บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

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

2.1.1 ความสำคัญของแตงกวาและการใช้ประโยชน์

แตงกวาจัดเป็นพืชฤดูเดียว อยู่ในวงศ์แตง (Cucurbitaceae) แบ่งออกเป็น 117 สกุล (genera) 825 ชนิด (species) ส่วนสกุล (genus) *Cucumis* มีทั้งหมด 32 ชนิด (species) (Gopalakrishnan, 2007) แต่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจมี 2 ชนิด คือ *C. sativus* L. (แตงกวา) และ *C. melo* L. (เมลอน) นอกจากนี้ยังมี *C. anguria* (West Indian gherkin) และ *C. metuliferus* (African horned cucumber) ซึ่งเป็นที่นิยมปลูกเป็นการค้ากันอย่างแพร่หลาย (Chen and Zhou, 2011)

แตงกวาส่วนมากที่ปลูกทั่วโลกนั้นเพื่อการบริโภคสด โดยมีประเทศจีนเป็นผู้นำในการผลิต และนับได้ว่าแตงกวาจัดเป็น 1 ใน 10 ของพืชผักที่มีการปลูกกันอย่างกว้างขวาง (Plader *et al*., 2007) นอกจากนั้นยังมีการนำแตงกวาไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น เช่น ในช่วงกลางของศตวรรษที่ 19 ประเทศฝรั่งเศสได้นำไปใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง ในปัจจุบันแตงกวายังคงนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและความงามบางชนิด เช่น น้ำหอม โลชั่น สบู่ และยาสระผม นอกเหนือจากผลแตงกวาซึ่งนิยมนำมาใช้เป็นอาหารแล้ว ส่วนอื่น ๆ เช่น ราก ใบ ลำต้น และเมล็ดยังสามารถนำมาปรุงยาได้ อีกทั้งน้ำมันในเมล็ดแตงกวาได้ถูกนำไปใช้ในการประกอบอาหารฝรั่งเศสบางชนิด รวมถึงการนำใบและต้นอ่อนมาประกอบอาหารในแถบภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Robinson and Decker-Walters, 1997)

ภายในระยะเวลา 40 ปีที่ผ่านมา พบว่า มีพื้นที่การเพาะปลูกพืชวงศ์แตงทั่วโลก (แตงกวา เมลอน และแตงโม) เพิ่มขึ้นมากกว่า 4 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น จากการสำรวจพื้นที่การผลิตพืชวงศ์แตงทั่วโลก ในปี พ.ศ. 2548 พบว่า ประเทศที่มีพื้นที่เพาะปลูกแตงกวามากที่สุด 10 อันดับแรก ได้แก่ จีน ตุรกี อิหร่าน อเมริกา ญี่ปุ่น อียิปต์ แม็กซิโก เนเธอร์แลนด์ อินโดนีเซีย และเกาหลีใต้ มีพื้นที่เพาะปลูกรวม 15,550,000 ไร่ ผลผลิต 41,743,840 เมตริกตัน นับว่าเป็นพืชวงศ์แตงซึ่งถูกจัดให้อยู่ในอันดับสามของพืชวงศ์แตง รองจากเมลอน และแตงโมที่มีพื้นที่เพาะปลูกทั่วโลกมากที่สุด (FAO, 2006; Wang *et al.,* 2007) ทั้งเพื่อการบริโภคสดและแปรรูป รวมทั้งการปลูกภายในโรงเรือนและกลางแจ้ง จึงจัดเป็นผักวงศ์แตงที่ได้รับการศึกษาและพัฒนาพันธุ์มากที่สุด (จานุลักษณ์, 2541)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.2 ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจาย

แตงกวามีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปเอเชีย โดยเชื่อว่าต้นตระกูลมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับพันธุ์ป่าคือ *Cucumis sativus* var. *hardwickii* ถูกพบครั้งแรกบริเวณเทือกเขาหิมาลัยในประเทศเนปาล เชื่อกันว่าแตงกวามีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย จากหลักฐานพบว่ามีการบันทึกประวัติการปลูกในอินเดียมากกว่า 3,000 ปี และ 2,000 ปี ในประเทศจีน จัดเป็นประเทศที่เป็นศูนย์กลางของความหลากหลายทางพันธุกรรมของแตงกวาเป็นอันดับที่สองของโลก (Robinson and Decker-Walters, 1997) สันนิษฐานว่าได้นำเข้าในจีน 2 ทาง คือ เส้นทางสายไหม โดยผ่านประเทศในเอเชียตะวันออกไปภาคเหนือของประเทศจีน ส่วนอีกเส้นทางโดยผ่านประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ไปสู่ภาคใต้ของประเทศจีน ในศตวรรษที่ 9 - 14 ได้นำไปปลูกในทวีปยุโรปและได้รับการพัฒนาพันธุ์เรื่อยมา จนถึงต้นศตวรรษที่ 19 ได้พัฒนาพันธุ์ให้เหมาะสมต่อการปลูกในโรงเรือน ซึ่งได้รับการพัฒนาพันธุ์มากที่สุดในประเทศสหรัฐอเมริกา (กมล, 2531)

2.1.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แตงกวาอยู่ในกลุ่มไม้เนื้ออ่อน อวบน้ำ จัดเป็นเป็นพืชฤดูเดียว มีจำนวนโครโมโซม 2n = 14

ลำต้น การเจริญในระยะแรกจะตั้งตรง หลังจากนั้นจะเจริญเป็นเถายาว 4 - 8 ฟุต แตกกิ่งแขนง มากยาว 2 - 5 ฟุต กิ่งแขนงจะเป็นแบบแตกออกทางด้านข้าง (sympodial type) โดยแต่ละข้อของกิ่งแขนงจะมีตาข้าง ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญสำหรับกิ่งและผลใหม่ อยู่ด้านตรงข้ามกับใบ ลำต้นจะมีผิวขรุขระ เมื่อผ่าตัดตามขวางจะเป็นรูปเหลี่ยม เมื่อลำต้นแก่ไส้กลางอาจจะกลวง แต่ละข้อจะมีใบเดี่ยวอยู่สลับกัน ขนาดกว้าง 10 - 20 เซนติเมตร ในแตงกวาธรรมดา และ 20 - 40 เซนติเมตร สำหรับแตงกวาไม่มีเมล็ด มีก้านใบยาว 7 - 20 เซนติเมตร ขอบใบหยักมีห้าเหลี่ยม ส่วนกลางของใบจะกว้างที่สุด มีขนปกคลุมผิวใบ หลังจากข้อที่ 3 - 5 จะมีมือเกาะ ด้านล่างของก้านใบ เมื่อมือเกาะเจริญบนวัตถุจะเจริญพันหมุนเวียนรอบวัตถุนั้น ลำต้นเมื่อตัดตามด้านขวางจะพบกลุ่มของท่อน้ำ ท่ออาหารจำนวน 10 ท่อ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกจะมีขนาดเล็ก อยู่ในขอบเหลี่ยมของลำต้น กลุ่มที่สองจะอยู่ด้านใน เมื่อปลูกแบบเลื้อยในแปลงปลูกในสภาพที่มีความชื้นเหมาะสม รากพิเศษจะเจริญออกมาจากข้อ (นิพนธ์, 2550)

ดอก การแสดงเพศดอกของแตงกวาโดยธรรมชาติ จะมีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกกันแต่อยู่ภายในต้นเดียวกัน (monoecious plant) แต่ในพันธุ์ที่มีการแสดงดอกเพศเมียล้วน (gynoecious) หรือมีดอกสมบูรณ์เพศและดอกเพศผู้แยกดอกแต่อยู่ในต้นเดียวกัน(andromonoecious) ได้มีการพัฒนาพันธุ์ขึ้นมาภายหลัง (Robinson and Decker-Walters, 1997) ดอกเพศเมียส่วนใหญ่จะเจริญเป็นดอกเดี่ยว บนข้อของเถาใหญ่และเถาแขนง มีเกสรเพศผู้ที่ไม่สมบูรณ์ กลีบดอกสีเหลือง

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มีจำนวน 5 กลีบ ก้านเกสรเพศเมียอวบสั้น มียอดเกสรแบ่งเป็น 3 ส่วน รังไข่ปรากฏชัดเจน ในรังไข่มีช่องว่าง 3 ช่อง ต่อมน้ำหวาน (nectary) มีลักษณะเป็นวงแหวนอยู่รอบฐานก้านเกสรเพศเมีย ดอกเพศผู้สังเกตได้ง่าย เนื่องจากมีก้านดอกเรียวเล็ก ไม่มีรังไข่ มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง 5 กลีบ มีก้านเกสรเพศผู้ 3 ก้าน โดย 2 ก้านจะมีอับละอองเกสรสองอันและอีกก้านหนึ่งมีหนึ่งอัน เจริญที่ข้อเป็นกลุ่ม 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

hermaphroditic plant คือ ต้นที่มีทั้งดอกเพศผู้และเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน (นิพนธ์, 2550)

การแสดงเพศดอกของแตงกวาตามธรรมชาติมี 3 ระยะ ในระยะแรกแสดงดอกเพศผู้ทั้งหมด ระยะกลางแสดงดอกเพศผู้สลับดอกเพศเมียและระยะปลายแสดงเฉพาะดอกเพศเมีย ดอกที่เกิดในกิ่งแขนงมักแสดงดอกเพศเมีย ในปัจจุบันแตงกวาได้รับการพัฒนาพันธุ์โดยเฉพาะลักษณะการแสดงดอกเพศเมียมากขึ้น พันธุ์การค้าและสายพันธุ์ที่ใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมมีลักษณะการแสดงเพศของดอกเพศเมีย 4 ชนิด คือ

gynoecious main vine type คือ แสดงดอกเพศเมียและติดผลเฉพาะกิ่งหลัก

gynoecious main and lateral vine type คือ แสดงดอกเพศเมียและติดผลเฉพาะในกิ่งหลักและกิ่งแขนง โดยแตกกิ่งแขนงในตำแหน่งที่ติดผลในกิ่งหลัก

quasi – gynoecious main and lateral vine type คือ แสดงดอกเพศเมียและติดผล

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ได้ในกิ่งหลักและกิ่งแขนง และกิ่งแขนงสามารถเจริญได้จากทุกตำแหน่งบนกิ่งหลัก

quasi – gynoecious lateral vine type คือ แสดงดอกเพศเมียและติดผลได้เฉพาะในกิ่งแขนงเท่านั้น (จานุลักษณ์, 2541)

