บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 แตงกวา

2.1.1 ความสำคัญของแตงกวาและการใช้ประโยชน์

จากการสำรวจพื้นที่การผลิตแตงกวา และแตงกวาเจอร์กิ้นทั่วโลก ในปี พ.ศ. 2554 พบว่าประเทศที่มีพื้นที่เพาะปลูกแตงกวามากที่สุด 10 อันดับแรกได้แก่ จีน อิหร่าน ตุรกี รัสเซีย ยูเครน สหรัฐอเมริกา สเปน อียิปต์ ญี่ปุ่น และอินโดนีเซีย ผลผลิตรวม 9,505,765 ตัน ส่วนประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกแตงกวาและแตงกวาเจอร์กิ้นรวม 153,263 ไร่ มีผลผลิตมากเป็นอันดับที่ 19 ของโลกมีผลผลิตรวม 261,400 ตัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.7 ตัน ต่อไร่ (FAOSTAT, 2013) โดยทั่วไปแตงกวาใช้เป็นอาหาร โดยรับประทานสด หรือใช้ดอง ในประเทศจีน อินเดีย มาเลเซีย และในบางประเทศใช้ปรุงอาหาร น้ำมันในเมล็ดแตงกวาได้ถูกนำไปใช้ในการประกอบอาหารฝรั่งเศสบางชนิด รวมถึงการนำใบและต้นอ่อนมาประกอบอาหารในแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในศตวรรษที่ 19 ประเทศฝรั่งเศสได้นำแตงกวาไปใช้ประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์ด้านความงามและสุขภาพ เป็นส่วนผสมของน้ำหอม โลชั่น สบู่ ยาสระผม และยังใช้ราก ลำต้น ใบ และเมล็ดมาปรุงยาได้อีกด้วย (Robinson and Decker-Walters, 1997)

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แตงกวา มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Cucumis sativus* L. อยู่ในวงศ์แตง Cucurbitaceae หรือ Gourd พืชวงศ์นี้มี 96 สกุลและ 750 ชนิด (นิพนธ์, 2528) เป็นพืชฤดูเดียวที่มีดอกเพศผู้และเพศเมียแยกกันอยู่ในต้นเดียวกัน มีเถาเลื้อยหรือไต่ค้าง ต่างจากพืชในวงศ์เดียวกันชนิดอื่น ๆ (*Cucumis* spp.) ตรงที่มีโครโมโซม 7 คู่ หรือ 2n = 14 ในขณะที่ชนิดอื่น ๆ มีโครโมโซม 12 คู่ หรือเป็นผลคูณของ 12 เช่น 2n = 24 หรือ 2n = 48 เป็นต้น (Lower and Edwards, 1986) เป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติโดยอาศัยลมและแมลง แต่พบอัตราการผสมตัวเองร้อยละ 1 - 47 (เฉลิมเกียรติ และภัสรา, 2539)

ลำต้น การเจริญในระยะแรกจะตั้งตรง หลังจากนั้นจะเจริญเป็นเถายาว 4 - 8 ฟุต แตกกิ่งแขนงมากยาว 2 – 5 ฟุต กิ่งแขนงจะเป็นแบบแตกออกทางด้านข้าง (sympodial type) โดยแต่ละข้อของกิ่งแขนงจะมีตาข้างซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญสำหรับกิ่งและผลใหม่อยู่ด้านตรงข้ามกับใบ ลำต้นจะมีผิวขรุขระ เมื่อผ่าตัดตามขวางจะเป็นรูปเหลี่ยม เมื่อลำต้นแก่ไส้กลางอาจจะกลวง แต่ละข้อจะมีใบเดี่ยวอยู่สลับกัน ขนาดกว้าง 10 – 20 เซนติเมตร ในแตงกวาธรรมดา

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และ 20 – 40 เซนติเมตร สำหรับแตงกวาไม่มีเมล็ด มีก้านใบยาว 7 – 20 เซนติเมตร ขอบใบหยักมีห้าเหลี่ยมส่วนกลางของใบจะกว้างที่สุดมีขนปกคลุมผิวใบหลังจากข้อที่ 3 - 5 จะมีมือเกาะด้านล่างของก้านใบเมื่อมือเกาะเจริญบนวัตถุจะเจริญพันหมุนเวียนรอบวัตถุนั้น ลำต้นเมื่อตัดตามด้านขวางจะพบกลุ่มของท่อน้ำท่ออาหารจำนวน 10 ท่อ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกจะมีขนาดเล็กอยู่ในขอบเหลี่ยมของลำต้น กลุ่มที่สองจะอยู่ด้านในเมื่อปลูกแบบเลื้อยในแปลงปลูกในสภาพที่มีความชื้นเหมาะสมรากพิเศษจะเจริญออกมาจากข้อ (นิพนธ์, 2550)

ดอก การแสดงเพศ ดอกของแตงกวาโดยธรรมชาติจะมีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกกันแต่อยู่ภายในต้นเดียวกัน (monoecious plant) แต่ในพันธุ์ที่มีการแสดงเพศเป็นดอกเพศเมียล้วน (gynoecious) หรือมีดอกสมบูรณ์เพศและดอกเพศผู้แยกดอกแต่อยู่ในต้นเดียวกัน (andromonoecious) ได้มีการพัฒนาพันธุ์ขึ้นมาภายหลัง (Robinson and Decker-Walters, 1997) ดอกเพศเมียส่วนใหญ่จะเจริญเป็นดอกเดี่ยวบนข้อของเถาใหญ่และเถาแขนงมีเกสรเพศผู้ที่ไม่สมบูรณ์ กลีบดอกสีเหลือง มีจำนวน 5 กลีบ ก้านเกสรเพศเมียอวบสั้นมียอดเกสรแบ่งเป็น 3 ส่วน รังไข่ปรากฏชัดเจนในรังไข่มีช่องว่าง 3 ช่อง ต่อมน้ำหวาน (nectary) มีลักษณะเป็นวงแหวนอยู่รอบฐานก้านเกสรเพศเมีย ดอกเพศผู้สังเกตได้ง่ายเนื่องจากมีก้านดอกเรียวเล็กไม่มีรังไข่มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง 5 กลีบ มีก้านเกสรเพศผู้ 3 ก้าน โดย 2 ก้านจะมีอับละอองเกสรสองอันและอีกก้านหนึ่งมีหนึ่งอันเจริญที่ข้อเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 - 5 ดอก (นิพนธ์, 2550) ลักษณะต้นและดอกของแตงกวามีอยู่หลายแบบ เช่น

perfect bisexual หรือ hermaphroditic flower คือ ดอกสมบูรณ์เพศที่มีทั้งเกสรเพศผู้ (stamens) และเกสรเพศเมีย (pistil) อยู่ในดอกเดียวกัน แต่อาจจะไม่มีกลีบเลี้ยงหรือกลีบดอก

male หรือ staminate flower คือ ดอกที่มีเฉพาะเกสรเพศผู้

female หรือ pistilate flower คือ ดอกที่มีเฉพาะเกสรเพศเมีย

monoecious plant คือ ต้นที่มีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกกันแต่อยู่บนต้นเดียวกัน

dioecious plant คือ ต้นที่มีเฉพาะดอกเพศผู้หรือดอกเพศเมีย

androecious plant คือ ต้นที่มีเฉพาะดอกเพศผู้

andromonoecious plant คือ ต้นที่มีทั้งดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศอยู่บนต้นเดียวกัน

gynoecious plant คือ ต้นที่มีเฉพาะดอกเพศเมีย

gynomonoecious คือ ต้นที่มีดอกเพศเมียและดอกสมบูรณ์เพศอยู่บนต้นเดียวกัน

predominantly female plant คือ ต้นที่มีดอกเพศเมียเป็นส่วนใหญ่

สถาบันวิจัยพืชไร่กาญจน์

hermaphroditic plant คือ ต้นที่มีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน

ในปัจจุบันพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นการค้า (Cultivar) และสายพันธุ์ที่ใช้เป็นพ่อแม่สำหรับผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วแรกจะมีการแสดงออกของตำแหน่งดอกตัวเมียได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ นิพนธ์ (2550)

1. Gynoecious main vine type ดอกตัวเมียเจริญเฉพาะเถาหลัก

2. Gynoecious main and lateral vine type ดอกตัวเมียเจริญในเถาหลักและเถาแขนง

3. Quasi - gynoecious main and lateral vine type ดอกตัวเมียเจริญทั้งเถาหลักและเถาแขนง ซึ่งเจริญจากเถาหลักทุกข้อ

4. Quasi - gynoecious lateral vine type ดอกตัวเมียเจริญเฉพาะเถาแขนง

ผล ผลเป็นแบบมีเนื้อหลายเมล็ด (false berry) หรือ แบบแตง (pepo) ลักษณะกลมยาวหรือเป็นเหลี่ยม ขนาด รูปร่าง สี ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ (นิพนธ์, 2550) ความยาวผลระหว่าง 4 – 50 เซนติเมตร มีไส้ภายในผล (จานุลักษณ์, 2541)

เมล็ด จำนวนเมล็ดต่อผล 200 – 500 เมล็ด (นิพนธ์, 2550) ใน 1 กรัม มีจำนวน 30 – 40 เมล็ด (จานุลักษณ์, 2541)

