ม (genera) และ 750 ชนิด (species) (จานุลักษณ์, 2541) สำหรับ *Cucumis* มีทั้งหมด 32 ชนิด (Gopalakrishnan, 2007) แต่ที่มีสำคัญทางเศรษฐกิจมี 2 ชนิด คือ แตงกวา (*C. sativus* L.) และเมลอน (*C. melo* L.) นิยมปลูกเป็นการค้ากันอย่างแพร่หลาย (Chen and Zhou, 2011)

แตงกวาเป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก สามารถดัดแปลงทำเป็นอาหารได้หลายประเภททั้งรับประทานสดและดองเป็นต้น (พฤษภะ, 2542) ในประเทศสหรัฐอเมริกานิยมรับประทานแตงกวาทั้งในรูปของผลสดและแตงกวาดอง ในแต่ละปีจะมีพื้นที่ปลูกแตงกวาถึง 312,500 ไร่ โดยร้อยละ 11 ของผลผลิตจะถูกแปรรูปไปเป็นแตงกวาดอง (Ray *et al.*, 1996) ในปัจจุบันแตงกวายังคงนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและความงาม เช่น น้ำหอม โลชั่น สบู่ และยาสระผม (Robinson and Decker-Walters, 1997)

จากข้อมูลของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตรในปีพ.ศ. 2554 พบว่า ประเทศไทยมีปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ผักควบคุม 24,694 ตัน โดยมีมูลค่า 3,853.7 ล้านบาท เป็นเมล็ดพันธุ์แตงกวา 105 ตัน มีมูลค่า 298.4 ล้านบาท ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าเมล็ดพันธุ์ผักควบคุมจำนวน 3,345 ตัน มีมูลค่า 592.1 ล้านบาท เป็นเมล็ดพันธุ์แตงกวา 15.7 ตัน มีมูลค่า 25.3 ล้านบาท โดยในปี พ.ศ. 2551 มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 106,412 ไร่ ผลผลิตรวม 193,170 ตัน และมีผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ 1,815 กิโลกรัม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2554)

ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย

แตงกวาเป็นพืชฤดูเดียวมีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย โดยมีการบันทึกประวัติการปลูกมากกว่า 3,000 ปี และประมาณ 2,000 ปีในประเทศจีน เป็นประเทศศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมอันดับสอง (Robinson and Decker-Walters, 1997) สันนิษฐานว่าได้นำเข้าในประเทศจีน 2 ทาง คือ เส้นทางสายไหมโดยผ่านประเทศในเอเชียตะวันออกไปภาคเหนือ ส่วนอีกเส้นทางโดยผ่านประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปสู่ภาคใต้ ในศตวรรษที่ 9-14 ได้นำไปปลูกในทวีปยุโรปและได้รับการพัฒนาพันธุ์ต้นศตวรรษที่ 19 ได้พัฒนาพันธุ์

สถาบันวิจัยเกษตรโนโลยีเกษตร

ให้เหมาะสมต่อการปลูกได้ในโรงเรือน ศตวรรษที่ 15-16 ได้นำไปปลูกในทวีปอเมริกากลางและอเมริกาเหนือ ได้รับการพัฒนาพันธุ์มากที่สุดในประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 19 (กมล, 2536ก)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แตงกวามีจำนวนโครโมโซม 2n เท่ากับ 14 เป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติ โดยอาศัยลมและแมลงมีอัตราการผสมตัวเองร้อยละ 1-47 (จานุลักษณ์, 2541)

ราก มีระบบรากเป็นรากแก้ว (tap root system) มีรากแขนงและสามารถแผ่กว้างในแนวนอนได้

ลำต้นและใบ ลำต้นเป็นเถาเลื้อย เป็นเหลี่ยม มีขนขึ้นปกคลุมทั่วไป มีข้อยาว 10-20 เซนติเมตร มือเกาะออกมาตามข้อ โดยส่วนปลายของมือเกาะไม่มีการแตกแขนงและช่วยพยุงลำต้น ใบเป็นใบเดี่ยว ก้านใบมีความยาว 5-15 เซนติเมตร ใบหยาบมีขนปกคลุมทั่วใบ มีมุมใบ 3-5 มุมปลายใบแหลม

ดอก การแสดงเพศดอกของแตงกวาโดยธรรมชาติ จะมีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกกันแต่อยู่ภายในต้นเดียวกัน (monoecious plant) แต่ในพันธุ์ที่มีการแสดงดอกเพศเมียล้วน (gynoecious) หรือมีดอกสมบูรณ์เพศและดอกเพศผู้แยกดอกแต่อยู่ในต้นเดียวกัน (andromonoecious) ได้มีการพัฒนาพันธุ์ขึ้นมาภายหลัง (Robinson and Decker-Walters, 1997) ดอกเพศเมียส่วนใหญ่จะเจริญเป็นดอกเดี่ยว บนข้อของเถาใหญ่และเถาแขนง กลีบดอกสีเหลืองจำนวน 5 กลีบ ดอกเพศผู้มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง 5 กลีบ มีก้านเกสรเพศผู้ 3 ก้าน เจริญที่ข้อเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-5 ดอก (นิพนธ์, 2552)

ผลและเมล็ด มีรูปร่างกลมยาวทรงกระบอก หรือเรียวยาว ที่ผลจะมีหนามเห็นได้ชัดเจน ในผลอ่อนหนามมีทั้งสีขาวและสีดำ สีของผลมีทั้งเขียวถึงเขียวเข้ม เนื้อมีสีขาวหรือขาวครีม เมล็ดมีลักษณะแบนสีขาว (Rubatzky and Yamaguchi, 1997)

ลักษณะภูมิอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสม

แตงกวาเป็นพืชที่ต้องการอากาศอบอุ่น แต่ไม่ถึงกับร้อนจัดเหมือน แตงโม แตงไทย อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปลูกแตงกวาประมาณ 25 องศาเซลเซียส (สุเทวี, 2522) อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส (ชำนาญ, 2547) อุณหภูมิกลางวัน 22-28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางคืน 17-18 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส แตงกวาจะชะงักการเจริญเติบโต (จานุลักษณ์, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตร

ดินควรเป็นดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำได้ดี และความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 5.5-6.5 จะเจริญเติบโตได้ดี ทั้งนี้ไม่ควรปลูกในดินที่แฉะเกินไป เพราะจะทำให้เกิดโรคทางใบได้ง่าย (ทศพร, 2532)

การจำแนกชนิดของแตงกวา

สามารถจำแนกตามการใช้ประโยชน์ได้ดังนี้ (กมล, 2536ก)

1. พันธุ์สำหรับรับประทานผลสด เป็นพันธุ์ที่มีเนื้อบาง ไส้ใหญ่ เปลือกสีเขียวอ่อนผลมีน้ำมาก ผลอ่อนจะมีหนาม เมื่อโตเต็มที่หนามจะหลุดไปเอง พันธุ์รับประทานผลสดนี้ไม่เหมาะกับการนำไปดองเพราะมีน้ำมาก ในกลุ่มนี้แบ่งได้ 3 ชนิด ตามความยาวของผล คือ

1.1 แตงผลสั้น (Short cucumber) หรือที่รู้จักในชื่อแตงกวา มีผลสั้น มีความยาวผลตั้งแต่ 6-10 เซนติเมตร เนื้อบาง ไส้ใหญ่ ส่วนใหญ่เปลือกมีสีขาวถึงเขียว

1.2 แตงท่อน (Medium cucumber) มีความยาวของผลตั้งแต่ 12-15 เซนติเมตร เนื้อค่อนข้างหนา ไส้ไม่ใหญ่มาก

1.3 แตงผลยาว (Long cucumber) หรือที่รู้จักในชื่อแตงร้าน มีความยาวผลตั้งแต่ 17 เซนติเมตรขึ้นไป ความกว้างผล 2.5-5.1 เซนติเมตร เนื้อหนา ไส้เล็ก ส่วนใหญ่เปลือกมีสีเขียวถึงเขียวเข้ม

2. พันธุ์ที่ใช้ดอง เป็นพันธุ์ที่มีเนื้อหนา ไส้เล็ก บางพันธุ์อาจไม่มีไส้ เปลือกสีเขียวเข้มเมื่อนำไปดองจะคงรูปร่างได้ดีไม่เหี่ยวย่น ส่วนใหญ่ที่นำมาดองจะมีทั้งชนิดผลยาวซึ่งเป็นแตงของจีนและญี่ปุ่น มีความยาวผล 20-30 เซนติเมตร ความกว้างผล 2-3 เซนติเมตร แตงผลสั้นเป็นแตงของสหรัฐอเมริกาและยุโรป มีความยาวผล 8-12 เซนติเมตร ความกว้างผล 1.5-5 เซนติเมตร มีสีเขียวเข้มทั้งผล นิยมดองทั้งผล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ความสำคัญของโรคไวรัสในพืชวงศ์แตงและเชื้อสาเหตุโรค