ผลและเมล็ด ผลเป็นแบบมีเนื้อหลายเมล็ด (false berry) หรือ แบบแตง (pepo) (นิพนธ์, 2550) ลักษณะกลมยาวทรงกระบอก ความยาวผลระหว่าง 5 – 40 เซนติเมตร มีไส้ภายในผล ปัจจุบันพันธุ์การค้าในต่างประเทศมีการปรับปรุงพันธุ์ที่สามารถติดผลได้โดยไม่ได้รับการผสมเกสร ภายในผลไม่มีไส้ เนื้อกรอบ และน้ำหนักต่อผลสูง นิยมทั้งบริโภคผลสดแปรรูป สีผลมีสีขาว เขียวอ่อน เขียว และเขียวเข้ม – ดำ หนามสีขาว แดง น้ำตาล และดำ (จานุลักษณ์, 2541) แตงกวาแต่ละผล จะมีเมล็ดแบน รูปรี สีขาวถึงเหลืองอ่อน มีเมล็ดประมาณ 200 – 500 เมล็ดต่อผล (ลำไย, 2537)

2.1.4 ลักษณะภูมิอากาศและภูมิประเทศที่เหมาะสม

แตงกวา สามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด แต่จะชอบดินร่วนปนทราย มีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ประมาณ 5.5 – 6.5 และดินมีความชื้นพอเหมาะ มีการระบายน้ำดี น้ำไม่ขังแฉะ จัดเป็นพืชที่ไม่ต้องการน้ำมากแต่ขาดน้ำไม่ได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส (ชำนาญ, 2547) อุณหภูมิกลางวัน 22-28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิกลางคืน 17-18 องศาเซลเซียส และถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส แตงกวาจะชะงักการเจริญเติบโต (จานุลักษณ์, 2541)

2.1.5 การจำแนกชนิดของแตงกวา

การจำแนกแตงกวาตามการใช้ประโยชน์ โดยทั่วไปสามารถจำแนกได้ 2 ชนิด คือ พันธุ์สำหรับอุตสาหกรรม และ พันธุ์สำหรับรับประทานสด โดยพันธุ์อุตสาหกรรมนำไปแปรรูป โดยการดองเค็มหรือแช่แข็ง ส่วนพันธุ์รับประทานสดสามารถเก็บเกี่ยวได้ในระยะแก่กว่าพันธุ์อุตสาหกรรม ผิวสัมผัสเรียบกว่าพันธุ์อุตสาหกรรม และมีอัตราส่วนของความยาวผลต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผล (L/D ratio) มากกว่าพันธุ์อุตสาหกรรม แตงกวาพันธุ์รับประทานสดของประเทศทางตะวันออกกลาง (Beit Alpha) มีลักษณะไร้หนาม และมีอัตราส่วนของความยาวผลต่อเส้นผ่าศูนย์กลางผล น้อยกว่าพันธุ์อุตสาหกรรม (Lower and Edwards, 1986) แตงกวาพันธุ์อุตสาหกรรมทั้งหมดนิยมปลูกกลางแจ้ง ในขณะที่พันธุ์รับประทานสดปลูกทั้งกลางแจ้ง และในโรงเรือน พันธุ์ปลูกในโรงเรือนนั้น ส่วนมากเป็นพันธุ์ที่สามารถติดผลได้เองโดยไม่ต้องผสมเกสร และไม่มีเมล็ด แต่เนื่องจากแตงกวาชนิดนี้สามารถติดเมล็ดได้หากได้รับการผสมเกสร ดังนั้นพันธุ์ที่ใช้ปลูกจึงเป็นพันธุ์ที่แสดงดอกเพศเมียทั้งหมด (Zitter *et al*., 1996)

สถาบันวิทยบริการจุฬาลงกรณ์

การจำแนกตามชนิดของพันธุ์ที่นิยมปลูกในปัจจุบันแบ่งออกได้ 3 ชนิดคือ

1) แตงกวา มีผลขนาดเล็ก ผิวสีขาวปนเขียว ปลูกแบบเลื้อยลักษณะคล้ายกับแตงสำหรับดองในยุโรปและสหรัฐอเมริกา เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดสำหรับตลาดทั่วไป

2) แตงร้าน มีผลขนาดใหญ่และยาวกว่าแตงกวามาก นิยมใช้ในการประกอบอาหาร การปลูกจะปลูกโดยทำร้านหรือค้าง ส่วนใหญ่เกษตรกรจะทำการคัดเลือกพันธุ์และเก็บเมล็ดพันธุ์เอง ได้มีการนำพันธุ์เข้าจากประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน แต่ยังไม่นิยมแพร่หลายเนื่องจากมีสีเขียวเข้ม เช่น พันธุ์ Spring swallow และ Southern delight เป็นต้น

3) แตงดอง พันธุ์แตงที่นำเข้ามาปลูกแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

ก. แตงหมักเกลือ พันธุ์ที่นำเข้ามาเพื่อผลิตแตงหมักเกลือ ส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น ในระยะแรกใช้พันธุ์ Suyo ซึ่งปัจจุบันจะเรียกแตงกลุ่มนี้ว่า แตงโซโย่ ต่อมาได้มีการนำพันธุ์เข้ามาทดลองปลูกกันมาก เช่น Prickle 152 Nagisa suyo พันธุ์กลุ่มนี้จะมีผลยาว 27-28 เซนติเมตร ผิวขรุขระ สีเขียวเข้ม บางบริษัทจะใช้พันธุ์สำหรับรับประทานสดแทนกลุ่มโซโย่ เช่น Spring swallow Narukami Koshu suyo Salsuki เป็นต้น

ข. แตงดองเปรี้ยว หรือดองเค็มทั้งผลหรือผ่าซีก สำหรับตลาดยุโรปและอเมริกา พันธุ์ที่นำเข้ามาปลูก เช่น Wisco F_1 Biri F_1 Toret F_1 Bestal F_1 Conda F_1 Calypso Carolina Liberty Locky strike Nanet F_1 Wilma F_1 เป็นต้น (นิพนธ์, 2550)

2.2 ความสำคัญของโรคราน้ำค้างในพืชวงศ์แตงและเชื้อสาเหตุ

2.2.1 ความสำคัญของโรคราน้ำค้าง

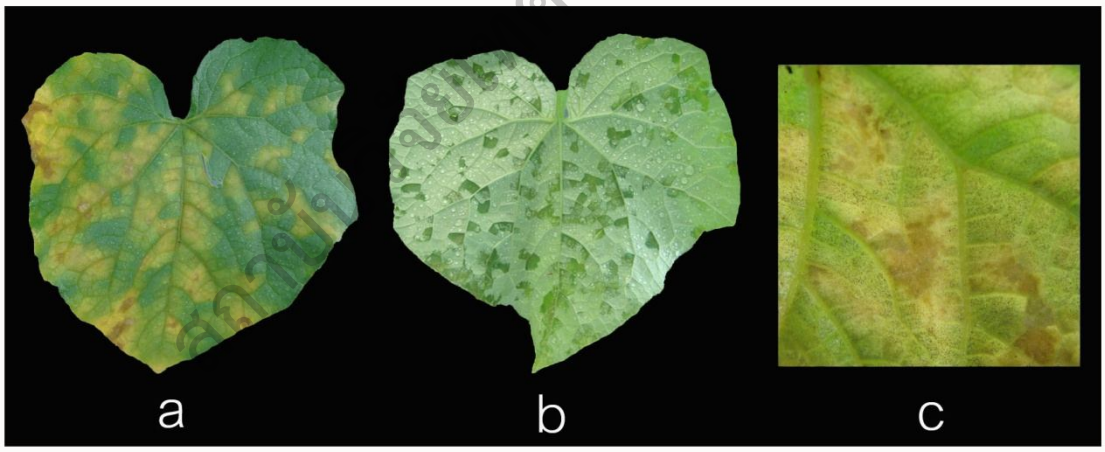
โรคราน้ำค้าง (downy mildew) เป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตของแตงกวาลดลง (Śmiech *et al*., 2008) ในกรณีที่พบการระบาดอย่างรุนแรงพบว่าผลผลิตจะลดลงถึงร้อยละ 30 -100 (Celetti *et al*., 2007) นอกจากนั้นยังส่งผลทางอ้อมไปถึงคุณภาพของผลคือ ผลเจริญเติบโตไม่เต็มที่ แคระแกร็น รสชาติและคุณภาพไม่ดี (ชำนาญ, 2547) นอกจากนี้เชื้อรายังสามารถเข้าไปเจริญอยู่ภายในเมล็ดทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่ำ (จรัญ และคณะ, 2545) โดยเชื้อราจะเข้าทำลายบริเวณส่วนใบซึ่งเปรียบเสมือนแหล่งผลิตอาหารของพืช เป็นผลให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะปลายของการระบาดของโรค จะส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืชลดต่ำลง (Agrios, 2005) เชื้อราจะแตกต่างกันในด้านความสามารถหรือความรุนแรงในการเข้าทำลายพืช โดยเฉพาะในพื้นที่เขตร้อนชื้นของโลก โดยแต่ละแหล่งมีความแตกต่างกันตามสภาพภูมิศาสตร์ ซึ่งจะใช้เป็นข้อบ่งชี้ถึงความแตกต่างในระดับสายพันธุ์ (Thomas, 1986) ในประเทศไทยมักระบาดในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การเกิดโรค พืชวงศ์แตง