2.1.3 ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย

พบการบันทึกว่าปลูกในประเทศอินเดีย หรือภาคใต้ของทวีปเอเชียมานานกว่า 5,000 ปี พบว่ามีการปลูกในประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียนเมื่อก่อน 2,000 ปี โดยผ่านเอเชียกลางและตอนเหนือของทวีปแอฟริกา ในศตวรรษที่ 6 นำไปปลูกที่ประเทศจีน โดยสันนิษฐานว่ามีการนำเข้าประเทศจีน 2 ทาง คือทางสายไหม (silk road) โดยผ่านทวีปเอเชียตะวันออกไปสู่ภาคเหนือของประเทศจีน ส่วนอีกเส้นทางผ่านประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ พม่า ไทย และลาว ไปสู่ทางภาคใต้ของประเทศจีน มีการปลูกในสมัยกรีกและโรมันก่อนคริสตกาล 300 ปี ในศตวรรษที่ 9 ถึง 14 ได้นำไปปลูกในทวีปยุโรป (Robinson and Decker, 1997) การนำแตงกวาเข้ามาในประเทศไทยจากหลักฐานแคตตาล๊อค ตราสตางค์ เล่มที่ 7 พ.ศ. 2480 – 2483 โฆษณาขายเมล็ดพันธุ์อิมปรู๊ฟ ลองกรีน เออรี่ฟอร์จูน แฟนซี ฟิคคลิ้ง และกรีนโปรสิฟิค (นิพนธ์, 2550)

2.1.4 การจำแนกชนิดของแตงกวา

เฉลิมเกียรติ และภัสรา (2539) จำแนกแตงกวาตามประโยชน์การใช้สอยได้ดังนี้

1. พันธุ์สำหรับรับประทานสด เป็นพันธุ์ที่มีเนื้อบางและไส้ใหญ่ มีทั้งผลเล็กและผลใหญ่ไม่เหมาะกับการนำไปดอง แตงกวารับประทานสดแบ่งตามขนาดของผลได้ ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1 แตงผลยาว (long cucumber) หรือแตงร้าน ส่วนใหญ่จะมีเนื้อหนา ไส้แคบ มีความยาวผลอย่างน้อย 15.0 เซนติเมตร และมีความกว้างผลมากกว่า 2.5 เซนติเมตร

1.2 แตงผลสั้น (short cucumber) หรือแตงกวา จะมีเนื้อน้อย ไส้กว้าง มีความยาวผล 8.0 – 12.0 เซนติเมตร และมีความกว้างผลมากกว่า 2.5 เซนติเมตรส่วนใหญ่

2. พันธุ์อุตสาหกรรม เป็นพันธุ์ที่มีเนื้อหนา ไส้เล็ก บางพันธุ์ไม่มีไส้ เปลือกสีเขียวเข้มเมื่อนำไปดองจะคงรูปร่างได้ดี ไม่เหี่ยวย่น แตงกวาพันธุ์นี้ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ลูกผสมผลมีรูปร่างผอมยาว ซึ่งแบ่งตามขนาดได้ดังนี้

2.1 แตงผลยาว (long cucumber) เป็นแตงชนิดที่ใช้ทำแตงดองของญี่ปุ่นและจีน มีเนื้อหนาไส้แคบ ผิวสีเขียวเข้มตลอดความยาวของผล ซึ่งมีความยาวผล 20.0 – 30.0 เซนติเมตร และมีความกว้างผล 2.0 – 3.0 เซนติเมตร

2.2 แตงผลสั้น (short cucumber) เป็นแตงชนิดที่ใช้ทำแตงดองของสหรัฐอเมริกาและยุโรป มีเนื้อหนาและแน่นไส้แคบ ผิวสีเขียวเข้มตลอดความยาวของผลใช้ดองทั้งผลผ่าตามความยาวและหั่นเป็นชิ้น ๆ ตามความกว้างของผล ซึ่งมีความยาวผล 8.0 – 12.0 เซนติเมตร มีความกว้างผล 1.0 – 5.1 เซนติเมตร โดยทั่วไป มีอัตราส่วนความยาวต่อความกว้าง (L/D ratio) มีค่าอยู่ระหว่าง 2.8 – 3.1

2.2 การรวมพันธุกรรม

การที่จะปรับปรุงลักษณะใด ๆ ของพืชจำเป็นต้องมีพืชลักษณะนั้น ๆ อยู่ ดังนั้นงานสำคัญอันดับแรกในการปรับปรุงพันธุ์พืช คือการรวบรวมพันธุ์พืชต่าง ๆ เพื่อป้องกันการสูญหายของลักษณะ และจัดลักษณะต่าง ๆ เข้าเป็นหมวดหมู่ การรวบรวมเป็นการรวบรวมพันธุ์ที่มีอยู่แล้วในประเทศ และรวบรวมจากต่างประเทศ (กฤษฎา, 2528) ในพืชผสมข้ามการปรับปรุงพันธุ์จะต้องเกี่ยวข้องกับพืชหลาย ๆ ต้นประกอบกันเป็นประชากรใหม่ การคัดเลือกจึงเป็นไปในการเพิ่มอัตราส่วนของยีนที่ดีหลาย ๆ ยีนซึ่งเมื่อมาอยู่รวมกันแล้วจะแสดงลักษณะที่ดีออกมา การคัดเลือกพืชกลุ่มผสมข้ามจึงนับว่าเป็นการจัดสรรอัตราส่วนของยีนในประชากรให้อยู่ในอัตราที่เหมาะสมประกอบกันเป็นพันธุกรรมที่ดี ให้ผลเฉลี่ยในการแสดงออกสูงสุดลักษณะของประชากรจึงเป็นประชากรที่ประกอบด้วยต้นพืชที่มีลักษณะแตกต่างกัน (heterogeneous population หรือ heterogeneity) และการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนของยีนตัวหนึ่งอาจกระทบกระเทือนต่ออัตราส่วนของยีนตัวอื่นได้ ดังนั้นการปรับปรุงพืชกลุ่มผสมข้ามจึงเป็นการปรับปรุงสมดุลของยีนภายในประชากรเพื่อให้ได้ความสมดุลที่ดีที่สุด (ดำเนิน, 2541)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 การปรับปรุงประชากร

การปรับปรุงประชากรอาจมีการประยุกต์วิธีการ ตลอดจนการนำไปใช้ในหลากหลายรูปแบบ วัตถุประสงค์หลัก ๆ ของการปรับปรุงประชากรก็เพื่อเพิ่มศักยภาพของเชื้อพันธุกรรม เพื่อใช้ประโยชน์ในระยะปานกลางถึงระยะยาว (กฤษฎา, 2555) หลักการทั่วไปในการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้ามใช้วิธีการต่าง ๆ คล้ายคลึงกับการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมตัวเอง เช่น การนำพันธุ์ดีเข้ามาปลูก (introduction) การคัดเลือก (selection) และการผสมพันธุ์ซึ่งติดตามมาด้วยการคัดเลือก (hybridization and selection) วิธีการที่ใช้ในการคัดเลือกพืชผสมข้ามนั้นจะแตกต่างจากการคัดเลือกพืชผสมตัวเองโดยการคัดเลือกพืชผสมข้ามจะเน้นถึงลักษณะดีโดยเฉลี่ยของประชากรทั้งหมดของพืช ซึ่งโดยทั่วไปจะมีจีโนไทป์อยู่ในรูปสายพันธุ์ทาง (heterozygous) เนื่องจากการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้ามมีความเกี่ยวข้องกับพืชจำนวนหลาย ๆ ต้น ดังนั้นจึงมุ่งเน้นในการเพิ่มอัตราส่วนหรือความถี่ของยีนดีจำนวนหลาย ๆ ยีนให้อยู่ในอัตราที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สัดส่วนที่สมดุลที่สุดของจีโนไทป์ ชนิดต่าง ๆ ในประชากร อันจะนำไปสู่การแสดงออกในค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดของประชากร โดยปกติแล้วความถี่ของยีนตำแหน่งหนึ่งซึ่งมีเพียง 2 คู่ยีน (alleles) และความถี่ของจีโนไทป์ของประชากรมีความคงที่จากชั่วหนึ่ง (generation) ไปยังอีกชั่วหนึ่งถ้าไม่มี การอพยพ (migration) การคัดเลือก (selection) และการกลายพันธุ์ (mutation) และมีการผสมพันธุ์แบบสุ่ม (random matting) ภายในประชากรขนาดใหญ่นั้น ซึ่งเป็นไปตาม กฎความสมดุลของฮาร์ดีและไวน์เบอร์ก (Hardy and Weinberg's Law of Equilibrium) อย่างไรก็ตามกฎของฮาร์ดีไวน์เบอร์กนั้นได้มีการสมมุติให้ทุกจีโนไทป์สามารถผลิตเมล็ดออกมาในจำนวนที่เท่า ๆ กันจึงทำให้ประชากรสมดุลแต่ในความเป็นจริงตามธรรมชาติแต่ละจีโนไทป์ย่อมผลิตเมล็ดออกมาได้ในจำนวนไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ (fitness) ของแต่ละจีโนไทป์ในประชากรนั้น โดยที่ค่าความสมบูรณ์ (fitness or adaptive value or selective value or reproductive rate) นั้นหมายถึง อัตราส่วนในรุ่นลูกในแต่ละจีโนไทป์ที่ถูกผลิตขึ้นมาเป็นองค์ประกอบของประชากรใหม่ ซึ่งเมื่อประชากรขนาดใหญ่มีการผสมพันธุ์แบบสุ่ม ไม่มีการอพยพ การคัดเลือก และการกลายพันธุ์แล้วจะทำให้แต่ละจีโนไทป์มีค่าความสมบูรณ์สูงสุดเท่ากับ 1 นอกจากค่าความสมบูรณ์จะเปลี่ยนไปตามการคัดเลือกแล้วยังขึ้นอยู่กับการงอกของเมล็ด ความเป็นหมัน สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นพืชอีกด้วย ซึ่งในประการหลังสุดนั้นอาจกล่าวได้ว่า เป็นผลมาจากการคัดเลือกตามธรรมชาตินั่นเอง (บุญหงส์, 2548) ในการปรับปรุงประชากรมีความจำเป็นจะต้องปรับเปลี่ยนความถี่ของยีนให้เป็นไปในส่วนที่ประชากรพืชผสมข้ามสามารถแสดงลักษณะออกได้สูงสุดในสมดุลใหม่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องควบคุม