ความสำคัญของโรคไวรัส

โรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสมีความสำคัญต่อการปลูกพืชวงศ์แตงเป็นอย่างมาก โดยเป็นสาเหตุทำให้เกิดการสูญเสียทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ (Zitter, 1996) เนื่องจากไม่สามารถรักษาพืชให้หายได้ และยังสร้างความเสียหายให้พืชจนไม่สมารถให้ผลผลิตได้ หรือบางครั้งอาการที่พบรุนแรงมากจนถึงขึ้นทำให้พืชนั้นตายได้ เมื่อเปรียบเทียบกับโรคที่เกิดจากเชื้อสาเหตุอื่น ๆ อาการที่เชื้อไวรัสเข้าทำลายพืชวงศ์แตง คือ อาการด่างแบบชัดเจน (Mosaic) อาการต้นเหลือง (Yellowing) อาการแคระแกร็น (Stunting) อาการเนื้อเยื่อตาย (Necrosis) ใบและผลเสียรูปร่าง (Leaf and fruit deformations) ซึ่งเกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อไวรัสหลายชนิดด้วยกัน เช่น

Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), *Watermelon mosaic virus* (WMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV) และ *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV) (Yoon *et al*., 2002; Fattouh, 2003; Yardimci and Korkmaz, 2004)

อาการของโรค (Agrios, 2005)

1. ในระดับเซลล์ เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับเซลล์ของพืชที่เป็นโรค (Cytology-call deviation)

1.1 เกิดการสร้างหรือมีโครงสร้างชนิดใหม่ที่ไม่พบในเซลล์พืชปกติ

1.2 เป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขององค์ประกอบภายในเซลล์หรืออาจเกิดความผิดปกติขึ้น เช่น นิวเคลียส คลอโรพลาสต์ ไมโตคอนเดรีย

2. การเปลี่ยนแปลงรูปร่างภายนอก (Morphological deviation) การเปลี่ยนแปลงแบบนี้สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

2.1 อาการที่เกิดขึ้นตรงจุดที่พืชได้รับเชื้อไวรัสหรืออาการที่เกิดขึ้นเฉพาะที่ได้รับเชื้อไวรัส (Local symptom) อาการแบบนี้ส่วนมากเป็นอาการตายของเนื้อเยื่อเป็นจุด ๆ อาการแผลจุดเฉพาะแห่ง (Local lesion) นอกจากนี้ยังพบอาการเป็นจุดเหลืองกระจายทั่วบนใบเรียกว่า Chlorotic spot อาจเป็นอาการที่มีลักษณะเป็นวงแหวน

2.2 อาการกระจายทั่วต้น (Systemic symptom) แบ่งได้ดังนี้

1) Mosaic จะพบบริเวณที่มีสีเขียวซีดจางสลับกับสีเขียวเข้มในใบพืช โดยรอยต่อบริเวณที่มีความแตกต่างกันจะเห็นอย่างชัดเจน

2) Mottle หรือ Mottling จะพบบริเวณที่มีสีเขียวซีดจางในใบพืช โดยอาการที่พบส่วนมากจะกลืนไปกับสีใบ มักพบเป็นอาการด่างอ่อน หรือใบที่มีสีแปลกไปเล็กน้อยต้องอาศัยการสังเกตจึงจะพบอาการ

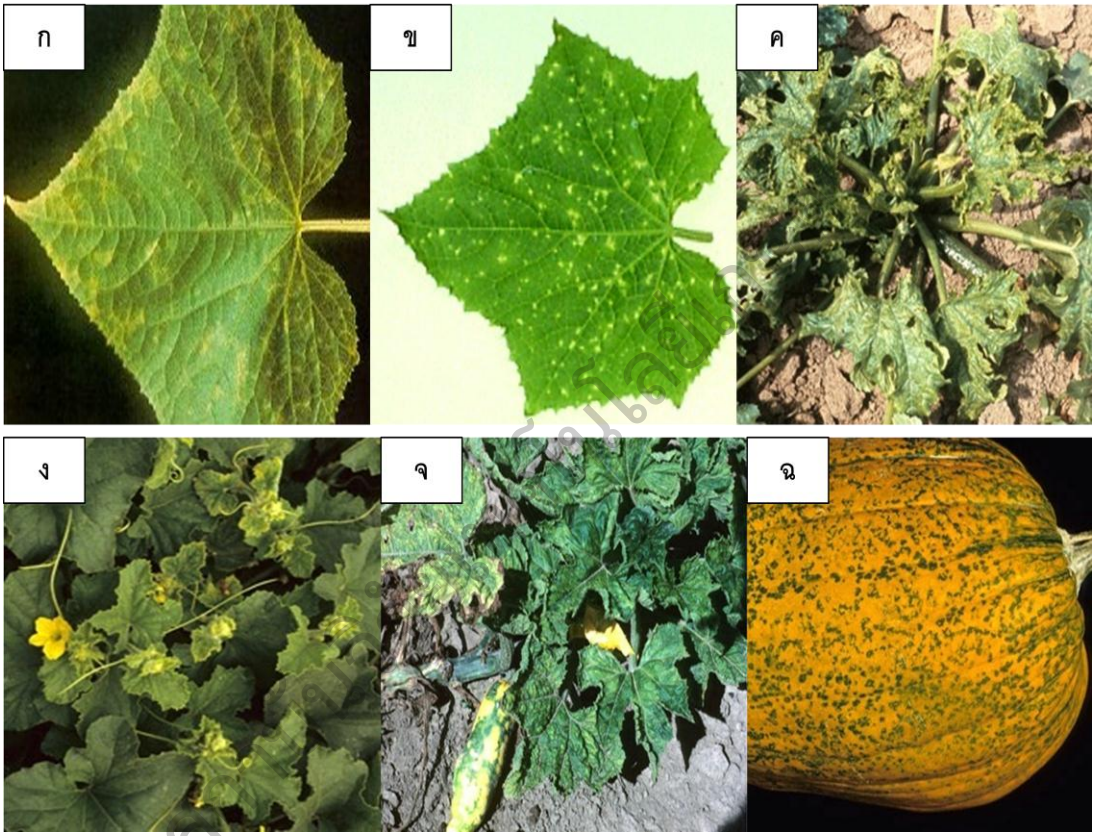
3) Bleaching หรือ Blanching เป็นอาการที่ส่วนของคลอโรฟิลล์ที่ใบถูกทำลายจนเกือบหมด ใบที่เป็นโรคจะมีสีขาวหรือเหลืองอ่อน แทนที่จะเป็นสีเขียวตามปกติ

4) อาการเนื้อเยื่อตาย (Necrosis) เกิดจากการตายของเนื้อเยื่อในส่วนที่ไวรัสเข้าทำลาย เช่น ใบอาจมีอาการตายเป็นจุด ๆ หรือ ตายตามเส้นใบ (Venial necrosis)

5) อาการรูปร่างผิดปกติ (Malformation) เกิดขึ้นได้กับทุกส่วนของพืช เช่น อาการยอดบวม (Shoot swelling) อาการแบนของกิ่งและก้าน (Flattening of branch) อาการเกิดติ่งขึ้นตามส่วนต่าง ๆ (Enation) อาการม้วนงอของใบ (Leaf curl) เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6) อาการเตี้ยหรือแคระแกร็น (Stunting หรือ Dwarfing) พืชแสดงอาการได้ดีถ้าหากได้รับเชื้อตั้งแต่เป็นต้นอ่อนอยู่ อาการทั้ง 2 จะแตกต่างกันอยู่บ้าง อาการเตี้ยส่วนของข้อจะสั้นลง แต่ส่วนของใบหรือส่วนอื่น ๆ ไม่ผิดปกติมากนัก และถ้าเป็น แคระแกร็น พืชจะแสดงอาการแคระลงทุกส่วน ตามปกติมักพบอาการทั้ง 2 แบบร่วมกับอาการอื่น เช่น ด่าง หงิกงอ หรือการเจริญที่มีรูปร่างผิดปกติ