สถาบันวิจัยพืชสวน

ที่ได้รับความเสียหายจากโรคนี้ ได้แก่ แตงกวา แตงร้าน แคนตาลูป แตงไทย ส่วนฟักทอง สควอช ฟักแฟง บวบ พบความเสียหายรองลงมา ทั้งนี้ในแตงโมพบการระบาดของโรคน้อยและไม่รุนแรง (อนงค์, 2521) โรคราน้ำค้างจะระบาดในช่วงที่มีความชื้นสูงโดยเฉพาะในตอนเช้าที่มีหมอกน้ำค้างจัด และหลังจากช่วงหลังฝนตกติดต่อกันทำให้มีความชื้นสูง (Shetty *et al*., 2002) ในการเพาะปลูกหรือแม้แต่การปรับปรุงพันธุ์พืชก็ตาม พบว่า ยังมีความจำเป็นในการใช้สารเคมีในการควบคุมและป้องกันกำจัดโรค โดยในปี พ.ศ. 2539 พบว่า ยอดจำหน่ายสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราทั่วโลกร้อยละ 16.7 เป็นสารป้องกันกำจัดเชื้อราน้ำค้าง โดยเฉพาะในพืชวงศ์แตงคิดเป็นร้อยละ 10 ของสารเคมีที่จำหน่ายทั้งหมด (Gisi, 2002)

2.2.2 อาการของโรค

ลักษณะอาการของโรคจะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและพืชอาศัย (Babadoost, 2001) อาการเริ่มแรกจะปรากฏแผลเหลี่ยมสีเหลืองซึ่งถูกจำกัดขอบเขตโดยเส้นใบ ในสภาพที่มีความชื้นสูงจะพบเชื้อราสีเทาปรากฏบริเวณแผลสีเหลืองด้านใต้ใบ (ภาพที่ 1) และจะเริ่มขยายใหญ่ขึ้นจนกระทั่งเหลืองทั่วทั้งใบ หลังจากนั้นแผลจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแห้งตายในที่สุด (Hansen, 2000)



ภาพที่ 1 อาการของโรคราน้ำค้างในแตงกวา

(a) ลักษณะอาการบนใบ

(b) ลักษณะอาการใต้ใบ

(c) กลุ่มของสปอร์แรงเจียมบริเวณใต้ใบ

2.2.3 เชื้อสาเหตุและสัณฐานวิทยาของเชื้อ

โรคราน้ำค้าง มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & Curt.) Rostow. ซึ่งก่อให้เกิดโรคทางใบที่สำคัญในแตงกวา พบในแหล่งปลูกแตงกวาทั่วโลก (Shetty *et al*., 2002) มีรายงานจาก 70 ประเทศที่พบการระบาดของโรคในพืชวงศ์แตง โดยพืชอาศัยของเชื้อ *P. cubensis* มีทั้งหมด 40 ชนิด ใน 20 ชนิด เป็นพืชวงศ์แตง ซึ่งพืชอาศัย 10 ชนิดนั้นเป็นพืชใน สกุล *Cucumis* (Thomas, 1986)

P. cubensis เป็นเชื้อราชั้นต่ำในดิวิชัน Eumycota ดิวิชันย่อย Mastigomycotina ชั้น Oomycetes อันดับ Peronosporales วงศ์ Peronosporaceae เป็นปรสิตถาวร (obligate parasite) เชื้อสร้างเส้นใยไม่มีสี (hyaline) ไม่มีผนังกั้นตามขวาง (nonseptate) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.4 - 7.2 ไมโครเมตร อวัยวะสำหรับดูดน้ำเลี้ยงจากเซลล์พืช (haustorium) มีรูปร่างกลม (knob-like) จนถึงยาวคล้ายนิ้วมือ (digitate) ก้านชูสปอร์แรงเจียม (sporangiophore) ยาว 180 - 400 ไมโครเมตร กว้าง 5 - 7 ไมโครเมตร ส่วนโคนโป่งออกเล็กน้อย ส่วนปลายแตกแขนงเป็นลักษณะตรง สปอร์แรงเจียม (sporangium) มีรูปร่างรี (elliptical) มีรูเปิด (poroid) และขรุขระ (papillate) มีสีอ่อนมาก ออกสีน้ำตาลหรือเทา เมื่องอกให้กำเนิดสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้เรียกว่า ซูโอสปอร์ (zoospore) (วิจัย, 2551)

2.2.4 วัฏจักรของโรคและการเกิดโรค

วัฏจักรของโรคเริ่มจากสปอร์ของเชื้อราที่เจริญอยู่ใต้ใบพืช เมื่อสภาพอากาศชื้นจะแพร่กระจายจากต้นสู่ต้นและจากแปลงสู่แปลงโดย น้ำฝน ลม แมลง เครื่องมือทางการเกษตร เสื้อผ้า ตลอดจนการสัมผัสกับพืชที่เป็นโรค ในสภาพที่มีน้ำค้าง หมอก ฝนตกชุก และความชื้นสูงจะส่งเสริมการเข้าทำลายและการเพิ่มปริมาณของเชื้อโรคอย่างรวดเร็ว เมื่อใบพืชได้รับความชื้น สปอร์แรงเจียมจะปล่อยซูโอสปอร์ออกมา โดยจะว่ายน้ำอยู่ขณะหนึ่งก่อนจะทิ้งหาง (encyst) และสร้างหลอด (germ tubes) แทงเข้าสู่เนื้อเยื่อพืช (Babadoost, 2001) สร้างเส้นใยเจริญอยู่ระหว่างเซลล์ (intercellular) ของใบพืชในชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) และอาจพบได้ในชั้นพาลิเสด (palisade) ส่งฮอสทอเรียม (houstorium) เข้าไปดูดอาหารจากเซลล์ (Savory *et al*., 2011)

ในธรรมชาติซูโอสปอร์สามารถมีชีวิตอยู่ในสภาพที่มีน้ำได้เป็นเวลา 18 ชั่วโมงในอุณหภูมิต่ำ แต่ปกติจะเข้าสู่ระยะทิ้งหางที่อุณหภูมิค่อนข้างสูง ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการงอกของ germ tube คือ 25 องศาเซลเซียส โดยเชื้อจะเข้าทำลายพืชได้มากที่สุดในสภาพอากาศชื้นที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส (Cohen, 1981) Palti and Cohen (1980) รายงานว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการแทงผ่านเข้าสู่พืชในเวลากลางวันอยู่ระหว่าง 25 – 30 องศาเซลเซียส และ 10 – 15 องศาเซลเซียสในเวลากลางคืน อุณหภูมิที่สูงกว่า 35 องศาเซลเซียสจะสามารถทำลายเชื้อให้ตายลง

สถาบันวิจัยและเทคโนโลยีการเกษตร

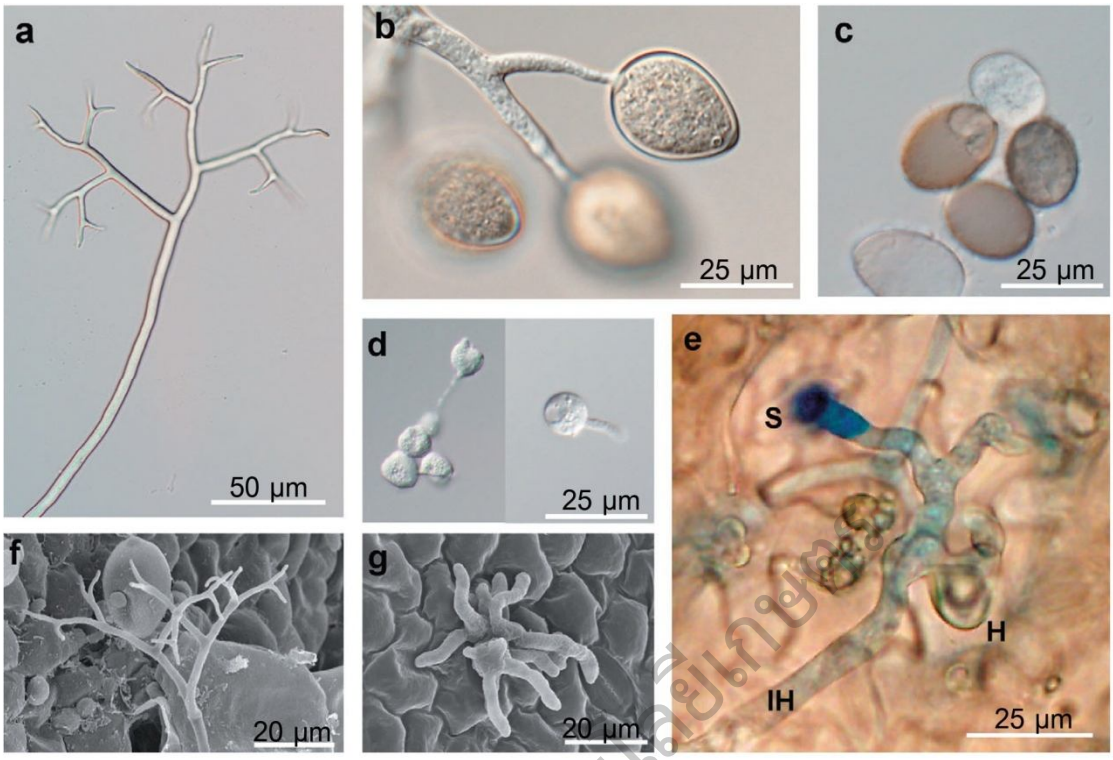
ได้ (Shi *et al*., 2005) ช่วงเวลานับตั้งแต่เชื้อแทงผ่านเข้าสู่เซลล์พืชจนกระทั่งปรากฏอาการภายใต้สภาพธรรมชาติอยู่ระหว่าง 4 – 12 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศและพันธุกรรมของพืชอาศัย (Lebeda and Cohen, 2010)

จากการศึกษาของ Cohen *et al*. (1971) พบว่า ช่วงเวลาอย่างน้อย 6 ชั่วโมงในที่มืดมีความจำเป็นต่อการสร้างสปอร์ เนื่องจากช่วงเวลานี้เป็นช่วงที่เชื้อมีการสะสมและดูดซึมสารประกอบต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นในการสร้างสปอร์