สถาบันวิจัยและพัฒนาโนโลยีการเกษตร

การผสมเกสรในรูปแบบต่าง ๆ ก่อนการคัดเลือกเพื่อนำยีนเข้าสู่ปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในรูปแบบที่นักปรับปรุงพันธุ์ต้องการ (กฤษฎา, 2551)

ประชากรที่นำมาปรับปรุงอาจเป็นลูกผสมรุ่นที่ 2 (F_2) ของลูกผสมชนิดต่าง ๆ หรือประชากรผสมเปิดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของนักปรับปรุงพันธุ์ แต่สามารถแยกออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ และในแต่ละกลุ่มยังแยกออกเป็น 3 รูปแบบ ตามลักษณะการผสมเกสรเพื่อบังคับให้ยีนแสดงปฏิสัมพันธ์ไปในทิศทางที่ต้องการ วิธีการปรับปรุงประชากรแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามสภาพการใช้หรือไม่ใช้สายพันธุ์ทดสอบจากต่างประชากร (กฤษฎา, 2551)

2.3.1 วิธีปรับปรุงประชากรโดยไม่ใช้สายพันธุ์ทดสอบ (Intra population improvement) การปรับปรุงประชากรโดยไม่ใช้สายพันธุ์ทดสอบสามารถแยกวิธีคัดเลือก ดังนี้

1. วิธีคัดรวมพื้นฐาน โดยไม่มีการทดสอบในชั่วลูก เป็นการคัดเลือกจากประชากรโดยตรง แล้วนำมาเป็นประชากรใหม่ ลูกที่คัดได้อาจเป็นการผสมตัวเอง (self) การผสมระหว่างต้นที่เป็นพี่น้องที่มีเฉพาะต้นแม่หรือต้นพ่อร่วมกัน (half sib) หรือ การผสมระหว่างต้นที่เป็นพี่น้องร่วมพันธุ์พ่อแม่เดียวกัน (full sibs)

2. วิธีคัดรวมโดยมีการทดสอบในชั่วลูก ซึ่งอาจเป็นการทดสอบ S_1 การผสมระหว่างต้นที่เป็นพี่น้องที่มีเฉพาะต้นแม่หรือต้นพ่อร่วมกัน หรือการผสมระหว่างต้นที่เป็นพี่น้องร่วมพันธุ์พ่อแม่เดียวกัน และเรียกกันทั่วไปว่า วิธีฝักต่อแถว (ear – to – row) หรือเรียกตามวิธีผสมเกสรว่า S_1 half sib หรือ full sib selection

3. วิธีคัดรวมแบบฝักต่อแถวประยุกต์ (modified ear – to – row) เป็นวิธีประยุกต์แบบข้อ 2.

วิธีปรับปรุงประชากรโดยไม่ใช้สายพันธุ์ทดสอบเป็นการคัดเลือกภายในประชากรเฉพาะที่ต้องการปรับปรุงลักษณะเฉพาะ อย่างใดอย่างหนึ่ง เหมาะสมกับการปรับปรุงประชากรที่มุ่งเน้นการสร้างพันธุ์สังเคราะห์ การพัฒนาสายพันธุ์แท้เพื่อใช้สร้างลูกผสม และการพัฒนาพันธุ์คละ (mixed genotype cultivars) ในพืชผสมตัวเอง

2.3.2 วิธีปรับปรุงประชากรโดยใช้สายพันธุ์ทดสอบ (tester line) จากต่างประชากร (Inter population improvement)

สายพันธุ์ทดสอบอาจเป็นสายพันธุ์แท้ ลูกผสมเดี่ยว หรือประชากรผสมเปิด แยกวิธีคัดเลือกออกเป็น ดังนี้

1. วิธีคัดเลือกเพื่อปรับปรุงสมรรถนะการผสมทั่วไป โดยใช้สายพันธุ์ทดสอบที่มีฐานพันธุกรรมกว้าง (recurrent selection for GCA)

สถาบันวิทยบริการเทคโนโลยีการเกษตร

2. วิธีคัดเลือกเพื่อปรับปรุงสมรรถนะการผสมเฉพาะ โดยใช้สายพันธุ์ทดสอบที่มีฐานพันธุกรรมแคบ (recurrent selection for SCA)

3. การทดสอบสมรรถนะการผสมสลับระหว่าง 2 ประชากร เพื่อเพิ่มสมรรถนะการผสมของทั้ง 2 ประชากรไปพร้อม ๆ กัน (reciprocal recurrent selection)

วิธีปรับปรุงประชากรโดยใช้สายพันธุ์ทดสอบเป็นวิธีการคัดเลือกบนพื้นฐานของการแสดงออกของการผสมระหว่างสองประชากรเหมาะสำหรับการใช้เพื่อนำไปใช้สร้างลูกผสมที่มีความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis) ที่ดีโดยมีวัตถุประสงค์สุดท้ายเพื่อให้ได้ลูกผสมระหว่างประชากรที่ดี (Chahal and Gosal, 2002; กฤษฎา, 2551)

ปัจจุบันการปรับปรุงประชากร มักมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสายพันธุ์แท้ (Inbred) เพื่อสร้างลูกผสมต่อไป (กฤษฎา, 2555)

2.4 การสร้างประชากรพื้นฐาน

2.4.1 ประชากรพื้นฐาน (base population)

ประชากรพื้นฐาน คือ ประชากรที่ประกอบด้วยกลุ่มของต้นพืชจำนวนมากที่ใช้คัดเลือกพันธุ์ ประชากรดังกล่าวต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ มีค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ต้องการคัดเลือกอยู่ในระดับสูง และมีฐานทางพันธุกรรมกว้าง (broad genetic base) คือ มีความแปรปรวนหรือความแตกต่างทางพันธุกรรม (genetic variability) ของลักษณะที่ต้องการคัดเลือกมากพอที่จะทำให้การคัดเลือกพันธุ์ประสบผลสำเร็จ (โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย, 2554)

2.4.2 แหล่งที่มาของประชากรพื้นฐาน

กมล (2531) ได้กล่าวว่าแหล่งที่มาของประชากรพื้นฐานของพืชที่สำคัญมีอยู่ 2 แหล่ง คือ

1. จากการเลือกหรือเสาะหา สายพันธุ์ของพืชที่มีอยู่แล้ว เช่น พันธุ์พื้นบ้าน หรือพันธุ์ท้องถิ่นซึ่งเป็นพันธุ์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีอยู่แล้ว พันธุ์การค้าทั้งพันธุ์ผสมเปิด (open – pollinated cultivar) พันธุ์สังเคราะห์ (synthetic cultivar) และพันธุ์ลูกผสม (F_1 – hybrid) ที่มีใช้เป็นการค้าอยู่แล้วหรือนำเข้าจากต่างประเทศ รวมทั้งการขอเชื้อพันธุกรรม หรือสายพันธุ์พืชลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์จากศูนย์วิจัยพืชนานาชาติต่าง ๆ

2. จากการสร้างขึ้นโดยนักปรับปรุงพันธุ์พืช การสร้างประชากรพื้นฐานเพื่อสร้างลักษณะ ใหม่ ๆ หรือนำลักษณะดีจากหลายพันธุ์มารวมกัน นักปรับปรุงพันธุ์พืชจึงต้องผสมข้ามพันธุ์เพื่อสร้างประชากรพื้นฐานขึ้นใหม่ซึ่งได้แก่

2.1 พันธุ์ลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์การค้าจากต่างประเทศกับพันธุ์พื้นบ้านของไทย (พันธุ์การค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีคุณภาพดีและ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เกษตร

ทนโรคที่สำคัญบางโรคอยู่แล้วแต่อาจจะมีปัญหาการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของไทย และไม่ทนโรคบางโรคที่เป็นปัญหาอยู่ในเมืองไทย 2 – 4 พันธุ์) หรือลูกผสมรุ่นที่ 2 ที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์การค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศที่ไม่มีบรรพบุรุษร่วมกันมาก่อน

2.2 พันธุ์ผสมรวม (composite variety) ที่ได้จากการผสมข้ามแบบสุ่มระหว่างสายพันธุ์หรือพันธุ์ที่นำลักษณะที่ต้องการ และมีความสามารถในการรวมตัวทั่วไปดี ได้แก่พันธุ์การค้า พันธุ์ท้องถิ่น พันธุ์พื้นบ้าน ที่นำเข้าจากหลายประเทศหรือหลายแหล่งด้วยกัน ซึ่งอาจจะขอจากศูนย์วิจัยพืชนานาชาติหรือแหล่งรวบรวมเชื้อพันธุกรรมพืชชนิดดังกล่าว

ดังนั้น ขั้นตอนการดำเนินงานของการปรับปรุงพันธุ์พืชประกอบด้วย การเลือก หรือสร้างประชากรพื้นฐานที่เหมาะสมสำหรับใช้เริ่มต้นคัดเลือกพันธุ์ จนได้รับพันธุ์พืชพันธุ์ใหม่

การคัดเลือก เป็นการทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งสามารถถ่ายทอดไปยังประชากรในชั่วหลัง ๆ เปลี่ยนแปลงไปจากสมดุลเดิม ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของความต้องการของมนุษย์ (artificial selection) หรืออิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมของธรรมชาติ (natural selection) (กฤษฎา, 2528) การปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้ามส่วนใหญ่นั้นเป็นการปรับปรุงลักษณะเชิงปริมาณ เช่น ผลผลิต ความสูง และอายุ เป็นต้น การคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์จะมีประสิทธิภาพสูง ขั้นแรกจะต้องเริ่มจากพื้นฐานที่ดี คือมีความแปรปรวนของลักษณะที่ต้องการปรับปรุงสูง ถ้าความแปรปรวนน้อยจะต้องหาวิธีการสร้างพันธุ์ผสมรวมขึ้นก่อนดำเนินการคัดเลือกหรือปรับปรุงต่อไป ลักษณะที่ทำการคัดเลือกหรือปรับปรุงนั้น ถ้ามีอัตราพันธุกรรมสูงโอกาสจะคัดเลือกได้รับความสำเร็จก็มีมาก วิธีการหรือกระบวนการคัดเลือกจึงมีบทบาทสำคัญมาก (สุทัศน์, 2553)