ภาพที่ 1 ลักษณะอาการของพืชวงศ์แตงที่ถูกเข้าทำลายโดยเชื้อไวรัสสาเหตุโรค

(ก) อาการใบด่างแบบชัดเจน (Mosaic) ที่เกิดบนใบของแตงกวา

(ข) อาการใบด่างที่มีขอบเขตไม่ชัดเจน อาการที่พบส่วนมากจะกลืนไปกับสีใบ (Mottle) ที่เกิดบนใบของแตงกวา

(ค) อาการผิดรูปร่าง (Malformed) ของซูกินี

(ง) อาการเตี้ยหรือแคระแกรน (Stunting) ของเมลอน

(จ) อาการที่ส่วนของคลอโรฟิลล์ถูกทำลาย (Bleaching) ของสควอช

(ฉ) อาการ Mosaic ที่เกิดบนผลฟักทอง

ที่มา: Zitter and Murphy (2013); Anonymous (2013a)

เชื้อสาเหตุและสัณฐานวิทยาของเชื้อ

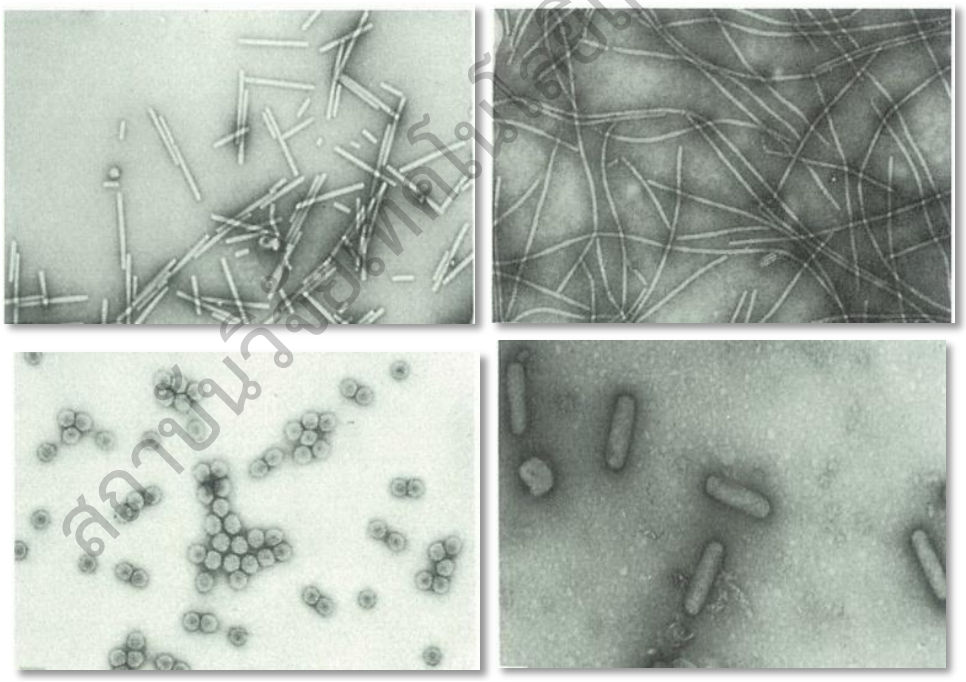
ไวรัสสาเหตุโรคพืชมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันหลายชนิดสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ลักษณะแท่งตรง (Stiff rod) ไวรัสแบบนี้มีความกว้างของอนุภาคไม่เกิน 25 นาโนเมตร ส่วนความยาวจะตั้งแต่ 130-300 นาโนเมตร

2. ลักษณะแท่งคดงอ (Flexuous หรือ Filamentous particles) ไวรัสในกลุ่มนี้มีความกว้างไม่เกิน 15 นาโนเมตร และยาวได้ตั้งแต่ 480-2,000 นาโนเมตร

3. ลักษณะหลายเหลี่ยม (Icosahedral) ไวรัสในกลุ่มมีขนาดตั้งแต่ 20-80 นาโนเมตร แต่ส่วนใหญ่จะมีขนาดประมาณ 28-30 นาโนเมตร

4. ลักษณะกระสุนปืน (Bullet shape) จะมีรูปร่างเป็นท่อนตรง แต่มีหัวท้ายมนไม่มีการตัดตรงมักมีความยาวไม่ต่ำกว่า 1/3 ของอนุภาค (ประสาทพร, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2 รูปร่างของไวรัสสาเหตุโรคพืช

ที่มา: Agrios (1997)

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งเกษตร

การจำแนกเชื้อไวรัสสาเหตุโรคพืช

ในช่วง พ.ศ. 2493-2503 ได้มีการศึกษาไวรัสจำนวนมาก จึงได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการนานาชาติสำหรับการจัดจำแนกไวรัส (International Committee on Taxonomy of Viruses, ICTV) เพื่อกำหนดเกณฑ์ในการจัดจำแนกไวรัสต่าง ๆ รวมทั้งไวรัสพืช ให้เป็นที่ยอมรับแบบสากล การจัดจำแนกไวรัสพืชในช่วงแรกได้อาศัยคุณสมบัติ เช่น ลักษณะอาการบนพืชอาศัยต่าง ๆ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์พืช วิธีการถ่ายทอดโรค และขนาดอนุภาค คุณสมบัติทางเคมีและเคมีฟิสิกส์ คุณสมบัติทางซีรุ่มวิทยาของอนุภาคไวรัส โดยนำข้อมูลทุกส่วนมาประกอบกันเพื่อจัดจำแนกชนิดไวรัสและได้มีการตั้งหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำแนกลำดับอนุกรมของไวรัส (Matthews, 1970)

โรคไวรัสที่มักเกิดกับพืชวงศ์แตง

ไวรัสเป็นปัญหาหลักที่ทำให้เกิดความเสียหายในการผลผลิตแตงกวาทั่วทุกภูมิภาคของโลกและพบว่ามีไวรัสกว่า 30 ชนิด ที่สามารถเข้าทำลายแตงกวาในแปลงเพาะปลูกได้ก่อน พ.ศ. 2512 พบไวรัสที่เข้าทำลายแตงกวาในตุรกีมีเพียง CMV ต่อมาได้สำรวจในเขตภาคเหนือของตุรกีพบไวรัส *Watermelon mosaic virus* II (WMVII) ใน 142 ตัวอย่างจาก 262 ตัวอย่าง น้ำเต้าในโรงเรือนแถบประเทศชายทะเลเมดิเตอเรเนียน พบว่าถูกเข้าทำลายโดยเชื้อ ZYMV นอกจากนี้ยังมีเชื้อไวรัส 3 ชนิดที่ค้นพบในประเทศตุรกี คือ PRSV, *Cucumber vein Yellow Mosaic Virus*, *Watermelon mosaic virus* และใน พ.ศ. 2535 พบว่า มี *Tomato ring spot virus* (ToRSV) และ *Tomato back ring spot virus* เข้าทำลายแตงกวา (Sevik and Sokmen, 2003) ใน พ.ศ. 2002 Irena ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโรคของแตงกวาโดยวินิจฉัยจากคุณสมบัติทางกายภาพของไวรัสและลักษณะอาการที่เกิดบนพืชอาศัยชนิดต่าง ๆ เช่น เส้นใบซีดจาง (mosaic mottle) ใบเสียรูปร่างและผิดปกติ พืชต้นแคระ จากการศึกษาไวรัส 3 ชนิด CMV, CGMMV และ ToRSV ซึ่งแยกจากแตงกวาที่ปลูกในลิทัวเนีย จากการศึกษารูปร่างของไวรัสพบว่า CMV และ ToRSV เป็นแบบหลายเหลี่ยม และ CGMMV มีรูปร่างเป็นทรงกลม ส่วนลักษณะอาการของพืชอาศัยทั้งหมด 26 ชนิดนั้น CGMMV สามารถทำให้เกิดโรคได้ 8 ชนิด ToRSV ทำให้เกิดโรคบนพืช 16 ชนิด และ CMV ทำให้เกิดโรคในพืช 23 ชนิด

1. **Cucumovirus** ได้แก่ *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) มีรายงานพบครั้งแรกในแตงกวาที่ประเทศสหรัฐอเมริกา พ.ศ. 2443 (Brunt *et al.*, 1996) อยู่ในจีนัส Cucumovirus วงศ์ Bromoviridae (Gallitelli, 2000) อนุภาคเป็นทรงกลมหลายเหลี่ยม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 นาโนเมตร (Mandarhar, 1989) ในปัจจุบันมีรายงานว่า เชื้อไวรัส CMV สามารถก่อโรคให้กับพืชได้ถึง 1,200 ชนิดใน 100 วงศ์ (Roossinck, 2001) ตัวอย่างพืชที่ได้รับความเสียหายจากเชื้อไวรัส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตร

CMV ได้แก่ แตง ผักกาด มันฝรั่ง ลิลลี่ ขึ้นฉ่าย ถั่ว พริก มะเขือเทศ ข้าวโพด และกล้วย เป็นต้น (มณีรัตน์, 2547) สำหรับประเทศอาร์เจนตินา จีนตะวันออก โครเอเชีย ฝรั่งเศส อียิปต์ กรีซ อิสราเอล อิตาลี ญี่ปุ่น โปแลนด์ โปรตุเกส สเปน สวีเดน และอเมริกาเหนือ จัดเชื้อไวรัส CMV เป็นไวรัสที่มีความสำคัญอันดับ 2-3 ที่ทำความเสียหายให้กับพืชเศรษฐกิจ (Masuta *et al*., 2002) ในประเทศไทย ธีระ (2532) รายงานว่า พบเชื้อไวรัส CMV ตั้งแต่ปี พ. ศ. 2517 ซึ่งเป็นสาเหตุโรคใบหงิกของพริก ลักษณะอาการของพืชที่ได้รับเชื้อไวรัส CMV ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชอาศัย สายพันธุ์เชื้อไวรัสแล้วยังเกี่ยวข้องกับ sat-RNA ของไวรัสที่มีผลต่อการพัฒนาอาการของโรค โดยการลดความรุนแรงของโรคหรือชักนำให้เกิดอาการของโรคแบบใหม่ ๆ ที่รุนแรงกว่าเดิม (Kim *et al*., 1997)

CMV สามารถถ่ายทอดเชื้อได้โดยวิธีกลจากการสัมผัส และถ่ายทอดเชื้อผ่านทางเมล็ด แล้วยังสามารถถ่ายทอดได้โดยแมลงพาหะจำพวกเพลี้ยอ่อนมากกว่า 60 ชนิด ได้แก่ เพลี้ยอ่อนยาสูบ เพลี้ยอ่อนฝ้ายหรือเพลี้ยอ่อนแตง (Brunt *et al.,* 1996; Lapidot *et al.,* 1997)

สมบัติทางกายภาพเชื้อ CMV มีความคงทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส ความคงทนในสภาพอุณหภูมิห้องนาน 12-15 ชั่วโมง (Brunt *et al*., 1996)

การควบคุมโรคที่นิยมปฏิบัติในปัจจุบัน ได้แก่ การกำจัดเพลี้ยอ่อนที่เป็นพาหะโดยการใช้สารเคมีหรือการใช้วัสดุคลุมดิน และใช้พันธุ์ต้านทาน (Gallitelli, 2000)

Green and Kim (1991) รายงานว่า เชื้อ CMV สามารถเข้าทำลายพืชได้มากกว่า 770 ชนิด ทำให้เกิดอาการใบด่างมีสีเหลืองซีด ใบบิดเบี้ยวผิดรูปร่าง ใบเล็กเรียวยาวเป็นแผลแห้งตาย

Palukaitis *et al.* (1992) กล่าวว่า CMV เป็นเชื้อไวรัสที่มีพืชอาศัยกว้างกว่า 1,000 ชนิด ทั้งพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่รวมถึงวัชพืช เพลี้ยอ่อนจัดเป็นแมลงพาหะที่สำคัญในการถ่ายทอดเชื้อ

สกุลศักดิ์ (2540) พบว่า อาการบนต้นแตงที่อายุน้อยจะปรากฏภายใน 4-5 วันหลังจากเชื้อเข้าสู่พืช ส่วนอาการบนต้นโตจะปรากฏไม่เกิน 14 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ โดยที่อุณหภูมิ 26-32 องศาเซลเซียส อาการโรคจะปรากฏเร็วกว่าที่อุณหภูมิ 16-24 องศาเซลเซียส

2. Tobamovirus ได้แก่ *Cucumber Green Mottle Mosaic Virus* (CGMMV) อยู่ในจีนัส Tobamovirus วงศ์ Virgavirdae (แสนชัย, 2553) อนุภาคเป็นท่อนตรงขนาด 300x18 นาโนเมตร (Tan *et al.,* 2000) มีรายงานการพบครั้งแรกในประเทศสหราชอาณาจักรเมื่อ พ.ศ. 2478 ทำให้ผลแตงกวามีลักษณะผิดปกติ (Ainsworth, 1935) ทำให้เกิดโรคในพืชวงศ์แตงหลายชนิด เช่น

สถาบันวิจัยและพัฒนาเกษตร

แตงกวา แตงโม และซูกินี (Kim *et al*., 2003) นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคพืชวงศ์พริก และมะเขือ (Castello *et al*., 1999) เชื้อ CGMMV ที่มีการปนเปื้อนอยู่ในดินสามารถเข้าทำลาย พืชปลูกได้เช่นกัน (Nagai *et al.,* 1974) การเข้าทำลายของเชื้อ CGMMV ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตในหลายประเทศ เช่น ในประเทศญี่ปุ่นมีรายงานเกิดขึ้นของเชื้อ CGMMV 4 สายพันธุ์ ที่มีลักษณะอาการแตกต่างกัน คือ cucumber strain (CGMMV-C) พบเข้าทำลายในแตงกวา (Inoue *et al*., 1967) สายพันธุ์ CGMMV-SH พบเข้าทำลายใน muskmelon (Ugaki *et al*., 1991) ในประเทศเกาหลีมีรายงานครั้งแรกถึงการเข้าทำลายของเชื้อ CGMMV ที่เป็นสาเหตุ ของอาการ blood flesh ในแตงโม (Lee, 1996) ประเทศอินเดีย (Varveri *et al.,* 2002) อินโดนีเซีย (Daryono *et al*., 2005) จีน (Liu *et al*., 2008) ในประเทศไทย (ยุทธ และคณะ, 2547) เชื้อ CGMMV เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดอาการผิดปกติของใบพืชในวงศ์แตงได้หลายลักษณะ เช่น อาการใบด่าง โป่งนูน และบิดเบี้ยว ในบางครั้งจะพบอาการด่างสีเหลืองสว่างกระจายทั่วทั้งใบ (Blight yellow leaf mottling) ทำให้ผลผลิตลดลงถึงร้อยละ 15 (สุพจน์, 2551) ส่วนผลมักพบอาการที่สำคัญ เช่น อาการแผลขีดสีเหลืองแต่ถ้าหากว่าเชื้อเข้าทำลายในระยะติดผลจะทำให้เนื้อภายในผลเกิดการเน่าเละและสีซีดลง (Komuro *et al*., 1971)

เชื้อ CGMMV สามารถแพร่ระบาดได้ดีด้วยวิธีกล เช่น เกิดจากการสัมผัสระหว่างใบพืช การจับต้องในระหว่างการเพาะปลูก โดยเฉพาะการปลูกแตงกวาและแตงโม โดยการใช้ต้นตอที่เป็นโรค แต่ไม่มีรายงานว่ามีการระบาดโดยเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะ สมบัติทางกายภาพมีความคงทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสนาน 10 นาที (สุพจน์, 2551) และมีสามารถคงทนอยู่ในเนื้อเยื่อพืชและน้ำคั้นพืชได้นานกว่า 240 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส (Tan *et al*., 2000)

Choi and Choi (2001) ได้ศึกษาไวรัสในจีนัส Tobamovirus คือ CGMMV และ ZGMMV ที่ประเทศเกาหลี ในแตงโม แตงกวา แตงพื้นเมือง และเมลอน พบว่ามีเชื้อ CGMMV จำนวน 36 ไอโซเลต จำแนกได้จาก 3 ตัวอย่างและวิธีการ RIPA สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบเชื้อไวรัสในพืชวงศ์แตงที่ปลูกในสภาพแปลงเพื่อดูอัตราการถ่ายทอดโรค

Zitikaite (2002) พบว่า การเข้าทำลายแตงโดยไวรัสสาเหตุ 3 ชนิดคือ CMV กับ ToRSV ซึ่งมีอนุภาคแบบทรงกลมหลายเหลี่ยม และ CGMMV ซึ่งมีอนุภาคแบบแท่งตรง

Ali *et al*. (2004) ใช้วิธี dot immunobinding assay ในการตรวจสอบพืชจำพวกแตงที่แสดงอาการด่างแผลจุดเหลือง และบิดเบี้ยว ที่มีการปลูกช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว ในประเทศปากีสถานพบว่า มีการเข้าทำลายโดยเชื้อไวรัส CGMMV คิดเป็นร้อยละ 46.9 ของจำนวนตัวอย่างที่ใช้ทดสอบทั้งหมด 128 ตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รัชนี และเพชรรัตน์ (2552) ศึกษาการตอบสนองของแตงกวา 10 สายพันธุ์ ปลูกเชื้อ CGMMV#9 โดยวิธีกล พบว่า แตงกวาทุกสายพันธุ์มีการตอบสนองต่อเชื้อได้แตกต่างกันโดย แตงกวาในกลุ่มต้านทานโรคปานกลางมี 2 สายพันธุ์ กลุ่มอ่อนแอปานกลางมี 3 สายพันธุ์ และกลุ่มอ่อนแอมากมี 5 สายพันธุ์ คัดเลือกตัวแทนของสายพันธุ์แตงกวาแต่ละกลุ่มมาตรวจติดตามการเคลื่อนย้ายและสะสมของอนุภาคไวรัสในใบพืชภายหลังการปลูกเชื้อที่ 14, 21 และ 30 วัน และในรากที่ 30 วัน ด้วยเทคนิค ELISA พบว่า ในกลุ่มพันธุ์ต้านทานโรคมีรูปแบบการเคลื่อนย้ายทั่วต้นและการสะสมของเชื้อ CGMMV ในลักษณะที่มีการเคลื่อนย้ายทั่วต้นช้ากว่าและการสะสมเชื้อในปริมาณต่ำกว่าในกลุ่มอ่อนแอหรืออ่อนแอมาก ปฏิกิริยาการตอบสนองของต้นแตงกวาสายพันธุ์อ่อนแอต่อเชื้อ CGMMV มีรูปแบบคล้ายคลึงกับการเคลื่อนย้ายของเชื้อ Tobacco mosaic virus (TMV) ที่มีรายงานในต้นมะเขือเทศ

3. **Potyvirus** ได้แก่ *Papaya ringspot virus* (PRSV) จัดอยู่ในจีนัส Potyvirus วงศ์ Potyviridae (Taylor and Greber, 1973) อนุภาคเป็นท่อนยาวคดขนาด 780x12 นาโนเมตร ปัจจุบัน PRSV แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ PRSV-P และ PRSV-W โดย PRSV-P ทำให้เกิดโรคทั้งในมะละกอและพืชวงศ์แตง แต่ PRSV-W เข้าทำลายเฉพาะพืชวงศ์แตงเท่านั้น (Yeh *et al.,* 1992) อาการเด่นชัดบนแตงกวา คือ ใบด่าง เส้นใบใส ใบโป่งเป็นางครั้งจะแสดงอาการไหม้ บิดเบี้ยว เสียรูปร่าง (Moghal and Franck, 1980) ส่วนในผลจะทำให้เกิดอาการด่าง เบี้ยวผิดรูปร่าง ผิวของผลจะมีปุ่มปม (Fischer and Lockhart, 1974) เชื้อไวรัสสามารถทวีจำนวนได้ภายในพืชโดยไม่ต้องอาศัยไวรัสชนิดอื่น ๆ และตรวจพบอนุภาคไวรัสได้ทั้งในส่วนไซโตพลาสซึมและแวคคิวโอลของเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อส่วนที่แสดงอาการ (Purcifull *et al*., 1984)

เชื้อ PRSV สามารถถ่ายทอดโรคได้โดยอาศัยแมลงพาหะ ได้แก่ เพลี้ยอ่อนชนิดต่าง ๆ เช่น เพลี้ยอ่อนฝ้าย เพลี้ยอ่อนยาสูบ เพลี้ยอ่อนถั่วเป็นต้น (Riechmann *et al*., 1989)

สมบัติทางกายภาพในสภาพน้ำคั้นเชื้อ PRSV หมดความสามารถทำให้เกิดโรคแก่พืชทดสอบ เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 8 ชั่วโมง หรือเมื่อจุ่มน้ำคั้นลงในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 54-60 องศาเซลเซียสนาน 10 นาที และเมื่อเจือจางน้ำคั้น 1 : 1,000 (Purcifull *et al*., 1984)

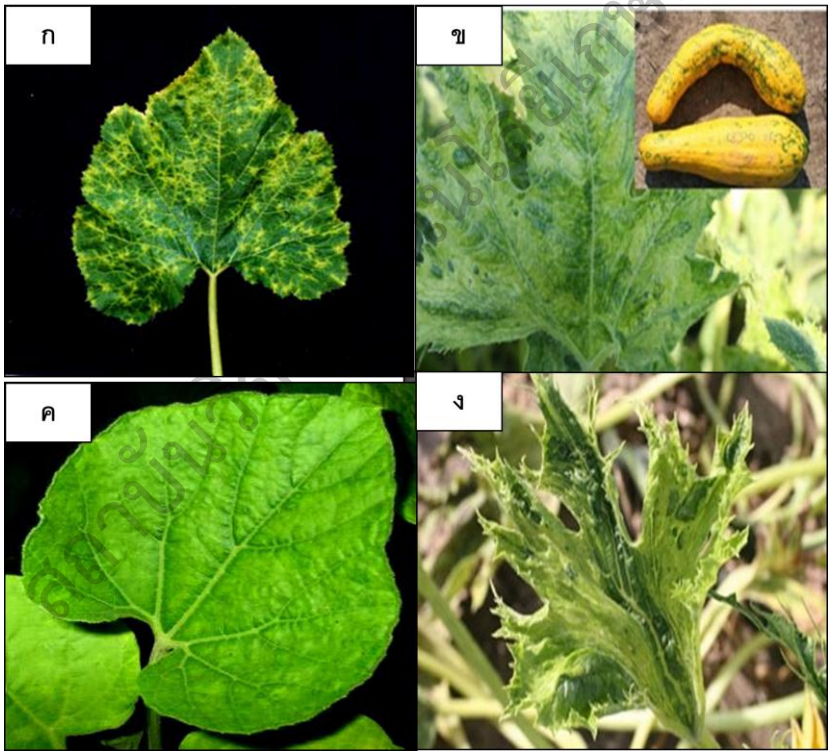
Thomas *et al.* (1996) พบว่า แตงส่วนใหญ่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของเชื้อ PRSV-W โดยใบจะแสดงอาการเด่นชัดคือ ใบด่างเขียว บิดเบี้ยวผิดรูปร่าง ใบเล็กแหลมเรียวยาว มีอาการแคระแกร็นรุนแรง

วิชัย และคณะ (2533) ศึกษาตำลึงที่แสดงอาการใบด่างที่เก็บจากแปลงปลูกมะละกอของเกษตรกร พบว่า ไวรัสมีรูปร่างเป็นแท่งยาวคดขนาดประมาณ 750 นาโนเมตร และทำปฏิกิริยาต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แอนติซีรั่มของเชื้อ PRSV โดยการตรวจวิธี ELISA จากมะละกอทดสอบที่เกิดอาการของโรคเมื่อนำไปปลูกเชื้อบนต้นกล้าตำลึง สามารถทำให้ตำลึงแสดงอาการใบด่างเช่นเดียวกับที่พบในธรรมชาติ แสดงว่า ตำลึงเป็นพืชอาศัยในธรรมชาติอีกชนิดหนึ่งของเชื้อ PRSV

ยุทธ และเพชรรัตน์ (2551) สำรวจและเก็บตัวอย่างพืชที่แสดงอาการของโรคจากเชื้อไวรัสที่พบในแปลงผลิตเมล็ดพันธุ์พืชวงศ์แตงในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า ตัวอย่าง เมลอน แตงกวา น้ำเต้า และสควอช ให้ผลบวกกับแอนติเซรุ่มต่อเชื้อ CMV ในสัดส่วนร้อยละ 44 เชื้อ PRSV-W ร้อยละ 28 เชื้อ CGMMV ในตัวอย่าง เมลอน แตงกวา แตงโม และน้ำเต้าร้อยละ 25 และ *Tospovirus* serogroup IV พบในแตงโม และเมลอนร้อยละ 9 เชื้อ ZYMV ตรวจพบเชื้อในตัวอย่างเมลอนร้อยละ 2



ภาพที่ 3 ลักษณะอาการของพืชวงศ์แตงที่ถูกเชื้อไวรัสบางชนิดเข้าทำลาย

(ก) ลักษณะอาการของ Cucumber mosaic virus (CMV)

(ข) ลักษณะอาการของ Papaya rings pot virus (PRSV)

(ค) ลักษณะอาการของ Cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV)

(ง) ลักษณะอาการของ Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV)

ที่มา: มณีรัตน์ (2547); สุพจน์ (2551); Anonymous (2013b)

2.3 ลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมความต้านทานโรคไวรัสในแตงกวา

ความต้านทานโรคในพืชเป็นลักษณะทางพันธุกรรม และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ Flor (1956) อธิบายถึงการเกิดโรคของพืชโดยใช้สมมติฐานที่เรียกว่า gene-for-gene concept โดยมีใจความสำคัญว่ายีนของเชื้อโรคที่เป็นสายพันธุ์รุนแรง (Virulence) สามารถจับคู่ (Compatible) กับยีนที่ควบคุมความต้านทานโรค พืชจะไม่สามารถต้านทานต่อสายพันธุ์ของเชื้อโรค ในทางตรงกันข้ามถ้ายีนที่เป็นสายพันธุ์รุนแรงของเชื้อโรคไม่สามารถจับคู่ (incompatible) กับยีนที่ควบคุมความต้านทานโรคในพืช พืชจะแสดงความต้านทานต่อสายพันธุ์ของเชื้อโรค

Jugenheimer (1976) ให้นิยามของความต้านทานต่อโรคในระดับต่าง ๆ ไว้ว่า ความต้านทานต่อโรค (Resistance) หมายถึง ความสามารถของพืชที่สามารถคงสภาพจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต อิมมูนิตี (Immunity) หมายถึง ระดับความต้านทาน ที่โรคไม่สามารถเข้าทำลายพืชได้โดยสิ้นเชิง ระดับความต้านทานต่อโรคของพืชแต่ละพันธุ์ จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น ประสิทธิภาพของยีนต้านทาน ระดับความรุนแรงของเชื้อพันธุกรรมของพืชและพันธุกรรมของเชื้อโรค ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อโรคกับพืชและสภาพแวดล้อม

การแสดงออกของความต้านทานต่อโรค แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ความต้านทานแบบแนวตั้ง (Vertical resistance) เป็นความต้านทานโรคของพืชถูกควบคุมด้วยยีนน้อยคู่หรือยีนหลัก (Major gene) ลักษณะต้านทานจะเห็นได้อย่างชัดเจนและสามารถแยกเป็นกลุ่มต้านทานและไม่ต้านทานได้ (กฤษฎา, 2522) ความต้านทานต่อโรคจะมีความเฉพาะเจาะจงกับเชื้อสาเหตุชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือไม่กี่ชนิดซึ่งจะมีความต้านทานโรคจำกัด สามารถเรียกความต้านทานลักษณะนี้ว่า ความต้านทานแบบจำเพาะ (specific resistance) (สกุลศักดิ์, 2544)

2. ความต้านทานแนวแบบราบ (Horizontal resistance) เป็นความต้านทานโรคของพืชถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ซึ่งเป็นยีนรอง (Minor gene) ลักษณะความต้านทานจะออกมาในรูปการกระจายตัวต่อเนื่อง ไม่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มได้ (กฤษฎา, 2522) แต่จะมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุของโรคได้เกือบทุกสายพันธุ์ (สกุลศักดิ์, 2544)

สถาบันวิทยบริการ

กลไกการเข้าทำลายพืชของเชื้อไวรัส

โรคจากเชื้อไวรัสพืชเกิดขึ้นได้จากการที่ไวรัสเข้าไปในเซลล์พืชได้สำเร็จ โดยผ่านทางบาดแผลที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ แมลงพาหะหรือการปลูกเชื้อ เมื่ออนุภาคไวรัสเข้าไปในเซลล์พืชจะปล่อยกรดนิวคลีอิกออกจากโปรตีนห่อหุ้ม มีการเพิ่มปริมาณโดยการเพิ่มกรดนิวคลีอิกและโปรตีนห่อหุ้มขึ้นมาใหม่โดยอาศัยสารประกอบและพลังงานจากพืชอาศัย กรดนิวคลีอิกและโปรตีนห่อหุ้มจะรวมกันเป็นอนุภาคไวรัสรุ่นใหม่ จะเคลื่อนย้ายไปเซลล์ข้างเคียงผ่านทางพลาสโมเดสมาตาและมีการเพิ่มปริมาณของเชื้อไวรัสเช่นเดียวกับเซลล์ติดเชื้อเริ่มแรก ถ้าไวรัสสามารถเพิ่มปริมาณและเคลื่อนย้ายได้จนถึงเนื้อเยื่อลำเลียง ไวรัสจะมีการเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็วไปยังเนื้อเยื่อที่อยู่ไกลออกไปและแสดงอาการทั่วต้นพืช (Matthews, 1992)

การตอบสนองของพืชต่อการติดเชื้อไวรัส

พืชมีการตอบสนองต่อการติดเชื้อดังนี้ (Matthews, 1992)

1. Immune (non host) พืชไม่มีการติดเชื้อ ไวรัสไม่สามารถเพิ่มปริมาณในโปรโตพลาสหรือเซลล์อื่น ๆ ได้แม้แต่ในเซลล์ติดเชื้อเริ่มต้น ไวรัสอาจมีการถอดโปรตีนห่อหุ้มออกแต่ไม่มีการจำลองตัวเองเพื่อผลิตไวรัสรุ่นใหม่ออกมา การที่ไวรัสไม่สามารถเพิ่มปริมาณในต้นพืชได้ เนื่องจากไม่ใช้พืชอาศัยของไวรัส

2. Infectible (host) พืชมีการติดเชื้อและไวรัสสามารถเพิ่มปริมาณในต้นพืชได้ การติดเชื้อของพืชมีหลายรูปแบบดังนี้

2.1 Extreme hypersensitivity ไวรัสสามารถเพิ่มปริมาณได้แต่จำกัดอยู่เฉพาะในเซลล์ติดเชื้อเริ่มต้น เนื่องจากไวรัสสร้าง movement protein ที่ไม่มีประสิทธิภาพทำให้เชื้อไวรัสไม่สามารถเคลื่อนย้ายออกมายังเซลล์ข้างเคียงได้ เรียกการติดเชื้อแบบนี้ว่า Subliminal infection

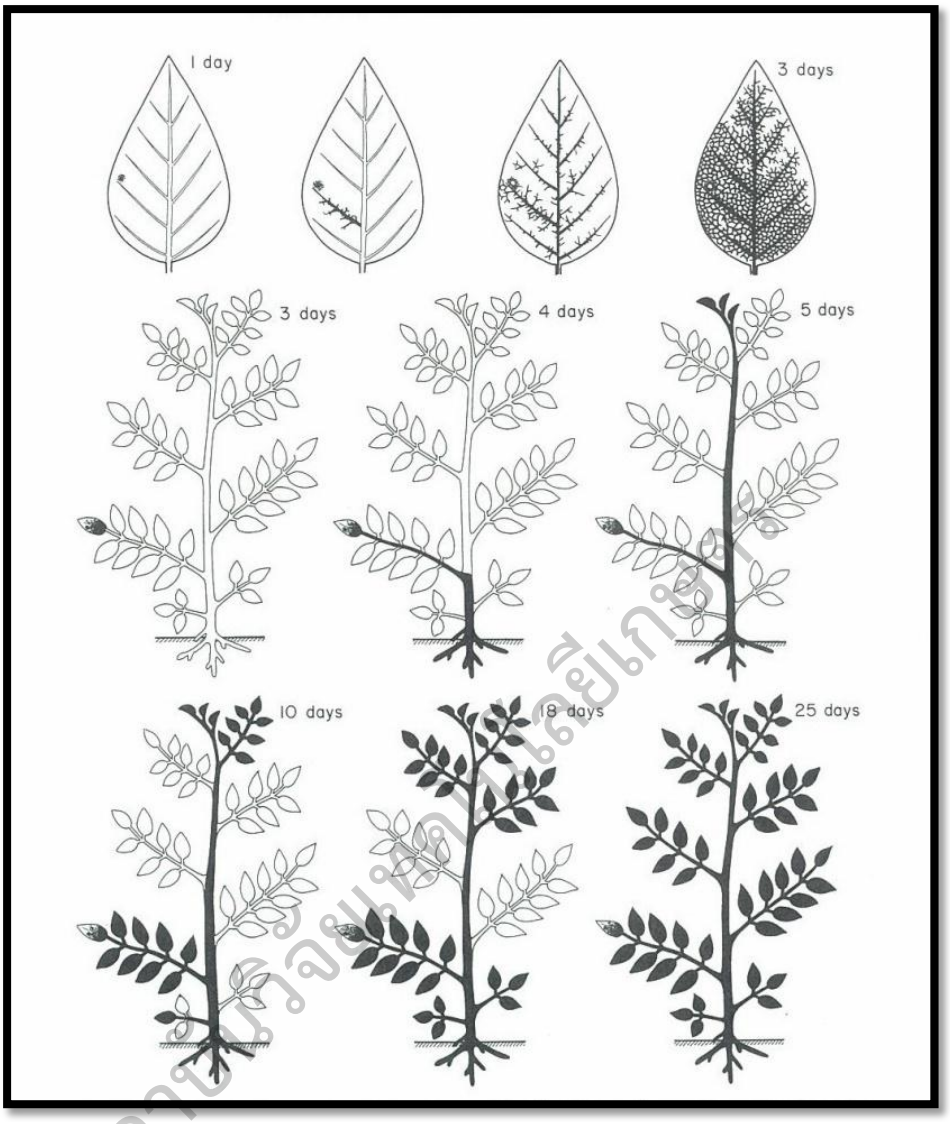
2.2 Hypersensitivity การเพิ่มปริมาณของไวรัสถูกจำกัดเนื่องจากการตอบสนองของต้นพืช โดยการจำกัดพื้นที่ของเซลล์ที่ติดเชื้อ ทำให้เกิดจุดเนื้อเยื่อตายรอบ ๆ เซลล์ที่ติดเชื้อ (Necrotic local lesion)

2.3 Susceptible การตอบสนองของพืชที่มีลักษณะอ่อนแอ เชื้อไวรัสมีการเพิ่มปริมาณและเคลื่อนย้ายกระจายทั่วต้นพืช โดยพืชอ่อนแอมีการตอบสนองได้ 2 แบบ ดังนี้

1) Sensitive ต้นพืชติดเชื้อไวรัสและแสดงอาการโรครุนแรง

2) Tolerant ต้นพืชเกิดการติดเชื้อไวรัส แต่แสดงอาการของโรคน้อยมาก

สถาบันวิจัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 การเคลื่อนย้ายของเชื้อ TMV ในต้นมะเขือเทศภายหลังการปลูกเชื้อระยะเวลาต่าง ๆ ซึ่งได้ศึกษาโดย Samuel ในปี 1934

ที่มา: Agrios (2005)

2.4 แหล่งพันธุกรรมของพันธุ์ต้านทานโรคไวรัส

การปรับปรุงพันธุ์แตงเพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะใหม่และตอบสนองต่อความต้องการนำไปใช้ประโยชน์ ต้องมีแหล่งพันธุกรรมที่มีความแปรปรวนของลักษณะที่ต้องการคัดเลือกมากพอ (Kasem and Somsak, 1991) ดังนั้นการคัดเลือกจากแหล่งรวบรวมเชื้อพันธุกรรม เพื่อจำแนกแหล่งของความต้านทาน และลักษณะทางฟีโนไทป์ วิธีการคัดเลือกสามารถทำได้ทั้งในสภาพแปลงและภายใต้สภาพควบคุม การคัดเลือกในสภาพแปลงมีความเป็นไปได้ โดยปลูกพืชทดสอบในพื้นที่ที่มีเชื้อในปริมาณสูง แต่เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายมากสำหรับการคัดเลือกแหล่งเชื้อพันธุกรรมขนาดใหญ่ และต้องหาวิธีในการตรวจสอบความต้านทานไวรัสและแมลงพาหะ การคัดเลือกภายใต้สภาพควบคุมในเรือนทดลองและตู้ควบคุมการเจริญเติบโต สามารถควบคุมและจำกัดการแพร่กระจายของเชื้อได้ (G mez *et al*., 2009) ในประเทศอินเดียมีรายงานการคัดเลือกพันธุ์แตงเทศที่มีความต้านทานต่อเชื้อ CGMMV โดยนำแหล่งพันธุกรรมมาจาก 10 ประเทศ พบว่ามี 2 สายพันธุ์ที่ต้านทานคือ Phot (*Cucumis melo* var *momordica*) และ Kachri (Rajamony *et al*., 1987) ในญี่ปุ่น (Sugiyama *et al*., 2006) รายงานว่า สายพันธุ์ของแตงเทศที่ต้านทานต่อเชื้อ CGMMV คือสายพันธุ์ Chang Bongi (*Cucumis melo* var. *makuwa Makino*) และในประเทศไทยมีการประเมินความต้านทานของสายพันธุ์แตงที่มีลักษณะต้านทานต่อเชื้อ CGMMV สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะต้านทานต่อเชื้อ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ no. 1 และ no. 30 (ฉัตรนัททรี, 2554)

2.5 การปรับปรุงพันธุ์พืชวงศ์แตงและผลสำเร็จ

Ghaderi and Lower (1981) ได้แนะนำว่าการสร้างและพัฒนาประชากรในการปรับปรุงพันธุ์แตงกวาจะสำเร็จได้โดยการคัดเลือกยีโนไทป์ที่ต้องการ แล้วปล่อยให้มีการผสมอย่างสุ่ม 2-3 รุ่น การใช้วิธีการคัดเลือกแบบวงจร (Recurrent selection) ใช้ได้ผลดีทั้งการคัดเลือกและการสร้างลูกผสม ในขั้นสุดท้ายของการปรับปรุงพันธุ์จะได้สายพันธุ์แท้ (Inbred line) ซึ่งใช้สำหรับสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) โดยนิยมใช้สายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะเป็นสายพันธุ์เพศเมีย ซึ่งสามารถควบคุมสายพันธุ์พ่อแม่ได้ Chee (1993) พัฒนาแตงกวาต้านทานต่อไวรัสใบด่าง CMV โดยวิธีการถ่าย CP gene ของเชื้อ CMV ด้วยการใช้ *Agrobacterium tumefaciens* เป็นพาหะ พลาสมิคที่ใช้คือ pGA482 ซึ่งเป็น binary vector และมี npt II gene เป็น selectable marker gene ปรากฏว่าแตงตัดต่อพันธุกรรมหรือแตงดัดแปรพันธุกรรม เมื่อนำมาตรวจหา CP gene และ npt II โดยวิธี Southern blot hybridization และ ELISA และนำมาคัดพันธุ์ต้านทานต่อเชื้อ CMV โดยการปลูก

สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร

เชื้อโดยวิธีกล พบว่า แตงบางสายพันธุ์มีความต้านทานต่อไวรัสและจะนำไปปลูกทดสอบในรุ่นลูก (R_1) ต่อไป

การปรับปรุงพันธุ์วิธีมาตรฐาน (Conventional breeding)

พันธุ์พืชที่ใช้ปลูกในปัจจุบันส่วนใหญ่มาจากการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์จากสายพันธุ์ที่มีอยู่ในสภาพธรรมชาติในหลาย ๆ สภาพภูมิประเทศ พืชบางชนิดยังคงมีลักษณะเป็นพันธุ์ป่าและมีประโยชน์ทางการเกษตรน้อย แต่มีความหลากหลายและอยู่รอดในสภาพที่มีเชื้อโรคแสดงให้เห็นว่า พืชอาจมียีนที่มีความต้านทานต่อเชื้อโรค ดังนั้นพันธุ์ป่าจากแหล่งต่าง ๆ จึงถูกคัดเลือกมาเพื่อปลูกสภาพธรรมชาติและเชื้อโรคจะกำจัดสายพันธุ์พืชที่อ่อนแอออกไป และเกษตรกรจะคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีที่สุดไว้ การอยู่รอดของสายพันธุ์เหล่านี้เนื่องจากมีความแตกต่างกันของยีนต้านทาน เกษตรกรในแต่ละแหล่งปลูกจะคัดสายพันธุ์พืชที่มีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมและมีความต้านทานต่อเชื้อโรค ดังนั้นจำนวนสายพันธุ์ของพืชปลูกแต่ละชนิดจึงมีจำนวนมาก เนื่องจากมีการคัดเลือกโดยธรรมชาติและการคัดเลือกของเกษตรกรเพื่อให้พืชที่มีลักษณะตามต้องการ และเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อม (Russell, 1978)

การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้าม (Cross pollination)

ประชากรพืชผสมข้ามหมายถึง กลุ่มของต้นพืชผสมข้ามที่ปลูกหรือขึ้นอยู่ด้วยกันเป็นจำนวนมากซึ่งประกอบด้วยพืชแต่ละต้นที่มียีโนไทป์แตกต่างกันและส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ทาง (Heterozygous) เนื่องจากโดยธรรมชาติแล้วพืชแต่ละต้นในประชากรสร้างเมล็ดขึ้นมาจากการผสมเกสรข้ามต้น ดังนั้นพืชแต่ละต้นจึงมีลักษณะที่แตกต่างกันอยู่ในระดับหนึ่งและทำให้ประชากรของพืชผสมข้ามมีคุณสมบัติที่เรียกว่า Heterogeneity population คือ ประชากรที่ประกอบด้วยต้นพืชที่มีลักษณะแตกต่างกัน (กมล, 2531)

การสร้างประชากรพื้นฐาน (Base population improvement)

เป็นการสร้างประชากรที่คัดเลือกพันธุ์ประชากรที่มีค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ต้องการคัดเลือกในระดับสูง และมีฐานทางพันธุกรรมกว้าง (Broad genetic base) คือ มีความแปรปรวนหรือมีความแตกต่างกันทางพันธุกรรม (Genetic variability) ของลักษณะที่ต้องการคัดเลือกมากพอที่จะทำให้การคัดเลือกประสบความสำเร็จ (กมล, 2536ข) และในการสร้างประชากรพื้นฐานนี้ส่วนใหญ่จะนิยมใช้วิธีการผสมแบบพบกันหมด ซึ่งในบางครั้งได้มีการทดสอบพันธุ์ก่อนที่จะใช้เป็นแหล่งพันธุกรรม โดยทั่วไปจะมีการทดสอบการรวมตัว ซึ่งการรวมตัวของพืชนั้นสามารถถ่ายทอดข้ามรุ่นได้ (Hayes and Johnson, 1939) การทดสอบความสัมพันธ์ทางสายเลือดด้วยการใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมมาช่วย เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สายพันธุ์ที่มีความเกี่ยวดองกันและสายพันธุ์

ที่มีการรวมตัวที่ไม่ดี ซึ่งจะเป็นการลดจำนวนคู่ผสมรวมไปจนถึงลูกผสมที่จะใช้คัดเลือก (Austin *et al*., 2000)

การสกัดสายพันธุ์แท้ (Inbred line selection)

โดยใช้วิธีการผสมเลือดชิด (Inbreeding) เป็นการผสมพันธุ์ระหว่างต้นพืชที่เกี่ยวข้องเป็นเครือญาติกันหรือมีบรรพบุรุษร่วมกันมีอยู่หลายวิธีได้แก่ วิธีการผสมตัวเอง (Selfing) เป็นวิธีการที่นิยมที่สุด วิธีผสมในระหว่างพี่น้อง (Sib mating) วิธีย้อนกลับ (Back crossing) และวิธีคัดเลือกพันธุ์แบบจดบันทึกประวัติ (Pedigree method) (กฤษฎา, 2546)

การผสมตัวเองในพืชแต่ละชนิดมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ลักษณะทางพันธุกรรมคงที่การคัดเลือกสายพันธุ์แท้เพื่อใช้พ่อแม่ในการผลิตลูกผสม และใช้วิธีการเดียวกันกับวิธีการจดบันทึกประวัติ (กฤษฎา, 2528) โดยในแต่ละชั่วของการผสมตัวเองจะมีการคัดเลือกพันธุ์ไปพร้อมกันเมื่อผสมตัวเองได้ 2-3 ชั่ว จะคัดเลือกเฉพาะสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการรวมตัวทั่วไป (General combining ability GCA) ได้ดี โดยการทดสอบสายพันธุ์หรือเรียกว่า การทดสอบความสามารถในการรวมตัวของสายพันธุ์ (Combining ability test) จากนั้นทำการผสมตัวเองพร้อมกับคัดเลือกพันธุ์ต่อไปอีก 2-3 ชั่ว จะได้สายพันธุ์ที่มีความเป็นพันธุ์แท้ถึงร้อยละ 97-98 โดยสายพันธุ์แท้ที่ได้จะมีความสม่ำเสมอของลักษณะต่าง ๆ ที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ได้แก่ ความสูง ทรงต้น อายุการออกดอก เป็นต้น แต่จะมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์แท้และพบว่า สายพันธุ์แท้จะมีความเสื่อมลงของลักษณะต่าง ๆ ไปจากประชากรพื้นฐานที่ใช้สกัดสายพันธุ์แท้ในหลายลักษณะ เช่น ความสูง ความแข็งแรง ความสามารถในการสร้างละอองเกสรและรังไข่ทำให้ผลผลิตลดลง เรียกว่า ความเสื่อมถอยทางพันธุกรรม (Inbreeding depression) เป็นผลมาจากการผสมเลือดชิดเนื่องจากวิธีนี้จะทำให้ยีนด้อย (Recessive gene) ที่ควบคุมลักษณะไม่ดีมีโอกาสรวมตัวกันและแสดงลักษณะที่ไม่ดีออกมา ซึ่งยีนด้อยจะถูกควบคุมด้วยยีนเด่น (Dominant gene) ข่มอยู่ในสภาพพันธุ์ทางทำให้ลักษณะไม่ดีมีโอกาสแสดงออกน้อย (กฤษฎา, 2546) ประสิทธิภาพในการปรับปรุงประชากรขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของประชากรพื้นฐาน วิธีการ คัดเลือก และลักษณะที่ต้องการคัดเลือก ซึ่งการคัดเลือก ขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาของยีนที่ควบคุมลักษณะที่คัดเลือก ชนิดของพืชและทรัพยากรที่นักปรับปรุงพันธุ์พืชมีอยู่ (Gardner, 1972; Hallauer, 1984)

El-Lakany and Russel (1971) รายงานว่า นักปรับปรุงพันธุ์พืชมักจะใช้การคัดเลือกด้วยสายตาในชั่วที่ 1-3 ของการผสมตัวเอง เพื่อคัดเลือกลักษณะที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรม

Solanki *et al*. (1982) ศึกษาแตงกวาพันธุ์พื้นเมืองในประเทศอินเดีย ระหว่างลูกผสม 9 คู่ และพ่อแม่ 8 สายพันธุ์ พบว่า ในการผสมตัวเองของลูกผสมชั่วที่ 1 ได้เกิดความเสื่อมถอยทาง

พันธุกรรมแต่จะมีค่าน้อยกว่าเฮทเทอโรซิส (Heterosis) ที่เกิดขึ้นในลูกผสมชั่วที่ 1 ทุกลักษณะที่ศึกษา คือ จำนวนแขนง จำนวนดอกเพศเมีย น้ำหนักผลเฉลี่ย จำนวนผลต่อต้น

นิยะดา (2521) ศึกษาแตงกวาสองพันธุ์ คือ แตงกวาผลเล็กและแตงกวาเปรี้ยวซึ่งยังไม่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ด้วยการผสมตัวเอง 3 ชั่ว แล้วทำการคัดเลือก พบว่า แต่ละพันธุ์มี 2 สายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตและความแข็งแรงไม่แตกต่างกัน ส่วนลักษณะความสม่ำเสมอดีกว่าพันธุ์เดิม การศึกษาความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมโดยเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิม พบว่า แตงกวาผลเล็กมีความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมเล็กน้อยในลักษณะการเจริญเติบโตและความแข็งแรง แต่ลักษณะผลผลิตและการแสดงเพศไม่มีความเสื่อมถอยทางพันธุกรรม ส่วนพันธุ์แตงกวาเปรี้ยวไม่พบความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมในทุกลักษณะ แต่ทั้งสองพันธุ์มีความเป็นพันธุ์แท้เพิ่มมากขึ้น

จานุลักษณ์ และพีระศักดิ์ (2531) ปรับปรุงพันธุ์แตงกวาสำหรับทำแตงกวาดองนำพันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์จากต่างประเทศมาผสมตัวเองหรือผสมระหว่างพี่น้อง คัดเลือกและเก็บเมล็ดแยกต้น จากนั้นนำสายพันธุ์ที่ดีมาปลูกทดสอบและคัดเลือก เพื่อใช้ในการคัดเลือกพันธุ์แบบวงจรประเภท S_1 -Selection และสกัดเป็นสายพันธุ์แท้ พบว่า พันธุ์พื้นเมืองที่ได้รับการคัดเลือกและผสมตัวเองชั่วที่ 6 คือ พันธุ์แตงกวา 7 ใบ-5-6 (sib) พันธุ์แตงกวา 7 ใบ-5-1 (sib) และพันธุ์แตงกวาผลเล็ก 7-6 (sib) พันธุ์พื้นเมืองคัดเลือกแบบ S_1 -Selection ได้รับการคัดเลือกพันธุ์ตราเด็กบิน 9-6 (sib) และพันธุ์ตราเด็กบิน 9-6 (self) ส่วนพันธุ์ต่างประเทศที่ผสมตัวเองเพื่อสกัดเป็นสายพันธุ์แท้และได้รับการคัดเลือกในชั่วที่ 2 คือ พันธุ์ Spring Swallow-2-9 (self) พันธุ์ Bumber (self) และพันธุ์ Bumber 3-2 (self)

สถาบันวิจัยพัฒนาเกษตร