Cohen and Eyal (1977); Lebeda and Cohen (2010) กล่าวว่า ช่วงเวลานับตั้งแต่การปลูกเชื้อจนกระทั่งปรากฏอาการของโรค ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของปริมาณเชื้อ (inoculums) ซึ่งจะปรากฏอาการครั้งแรกในวันที่ 3 – 4 หลังจากการปลูกเชื้อซึ่งมีความเข้มข้นสูง($1x10^3$ สปอร์แรงเจียมต่อพื้นที่ใบ 1 ตารางเซนติเมตรต่อใบ) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ความเข้มข้นต่ำกว่าในการปลูกเชื้อ (10 สปอร์แรงเจียมต่อพื้นที่ใบ 1 ตารางเซนติเมตรต่อใบ) ซึ่งจะปรากฏอาการในวันที่ 7 หลังจากการปลูกเชื้อหรือมากกว่านั้น

สปอร์แรงเจียมที่แก่เต็มที่จะปลิวสู่อากาศระหว่างเวลา 06.00 – 12.00 น. โดยจะปล่อยสู่อากาศมากที่สุดที่เวลา 08.00 น. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้การเข้าทำลายของเชื้อลดลง ทั้งนี้สปอร์จะสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานที่อุณหภูมิ 5 – 17 องศาเซลเซียส และจำเป็นที่ต้องอาศัยอยู่ในสภาพเปียกชื้นจนกว่าจะงอกหรือตายไป (Babadoost, 2001) และในสภาพอากาศที่เหมาะสมนั้นสปอร์แรงเจียมจากพืชที่เป็นโรคสามารถปลิวไปตามลมได้ระยะทาง 1,000 กิโลเมตรในเวลา 48 ชั่วโมง (Holmes *et al*., 2005)

สถาบันวิจัยพืชไร่และเกษตร



ภาพที่ 2 สัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis*

(a) ก้านชูสปอร์แรงเจียม (sporangiophore)

(b) สปอร์แรงเจียมอยู่ที่ส่วนปลายสุดของก้านชูสปอร์ฯ

(c) สปอร์แรงเจียมในระยะที่มีการแบ่งไซโตพลาสซึม

(d) ภาพซ้าย: ซูโอสปอร์ (zoospore)

ภาพขวา: ซูโอสปอร์ในระยะทิ้งหาง (encysted) และสร้าง germ tube

(e) การเจริญเติบโตระหว่างเซลล์ (Intercellular Growth) ของเชื้อรา

H = ฮอสเทอเรียม (haustorium)

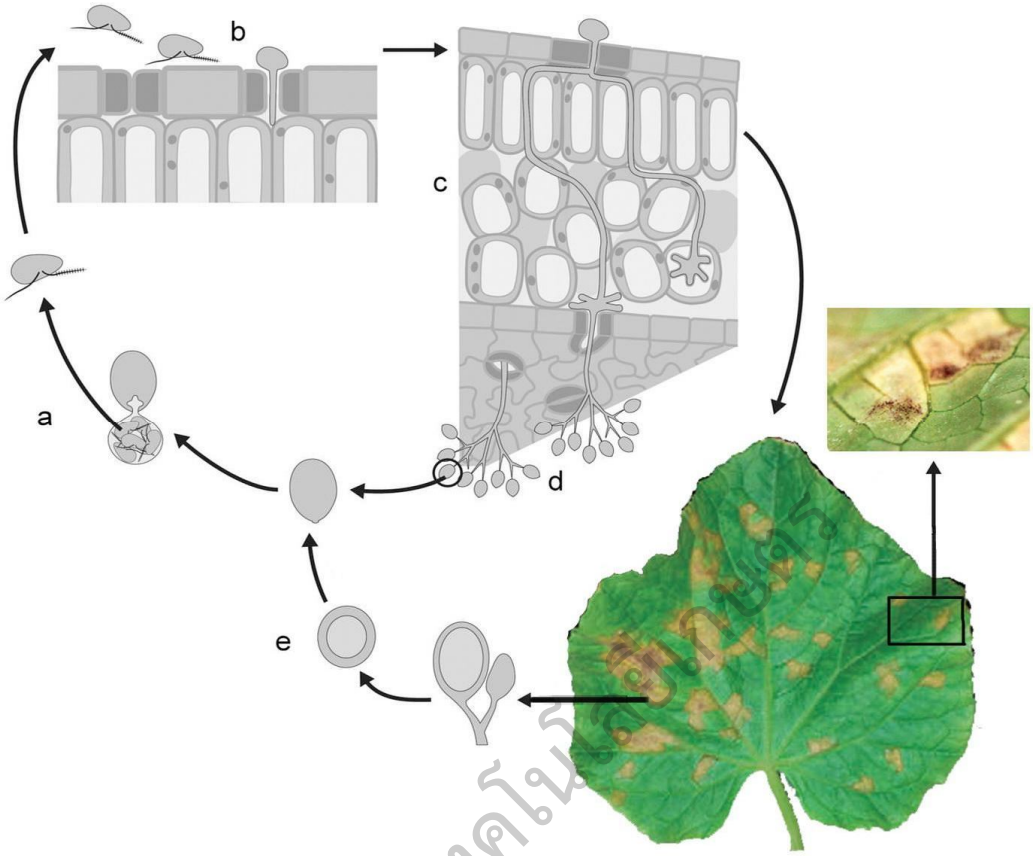
IH = เส้นใยที่เจริญอยู่ระหว่างเซลล์ (intercellular hyphae)

S = ปากใบ (stomata)

(f) และ (g) ลักษณะก้านชูสปอร์ฯ (sporangiophore) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน

ที่มา: Savory *et al.* (2011)

สถาบันวิจัยพืชสวนแห่งประเทศไทย



ภาพที่ 3 วงจรชีวิตของเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis*

(a) สปอร์แรงเจียมที่ลอยอยู่ในอากาศ เมื่อได้รับความชื้นและสภาพที่เหมาะสมจะปล่อยซูโอสปอร์มี 2 หาง

(b) ซูโอสปอร์ทิ้งหางและสร้าง germ tube แทงเข้าสู่พื้นผิวของใบพืชบริเวณปากใบ

(c) เส้นใยเจริญอยู่ระหว่างเซลล์พืชในชั้นมีโซฟิลล์ และสร้างฮอสทอเรียมดูดอาหารจากเซลล์พืช

(d) ก้านชูสปอร์เจริญออกมาทางด้านใต้ใบ โดยผ่านออกมาทางปากใบ

(e) อาการของโรคราน้ำค้างจะปรากฏแผลเหลี่ยมสีเหลือง และค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอยู่ระหว่างเส้นใบ

ที่มา: ดัดแปลงจาก Savory *et al.* (2011)

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร

2.3 ลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมความต้านทานโรคราน้ำค้างในแตงกวา

ความต้านทานโรคในพืช เป็นลักษณะทางพันธุกรรมและสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกได้ Flor (1956) ได้อธิบายถึงการเกิดโรคของพืชโดยใช้สมมติฐานที่เรียกว่า gene – for – gene concept โดยมีใจความสำคัญว่า ถ้ามียีนของเชื้อโรคที่เป็นสายพันธุ์รุนแรง (virulence) ใด ๆ ที่จะมาจับคู่ (compatible) กับยีนที่ควบคุมความต้านทานโรคในพืชพันธุ์ใดพันธุ์หนึ่งแล้ว พืชพันธุ์นั้นจะไม่สามารถต้านทานต่อสายพันธุ์หรือสายเชื้อโรคนั้น ในทางตรงกันข้ามถ้ายีนที่เป็นสายพันธุ์รุนแรงของเชื้อโรคไม่สามารถจับคู่ (incompatible) กับยีนที่ควบคุมความต้านทานโรคในพืช พืชนั้นจะแสดงความต้านทานต่อสายพันธุ์ของเชื้อโรคดังกล่าว กฤษฎา (2546) กล่าวว่าระดับความต้านทานต่อโรคของพืชแต่ละพันธุ์จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น ประสิทธิภาพของยีนต้านทาน ระดับความรุนแรงของเชื้อ พันธุกรรมของพืชและพันธุกรรมของเชื้อโรค ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเชื้อโรคกับพืช และสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของความต้านทานต่อโรค

กฤษฎา (2546) ได้ให้คำจำกัดความของ ความต้านทานโรค (resistance) คือ ความสามารถของพืชที่สามารถคงสภาพจากการเข้าทำลายของเชื้อโรคให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิต แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ความต้านทานแนวตั้ง (vertical resistance) เป็นความต้านทานโรคของพืชซึ่งถูกควบคุมด้วยยีนน้อยคู่ซึ่งอาจเป็นยีนหลัก (major gene) เพียงตัวเดียว ลักษณะของความต้านทานเป็นลักษณะที่ปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน และสามารถจัดกลุ่มที่มีลักษณะต้านทานและไม่ต้านทานได้ง่าย เนื่องจากเป็นลักษณะเชิงคุณภาพ (Brown and Caligari, 2008) ความต้านทานต่อโรคจะมีความเฉพาะเจาะจงกับเชื้อสาเหตุชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือไม่กี่ชนิดซึ่งจะมีความต้านทานโรคจำกัด จึงสามารถเรียกความต้านทานลักษณะนี้ว่า ความต้านทานแบบจำเพาะ (specific resistance) (สกุลศักดิ์, 2544)

2) ความต้านทานแนวราบ (horizontal resistance) เป็นความต้านทานโรคของพืชซึ่งถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ซึ่งเป็นยีนรอง (minor gene) เป็นลักษณะของความต้านทานที่ไม่สามารถปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน หรือจัดจำแนกความต้านทานได้ เนื่องจากเป็นลักษณะเชิงปริมาณ (Brown and Caligari, 2008) แต่จะมีความต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุของโรคได้เกือบทุกสายพันธุ์ (สกุลศักดิ์, 2544)