การปรับปรับปรุงประชากรให้ผลดีในระยะปานกลางถึงระยะยาว โดยเฉพาะอย่างยิ่งลักษณะที่มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำหรือปานกลาง แต่เนื่องจากแตงกวาเป็นพืชที่มีฐานพันธุกรรมแคบ การใช้เฉพาะสายพันธุ์ที่ใช้ปลูกอยู่ทั่วไปมาสร้างประชากรจึงไม่เพียงพอ ความสำเร็จในการปรับปรุงประชากรจึงขึ้นอยู่กับความหลากหลายทางพันธุกรรมที่จะผสมเข้าไปในประชากร และในการปรับปรุงประชากรควรจะได้มีการผสมกันอย่างอิสระมากพอที่จะทำให้ยีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ กระจายเข้าสู่ประชากรอย่างสม่ำเสมอก่อนการคัดเลือก อย่างไรก็ตามโครงการปรับปรุงพันธุ์ที่ดีควรมีระบบการปรับปรุงพันธุ์ที่หวังผลในระยะสั้นและระยะยาวควบคู่กันไป (Lower and Edwrads, 1986) ประชากรที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์แล้ว (an improved population) สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยตรง คือ ใช้เป็นพันธุ์การค้าได้ทันที ได้แก่พันธุ์ผสมเปิดหรือผสมปล่อย และพันธุ์สังเคราะห์ นอกจากนี้ยังใช้เป็นแหล่งสำหรับสร้างพันธุ์แท้ พันธุ์ลูกผสมชั่วแรกและประชากร

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลูกผสม (population hybrid variety) เพื่อเป็นการค้าต่อไป (โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย, 2554) การสร้างประชากรพื้นฐานในการทดลองนี้วิธีการผสมสุ่มในภายประชากร (random mating) เพื่อเป็นการรวมยีนหรือจัดเรียงยีนใหม่ (gene recombination) และเก็บเมล็ดรวมกันในแต่ละประชากร (bulk population method) เป็นการสร้างโอกาสให้ยีนทุกยีนมีโอกาสพบกันหมดและเก็บเมล็ดทั้งหมดของประชากรรวมรายต้น และสุ่มเมล็ดจำนวนหนึ่งเพื่อไปปลูกต่อโดยในการสุ่มแต่ละครั้งจะทำให้พืชส่วนใหญ่ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของประชากรแต่ค่าเฉลี่ยประชากรจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ (กฤษฎา, 2546) เมื่อมีการผสมสุ่มไปเรื่อย ๆ องค์ประกอบทางพันธุกรรมในประชากรจากรุ่นสู่รุ่น ความถี่ยีนจะคงที่ ความแปรปรวนทางพันธุกรรมในประชากรจะไม่เปลี่ยนแปลงและระดับของยีนที่มีอัลลีลเหมือนกัน (homozygosity) และ ยีนที่มีอัลลีลต่างกัน (heterozygosity) จะคงเดิมในทุกรุ่น (Allard, 1960)

ตัวอย่างความสำเร็จของการสร้างประชากรพื้นฐานของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2511 ดร.สุจินต์ จินายน ได้สร้างประชากรพื้นฐานของข้าวโพดโดยการนำข้าวโพด 36 พันธุ์ พันธุ์ส่วนใหญ่มีกำเนิดมาจากหมู่เกาะคาริบเบียน 16 พันธุ์ จากประเทศเม็กซิโกและอเมริกากลาง 6 พันธุ์ จากอเมริกาใต้ 5 พันธุ์ อินเดีย 5 พันธุ์ และแหล่งอื่น ๆ รวมทั้งสหรัฐอเมริกา 4 พันธุ์ ข้าวโพด 36 พันธุ์ ได้รับการคัดเลือกและปลูกเพื่อผสมรวมเป็นพันธุ์ใหม่ โดยใช้หลัก 3 ประการ คือ

1. มีลักษณะดีจากการทดสอบซึ่งได้รับรายงานจากประเทศต่าง ๆ
2. เมื่อปลูกทดสอบในประเทศไทยแล้วสามารถปรับตัวได้ดี
3. มีฐานทางพันธุกรรมกว้าง และมีถิ่นกำเนิดแตกต่างกัน

การสร้างพันธุ์ดำเนินการโดยปลูกพันธุ์ต่าง ๆ ในแต่ละฤดูเมล็ดจำนวนเท่ากันจากแต่ละพันธุ์นำมาคลุกเคล้ารวมกัน และปลูกเป็นแถวตัวผู้สลับกับแถวตัวเมีย ปลูกแต่ละพันธุ์เป็นแถวเพศเมีย โดยให้เบอร์ 1 ถึง 36 แต่ละพันธุ์ปลูก 3 แถว และปลูกต่างวันกัน ทั้งนี้เพื่อให้โอกาสได้รับการผสมข้ามจากแถวเพศผู้มากที่สุด เมื่อข้าวโพดเริ่มออกดอก ตัดดอกเพศผู้ (detassel) ในแถวเพศเมียออกให้หมด เมื่อถึงตอนเก็บเกี่ยวคัดเลือกฝักจากแถวเพศเมีย และจากต้นที่ดีประมาณร้อยละ 50 นำมากะเทาะรวมกันในแต่ละพันธุ์ทั้ง 36 พันธุ์ โดยการคัดเลือกกระทำภายในพันธุ์เท่านั้นซึ่งในฤดูถัดมาได้ทำการปลูกและดำเนินการเช่นในฤดูแรก เมื่อดำเนินการปลูกครบ 4 ครั้งใน 4 ฤดูแล้ว พบว่า แต่ละพันธุ์มีลักษณะใกล้เคียงกันมาก เนื่องจากมีการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ต่าง ๆ มาตลอด เรียกว่าพันธุ์เหล่านี้ถึงจุดสมดุลทางพันธุกรรมแล้ว จึงได้เก็บเกี่ยวฝักจากแถวเพศเมียกะเทาะเมล็ดรวมกัน และได้พันธุ์ผสมรวมให้ชื่อว่า ไทยคอมพอสิตเบอร์ 1 ในปี พ.ศ. 2512 แล้วได้ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีคัดเลือกแบบวงจรที่ผสมตัวเอง 1 ครั้ง จำนวน 3 รอบ ในระหว่างปี พ.ศ. 2514 - 2516 พบว่า โรคราน้ำค้างซึ่งเกิดจากเชื้อ *Peronosclerospora sorghi*

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เริ่มระบาดในประเทศไทย และทำความเสียหายให้แก่ข้าวโพดจำนวนมาก โครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดจึงเริ่มต้นปรับปรุงพันธุ์ต้านทานอย่างจริงจังขึ้นจากโครงการทดสอบพันธุ์ข้าวโพดร่วมกันในทวีปเอเชีย พบว่า พันธุ์ Phillippine DMR1 และ Phillippine DMR5 มีลักษณะที่ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างดี และให้ผลผลิตสูง โครงการจึงได้ใช้พันธุ์ทั้งสองผสมข้ามกับพันธุ์ไทยคอมพอสิตเบอร์ 1 เพื่อใช้ในถ่ายทอดลักษณะต้านทานโรคนี้ โดยใช้วิธีการผสมกลับ (backcross) จำนวน 3 ครั้ง จนกระทั่งได้พันธุ์ไทยคอมพอสิตเบอร์ 1 ที่ต้านทานโรคราน้ำค้างในระดับดีพอสมควร พันธุ์ไทยคอมพอสิตเบอร์ 1 ดีเอ็มอาร์ ได้รับการคัดเลือกแบบวงจรที่ทำการผสมตัวเอง 1 ครั้ง อีกจำนวน 2 รอบ ในปีพ.ศ. 2516 และ 2517 ก่อนเสนอเข้ารับรองพันธุ์ในชื่อสุวรรณ 1 (พีระศักดิ์ และเจริญศักดิ์, 2529)

จากการศึกษาของ จานุลักษณ์ (2550) กล่าวว่า จากการรายงานทางวิชาการของไทยในเรื่องการปรุงพันธุ์แตงกวา พบว่ายังไม่มีการนำพันธุกรรมจากเขตต่าง ๆ ทั่วโลกมาใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ตลอดจนยังไม่มีการสร้างประชากรพื้นฐานเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมของประเทศไทย

2.5 การสกัดสายพันธุ์แท้

การพัฒนาสายพันธุ์แท้ (inbred line development) เป็นการผสมพันธุ์เพื่อให้เกิดการผสมเลือดชิด (inbreeding) อย่างเป็นระบบ และวิธีนิยมกันสูงสุดคือ วิธีผสมตัวเองอย่างต่อเนื่อง (consecutive selfing) ซึ่งจะทำให้พืชเข้าสู่ความคงตัวทางพันธุกรรม (genetic fixation) ได้เร็วที่สุด ในอัตรา $(2^m - 1)/2^m$ เมื่อ m เท่ากับจำนวนครั้งที่ผสมในพืชผสมข้าม นิยมใช้สัญลักษณ์ S หมายถึงจำนวนครั้งที่ผสมตัวเอง การผสมตัวเอง 1 ครั้ง จะทำให้พืชเข้าสู่การคงตัวทางพันธุกรรมอย่างรวดเร็วในอัตราร้อยละ 50 เป็นการลดโอกาสในการแยกตัวของยีนที่เกาะยึดกันอย่างใกล้ชิด (linked gene) ทำให้ยีนเหล่านี้ไม่สามารถแยกตัวไปจัดกลุ่มใหม่กับยีนที่แตกต่างกัน (gene recombination) ดังนั้นโอกาสที่จะได้ลักษณะแปลกใหม่ลดลง ส่วนการผสมระหว่างพี่น้อง 3 ครั้ง จะมีผลเท่ากับการผสมตัวเอง 1 ครั้ง (กฤษฎา, 2555) ความสำเร็จของการผลิตลูกผสมนั้นส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะสายพันธุ์แท้ที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมแตกต่างกันมาก ๆ ดังนั้น ขั้นตอนแรกที่สำคัญคือการหาประชากรพื้นฐานที่จะนำมาสกัดสายพันธุ์แท้ และควรใช้พันธุ์ที่มีพื้นฐานทางพันธุกรรมแตกต่างกันมาก ๆ จำนวนหลาย ๆ พันธุ์ พันธุ์พื้นฐานที่ใช้อาจเป็นพันธุ์ผสมเปิด พันธุ์สังเคราะห์ หรือพันธุ์ลูกผสม ปัจจุบันได้มีการจัดกลุ่มพันธุ์ที่เรียกว่า heterotic pattern ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการนำพันธุ์เหล่านั้นมาพัฒนาสายพันธุ์แท้ โดยนำสายพันธุ์แท้ที่มาจากต่างกลุ่มกันมาผสมกันโอกาสของการได้ลูกผสมที่ดีจะมีมากกว่าการสกัดสายพันธุ์แท้จากประชากรพื้นฐานนั้น ทำได้โดยวิธีผสมตัวเองติดต่อกันประมาณ 5 – 7 ครั้ง การผสมตัวเองติดต่อกันหลายชั่วจะทำให้ความแข็งแรง และความสูงลดลง และ

สถาบันวิทยบริการเทคโนโลยีการเกษตร

ความสม่ำเสมอภายในสายพันธุ์มีมากขึ้น อย่างไรก็ตามในขั้นตอนของการผสมตัวเองนี้ควรจะต้องทำการคัดเลือกสายพันธุ์ไปด้วย สายพันธุ์ใดมีลักษณะไม่ดีควรคัดทิ้งหากเก็บไว้มากเกินไปจะดูแลไม่ไหว ควรคัดเลือกไว้เฉพาะสายพันธุ์ที่มีลักษณะต่าง ๆ ดี และที่สำคัญมีความแข็งแรงและผลผลิตสูง นอกจากนั้นสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ไม่ควรมีปัญหาในการผสมพันธุ์ เช่น อับละอองเกสรไม่แตกหรือไม่มีละอองเกสรตัวผู้ เป็นต้น (กมล, 2531) ซึ่งอาจจะพิจารณาจากความสมบูรณ์ของต้นและการต้านทานโรคหรือจากลักษณะอื่น ๆ (กฤษฎา, 2551) ในการผสมตัวเองพืชที่แสดงลักษณะที่ไม่ต้องการจะถูกคัดทิ้งไป หลังจากการผสมตัวเองเป็นเวลา 5 – 6 ครั้งหรือมากกว่า พืชแต่ละต้นจะมียีนที่มีอัลลีลเหมือนกัน และจะมีความสม่ำเสมอในพันธุ์เดียวกัน แต่จะมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ (กฤษฎา, 2528)

2.6 โรคราน้ำค้าง (downy mildew)

2.6.1 ความสำคัญของโรคราน้ำค้าง

โรคราน้ำค้างของพืชวงศ์แตงพบครั้งแรกในประเทศคิวบาประมาณ ปี พ.ศ. 2411 หลังจากนั้นอีก 20 ปีต่อมาพบในประเทศญี่ปุ่นและอีกหลายประเทศทั่วโลก (สกุลศักดิ์, 2540) สร้างความเสียหายมากที่สุดในเขตร้อนและกึ่งร้อน เป็นโรคที่สร้างความเสียหายรุนแรงให้กับแตงกวาและแคนตาลูป และยังสามารถสร้างความเสียหายให้กับพืชในวงศ์แตงอื่น ๆ (AVRDC, 2001) ทำให้เกิดความสูญเสียของผลผลิตในเวลาอันสั้นมีผลให้ต้นแคระแกร็น ผลมีขนาดของผลลดลง และติดผลไม่ดี (Ferguson *et al*., 2009) ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการระบาดอาจทำให้ผลผลิตลดลง ถึงร้อยละ 90 (ศุภลักษณ์, 2527) Palti and Cohen (1980) ได้ศึกษาถึงพืชอาศัยของเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis* (Berk.& M. A. Curtis) Rostovzev ซึ่งเป็นเชื้อสาเหตุของโรคราน้ำค้างในแตงกวา พบว่า เชื้อชนิดเดียวกันนี้สามารถเจริญอยู่บนพืชอาศัยชนิดอื่น ๆ ถึง 40 ชนิด ในพืชสกุลต่าง ๆ ประมาณ 20 สกุล ซึ่งอยู่ในวงศ์แตง และมีรายงานว่า จำนวน 10 ชนิด จากจำนวน 40 ชนิด นั้นอยู่ในสกุล *Cucumis* ต่อมาในปี พ.ศ. 2535 Lebeda (1992) ได้รายงานว่า แตงชนิดใหม่อีก 9 ชนิดในสกุล *Cucumis* เป็นพืชอาศัยของ *P. cubensis* (Berk.& M. A. Curtis) Rostovzev ด้วยเช่นกัน อาจกล่าวได้ว่าแตงทุกชนิดที่อยู่ในสกุล *Cucumis* เกือบทั้งหมดเป็นพืชอาศัยของเชื้อราน้ำค้างชนิดนี้ ปัจจุบันพืชที่อยู่ในวงศ์แตงอื่น ๆ ที่จัดว่ามีความสำคัญทางเศรษฐกิจไม่น้อยกว่าแตงกวา เช่น แตงเทศ (melon; *C. melo* L.) แตงโม (watermelon; *Citrullus lanatus* Thunb) และสควอท (squash; *Cucurbita* spp.) เป็นต้น ซึ่งมีรายงานว่าพบเชื้อราน้ำค้างชนิดนี้อาศัยอยู่เช่นกัน จากการที่เชื้อราชนิดนี้สามารถเข้าทำลายพืชได้

สถาบันวิจัยเกษตรศาสตร์

หลาย ๆ ชนิดซึ่งอยู่ในสกุลที่แตกต่างกัน ซึ่งปัจจุบันนี้มีการจำแนกราชนิดนี้เป็น 6 รูปแบบ (pathotype) ตามปฏิกิริยาการเกิดโรคในพืชอาศัยวงศ์แตงดังตารางที่ 1 (Cohen *et al*., 2003)

ตารางที่ 1 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพืชอาศัยวงศ์แตงกับพาโทไทป์ของรา *P. cubensis*

ชนิดพืชอาศัย (ชื่อวิทยาศาสตร์)	พาโทไทป์ของรา *P. cubensis*					
	1	2	3	4	5	6
1. แตงกวา (*Cucumis sativus*)	+	+	+	+	+	+
2. แตงไทย (*C. melo* var. *reticulatus*)	+	+	+	+	+	+
3. แตงกวาดอง (*C. melo* var. *conomon*)	-	+	+	+	+	+
4. แตงกวาเปรี้ยว (*C. melo* var. *acidulous*)	-	-	+	+	+	+
5. แตงโม (*Citrullus lanatus*)	-	-	-	+	+	-
6. ฟักทอง (*Cucurbita* spp.)	-	-	-	-	+	+

+ = ความเข้ากันได้อย่างดีระหว่างเชื้อและพืชอาศัย

- = ความเข้ากันไม่ได้หรือความเข้ากันได้เล็กน้อยระหว่างเชื้อและพืชอาศัย

ที่มา: Cohen *et al*. (2003)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

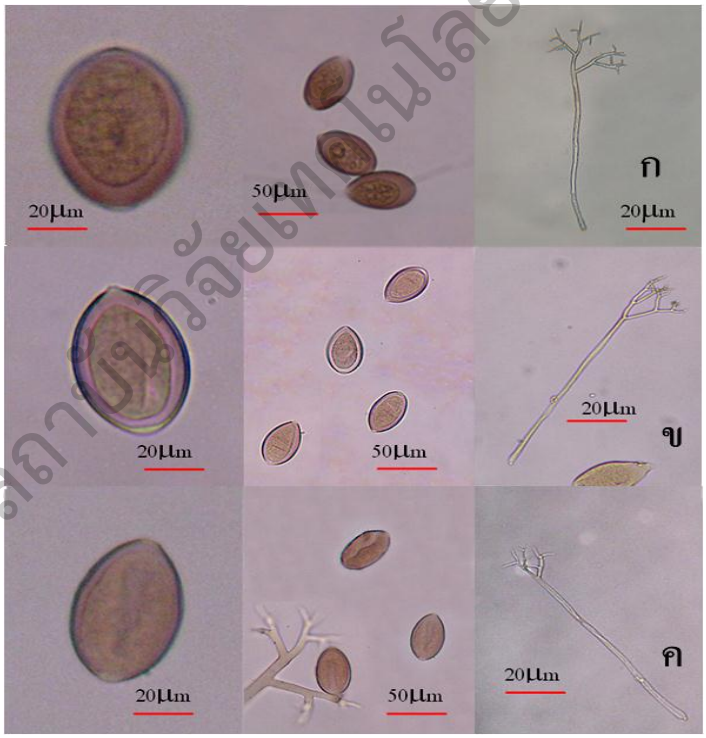
2.6.2 เชื้อสาเหตุและสัณฐานวิทยาของเชื้อ

โรคราน้ำค้าง มีสาเหตุจากเชื้อ *P. cubensis* เป็นราชั้นต่ำ อยู่ในดิวิชัน Eumycota ดิวิชันย่อย Mastigomycotina อยู่ในชั้น Oomycetes อยู่ในสกุล *Pseudoperonospora* ซึ่งชั้น Oomycetes ได้แก่ ราที่มีการสืบพันธุ์โดยไม่ใช้เพศโดยการสร้างซูโอสปอร์ (zoospore) ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำมีชีวิตอยู่ด้วยการเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องอยู่อาศัยและได้รับอาหารจากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น (obligate parasite) มีลักษณะคล้ายกับรา *Peronospora* แต่ก้านชูสปอร์ (sporangiophore) ของรานี้มีลักษณะบอบบางกว่า แตกกิ่งก้านได้น้อยกว่า และไม่เป็นการแตกแบบลำต้นแต่แตกเป็นคู่ (dichotomous) แขนงที่แตกมีลักษณะตรง อับสปอร์ (sporangium) มีรูปร่างรี (elliptical) มีรูเปิด (poroid) และเป็นปุ่มเล็ก ๆ (papillate) มีสีอ่อนมาก ออกสีน้ำตาลหรือสีเทา เมื่องอกให้กำเนิดซูโอสปอร์ โอโอโกเนียม (oogonium) มีผนังบาง โอโอสปอร์ (oospore) เป็นแบบ aplerotic มีผนังหนาสีเข้ม และขรุขระเล็กน้อย ฮอสโตเรียม (haustorium) มีรูปร่างกลม (knob - like) จนถึงยาวคล้ายนิ้วมือ (digitate) เส้นใยเจริญอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชอาศัย (host) ในลักษณะระหว่างเซลล์ พร้อมทั้งสร้างฮอสโตเรียมที่มีรูปร่างต่าง ๆ กันแทงเข้าไปในเซลล์ของพืชอาศัย ก้านชูสปอร์

เจริญดี มักแตกกิ่งก้านและมีการเจริญอย่างจำกัดเมื่อเจริญเต็มที่มีความยาว 100 - 750 ไมโครเมตร ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม โดยยื่นออกมาจากปากใบของพืชที่เป็นโรค (วิจัย, 2546) ปิยะวดี และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษารวบรวมเชื้อสาเหตุโรคราน้ำค้างจากแปลงปลูกแตงกวาที่เชื้อ *P. cubensis* เข้าทำลายตามธรรมชาติในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และ ลำปาง ระหว่างปี พ.ศ. 2551 - 2552 จำนวน 11 ไอโซเลท พบว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อมีลักษณะและขนาดใกล้เคียงกับที่มีการรายงานในต่างประเทศคือ ก้านชูอับสปอร์ไอโซเลทจากจังหวัดเชียงใหม่ มีขนาดเฉลี่ยตั้งแต่ 255.3 - 323.9 X 10.9 - 15.9 ไมโครเมตร ก้านชูสปอร์มีการแตกแขนง 3 – 6 ครั้ง และที่ปลายแขนงของก้านชูสปอร์จะมีลักษณะแหลมและมีความยาวเฉลี่ย 12.2 - 17.6 ไมโครเมตร ส่วนอับสปอร์ มีขนาดเฉลี่ยตั้งแต่ 25.87 - 30.09 X 16.89 - 18.95 ไมโครเมตร สปอร์มีรูปทรงรี (ellipsoidal obvoid) และรูปไข่ (ovoid) บริเวณปลายของสปอร์จะมีปุ่มเล็ก ๆ เป็นทางออกของซูโอสปอร์ สปอร์มีสีน้ำตาลอ่อนไปจนถึงน้ำตาลเข้ม ไอโซเลทจากจังหวัดลำพูนมีขนาดเฉลี่ยตั้งแต่ 277.4 - 302.9 X 10.0 - 14.1 ไมโครเมตร ก้านชูสปอร์มีการแตกแขนง 3 - 6 ครั้ง และที่ปลายแขนงของก้านชูสปอร์จะมีลักษณะแหลมและมีความยาวเฉลี่ย 11.3 - 17.7 ไมโครเมตร ส่วนอับสปอร์ มีขนาดเฉลี่ยตั้งแต่ 27.77 - 31.87 X 17.36 - 20.12 ไมโครเมตร สปอร์มีรูปทรงรีและรูปไข่ บริเวณปลายของสปอร์จะมีปุ่มเล็ก ๆ เป็นทางออกของซูโอสปอร์ สปอร์มีสีน้ำตาลอ่อนไปจนถึงน้ำตาลเข้ม และไอโซเลทจากจังหวัดลำปางมีขนาดเฉลี่ยตั้งแต่ 299.1 X 13.5 ไมโครเมตร ก้านชูสปอร์มีการแตกแขนง 3 – 5 ครั้ง และที่ปลายแขนงของก้านชูสปอร์จะมีลักษณะแหลมและมีความยาวเฉลี่ย 17.6 ไมโครเมตร ส่วนอับสปอร์มีขนาดเฉลี่ยตั้งแต่ 29.12 X 18.90 ไมโครเมตร สปอร์มีรูปทรงรี บริเวณปลายของสปอร์จะมีปุ่มเล็ก ๆ เป็นทางออกของซูโอสปอร์ สปอร์มีสีน้ำตาลอ่อนไปจนถึงน้ำตาลเข้ม (ภาพที่ 1) และได้นำเชื้อ *P. cubensis* ไอโซเลทสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร จังหวัดลำปาง มาทดสอบกับพันธุ์มาตรฐาน 16 พันธุ์การค้า พบว่า พืชที่อ่อนแอเริ่มแสดงอาการเป็นโรคอย่างรวดเร็วในวันที่ 3 หลังจากการปลูกเชื้อ และในวันที่ 6 พืชแสดงให้เห็นอาการของโรคอย่างชัดเจน เมื่อพลิกดูใต้แผล พบว่า เชื้อมีการสร้างสปอร์สีดำอย่างรวดเร็วในวันที่ 4 หลังปลูกเชื้อ โรคมีการพัฒนามากขึ้น แผลมีสีน้ำตาลเข้ม และสร้างกลุ่มของอับสปอร์จำนวนมากในวันที่ 7 การพัฒนาของโรคจะมีความแตกต่างกันไประหว่างพันธุ์ พบว่า พันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคราน้ำค้างมีจำนวน 4 พันธุ์ และมีเพียง 1 พันธุ์ที่ค่อนข้างต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง จานุลักษณ์ และคณะ (2553) ได้เก็บรวบรวมเชื้อโรคราน้ำค้างจากจังหวัดภาคเหนือ จำนวน 19 ไอโซเลท ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ ลำปาง ลำพูน และตาก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 18 ไอโซเลท ได้แก่ จังหวัดหนองคาย อุดรธานี สกลนคร นครราชสีมา และอุบลราชธานี รวมทั้งสิ้น จำนวน 37 ไอโซเลท

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ในช่วงปี พ.ศ. 2548 - 2551 จากการทดสอบความรุนแรงของปฏิกิริยาการเข้าทำลายกับชุดพืชทดสอบไอโซเลทภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยสามารถจำแนกเชื้ออยู่ใน 2 รูปแบบปฏิกิริยาการเกิดโรค คือ รูปแบบที่ 2 และ 3 จำนวน 9 และ 28 ไอโซเลท คิดเป็น ร้อยละ 27 และ 73 ของตัวอย่างเชื้อที่ทำการศึกษาและจากการศึกษาเบื้องต้นยังพบว่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของเชื้อราน้ำค้าง ไอโซเลทภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยไม่มีความแตกต่างกัน และยังมีความคล้ายคลึงกันในลักษณะดังกล่าวกับเชื้อราน้ำค้างที่ได้มีการศึกษาในประเทศออสเตรีย จีน และเกาหลี สุชีรา (2554) ได้ศึกษารูปแบบปฏิกิริยาการเกิดโรคของเชื้อ *P. cubensis* จำนวน 11 ไอโซเลท ที่เก็บรวบรวมจาก 3 จังหวัดในภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และ ลำปาง พบว่า สามารถเข้าทำลายแตงชนิดต่าง ๆ ได้ ไม่ต่างกัน คือสามารถเข้าทำลายแตงกวา แตงกวาดอง และ แตงไทย ถูกจัดอยู่ในรูปแบบปฏิกิริยาการเกิดโรครูปแบบที่ 3 (Pathotype 3) (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 1 ลักษณะสปอร์แรงเจียมและก้านชูสปอร์แรงเจียมของรา *Pseudoperonospora cubensis*
(ก) ไอโซเลท ที่ 1 จากจังหวัดลำปาง
(ข) ไอโซเลท ที่ 5 จากจังหวัดลำพูน
(ค) ไอโซเลท ที่ 12 จากจังหวัดเชียงใหม่

ที่มา: สุชีรา (2554)

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

ตารางที่ 2 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างชนิดของพืชอาศัยวงศ์แตงกับพาโทไทป์ของรา *P. cubensis* ใน 3 จังหวัดภาคเหนือของประเทศไทย

พืชอาศัย	ไอโซเลท										
	ลำปาง	ลำพูน			เชียงใหม่						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.แตงกวา C1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
แตงกวา การค้า 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
แตงร้าน การค้า 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. แตงไทย	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Kamini [1/]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PI 420149 (Freeman cucumber)*#8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4. PI 200819 (95) # 1[2/]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5. แตงโมดำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. ฟักทอง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. น้ำเต้า	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. บวบเหลี่ยม	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. แฟง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. มะระจีน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ = ความเข้ากันได้อย่างดีระหว่างเชื้อและพืชอาศัย

- = ความเข้ากันไม่ได้หรือความเข้ากันได้เล็กน้อยระหว่างเชื้อและพืชอาศัย

[1/] = แตงกวาดอง (*C. melo* var. *conomon*)

[2/] = แตงกวาเปรี้ยว (*C. melo* var. *acidulous*)

ที่มา: สุชีรา (2554)

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

2.6.3 วัฏจักรของโรคและการเกิดโรค

เชื้อสาเหตุโรคราน้ำค้างสามารถทนอุณหภูมิได้สูงถึง 38 องศาเซลเซียส สปอร์แรงเจียมจะถูกปล่อยไปในอากาศในช่วงเวลา 6.00 - 12.00 น. ช่วงเวลาที่มากที่สุดคือ 8.00 น. การแพร่กระจายจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และสปอร์แรงเจียมจะสามารถอยู่รอดได้ที่อุณหภูมิ 5 – 30 องศาเซลเซียส จนกว่าจะได้รับความชื้นจนกว่าจะงอกหรือแห้งตาย เมื่อสปอร์แรงเจียมของราน้ำค้างตกลงบนใบและบนใบพืชมีความชื้นสปอร์แรงเจียมจะปล่อยซูโอสปอร์ ซูโอสปอร์จะเคลื่อนที่โดยใช้หาง (flagella) ว่ายออกมา และเส้นใยหรือสปอร์จะงอกเป็นเส้นใย (germ tube) และเข้าทางช่องเปิดทางธรรมชาติหรือทางบาดแผล แต่การแทงผ่านเข้าสู่พืชของซูโอสปอร์เกิดขึ้น เริ่มจากซูโอสปอร์สลัดหางออกเป็นซูโอสปอร์ที่มีถุงหุ้มอยู่ภายนอก (zoospore encystment) ช่องว่างหรือแวคิวโอ (vacuole) ภายในถุง (cyst) ขยายใหญ่ขึ้นในระหว่างการงอกออกมาเป็นเส้นใย (germ tube) เพื่อเข้าแทงสู่พืชต่อไป เมื่อพืชติดเชื้อพืชจะสร้างสปอร์แรงเจียมภายใน 4 – 12 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาระหว่างวัน ซึ่งความรุนแรงและระยะเวลาในการเข้าทำลายแตงกวาที่อุณหภูมิ 5 - 10 10 - 15 และ 15 - 20 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 24 12 และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ สปอร์แรงเจียมจะเพิ่มจำนวนมากที่สุดในช่วงอุณหภูมิกลางวัน 15 - 20 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิกลางคืนที่ 15 องศาเซลเซียส ในอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ 15 – 20 องศาเซลเซียส สปอร์แรงเจียมจะถูกสร้างมากถึงร้อยละ 70 และสามารถเข้าทำลายใบแตงกวาและเห็นอาการแผลบนใบได้ภายในระยะเวลาเพียง 6 ชั่วโมง สามารถเข้าทำลายพืชในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง คือ 5 - 30 องศาเซลเซียส แต่ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 16 - 22 องศาเซลเซียส (Babadoost, 2001)

อาการเริ่มจากจุดแผลสีเขียวซีด เมื่อแผลขยายใหญ่จะมีสีเหลืองและเป็นเหลี่ยมเนื่องจากถูกจำกัดขอบเขตด้วยเส้นใบ ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเริ่มจากกลางแผลแล้วขยายวงกว้างออกไป ในสภาพที่มีความชื้นสูงจะปรากฏกลุ่มของเชื้อรา ลักษณะสีขาว หรือ สีเทาปกคลุมทั่วบริเวณแผลด้านใต้ใบ (Decoteau, 2000) ซึ่งประกอบด้วยสปอร์แรงจิโอฟอร์ และสปอร์แรงเจียม เมื่ออาการถึงขั้นรุนแรงใบทั้งใบจะแห้งตายอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปอาการเริ่มจากใบแก่ส่วนโคนลุกลามไปสู่ใบอ่อนจนในที่สุดใบจะแห้งตายหมดและส่งผลให้พืชทั้งต้นตาย หากต้นที่เป็นโรคมีชีวิตอยู่รอดได้ทำให้ผลเจริญเติบโตได้ไม่ดีเท่าที่ควร คุณภาพและรสชาติของผลจะเสียไป การมีชีวิตอยู่ข้ามฤดูเข้าใจว่าเชื้อเจริญอยู่ในลักษณะของเส้นใย หรือโอโอสปอร์ในพืชอาศัยที่อาจหลงเหลือจากการเก็บเกี่ยวหรือต้นที่งอกขึ้นเองภายหลังเมื่อมีพืชอาศัยและสภาพแวดล้อมเหมาะสมโอโอสปอร์จะงอกเข้าทำลายพืชต่อไป (สกุลศักดิ์, 2540)

สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการเกษตร

2.7 ความต้านทานโรค

ปัจจัยสำคัญในการเกิดโรคพืชมี 3 ประการ คือ พืช สภาพแวดล้อม และเชื้อสาเหตุโรค ถ้าขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งจะไม่เกิดโรคกับพืช ซึ่งพืชพันธุ์ที่อ่อนแอหรืออยู่ในระยะที่อ่อนแอ เชื้อสาเหตุโรคที่มีความรุนแรง มีปริมาณที่เหมาะสมในการเข้าทำลายพืช และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของเชื้อและส่งเสริมให้พืชอ่อนแอต่อโรค ถ้าขาดปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งพืชก็จะไม่เกิดโรค และเมื่อนำเวลามารวมด้วย ซึ่งเป็นปัจจัยที่ 4 หมายถึงความเหมาะสมของปัจจัยการเกิดโรค หรือองค์ประกอบทั้ง 3 มาประจวบเหมาะในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เช่น ระยะเวลาที่พืชและเชื้อโรคมาสัมผัสกัน ในขณะเป็นช่วงเวลาที่มีสภาพความชื้น และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเข้าทำลายของเชื้อจึงทำให้พืชเกิดโรค (ชลิดา, 2554)

ระดับความต้านทานต่อโรคของพืชแต่ละพันธุ์แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ประสิทธิภาพของยีนต้านทาน ระดับความรุนแรงของเชื้อ พันธุกรรมของพืช และพันธุกรรมของเชื้อโรค ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อโรคกับพืช และสภาพแวดล้อมล้วนมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของความต้านทานต่อโรค ความต้านทาน (resistance) และไม่ต้านทาน (susceptibility) เป็นการเปรียบเทียบถึงผลกระทบของโรคต่อพืชในระดับต่าง ๆ ความต้านทานต่อโรคของพืชจึงมีระดับตั้งแต่ไม่ต้านทานเลยจนถึงต้านทานได้โดยสิ้นเชิง (กฤษฎา, 2546)

ใน พ.ศ. 2448 Biffen เป็นคนแรกที่แสดงให้เห็นว่าการต้านทานโรคของพืชถูกควบคุมโดยยีน (ไพศาล, 2526) ต่อมาในปี พ.ศ. 2476 Flor ได้เสนอแนวคิดต่อลักษณะต้านทานโรคแบบยีน - ต่อ –ยีน (gene-for-gene concept) โดยเริ่มจากการศึกษาลักษณะต้านทานโรคราสนิม (*Melampsora lini*) ของต้นป่านลินิน โดยให้ข้อสังเกตว่าเชื้อที่ทำให้เกิดโรค (physiological race) ถูกกำหนดโดยยีนที่ทำให้เกิดโรค (pathogenic factors) โดยเฉพาะกับยีนต้านทานโรค (resistance facter) แต่ละตัวของพืช (กฤษฎา, 2546) ต่อมาในปี พ.ศ. 2498-2499 Flor ได้กล่าวว่าในขณะที่มีการวิวัฒนาการ เชื้อโรค และพืชอาศัยจะมีระบบพันธุกรรมที่สอดคล้องหรือส่งเสริมกัน คือในพืชอาศัยจะมียีนควบคุมปฏิกิริยาของความต้านทานต่อโรค ส่วนในเชื้อโรคนั้นจะมีพันธุกรรมที่ควบคุมเกี่ยวกับความสามารถในการก่อให้เกิดโรค โดยที่ยีนในพืชอาศัยที่ควบคุมเกี่ยวกับลักษณะความต้านทานต่อสายพันธุ์ (race) ของเชื้อโรคนั้นจะมียีนที่เฉพาะเจาะจงของเชื้อโรคมาทำลายยีนที่ต้านทานของพืชอาศัยได้ (ณรงค์, 2525)

2.7.1 จำแนกความต้านทานของพืช

การจำแนกความต้านทานของพืช Van de Plank (2506) ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. Vertical resistance (race specific resistance) ความต้านทานแบบจำเพาะเป็นลักษณะความต้านทานของพืชต่อโรคหรือแมลง ซึ่งมียีนควบคุมน้อยคู่ ลักษณะต้านทาน

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แสดงออกอย่างสมบูรณ์ชัดเจน สามารถแยกออกเป็นกลุ่มตามระดับความต้านทานได้ (สุทัศน์, 2553) ความต้านทานลักษณะนี้เป็นลักษณะความต้านทานต่อสายพันธุ์หรือสายเชื้อ (race or strain) ใดเพียงเชื้อหนึ่งของโรคเท่านั้น ความต้านทานลักษณะนี้อาจเปลี่ยนแปลงทำให้พันธุ์พืชกลับกลายเป็นพันธุ์ไม่ต้านทานภายในเวลาไม่นาน ทั้งนี้เนื่องจากการกลายพันธุ์จนได้สายพันธุ์หรือสายเชื้อใหม่ของโรคที่มีชื่อเรียกว่า (resistance - breaking variant) ซึ่งสามารถเข้าทำลายพืชต้านทานนั้นได้ ความต้านทานชนิดนี้อาจเรียกว่า ความต้านทานชั่วคราว (transient resistance) (บุญหงส์, 2548)

2. Horizontal resistance (non - race specific resistance) ความต้านทานแบบไม่จำเพาะ เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ การแสดงออกของลักษณะความต้านทานจึงแยกเป็นกลุ่มชัดเจนไม่ได้ แต่จะกระจายตัวแบบ (normal distribution) จากต้านทานน้อยไปมาก ลักษณะความต้านทานแบบไม่จำเพาะนี้อาจเรียกว่า polygenic resistance, general resistance, field resistance, partial resistance, minor gene resistance, หรือ tolerance พืชที่มีลักษณะความต้านทานแบบนี้มักแสดงลักษณะความต้านทานกับโรค หรือแมลงได้หลายสายพันธุ์หรือสายเชื้อ และมีระดับความต้านทานต่อเชื้อสายพันธุ์ต่าง ๆ ได้เกือบเท่ากัน (สุทัศน์, 2553) ความต้านทานลักษณะนี้สามารถอยู่ได้นานทั้งนี้เพราะได้รับผลการกระทบกระเทือนน้อยจากการเกิดสายพันธุ์หรือเชื้อสายพันธุ์ใหม่ของโรค ความต้านทานลักษณะนี้อาจเรียกว่า ความต้านทานถาวร (durable resistance) (บุญหงส์, 2548) อย่างไรก็ตามความต้านทานมักไม่สมบูรณ์เท่าแบบจำเพาะ โดยจะมีอาการของโรคอยู่บ้างเล็กน้อย (สุทัศน์, 2553)

Criswell (2008) ได้ศึกษาพบว่า การปรับปรุงพันธุ์แตงกวาให้ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างมีมากว่า 50 ปีแล้ว โดย Shimizu *et al*. (1963) ได้ค้นพบลักษณะการต้านทานโรคราน้ำค้างในแตงกวา ถูกควบคุมด้วยยีนด้อยจำนวน 3 ยีน คือ dm-1, dm-2 และ dm-3 Van Vliet and Meysing (1974) พบว่า แตงกวาสายพันธุ์ Poinsett รหัส PI 197087 มียีนที่ควบคุมลักษณะต้านทานโรคราน้ำค้างเป็นยีนด้อยเพียงคู่เดียว (ยีน p) และได้เสนอว่า ยีนต้านทานโรคราน้ำค้างในแตงกวาเป็นยีนที่เชื่อมโยงกันกับยีนต้านทานโรคราแป้ง และลักษณะผลสีเขียวขุ่น ต่อมา Van Vliet and Meysing (1977) ได้ยืนยันว่ายีนที่ต้านทานโรคราแป้งที่พบในต้นอ่อน (hypocotyls) เป็นยีนที่เชื่อมโยงกันกับยีนที่ต้านทานโรคราน้ำค้าง และยีนต้านทานโรคราน้ำค้างนั้นพบในแตงกวาสายพันธุ์ Poinsett, Ashley, Taipei, Natsufushinari, PI 179676 และ PI 234517

สถาบันวิจัยพืชไร่เกษตร

2.7.2 วิธีการคัดพันธุ์ให้ต้านทานโรค

ลักษณะต้านทานโรคที่สำคัญของแตงกวาส่วนมากควบคุมด้วยยีนหลักเพียงตัวเดียว ถึงแม้ลักษณะต้านทานถูกควบคุมด้วยยีนเพียงตัวเดียวแต่ก็มีความคงตัวสูง (Lower and Edwards, 1986) โรคราน้ำค้างของแตงกวา ลักษณะต้านทานถูกควบคุมด้วยยีนด้อยจำนวน 3 ยีน คือ dm-1, dm-2 และ dm-3 (Shimizu *et al*., 1963) ดังนั้น ลักษณะการต้านทานของยีนแต่ละตัวภายใต้สภาพแปลงปลูกอาจแตกต่างกัน การคัดพันธุ์ซ้ำภายใต้สภาพแปลงปลูกจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคัดพันธุ์ ทำให้แยกระดับความต้านทานของพืชแต่ละต้นได้ชัดเจน (Lower and Edwrads, 1986)

Wyszogrodzka *et al*. (1987) ได้พัฒนาเทคนิคการคัดพันธุ์จึงมุ่งไปที่การคัดพันธุ์ในระยะต้นกล้า โดยใช้วิธีที่ง่าย รวดเร็ว และได้ผล สำหรับวิธีการคัดพันธุ์ในระยะต้นกล้าได้มีการพัฒนาวิธีการไว้แล้วเป็นอย่างดีสำหรับโรค 8 ชนิดแบ่งเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อรา 5 ชนิดคือโรคแอนแทรกโนส โรคราน้ำค้าง โรคเหี่ยวเหลือง โรคแผลสะเก็ด และโรคราแป้ง โรคที่เกิดจากแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ โรคเหี่ยวเขียว และโรคใบจุดเหลี่ยม และโรคที่เกิดจากไวรัส 1 ชนิด คือโรคใบด่าง (Cucumber mosaic virus) วิธีการคัดพันธุ์ในระยะต้นกล้าสามารถถ่ายเชื้อเข้าสู่พืชได้โดยทางใบเลี้ยงตั้งแต่ระยะงอกใหม่ ๆ สามารถรู้ผลได้ภายใน 1 สัปดาห์ และสามารถคัดลักษณะการต้านทานโรคหลายโรคได้พร้อมกันภายในต้นกล้าเพียงต้นเดียว วิธีการดังกล่าวเป็นการร่นระยะเวลาการปรับปรุงพันธุ์ให้น้อยลงได้ อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ และต้านทานโรคได้ 5 - 6 โรค จำนวนมากกว่า 20 สายพันธุ์ วิลาสินี และคณะ (2550) ได้ศึกษาการคัดเลือกสายพันธุ์แตงกวาที่ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง โดยการคัดเลือกในระยะกล้า โดยทำการปลูกเชื้อโรคราน้ำค้าง ในระยะกล้าและในแปลงปลูกธรรมชาติเมื่อเปรียบเทียบระดับการเกิดโรคบนใบเลี้ยงกับระดับการเกิดโรคในแปลงปลูกธรรมชาติด้วยสถิติ Pearson's Product Moment Correlation พบว่า ระดับการเกิดโรคในใบเลี้ยงและในแปลงทดลอง มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

อย่างไรก็ตาม ควรทำการทดสอบควบคู่กันไปทั้งในสภาพโรงเรือน และแปลงทดลองภายใต้สภาพธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อเป็นการยืนยันถึงลักษณะความต้านทานที่เกิดขึ้นจริงในสภาพการปลูกพืชของเกษตรกรอีกด้วย (บุญหงส์, 2548)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.8 ผลผลิตสูง

ลักษณะผลผลิตเป็นลักษณะปริมาณ (จานุลักษณ์ และคณะ, 2553) เป็นวัตถุประสงค์สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ เป็นการเพิ่มผลผลิตต่อเนื้อที่ปลูกเพื่อให้คุ้มกับสภาพเศรษฐกิจแต่ละท้องที่ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตเป็นผลิตผลขั้นสุดท้ายอันเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น อายุเก็บเกี่ยว ความต้านทานโรคแมลง การปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม นอกจากนี้คุณภาพของผลผลิตบางครั้งก็เป็นตัวกำหนดที่สำคัญ เช่น ความสม่ำเสมอของผลผลิต รูปร่าง เป็นต้น (กฤษฎา, 2551)

นิยะดา (2521) ศึกษาแตงกวา 2 พันธุ์ คือแตงกวาผลเล็ก และแตงกวาเปรี้ยว ซึ่งยังไม่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ ทำการคัดเลือกแบบสกัดสายพันธุ์แท้ 3 ชั่ว พบว่า แตงกวาผลเล็กมีการเสื่อมถอยทางพันธุกรรมอันเนื่องมาจากการผสมตัวเองเล็กน้อยในลักษณะความสมบูรณ์แข็งแรง แต่ลักษณะผลผลิตและการแสดงเพศดอกไม่มีการเสื่อมถอยทางพันธุกรรม และทั้งสองพันธุ์มีความคงตัวทางพันธุกรรมมากขึ้น

สมเกียรติ (2527) ศึกษาสมรรถนะการผสมระหว่างแตงกวา 5 สายพันธุ์ พบว่า ลักษณะที่ศึกษา น้ำหนักต่อผล จำนวนผลต่อต้น และความหนาเนื้อ มีอิทธิพลทางตรงต่อผลผลิตสูง

ในภาพรวมสายพันธุ์พ่อแม่ในกลุ่มที่ให้ผลผลิตสูงมักให้ลูกผสมที่ดี จำนวนมากกว่าสายพันธุ์ในกลุ่มที่ให้ผลผลิตต่ำ คู่ผสมที่ดีมักมาจากสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิต สูง x สูง และ สูง x ปานกลาง โอกาสที่จะได้ลูกผสมที่ดีจากสายพันธุ์ ต่ำ x ต่ำ แทบจะไม่เคยปรากฏ ดังนั้น การผสมระหว่างสายพันธุ์ที่ให้ผลผลิตปานกลางถึงสูง ที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมในระดับที่เหมาะสม จึงเป็นหลักปฏิบัติทั่วไปเพื่อค้นหาลูกผสมที่โดดเด่น (กฤษฎา, 2555) ปัจจุบัน ลูกผสมที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ ลูกผสมเดี่ยว การผลิตลูกผสมเดี่ยวที่มีความเป็นไปได้ในทางการค้าจำเป็นต้องมีสายพันธุ์แท้ที่ให้ผลผลิตสูงอยู่ในระดับที่คุ้มค่าในเชิงธุรกิจ ดังนั้นการคัดสายพันธุ์แท้ให้มีผลผลิตในระดับที่ต้องการก่อนทำการทดสอบสมรรถนะการผสมน่าจะมีน้ำหนักกว่าการทดสอบสมรรถนะการผสมเพื่อให้ได้คู่ผสมที่ดีแต่ไม่มีคุณค่าในเชิงธุรกิจ (กฤษฎา, 2551)

สถาบันวิจัยเกษตรแห่งประเทศไทย