ความทนทานต่อโรค (tolerance) เป็นการแสดงออกของความต้านทานชนิดหนึ่ง คือ ลักษณะที่พืชแสดงการเป็นโรคแต่ยังสามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ตามปกติ โดยไม่กระทบกระเทือนต่อผลผลิต (กฤษฎา, 2546)

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในธรรมชาติเชื้อสาเหตุของโรคมีหลายไบโอไทป์ (biotype หรือ race) ที่จะทำให้เกิดอาการของโรครุนแรงต่างกันในพันธุ์ต่าง ๆ การแสดงออกของลักษณะต้านทานเกิดจากจีโนไทป์ของเชื้อและพืชอาศัยรวมกัน ซึ่งจะมีผลของสภาพแวดล้อมอยู่ด้วย ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้ต้านทานต่อเชื้อโรคที่มีหลายไบโอไทป์ นิยมปรับปรุงขึ้นเป็นพันธุ์คละ (multiline) ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ต้านทานต่อเชื้อโรคไบโอไทป์ต่างกัน เมื่อเชื้อมีไบโอไทป์ใดระบาด จะมียีนต้านทานที่จะลดความเสียหายจากการทำลายบางส่วนลงได้ (นพพร, 2546)

Neykov and Dobrev (1987) กล่าวว่า ในพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง จะมีแผลไหม้น้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ใบ และเกิดแผลไหม้อย่างรวดเร็ว ซึ่งจะจำกัดการพัฒนาของ haustorium (Ma and Cui, 1995)

Tarakanov *et al*. (1988); Criswell (2008) ได้จำแนกลักษณะของพันธุ์ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างออกเป็น 4 ลักษณะคือ ไม่ปรากฏอาการ ใบเกิดแผลสีเหลืองและตายลงอย่างรวดเร็ว ใบเป็นแผลแห้งในบริเวณที่มีการแทงผ่านของสปอร์ และเกิดแผลเหลืองสีเหลี่ยมซึ่งบ่งชี้ว่า เกิดการสร้างสปอร์ภายใต้ใบในบริเวณนั้น พวกเขาได้เสนอว่า ควรปรับปรุงพันธุ์ที่ต้านทานโรค โดยให้ใบเกิดแผลสีเหลืองและตายอย่างรวดเร็ว รวมถึงให้เกิดแผลแห้งบริเวณที่เกิดการแทงผ่านของสปอร์

Angelov and Krasteva (2000) ได้กล่าวถึงความต้านทานโรคราน้ำค้าง 2 ชนิด คือ R1 และ R2 โดยที่ R1 เป็นชนิดต้านทานโรคในระดับสูง คือ ปรากฏแผลขนาดเล็ก (1-2 มิลลิเมตร) ในบริเวณที่เป็นสีเหลือง โดยส่วนกลางของแผลจะแห้งและไม่พบการสร้างสปอร์ และ R2 คือ ความต้านทานปานกลาง จะปรากฏแผลที่มีขนาดใหญ่กว่า (3-4 มิลลิเมตร) และเป็นสีเหลืองอยู่นานมากกว่า 10 วัน

ปฏิกิริยาระหว่างพืชอาศัยกับโรคราน้ำค้างนั้นแสดงลักษณะความอ่อนแอ (+) และความต้านทานได้อย่างชัดเจน (-) ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะนี้สามารถนำมาใช้ในการจัดจำแนกรูปแบบของเชื้อจากปฏิกิริยาการเกิดโรคของเชื้อต่อพืชอาศัยที่เฉพาะเจาะจง (pathotype) หรือชนิดของเชื้อสาเหตุ (race) เบื้องต้นได้ (Lebeda and Jandrulek, 1987; Lebeda *et al*., 2006) การหาความแตกต่างทางพันธุกรรมของเชื้อสาเหตุของโรคราน้ำค้างสิ่งสำคัญคือ เชื้อสาเหตุและฟีโนไทป์ของพืชอาศัย (พืชอาศัย ความรุนแรงของเชื้อสาเหตุ และ ความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัย) เชื้อสาเหตุและพันธุกรรมของพืชอาศัย และแบบจำลองทางพันธุศาสตร์ซึ่งอธิบายปฏิกิริยาระหว่างพืชอาศัยและเชื้อสาเหตุ (Lebeda and Schwinn, 1994)

ในอดีตได้มีการจัดจำแนกรูปแบบปฏิกิริยาการทำให้เกิดโรค (pathotype) ออกเป็น 5 ชนิด คือ pathotype 1 และ 2 ในประเทศญี่ปุ่น pathotype 3 ในประเทศอิสราเอล pathotype 4 และ 5 ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Thomas *et al*.,1988) ต่อมา Thomas and Jourdain (1992) พบว่า pathotype 3 ในประเทศอิสราเอลมีความเฉพาะเจาะจงกับแตงกวา (*Cucumis sativus*) และเมลอน

(*Cucumis melo* vars. *reticulatus, conomon,* และ *acidulus*) เท่านั้น แต่ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2545 ประเทศอิสราเอลพบการระบาดของโรคราน้ำค้างในฟักทองและสควอช ซึ่งไม่ตรงกับที่ปรากฏในรายงานว่า pathotype 3 ในอิสราเอลนั้นสามารถเข้าทำลายได้เฉพาะแตงกวาและเมลอนเท่านั้น Cohen *et al.* (2003) จึงทำการศึกษาปฏิกิริยาการเกิดโรคของเชื้อต่อพืชอาศัยที่เฉพาะเจาะจง และพบความเข้ากันได้ของเชื้อในระดับสูงในแตงกวา เมลอน ฟักทอง และสควอช แต่เข้ากันได้ในระดับต่ำในแตงโม ซึ่งความเข้ากันได้ของเชื้อ *P. cubensis* ที่พบในครั้งนี้ได้ถูกกำหนดเป็น pathotype ที่ 6 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 รูปแบบของเชื้อโดยจำแนกจากปฏิกิริยาในการก่อให้เกิดโรคราน้ำค้างในพืชวงศ์แตง

ชนิดของพืชอาศัย		กลุ่มชนิดของเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis* (จำแนกตามประเทศ)					
				M1, M2 (Japan)			
		C1 (Japan)	C2 (Japan)	83, 85 (Israel)	C (USA)	T (USA)	(Israel) **
แตงกวา	*Cucumis sativus*	+	+	+	+	+	+
แคนตาลูป	*Cucumis melo* var. *reticulatus* *	+	+	+	+	+	+
แตงไทย	*Cucumis melo* var. *conomon*	-	+	+	+	+	+
แตงเปรี้ยว	*Cucumis melo* var. *acidulous*	-	-	+	+	+	+
แตงโม	*Citrullus lanatus*	-	-	-	+	+	-
ฟักทอง และ สควอช	*Cucurbita spp.*	-	-	-	-	+	+
รูปแบบปฏิกิริยาการเกิดโรคของเชื้อต่อพืชอาศัยที่เฉพาะเจาะจง		1	2	3	4	5	6

- = แสดงปฏิกิริยาที่เข้ากันไม่ได้หรือเข้ากันได้เล็กน้อย ; + = แสดงปฏิกิริยาที่เข้ากันได้อย่างสูง

* หรือเป็นที่รู้จักในชื่อ *C. melo* var. *cantalupensis* Naudin.

** Cohen *et al*. (2003)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Zitter *et al.* (1996); Cohen *et al.* (2003) และ Lebeda *et al.* (2006)

แตงกวามียีนที่ควบคุมลักษณะต่าง ๆ อยู่ 68 ยีน (Robinson *et al*., 1976) ในการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความต้านทานโรคราน้ำค้างของแตงกวาในระยะแรกนั้นพบว่า มียีนแฝง (recessive gene) อย่างน้อย 1 คู่ (*dm*) ที่ควบคุมความต้านทานโรคราน้ำค้างในพันธุ์ Poinsett (Van Vliet and Meijsing, 1977)

ลิขสิทธิ์วิทยาลัยเทคโนโลยีเกษตร

Van Vliet and Meijsing (1974) ได้ศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานต่อเชื้อรา *P. cubensis* โดยใช้พันธุ์ Poinsett ซึ่งมีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง และโรคราแป้ง มีผลสีเขียวเข้ม กับสายพันธุ์ 4285 ซึ่งมีความอ่อนแอต่อโรคทั้ง 2 ชนิดและมีผลสีเขียวอ่อน นำมาใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่ ในการศึกษาการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานโรค โดยการสร้างประชากร F_1 BC_1 F_2 F_2BC_1 และ F_3BC_1 จากผลการศึกษาพบว่า ความต้านทานโรคราน้ำค้างควบคุมด้วยยีนแฝง (recessive gene) 1 คู่ เชื่อมโยงกับยีน D เป็นยีนเด่น (dominant gene) ซึ่งควบคุมลักษณะผลสีเขียวเข้มในแตงกวา ต่อมาในปี พ.ศ. 2520 ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการถ่ายทอดความต้านทานโรคราน้ำค้าง กับโรคราแป้ง พบว่า ความต้านทานโรคราน้ำค้างในแตงกวานั้นถูกควบคุมด้วยยีนแฝงจำนวน 1 คู่ มีสัญลักษณ์ *p* ซึ่งพันธุ์ที่พบว่ามีความต้านทาน คือ พันธุ์ Ashley และ Poinsett พัฒนาพันธุ์โดย Barnes ซึ่งพบในพันธุ์ PI 197087 ซึ่งมีต้นกำเนิดในประเทศอินเดีย (Peterson, 1975; Van Vliet and Meijsing, 1977) และยังอาจควบคุมด้วย 1 หรือ 2 ยีนหลัก (major gene) และ 1 ยีนรอง (minor gene) หรือมากกว่า ยีนแฝง 1 คู่ ที่ควบคุมลักษณะความต้านทานนี้ทั้งยังเชื่อมโยงกับยีนที่ควบคุมลักษณะความต้านทานโรคราแป้งอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบความต้านทานในแตงกวาพันธุ์ Chinese Long และ Puerto Rico 37 ซึ่งควบคุมด้วยยีนหลายคู่ (Jenkins ,1946; Thomas *et al*., 1988) Shimizu *et al*. (1963); Criswell (2008) เป็นคนแรกที่รายงานว่ายีนที่ควบคุมโรคราน้ำค้างในแตงกวาพันธุ์ Aojihai เป็นยีนแฝง 3 คู่

Kenigsbuch and Cohen (1989) ได้ศึกษาลักษณะการถ่ายทอดความต้านทานโรคราน้ำค้างในเมลอน (*Cucumis melo*) โดยสร้างลูกผสมจากพันธุ์ WI998 ซึ่งอ่อนแอต่อโรคราน้ำค้างและแสดงดอกเพศเมียล้วน กับ PI 124111F ที่ต้านทานต่อเชื้อ *P. cubensis* race 3 และแสดงเพศดอกทั้งเพศผู้และเพศเมีย พบว่าลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1) มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างในระดับปานกลาง และแสดงดอกเพศผู้และเพศเมียทั้งหมด ลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) พบลักษณะอ่อนแอ : ต้านทานปานกลาง : ต้านทาน ในอัตราส่วน 1 : 14 : 1 พบลักษณะที่แสดงดอกเพศเมียล้วนในอัตราส่วน 1 : 16 เมื่อทำการผสมกลับไปยังสายพันธุ์อ่อนแอ (WI998) พบว่า มีการกระจายตัวของลักษณะอ่อนแอ : ต้านทานปานกลางในอัตราส่วน 3 : 1 และเมื่อผสมกลับไปยังสายพันธุ์ต้านทาน (PI 124111F) พบว่า มีการกระจายตัวของลักษณะต้านทานปานกลาง : อ่อนแอในอัตราส่วน 3 : 1 ซึ่งผลการทดลองนี้ได้สนับสนุนว่ามียีนบางตัวที่ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะเด่นของความต้านทานต่อเชื้อ *P. cubensis* race 3

Doruchowski and Lakowska-Ryk (1992); Xie and Wehner (2001) ได้ทำการศึกษาแตงกวาพันธุ์ Wisconsin-4783 ซึ่งเป็นสายพันธุ์แท้ พบว่า ลักษณะความต้านทานโรคราน้ำค้าง ถูกควบคุมด้วยยีนแฝง 3 คู่ (*dm-1 dm-2* และ *dm-3*)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Horejsi *et al.* (2002) ใช้เทคนิค RAPD ตรวจสอบสายพันธุ์แตงกวาชั่วที่ 3 (F_3) จำนวน 145 สายพันธุ์ (55 สายพันธุ์จากประชากร WI 1983G_Straight 8 และ 90 สายพันธุ์ จากประชากร Zudm1_Straight 8) ได้ถูกประเมินความต้านทานโรคราน้ำค้างมาแล้วมากกว่า 5 สถานที่ในทวีปอเมริกาเหนือและยุโรปซึ่งไม่มีความแตกต่างของเชื้อระหว่าง 2 ทวีป ความสัมพันธ์ของลักษณะฟีโนไทป์อยู่ระหว่าง 0.3 – 0.7 เครื่องหมาย RAPD จำนวน 135 เครื่องหมาย ซึ่งจำแนกมาจาก 960 ไพรเมอร์ (primers) พบว่ามีจำนวน 5 เครื่องหมาย ที่เชื่อมโยงกับยีน *dm* คือ G14800 X151100 AS5800 BC5191100 และ BC5261000 ในประชากร WI 1983G_Straight 8 พบว่า เครื่องหมาย G14800 AS5800 BC5191100 และ BC5261000 มีระยะห่างจากยีน *dm* 16.5 cM 32.8 cM 9.9 cM และ 19.2 cM ตามลำดับ และในประชากร Zudm1_ Straight 8 พบว่า เครื่องหมาย G14800 X151100 AS5800 และ BC5261000 มีระยะห่างจากยีน *dm* 20.9 cM 14.8 cM 24.8 cM และ 32.9 cM ตามลำดับ

2.4 แหล่งพันธุกรรมของพันธุ์ต้านทานโรคราน้ำค้าง

สายพันธุ์แตงกวาที่มีความต้านทานโรคราน้ำค้างมากที่สุดมีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย โดยพบความต้านทานมากที่สุดในแตงกวาที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศญี่ปุ่น รองลงมาคือ อินเดียและจีน (Neykov and Dobrev, 1987)

Wehner and Shetty (1997) ทำการประเมินโรคราน้ำค้างในแตงกวาซึ่งรวบรวมจาก Plant Introduction accessions (U.S. National Plant Germplasm System) พันธุ์การค้า และ พันธุ์ที่อยู่ระหว่างการปรับปรุงพันธุ์ โดยปลูกทดสอบในแปลงที่ North Carolina จำนวน 2 ซ้ำ เป็นเวลา 2 ปี พบว่า พันธุ์แตงกวาที่แสดงความต้านทานมากที่สุดในทุกฤดูปลูก ได้แก่ พันธุ์ Gy4 Clinton PI 234517 Poinsett 76 Gy5 Addis M21 M27 และ Galaxy ในขณะที่พันธุ์อ่อนแอในทุกฤดูปลูก ได้แก่พันธุ์ PI 288995 PI 176952 PI 178886 และ PI 211985

Gu *et al.* (2004) ประเมินความต้านทานโรคราน้ำค้างในแตงกวาจำนวน 9 สายพันธุ์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความต้านทานต่อโรคระดับสูง (พันธุ์ 53 72 และ S08) กลุ่มต้านทาน (พันธุ์ S02 และ 64) กลุ่มไม่ต้านทานโรค (พันธุ์ S06 S01 และ S09) โดยการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ จำนวนและขนาดของปากใบ พบว่า พันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์ ในขณะที่พันธุ์อ่อนแอ มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความหนาแน่นของปากใบ

Adam (2008) ประเมินความต้านทานโรคราน้ำค้างในแตงกวาจำนวน 1,300 พันธุ์ โดยทดสอบที่ Clinton NC USA และ Skierniewice Poland ระหว่างปี พ.ศ. 2548 – 2550 ซึ่งทดสอบแบบไม่มีซ้ำในสภาพธรรมชาติ จากนั้นนำมาประเมินความต้านทานโรคอีกครั้งในสภาพโรงเรือน พบว่า

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เกษตร

มีจำนวน 10 พันธุ์ที่มีความต้านทานโรคเฉลี่ยทุกสภาพแวดล้อมมากที่สุด ได้แก่ PI 605996 PI 330628 PI 197088 PI 197086 PI 605924 PI 197085 PI 618893 PI 432886 PI 432875 และ PI 618937 ซึ่งพันธุ์เหล่านี้มีแหล่งกำเนิดจากประเทศอินเดีย ปากีสถาน และจีน (จำนวน 5 1 และ 4 พันธุ์ตามลำดับ) พันธุ์ที่มีความอ่อนแอต่อโรคมากที่สุด ได้แก่ Ames 25699 PI 344350 Ames 19225 และ PI 171601

2.5 การปรับปรุงพันธุ์พืชวงศ์แตงและผลสำเร็จ

การปรับปรุงพันธุ์แตงกวาเริ่มขึ้นเมื่อประมาณปี พ.ศ. 2473 ซึ่งพบว่าเกิดการระบาดของโรคราน้ำค้างอย่างรุนแรงในพื้นที่การผลิตแตงกวา (McGrath, 2004) ในช่วงระยะเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา นักปรับปรุงพันธุ์แตงกวาชาวจีนได้พัฒนาสายพันธุ์แท้ประมาณ 40 สายพันธุ์ และพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 เช่น พันธุ์ Ningqin และ JingYan No. 2 ซึ่งเป็นที่นิยมปลูกมากกว่าร้อยละ 40 ของพื้นที่ปลูกแตงกวาในประเทศจีน (Cui and Zhang, 1991) นักปรับปรุงพันธุ์แตงกวาเริ่มทำการรวมยีนให้มีความต้านทานโรคหลายชนิด ซึ่งมีรายงานว่าพันธุ์ Sumter และ WI 2757 มีความต้านโรคจำนวน 7 และ 9 โรค ตามลำดับ นอกเหนือจากการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มความต้านทานโรคแล้ว ยังมีการเพิ่มลักษณะอื่นที่มีความสำคัญด้านคุณภาพและปริมาณของผลผลิต เช่น การเพิ่มลักษณะ gynoecious เข้าสู่พันธุ์ Wisconsin SMR 18 โดยการผสมกลับ หรือแม้แต่การใช้พันธุ์สิบสองปันนา (*Cucumis sativus* var. *xishuangbannesis* Qi & Yuan) ซึ่งพบว่า มีการปลูกกันทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีนที่ระดับความสูง 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล หรือมากกว่า มีความแข็งแรง ผลขนาดใหญ่สีเหลืองถึงส้ม ตลอดจนมีโปรวิตามินเอ และแคโรทีน ดังนั้น นักวิจัยจึงได้เริ่มทดลองถ่ายทอดสารอาหารเหล่านี้จากพันธุ์สิบสองปันนาเข้าสู่พันธุ์การค้า (Robinson and Decker-Walters, 1997) ปี พ.ศ. 2491 พบว่าแตงกวาพันธุ์ Palmetto มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างในระดับปานกลาง ต่อมาในปี พ.ศ. 2509 พบว่าพันธุ์ Poinsett มีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างในระดับสูง และเป็นที่นิยมในการนำพันธุ์ Poinsett มาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์แตงกวา เพื่อเพิ่มลักษณะความต้านทานโรคราน้ำค้างเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน (Colucci *et al*., 2006)

Robinson and Decker-Walters (1997) กล่าวว่า การใช้พันธุ์ต้านทานเป็นวิธีการควบคุมที่ดีที่สุด พันธุ์ Ashley Stono Palmetto Pixie และพันธุ์อื่นที่มีความต้านทานซึ่งปรับปรุงพันธุ์โดย Barners ได้ถูกนำมาใช้เป็นพ่อแม่ในการปรับปรุงพันธุ์แตงกวาให้มีความต้านทานเพิ่มขึ้นโดยพันธุ์ Marketmore 76 เป็นอีกหนึ่งพันธุ์ที่ได้รับความนิยม ซึ่งมีความต้านทานต่อโรคราน้ำค้างและโรคอื่น ๆ

แตงกวาจัดเป็นพืชผสมข้ามโดยธรรมชาติ ประชากรพืชผสมข้าม (cross-pollination population) หมายถึง กลุ่มของต้นพืชผสมข้ามที่ปลูกหรือขึ้นอยู่ด้วยกันเป็นจำนวนมากซึ่ง

ประกอบด้วยพืชแต่ละต้นที่มียีโนไทป์แตกต่างกันและส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ทาง (heterozygous) เนื่องจากโดยธรรมชาติแล้ว พืชแต่ละต้นในประชากรนี้สร้างเมล็ดขึ้นมาจากการผสมเกสรข้ามต้น กล่าวคือ ไข่ของพืชต้นหนึ่งจะถูกผสมด้วยละอองเกสรจากพืชอีกต้นหนึ่ง ดังนั้น พืชแต่ละต้นจึงมีลักษณะที่แตกต่างกันอยู่ในระดับหนึ่ง และทำให้ประชากรของพืชผสมข้ามมีคุณสมบัติที่เรียกว่า heterogeneity population คือ ประชากรที่ประกอบด้วยต้นพืชที่มีลักษณะแตกต่างกัน Brown and Caligari (2008) กล่าวว่า การพัฒนาพันธุ์พืชผสมข้ามนั้น เป็นขบวนการเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนโดยการรวมยีโนไทป์ที่ต้องการภายในประชากร และในขณะเดียวกันเป็นการรักษาระดับความแตกต่างของยีน (heterozygosity)

2.5.1 การสร้างประชากรพื้นฐาน (base population improvement)

ประชากรพื้นฐาน (base population) คือ ประชากรที่ใช้เริ่มต้นสำหรับการคัดเลือกพันธุ์ ประชากรดังกล่าวนี้จะต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญคือ มีความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genetic variability) ของลักษณะที่ต้องการคัดเลือกหลายลักษณะหรือมีหลายยีโนไทป์ ซึ่งจำเป็นต้องมีมากพอที่จะทำให้การคัดเลือกพันธุ์ประสบความสำเร็จ และสิ่งสำคัญคือ ลักษณะที่แตกต่างกันนั้นจะต้องเป็นความแตกต่างอันเนื่องมาจากพันธุกรรมและสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ ประชากรพื้นฐานที่ดีอาจได้จากพันธุ์พืชท้องถิ่น พันธุ์พืชที่เกษตรกรนิยมปลูกซึ่งอาจเป็นพันธุ์ผสมปล่อยหรือพันธุ์ลูกผสม หรือได้จากพันธุ์หรือสายพันธุ์ที่อยู่ในระหว่างการปรับปรุงพันธุ์ เพื่อนำมาผสมรวมสร้างประชากรพื้นฐานขึ้นใหม่ (กมล, 2531) จุดประสงค์โดยทั่วไปของการสร้างประชากรพื้นฐาน คือ สร้างประชากรพื้นฐานให้มีลักษณะต้านทานต่อโรคและแมลง หรือเพื่อประโยชน์ในการนำไปปรับปรุงพันธุ์ต่อไป เช่น ใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมสำหรับการสกัดสายพันธุ์แท้ในพืชผสมข้าม โดยเน้นลักษณะที่สำคัญ เช่น มีคุณภาพของผลผลิตดี ผลผลิตสูง เป็นต้น การสร้างประชากรพื้นฐานโดยผสมรวมพันธุ์ขึ้นใหม่มีหลักการเลือกสายพันธุ์เพื่อประกอบเป็นประชากรพื้นฐาน คือ หากต้องการประชากรที่มีฐานทางพันธุกรรมแคบ ควรเลือกใช้พันธุ์หรือสายพันธุ์ที่มีแหล่งกำเนิดใกล้เคียงกัน หรือมีความสัมพันธ์กัน เพื่อคงลักษณะที่ต้องการไว้ให้มากที่สุด หากต้องการประชากรที่มีฐานพันธุกรรมที่กว้างขึ้น อาจใช้ลูกผสมต่าง ๆ ที่มีอยู่ แต่จะต้องเป็นลูกผสมที่ปรับตัวได้ดีและมีลักษณะต่างๆ ที่ต้องการเพื่อเปิดโอกาสให้มีการคัดเลือกได้มากขึ้น (สุทัศน์, 2528)

2.5.2 การสกัดสายพันธุ์แท้ (inbred line selection)

การสกัดสายพันธุ์แท้ เป็นวิธีเกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์ระหว่างต้นพืชที่เกี่ยวข้องเป็นเครือญาติกันหรือบรรพบุรุษร่วมกันโดยใช้วิธีการผสมเลือดชิด (inbreeding) และวิธีการที่นิยมที่สุด คือ วิธีการผสมตัวเอง (selfing) มีประสิทธิภาพในการขจัดยีนแฝงซึ่งควบคุมลักษณะที่ไม่ต้องการออกไป สามารถเพิ่มความถี่ของยีนและเพิ่มระดับความคงตัวทางพันธุกรรม (homozygosity) ของ

สถาบันวิจัยพืชไร่สิ่งแวดล้อม

ยีนที่ดีในการคัดเลือกแต่ละชั่ว (Sleaper and Poehlman, 2006) นิยมใช้ในการปรับปรุงลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) เช่น ผลผลิต และอายุการเก็บเกี่ยว มากกว่าลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative traits) เช่น ความต้านทานโรค ความสำเร็จของการคัดเลือกในชั่วแรก ๆ (เช่น F_2 F_3/ S_3) ของลักษณะสีหนามซึ่งเป็นลักษณะเชิงปริมาณ สามารถทำได้โดยการคัดเลือกต้นที่มีลักษณะไม่ตรงตามความต้องการออกไป (Robbins and Staub, 2009)

แม้ว่าการผสมตัวเองจะสามารถเพิ่มค่าเฉลี่ยของความคงตัวทางพันธุกรรมให้แก่พืชได้ แต่ไม่เป็นไปตามธรรมชาติในด้านพันธุกรรมของพืชผสมข้าม และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมได้ (inbreeding depression) เนื่องจากวิธีการนี้จะทำให้ยีนแฝงที่ควบคุมลักษณะไม่ดีมีโอกาสเข้ามารวมตัวกันแสดงลักษณะที่ไม่ดีปรากฏให้เห็น ซึ่งแต่เดิมนั้นยีนแฝงดังกล่าวจะถูกยีนเด่นข่มอยู่ในสภาพของความเป็นพันธุ์ทาง ทำให้ลักษณะที่ไม่ดีมีโอกาสแสดงออกได้น้อย ซึ่งสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนจากการผลิตข้าวโพดลูกผสม เมื่อขนาดของผลผลิตและความแข็งแรงของสายพันธุ์ผสมตัวเองลดต่ำลงเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เดิมที่ไม่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์ และแม้ว่าพืชผสมข้ามส่วนมากจะมีความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมไม่ว่าจะอยู่ในระดับสูงหรือต่ำก็ตาม ต่างก็มีความสำคัญในการผสมเลือดชิด แต่ทั้งนี้พบว่าการผสมตัวเองในพืชบางชนิดไม่ทำให้ความแข็งแรงของพืชลดลง เช่น พืชวงศ์แตงพบว่าความแข็งแรงของพืชลดลงน้อยมากเมื่อมีการผสมเลือดชิด (Allard, 1971; Antonio, 2004 และ กฤษฎา, 2546)

Rubino and Wehner (1986) ทำการสุ่มเลือกต้นแตงกวาจากประชากรพันธุ์ผสมเปิดแล้วผสมตัวเองอย่างต่อเนื่อง จำนวน 6 ชั่ว พบว่า ไม่ส่งผลกระทบใด ๆ ต่อผลผลิต

Staub and Grumet (1993) ทำการประเมินผลผลิตและความต้านทานโรคแผลสะเก็ด แอนแทรคโนส และราน้ำค้างในแตงกวาชั่วผสมที่ 4 และ 5 (F_4 และ F_5) ซึ่งมาจากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์การค้ากับสายพันธุ์ป่า พบว่า การคัดพันธุ์ให้ต้านทานโรคจะทำให้ผลผลิตลดลง

Wehner and Amand (1996) ทำการปรับปรุงพันธุ์แตงกวา M 17 จากการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ Chipper ซึ่งพัฒนาพันธุ์ทางตอนใต้ของประเทศอังกฤษ กับ พันธุ์ Wisconsin SMR 18 (1968) ซึ่งพัฒนาพันธุ์ทางตอนเหนือของประเทศอังกฤษ ได้ลูกผสมชั่วที่ 1 และทำการผสมตัวเองต่อไปจนถึงชั่วที่ 5 พบว่า มีลักษณะต้านทานโรคต้นแตกยางไหล (gummy stem blight) ได้ดี เป็นสายพันธุ์แท้ และมีการแสดงเพศดอกแบบ monoecious

Angelov and Krasteva (2000) ได้ปรับปรุงพันธุ์แตงกวาผลสั้นที่ต้านทานต่อโรคราน้ำค้างโดยการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ต้านทาน PI 179676 และ พันธุ์อ่อนแอ G-3 แล้วผสมกลับ (back cross) จึงคัดเลือกต้นที่มีความต้านทานสูงในรุ่น BC_1 ทำการผสมตัวเอง และคัดเลือกในลักษณะ

สถาบันวิจัยพืชไร่เกษตร

เดียวกันจำนวน 7 ชั่ว พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับความต้านทานโรคเพิ่มขึ้นในแต่ละชั่ว จาก BC_1F_2 จนกระทั่งถึง BC_1F_7 มีความต้านทานโรคเพิ่มขึ้นร้อยละ 28.2 ถึง 98.7

Petrov *et al.* (2000) ได้ประเมินความต้านทานโรคราน้ำค้างในแตงกวา พันธุ์ Hassan, Delila, PI 197087, Jocker, Zita, Perez, Tamra และ Poinsett ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (growth chamber) และในสภาพแปลง คัดเลือกต้นที่มีลักษณะดีและทำการผสมตัวเองจนกระทั่งถึงชั่วที่ 4 จึงผสมข้ามกับพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูง ติดผลได้โดยไม่ต้องผสมเกสร (pathenocarpic type) และพันธุ์อ่อนแอ พบว่า ความต้านทานในสายพันธุ์ J-13 ซึ่งพัฒนามาจากพันธุ์ Wisconsin 2843 ถูกควบคุมด้วยยีนข่มแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete dominant gene) พันธุ์ต้านทานจะแสดงแผลและจุดฉ่ำน้ำขนาดเล็ก รวมถึงการสร้างสปอร์ในปริมาณที่น้อยมาก อีกทั้งยังพบว่า ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียสไม่พบการระบาดของโรคราน้ำค้าง

Antonio (2004) ได้ทำการประเมินความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมในสควอช (*Cucurbita moschata*) พันธุ์ Piramoita อันเนื่องมาจากการผสมตัวเองอย่างต่อเนื่องจำนวน 4 ชั่ว ด้วยวิธี หนึ่งเมล็ดต่อต้น (single seed descent ; SSD) จากชั่ว S_0 – S_4 พบว่า น้ำหนักผล ขนาดผล จำนวนเมล็ดต่อผลและน้ำหนักเมล็ดต่อผลลดลง อย่างไรก็ตามไม่พบความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมในด้านคุณภาพของเมล็ด (น้ำหนัก 100 เมล็ด) และอัตราความงอก

Woltman *et al.* (2007) ทำการประเมินความต้านทานต่อโรคใบจุดเหลี่ยม (angular leaf spot) ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* ในแตงกวาพันธุ์การค้าซึ่งปลูกทั่วไปทางตะวันออกของยุโรป พบว่า ในแตงกวาจำนวน 84 พันธุ์ ส่วนมากมีความอ่อนแอต่อโรค มีแตงกวาเพียง 5 พันธุ์ถูกคัดเลือกมา โดยมีลักษณะค่อนข้างต้านทานโรคเป็นแตงกวาลูกผสมชั่วที่ 1 จากนั้นนำมาผสมตัวเอง 4 ชั่ว พบว่า มีความต้านทานโรคเช่นกัน

Kushnereva (2008) ศึกษาการปรับปรุงพันธุ์แตงกวาให้มีความต้านทานหลายโรค รวมถึงลักษณะทางพืชสวนอื่น โดยได้ดำเนินการทดลองในแตงกวาสายพันธุ์แท้ 260 สายพันธุ์และพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 รวมทั้งหมด 326 สายพันธุ์ทดสอบ ทำการปลูกเชื้อโดยใช้สปอร์เดี่ยว (single spore) ของเชื้อรา และเซลล์เดี่ยว (single strain) ของแบคทีเรีย พบว่า สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจที่ดี 20 ลักษณะ ได้แก่ ความต้านทานต่อโรค 5 – 6 โรค เช่น โรคราน้ำค้าง ราแป้ง แผลสะเก็ด (scab) ใบจุดสีน้ำตาล (blotch หรือ target spot) โรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อ *Fusarium* ลักษณะที่สุกแก่เร็ว ทนทานต่ออากาศเย็น ผลผลิตสูง ผลผลิตสม่ำเสมอ การแสดงเพศดอกหลากหลาย ติดผลที่แขนง ไร้เมล็ด ไม่มีกรดหรือรสขม รสชาติดี ผิวสัมผัสหลากหลาย (ขรุขระน้อย – มาก เรียบ) สีหนามหลากหลาย (ขาว น้ำตาล และดำ) มีความยาวที่แตกต่างกัน (ผลสั้น – ผลยาว) ด้านการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ ทำหลายวิธีการตั้งแต่ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการหว่านเมล็ด

สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชสวน

การปลูกใน hot beds และโรงเรือน การประเมินโรคจากการปลูกเชื้อ การเกิดโรคในสภาพธรรมชาติ การคัดเลือกในสภาวะเครียดสูง การผสมกลับ รวมถึงการสร้างลูกผสมที่หลากหลาย และได้สรุปว่า การผสมตัวเองจะตรึงเอาลักษณะที่ดีต่างๆ มาไว้รวมกันได้ในสายพันธุ์แท้

ปราโมทย์ และ พรทิพย์ (2551) ได้ทำการศึกษาผลของการผสมเลือดชิดต่อลักษณะทางพืชสวนของสายพันธุ์แตงไทยบริโภคผลอ่อน พบว่าไม่มีการถดถอยทางพันธุกรรมของสายพันธุ์จากการผสมตัวเองของพันธุ์ท้องถิ่นนี้ ทำให้สันนิษฐานได้ว่า ปฏิกิริยาของยีนแบบข่ม (dominance) และแบบข่ม x แบบข่ม (dominance x dominance) ไม่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะที่ศึกษา

2.5.3 การคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection)

การคัดเลือกแบบวงจร เป็นหนึ่งในวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความถี่ของยีนที่ต้องการ โดยเฉพาะลักษณะเชิงปริมาณ มีการคัดเลือกซ้ำเป็นรอบ ๆ และนำต้นที่ได้รับการคัดเลือกกลับมาผสมกันอย่างอิสระ ทำให้เกิดการรวมตัวกันใหม่ของยีน สามารถเพิ่มการแสดงออกของลักษณะใหม่ ๆ ได้ โดยจำนวนรอบของการคัดเลือก สามารถทำซ้ำได้จนกระทั่งพืชแสดงลักษณะที่ดีกว่าลักษณะเดิมออกมา ลูกชั่วที่ 1(S_1) ที่ผ่านการประเมินจะได้รับยีนซึ่งมีการแสดงออกของยีนในชั่วพ่อแม่เท่านั้น (S_0) โดยที่ไม่มียีนอื่นใดเพิ่มเข้ามาจากการผสมเปิดหรือจากพ่อแม่ซึ่งเป็นตัวทดสอบ วิธีการนี้ได้นำไปประยุกต์ใช้กับข้าวโพดและพืชผสมข้ามชนิดอื่น อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชที่ผสมตัวเองไม่ติด (self-incompatibility) (Sleaper and Poehlman, 2006) จัดเป็นวิธีการหนึ่งที่ประสบผลสำเร็จในการปรับปรุงภายในประชากร อีกทั้งยังได้รับการยอมรับว่า เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิต (Moll and Smith, 1981)

Ghaderi and Lower (1981) ได้แนะนำว่า การสร้างและพัฒนาประชากรในการปรับปรุงพันธุ์แตงกวาจะสำเร็จได้โดยการคัดเลือกยีโนไทป์ที่ต้องการแล้วปล่อยให้มีการผสมอย่างสุ่ม 2 – 3 รุ่น การใช้วิธีการคัดเลือกแบบวงจร (recurrent selection) ใช้ได้ผลดีทั้งการคัดเลือกและการสร้างลูกผสม ในขั้นสุดท้ายของการปรับปรุงพันธุ์จะได้สายพันธุ์แท้ (inbred line) ซึ่งใช้สำหรับสร้างลูกผสมชั่วที่ 1 (F_1 hybrid) โดยนิยมที่จะใช้สายพันธุ์แท้ที่มีลักษณะเป็นสายพันธุ์เพศเมีย ซึ่งสามารถควบคุมสายพันธุ์พ่อแม่ไว้ได้

Wehner and Cramer (1996) ทำการประเมินความก้าวหน้าของการคัดเลือกแบบวงจร 10 รอบในแตงกวา 3 ประชากร คือ NCMBS NCES1 และ NCBA1 โดยเก็บข้อมูล 5 ลักษณะ ซึ่งประกอบไปด้วย จำนวนผลผลิตทั้งหมด การให้ผลผลิตเร็ว ลักษณะผลผลิตตรงกับความต้องการของตลาด อัตรารูปร่างผล และดัชนีน้ำหนักผลเบื้องต้น จากผลการประเมินพบว่า ประชากร NCMBS มีความก้าวหน้าเฉลี่ยในทุกลักษณะเท่ากับร้อยละ 37 และทั้ง 3 ประชากรมีความก้าวหน้าในลักษณะ

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ของการให้ผลผลิตเร็ว ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 63 จากการทดลองนี้พบว่า แตงกวาทั้ง 3 ประชากร มีความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นในทุกรอบของการคัดเลือกในทุกลักษณะ

Cardoso (2007) ได้ประเมินความก้าวหน้าของการคัดเลือกแบบวงจร 3 รอบของฟักทอง พบว่า ในประชากรรอบที่ 3 มีความก้าวหน้าในลักษณะจำนวนผลผลิตต่อต้น จำนวนผลผลิตที่มีลักษณะตรงตามความต้องการของตลาดต่อต้น น้ำหนักรวมต่อต้น และน้ำหนักที่ตรงตามความต้องการของตลาดต่อต้น มีค่าเท่ากับร้อยละ 32, 63, 24 และ 57 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตให้มากกว่า 1.76 ตันต่อไร่ หรือ จำนวนผลมากกว่า 5,760 ผลต่อไร่ได้ในการคัดเลือกแบบวงจรเพียง 3 รอบ

อย่างไรก็ตามในการปรับปรุงพันธุ์พืชผสมข้ามนั้น มีจุดมุ่งหมายอย่างเดียวกัน คือ ได้สายพันธุ์แท้เพื่อนำไปสร้างพันธุ์ลูกผสม การใช้วิธีการคัดเลือกที่เหมาะสม นอกจากจะช่วยประหยัดเวลาและแรงงานในการปรับปรุงพันธุ์แล้ว ยังทำให้การคัดเลือกมีประสิทธิภาพสูงสุดอีกด้วย

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร