บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ความสำคัญของบวบเหลี่ยม

บวบเหลี่ยมเป็นพืชผักเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย ที่นิยมนำมาบริโภคกันอย่างแพร่หลายในทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากปลูกง่าย สามารถปลูกเป็นพืชผักสวนครัว หรือปลูกเพื่อเป็นการค้า นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายชนิด เช่น แกง ผัด ต้ม หรือลวกจิ้มน้ำพริกเพราะมีรสหวาน และบวบยังเป็นพืชที่มีลักษณะพิเศษคือ ทนแล้ง ทนฝน โรคและแมลงรบกวนน้อย ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี (สุนทร, 2539) นอกจากนี้ยังมีสารเล็กตินจากเปลือกของผลและผิวรากของต้นอ่อน ที่มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา มีคุณสมบัติเป็นตัวกำจัดอนุมูลอิสระซุปเปอร์ออกไซด์ได้ (ปวีณา, 2535) สำหรับพื้นที่ปลูกบวบเหลี่ยมที่สำคัญในประเทศไทยอยู่ที่จังหวัด ราชบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม อ่างทอง พิษณุโลก และปทุมธานี

พันธุ์บวบเหลี่ยม

สายพันธุ์การค้าของบวบเหลี่ยมสามารถแบ่งได้เป็นพันธุ์ผสมปล่อยและพันธุ์ลูกผสม (F_1 hybrids)

1. พันธุ์ผสมปล่อยส่วนใหญ่มักมีความแปรปรวนทานพันธุกรรมสูง พบว่าเป็นพันธุ์พื้นเมืองมีลักษณะสีเขียวอ่อน การติดผลไม่สม่ำเสมอ ติดผลช้าและให้ผลผลิตต่ำไม่นิยมผลิตเป็นเชิงการค้าแต่จำกัดอยู่ในตลาดท้องถิ่นปลูกเป็นพืชผักสวนครัว เกษตรกรบางรายมีการเก็บเมล็ดไว้ใช้เองซึ่งมักพบปัญหาด้านเคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เช่น มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำ มีโรคแมลงที่ติดมากับเมล็ด และอาจมีเมล็ดพันธุ์ไม่เพียงพอต่อการปลูก เนื่องจากบางฤดูกาลพืชอาจเกิดความเสียหายมากจนไม่สามารถเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้ นอกจากนี้มีหน่วยงานเอกชนและภาครัฐที่มีการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์ซึ่งอาจมีลักษณะพันธุ์และเมล็ดคุณภาพดีขึ้นกว่าพันธุ์ของเกษตรกรเก็บเมล็ดไว้ใช้เอง

2. พันธุ์ลูกผสม (F_1 hybrids) ที่มีความมีความสม่ำเสมอ มีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ให้มีลักษณะดีเด่น เช่น ผลผลิตสูง ต้านทานต่อโรคและแมลง ปัจจุบันพบว่าเกษตรกรนิยมใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมเพิ่มมากขึ้นเพราะมีลักษณะดีเด่นกว่าพันธุ์ผสมปล่อย สายพันธุ์การค้า เช่น

พันธุ์สีเขียวอ่อน ได้แก่ พันธุ์เฮอร์คิวลิส พันธุ์ซีซาร์ ความยาว 35-45 เซนติเมตร พันธุ์สีเขียวเข้ม ได้แก่ พันธุ์ซุปเปอร์ เอ พันธุ์วิคเกอร์ เอ ความยาวผล 50-60 เซนติเมตร

ลักษณะทั่วไปของพันธุ์การค้าแบ่งตามขนาดผลและสีผล

1. ผลยาวน้อยกว่า 30 เซนติเมตรเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 3 เซนติเมตร ส่วนใหญ่มักมีสีผลสีเขียวอ่อน น้ำหนักต่อผลน้อยกว่า 150-250 กรัม พบในสายพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูกเป็นพืชผักสวนครัว

2. ผลยาว 30 - 40 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 - 4 เซนติเมตร มีสีผลสีเขียวอ่อนถึงผลสีเขียวเข้ม น้ำหนักต่อผลประมาณ 200–300 กรัม พบได้ทั้งในพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ที่เกษตรกรคัดเลือกเก็บไว้ใช้เองหรือพันธุ์ที่มีการคัดเลือกจากหน่วยงานเอกชนหรือภาครัฐ

3. ผลยาว 40 – 50 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 - 4 เซนติเมตร ผลสีเขียวอ่อนถึงผลสีเขียวเข้ม น้ำหนักต่อผลประมาณ 200-300 กรัมส่วนใหญ่พบว่าเป็นพันธุ์ลูกผสมที่ปลูกเป็นเชิงการค้า เช่น พันธุ์เฮอร์คิวลิส พันธุ์ซีซาร์ ฯลฯ พันธุ์ส่วนใหญ่มีทั้งสีเขียวถึงเขียวเข้ม

4. ผลยาว 50 - 60 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 - 5 เซนติเมตร มีผลสีเขียวอ่อนถึงผลสีเขียวเข้ม น้ำหนักต่อผลประมาณ 200-300 กรัม ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ลูกผสม เช่น พันธุ์ซุปเปอร์ เอ พันธุ์วิคเกอร์ เอ ฯลฯ

5. ผลยาวมากกว่า 60 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 เซนติเมตร มักพบในพันธุ์ที่มีสีเขียวเข้ม น้ำหนักต่อผลประมาณ 300-400 กรัม ส่วนใหญ่มีสีเขียวเข้มนิยมปลูกในประเทศจีน

ปัจจุบันพบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมเพื่อปลูกเป็นเชิงการค้ามากขึ้นแม้ว่าจำเป็นจะต้องเพิ่มต้นทุนในการซื้อเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่มีราคาสูงกว่าพันธุ์ผสมปล่อย แต่เพราะพันธุ์ลูกผสมมีลักษณะที่ดีหลายอย่างทั้งด้านผลผลิต คุณภาพเมล็ด ความต้านทานต่อโรคและแมลง มีลักษณะผลผลิตที่ตรงกับตามความต้องการของตลาด ให้ผลผลิตเร็วสามารถปลูกได้ทุกฤดูกาลและพบว่ามีการส่งเสริมจากภาครัฐและเอกชนให้เกษตรกรผู้ปลูกบวบเหลี่ยมใช้เมล็ดพันธุ์ลูกผสม (F_1 hybrids) เพิ่มมากขึ้นเพราะให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมปล่อย

ประโยชน์ของบวบเหลี่ยม

เพ็ญนภา (2542) รายงานว่าบวบเหลี่ยมมีส่วนที่ใช้ประโยชน์ทางยา ได้แก่ ผล มีรสหวานเย็น บำรุงร่างกาย ลดไข้ แก้ร้อนใน ระบายท้อง ขับปัสสาวะ ขับเสมหะ ทำให้ชุ่มคอ เนื้อในเมล็ด รสมัน ขับปัสสาวะ แก้ร้อนใน ขับนิ่ว รับประทานมากทำให้อาเจียน รับประทานขณะท้องว่าง ขับพยาธิตัวกลม รับประทานครั้งละ 30-50 เมล็ด ติดต่อกัน 2 วัน ใช้ปริมาณน้อยเป็นยาแก้บิด ขับเสมหะ ส่วนราก รสจืด ต้มดื่ม แก้บวมช้ำ ระบายท้อง ใช้รักษาโรคปวด ศีรษะข้างเดียว เจ็บคอ ประโยชน์ทางอาหารใช้ ผลอ่อนรับประทานเป็นผัก ปอกเปลือกออก นำมาลวกให้สุก จิ้มน้ำพริกรับประทานหรือนำไปปรุงเป็นแกงเลียง หรือนำไปผัดกับไข่ คุณค่าทางโภชนาการในบวบเหลี่ยม 100 กรัม ให้พลังงานแก่ร่างกาย 17 กิโลแคลอรี่ ประกอบด้วย น้ำ 94.4 กรัม คาร์โบไฮเดรต 3.0 กรัม โปรตีน 0.7 กรัม กาก 0.3 กรัม แคลเซียม 5 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 24 มิลลิกรัม เหล็ก 0.7 มิลลิกรัม เบต้า-แคโรทีน 30 กรัม วิตามินบีหนึ่ง 0.02 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.04 มิลลิกรัม ไนอาซีน 0.4 มิลลิกรัม และวิตามินซี 15 มิลลิกรัม

ประโยชน์บวบเหลี่ยม วีณา (2547) รายงานว่าในบวบเหลี่ยมมีสาร elasterin ทำให้ถ่าย และมีสาร saponin สรรพคุณและวิธีใช้ ผลอ่อนบำรุงร่างกาย แก้ร้อนใน ขับปัสสาวะ และขับเสมหะ ผลสดแก้คัน ใบต้มดื่มขับเสมหะ ขับปัสสาวะ และตำพอกแก้พิษแมลงสัตว์กัดต่อย ใบแห้งหนัก 5 กรัม ชงน้ำร้อน 1 แก้ว ดื่มก่อนอาหารเช้า-เย็น ราก ต้มดื่มเป็นยาระบาย แก้บวมช้ำ ระบายท้อง เจ็บคอ เนื้อในเมล็ด ขับพยาธิตัวกลม เป็นยาระบาย แก้ร้อนใน แก้บิด ขับเสมหะ

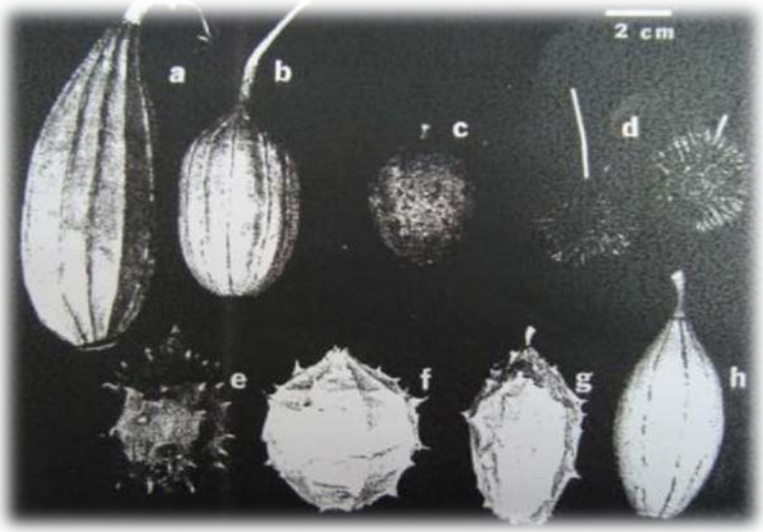
แหล่งกำเนิดบวบเหลี่ยม

บวบเหลี่ยมเป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียเขตร้อนคาดว่ามีแหล่งกำเนิดมาจากทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Luffa acutangula* (L.) Roxb จัดอยู่ในพืชวงศ์แตง สกุล *Luffa* ชนิด *L. acutangula* (L.) Roxb. (Ridge gourd). *Luffa cylindrical* (L.) M.J. Roem, (sponge gourd), syn. *L. aegyptiaca* Mill. และยังมีบวบชนิดอื่นๆ เช่น *L. operculate* (L.) Congn., *L. graveolens, L. umbellata, L. achinata., L. pentandra., L. scabra* และ *L. narylandica.* (Peter, 1998)

บวบเหลี่ยมแพร่กระจายทั่วไปใน เอเชีย แอฟริกา อเมริกา และอีกหลายพื้นที่โดยมีชื่อสามัญ เช่น Angled loofah, Chinese okra, Ridged gourd, Silk gourd, Ribbed gourd จำนวนโครโมโซม n =13 (Robinson and Decker-Walters, 1997) มีชื่อภาษาจีนเรียกว่า ซือกวา (si gua)

(สุภาณี, 2544) โดยบวบที่นิยมปลูกเป็นเชิงการค้าที่สำคัญจะมีอยู่สองชนิดบวบเหลี่ยม *Luffa acutangula* (L.) Roxb (ridge gourd) และบวบหอม *Luffa cylindrical* (L) M.J. Roem, (sponge gourd) มากกว่า *L. echinata and L. graveolens* (Singh et al., 2004)

ในประเทศไทยมีชื่อพื้นเมืองหลายชื่อเช่น บวบเหลี่ยม (ภาคกลาง) บวบหวาน (แม่ฮองสอน) มะนอยเลี่ยม มะนอยข้อง มะนอย หมักนอย (ภาคเหนือ) กะตอรอ(มาเลย์-ปัตตานี) เดเรนอม เดเรส่า (กระเหรี่ยง-แม่ฮองสอน) (เพ็ญนภา, 2542)



ภาพ 1 ชนิดของผลบวบ 8 ชนิด (a) *L. acutangula* var. amara, (b) *L. acutangula* var. *forskalii,* (c) *L. graveolens,* (d) *L. echinata,* (e) *L. quinquefida,* (f) *L. operculata,* (g) *L. astorii,* (h) *L. aegyptiaca var. leiocarpa*

ที่มา: David et al. (1990)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

บวบเหลี่ยม จัดเป็นพืชผักอายุปีเดียวและเป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติมีลักษณะต้นเป็นเถาเลื้อย มีมือจับเกาะพยุงต้นเลื้อยขึ้นตามค้าง (Singh et al., 2004)

ลักษณะต้น ลำต้นเป็นเหลี่ยม เป็นเถาเลื้อย ตามข้อมีมือเกาะ tendril ปกติมีประมาณ 1 เส้น แล้วแยกออกเป็น 3-5 เส้น ลำต้นเป็นเถายาวบางครั้งอาจยาวได้ถึง10 เมตร (Robinson and Decker-Walters, 1997)

ลักษณะใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ แผ่นใบ รูป 5-7 เหลี่ยมขอบใบแหลมเว้าตื้นกว่าบวบกลมหรือบวบหอม โคนใบเว้าเป็นรูปหัวใจก้านใบเป็นเหลี่ยม มีขน เส้นผ่าศูนย์กลางใบ 25-30 เซนติเมตร ก้านใบยาวประมาณ 5–10 เซนติเมตร และเป็นเหลี่ยมเหมือนกับลำต้น

ลักษณะดอก ดอกบวบส่วนใหญ่มักจะพบว่าเป็นดอกแบบ มีดอกเพศผู้และเพศเมียแยกดอกอยู่ภายในต้นเดียวกัน monoecious ดอกมีสีเหลือง เพศดอกที่พบในบวบเหลี่ยมได้แก่

1. monoecious มีดอกเพศผู้และเพศเมียแยกดอกแต่อยู่ภายในต้นเดียวกัน
2. androecious มีเฉพาะดอกเพศผู้
3. andromonoecious มีดอกเพศผู้และดอกสมบูรณ์เพศ
4. hermaphrodite มีเฉพาะดอกสมบูรณ์เพศ
5. gynoecious มีเฉพาะดอกเพศเมีย
6. gynomonoecious มีดอกเพศเมียและดอกสมบูรณ์เพศ

(Peter, 1998)

ดอกเพศเมีย ลักษณะเป็นดอกเดี่ยว มีก้านชูดอกยาวประมาณ 15-30 เซนติเมตร ดอกมีลักษณะเรียวยาว มีเหลี่ยมประมาณ 10 เหลี่ยม (Sayur-sayuran, 1981) ก้านชูเกสรเพศเมียสั้น มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง 5 กลีบยาวประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร มีเกสรเพศเมีย 3 อัน (Singh et al., 2004) ลักษณะการเกิดดอกจะเกิดที่ข้อแขนงหลักหรือแขนงย่อยเป็นดอก สีเขียว มีเหลี่ยม 10 เหลี่ยม (Knott and Deanon ,1967 อ้างโดย กรรณารัตน์, 2539) ก้านชูเกสรเพศเมียสั้น มีเกสรเพศเมีย 3 อัน กลีบดอก 5 กลีบ สีเหลือง ดอกจะเริ่มเปิดในช่วงเวลาบ่ายตั้งแต่เวลา 17.00 น.

ดอกเพศผู้ มีก้านชูดอกยาวประมาณ 15-35 เซนติเมตรมีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ดอกมีสีเหลืองความยาวประมาณ 2-2.5 เซนติเมตร เกสรเพศผู้มี 3 อัน ดอกจะเปิดในช่วงเวลาบ่าย (Tindall, 1983 อ้างโดย กรรณารัตน์, 2539)

กรรณารัตน์ (2539) ได้ศึกษาอิทธิพลของเวลาผสมเกสรที่มีต่อการติดผลในบวบเหลี่ยมพบว่าการผสมเกสรช่วงเวลา 17.00 น.จะมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงร้อยละ 83.33 ซึ่งแตกต่างจากช่วงเวลาอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ลักษณะผล บวบเหลี่ยมมีลักษณะรูปทรงคล้ายกระบอกกลม ผิวมีลักษณะเป็นสันเหลี่ยมยาวตามความยาวของผล สันแหลี่ยมอาจมีลักษณะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับพันธุ์ จำนวนเหลี่ยมประมาณ 10 เหลี่ยมและความยาวของผลขึ้นอยู่กับแต่ละสายพันธุ์โดยอยู่ที่ประมาณ 15-80 เซนติเมตรมีทั้งผลสีเขียวอ่อนและสีเขียวเข้ม

ลักษณะเมล็ด เปลือกหนาแข็ง เมล็ด มีสีดำผิวขรุขระถึงผิวเรียบ รูปทรงรีในหนึ่งผลมีหลายเมล็ด จำนวนเมล็ดขึ้นอยู่กับแต่ละสายพันธุ์ ในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ โดยปกติการเก็บเมล็ดพันธุ์บวบเหลี่ยมสามารถสังเกตได้จากลักษณะสีผลโดยผลจะเริ่มเปลี่ยนจากสีเขียว เป็นสีเหลือง และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ผลจะแห้งมีน้ำหนักเบา เนื้อภายในผลจะเริ่มแห้งมีเส้นใยเหนียวและเมล็ดภายในจะเปลี่ยนจากสีขาว เป็นสีดำ เมื่อเขย่าผลแก่จะมีเสียงเมล็ดดังอยู่ด้านในผล แสดงว่าผลแก่พร้อมจะเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ได้หากปล่อยผลให้แก่จัดผลจะแห้งและจะมีรอยแตกบริเวณก้นผล ดังนั้นหากต้องการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์อาจจำเป็นต้องสังเกตผลแห้งโดยต้องเก็บผลก่อนที่ก้นผลแตกเพราะจะทำให้เมล็ดร่วงหล่นเสียหายได้

สรรชัย (2538) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการและการแก่ของเมล็ดบวบเหลี่ยมพันธุ์ Bride Gourd พบว่าบวบเหลี่ยมมีอายุการแก่ทางสรีรวิทยาหลัง 48 วันหลังดอกบาน เมล็ดจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงร้อยละ 85.5

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

บวบเหลี่ยม สามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด และดินค่อนข้างเป็นกรดเล็กน้อย ในดินควรมีความชื้นสูงพอเหมาะสม่ำเสมอ ควรได้รับแสงแดดเต็มที่ในระหว่างการปลูก อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล (กรมวิชาการเกษตร, 2553)

การปลูกและการดูแลรักษา

บวบเหลี่ยมเป็นผักที่มีระบบรากลึกปานกลาง จึงควรไถดินลึกประมาณ 20-25 เซนติเมตร แล้วตากดินไว้ประมาณ 5-7 วัน เพื่อกำจัดวัชพืชและฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในดิน ใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวดีแล้วคลุกเคล้าลงไปในดินโดยเฉพาะดินเหนียวและดินทรายต้องใส่ให้มากเพื่อเปรับสภาพของดินให้ดีขึ้นและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับดิน ถ้าดินเป็นกรดจัดควรใส่ปูนขาวปรับสภาพความเป็นกรดเป็นด่างให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ย่อยและพรวนดินให้ละเอียดร่วนโปร่งยกเป็นแปลงตามต้องการแล้วสามารถปลูกบวบเหลี่ยม การปลูกบวบเหลี่ยมนิยมปลูกแบบแถวคู่ ระยะปลูกที่เหมาะสมคือ ระยะห่างแถว 100 เซนติเมตร ระหว่างต้น 75 เซนติเมตร ได้ (ชำนาญ, 2554)

การเพาะเมล็ด

1. การเพาะเมล็ดโดยการหยอดเมล็ดพันธุ์โดยตรงลงในแปลงปลูกหลุมละ 4-5 เมล็ด ฝังให้ลึกลงไปในดินประมาณ 2-4 เซนติเมตร จากนั้นกลบเมล็ดด้วยดินร่วนหรือปุ๋ยคอกหนาประมาณ 1 เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่ม คลุมแปลงด้วยฟางแห้งหรือหญ้าแห้งสะอาดบางๆ หลังจากนั้นดูแลรักษาและรดน้ำให้ชุ่มอยู่เสมอทุกวันจนกระทั้งเมื่อต้นกล้าอายุได้ประมาณ 10-15 วัน หรือมีใบจริง 2-4 ใบ ให้ถอนแยกต้นที่อ่อนแอหรือต้นที่ไม่สมบูรณ์ทิ้ง เหลือไว้หลุมละ 3 ต้นในพื้นที่ 1 ไร่จะใช้เมล็ดพันธุ์ประมาณ 2-4 ลิตร (ชำนาญ, 2554) ซึ่งการเพาะเมล็ดโดยตรงทำให้ใช้ปริมาณเมล็ดพันธุ์มากในการปลูกและมักพบปัญหาโรคและแมลงโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนทำให้เมล็ดพันธุ์และต้นกล้าได้รับความเสียหายสายพันธุ์ที่ใช้มักเป็นพันธุ์ผสมปล่อย

2. การเพาะเมล็ดในถาดเพาะที่มีดินผสม หรือวัสดุเพาะกล้า เมื่อต้นกล้ามีใบจริง 1-2 ใบจึงทำการย้ายปลูกในแปลง 1-2 ต้นต่อหลุม นิยมใช้กับเมล็ดพันธุ์ลูกผสมที่มีราคาสูงปริมาณการใช้เมล็ดต่อไร่อยู่ประมาณ 250 กรัม เมล็ดน้ำหนัก 1 กรัม จะมีจำนวนเมล็ดประมาณ 8-10 เมล็ด ขึ้นอยู่กับลักษณะพันธุ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเตรียมแปลงปลูก

การทำค้างให้บวบเหลี่ยม

1. ปักไม้ค้างเดี่ยว สูง 1.5-2 เมตร ขนาดแปลง 1-1.5 เมตร ระยะปลูกระหว่างต้น 0.8-1 เมตร เหมาะสมกับการปลูกในฤดูแล้งและฤดูหนาว ซึ่งต้นบวบเหลี่ยมมีทรงพุ่มเล็กกว่าในฤดูฝน

2. ปักไม้ค้างคู่ สูง 1.5–2.5 เมตร ทุกหลุม แล้วเอนปลายเข้าหากัน มัดไว้ด้วยกัน แล้วใช้ไม้ค้างพาดขวางประมาณ 2-3 ช่วง ทุกๆ ระยะ 40-50 เซนติเมตร ขนาดแปลง 1.5-2 เมตร

3. ปักไม้ค้างเป็นร้านโดยใช้ไม้ค้างผูกเป็นร้านสูงประมาณ 1.5-2 เมตร หรือระยะสูงพอเหมาะที่สะดวกต่อการทำงาน มักใช้กับแปลงปลูกที่มีระยะระหว่างต้น 1 เมตร ระยะห่างระหว่างแถวปลูก 2.5-3 เมตร แล้วโน้มปลายไม้เข้าหากัน เช่น แปลงปลูกในจังหวัดพิษณุโลก และนครศรีธรรมราช เป็นต้น ในบางพื้นที่นิยมปลูกแบบร่องจีนโดยจะปักไม้ค้างผูกเป็นร้านพาดข้ามร่องน้ำ เช่น ในจังหวัดราชบุรี สุพรรณบุรีและปทุมธานี นอกจากนี้อาจใช้ค้างธรรมชาติที่มีอยู่แล้ว เช่น ไม้พุ่มเล็กๆ รั้วบ้าน ฯลฯ ซึ่งเหมาะสำหรับการปลูกแบบสวนครัว

การให้น้ำ ควรให้น้ำบวบเหลี่ยมอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั้งเก็บเกี่ยว แต่อย่าให้แฉะเกินไป ไม่ควรให้บวบเหลี่ยมขาดน้ำในระยะออกดอกและติดผล เพราะ

จะทำให้ดอกร่วงและไม่ติดผล การให้น้ำแบบปล่อยน้ำไปตามร่องจะได้ผลดี และหลีกเลี่ยงการให้น้ำแบบพ่นฝอยเพราะจะทำให้เกิดปัญหาโรคทางใบตามมาได้ (ชำนาญ, 2554) สำหรับพืชผักในวงศ์แตงส่วนใหญ่จำเป็นต้องมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ เกษตรกรบางพื้นที่นิยมปลูกแบบร่องจีนหรือให้น้ำแบบปล่อยขังภายในร่องเพื่อให้แปลงมีความชื้นเหมาะสมแก่การเจริญเติบโต

การใส่ปุ๋ย เนื่องจากบวบเหลี่ยมเป็นผักกินผล จึงควรให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โปแตสเซี่ยม ในสัดส่วน 1:1:1.5-2 เช่น ปุ๋ยสูตร 13-13-21 หรือสูตรอื่นที่ใกล้เคียง ในอัตรา 30 – 50 กิโลกรัมต่อไร่และควรให้ปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อช่วยเร่งการเจริญเติบโตในช่วงแรก เช่น ปุ๋ยยูเรียหรือแอมโมเนียมไนเตรท ในอัตรา 3-5 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ต้องระมัดระวังไม่ควรให้ปุ๋ยไนโตรเจนมากเกินไปเพราะจะทำให้บวบเกิดการเฝือใบ การใส่ปุ๋ยควรแบ่งใส่ 2 ครั้งในปริมาณเท่าๆ กัน คือ ใส่ครั้งแรกในตอนปลูกแบบร่องพื้นแล้วพรวนดินกลบ และใส่ครั้งที่สองเมื่อบวบอายุประมาณ 25-30 วันโดยใส่แบบโรยข้างต้นแล้วพรวนดินกลบ ส่วนการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนควรใส่เพียงครั้งเดียวแบบโรยข้างเมื่อบวบอายุประมาณ 7-10 วัน (ชำนาญ, 2554) การใช้ปุ๋ยในพืชวงศ์แตงจะพิจารณาจากสมบัติของดินเดิม โดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารหลักที่มีอยู่ในดิน โดยทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ รวมถึงพิจารณาจากความต้องการธาตุอาหารของพืชด้วย ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มปริมาณธาตุอาหารหลักของพืชที่มีอยู่ในดิน ควรจะใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยเคมี เนื่องจากปุ๋ยหมักเป็นปุ๋ยที่ช่วยปรับปรุงดินในเชิงกายภาพ เช่น ช่วยให้ดินอุ้มน้ำ มีโครงสร้างดินที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืช และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมี ธาตุอาหารพืชจากปุ๋ยหมักนั้นไม่ได้เป็นประโยชน์ต่อพืชทันทีทั้งหมด บางส่วนพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตโดยตรงแต่ส่วนที่เหลือจะค่อย ๆ ปลดปล่อยธาตุอาหารพืชให้เป็นประโยชน์ต่อพืช (จานุลักษณ์ และคณะ, 2549)

การเก็บเกี่ยว อายุการเก็บเกี่ยวของบวบเหลี่ยมประมาณ 40-60 วัน หลังหยอดเมล็ด ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ผสมปล่อย แต่ในพันธุ์ลูกผสมจะมีอายุการเก็บเกี่ยวเร็วประมาณ 35-40 วัน หลังหยอดเมล็ดขึ้นอยู่กับแต่ละสายพันธุ์ การเก็บผลจะเลือกเก็บผลขนาดอ่อน เนื้อผล อ่อนนุ่ม หลังดอกบานประมาณ 5-10 วัน หรือขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของพืชและขนาดผลตามความต้องการของตลาด

โรคและแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของบวบเหลี่ยม

เนื่องจากบวบเหลี่ยมจัดอยู่ในพืชวงศ์แตงซึ่งพืชผักในวงศ์แตงมีอยู่หลายชนิด ได้แก่ แตงกวา แตงร้าน ฟักทอง แฟง มะระ แตงโม ฯลฯ มีวิธีการปลูกที่แตกต่างกันบ้าง บางชนิด

ปลูกแบบให้เลื้อยอยู่บนดิน บางชนิดปลูกให้เลื้อยอยู่บนค้างไม้ซึ่งโรคส่วนมากเกิดจากสาเหตุเดียวกัน เช่นโรคราน้ำค้าง (downy mildew) โรคราแป้ง (powdery mildew) โรคเหี่ยว (fusarium wilt) โรคใบด่าง (mosaic) แมลงเพลี้ยไฟ (thrips) เป็นต้น ดังนั้นจึงมีวิธีการป้องกันกำจัดที่อาจเหมือนกัน ยกเว้นโรคและศัตรูบางชนิดที่อาจจะต้องใช้วิธีการแตกต่างออกไปเล็กน้อย (อนงค์, 2533) นอกจากนี้ วัลลา (2550) ได้รายงานการสำรวจโรคพืชที่สำคัญในวงศ์แตง ได้แก่โรคราน้ำค้าง โรคราแป้ง โรคใบจุดวงเป้า (target leaf spot) โรคใบจุดราเซอคอสปอรา (cercospora leaf spot) โรคแอนแทรคโนส (anthracnose) โรคใบไหม้เถาแตกยางไหล (Phoma blight and gummy stem blight) โรคเหี่ยวเฉียบพลัน (Sudden wilt) โรคราเมล็ดผักกาด(Sclerotium wilt) โรคเหี่ยวฟิวซาเรียม (Fusarium wilt) โรคไวรัสใบด่างแตง (Cucumber mosaic virus) โรคใบด่างเหลืองแตง (Cucumber yellow mosaic virus) โรคไวรัสใบด่าง-แตง (Papaya ring spot virus) แนวทางการป้องกันกำจัดโดยการเลือกใช้สายพันธุ์ต้านทานโรคและแมลงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง

โรคพืชที่สำคัญของบวบเหลี่ยมและวิธีการป้องกันกำจัด

แม้ว่าโรคของบวบเหลี่ยมจะมีอยู่หลายชนิดเพราะเชื้อสาเหตุสามารถเข้าทำลายและอยู่อาศัยในพืชวงศ์แตงชนิดอื่นๆการปลูกพืชในวงศ์แตงที่อยู่ใกล้กันอาจทำให้โรคจากแตงชนิดอื่นๆ เข้ามาทำลายในบวบเหลี่ยมได้ แต่โรคที่มีความสำคัญในบวบเหลี่ยมได้แก่

1. โรคราน้ำค้าง (Downy mildew) เกิดจากเชื้อรา (*Pseudoperonospora cubensis)* ลักษณะอาการมีแผลช้ำน้ำเป็นจุดเหลี่ยมตามเส้นใบหรืออาจไม่มีขอบเขตและเปลี่ยนเป็นวงสีน้ำตาลแห้งกรอบในฤดูฝนอาจพบว่ามีแผลสีน้ำตาลคล้ายเนื้อเยื่อเปื่อยและช้ำน้ำ ด้านล่างใบเป็นรอยสีเทาจางๆ และมีสปอร์ปกคลุม มักเกิดในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง เช่นในฤดูฝนหรือมีน้ำค้างลงจัด มักเกิดในใบแก่ การป้องกันกำจัด ควรงดให้น้ำพืชโดยการตักสาดหรือสปริงเกอร์ พ่นป้องกันด้วยสารเคมีในกลุ่ม เมทาแลกซิล แมนโคเซบ หรือไดเมโทมอร์ฟ เพื่อป้องกันการดื้อยาของเชื้อราต่อสารเคมีในกลุ่มเมทาแลกซิล ควรพ่นสลับกับสารเคมีตัวอื่น เช่น ถ้าใช้ริดโดมิล 1-2 ครั้ง ครั้งต่อไปให้เปลี่ยนใช้ยาตัวอื่นๆ ที่แนะนำในข้างต้น

2. โรคราแป้ง (Powdery mildew) เกิดจากเชื้อรา (*Oidium spp.*) เริ่มพบที่ใบแก่ก่อนโดยมีผลสีขาวคลุมด้านบนใบแต่ไม่พบที่ใต้ใบของบวบ ใบมีสีซีด เหลืองและแห้งในที่สุดแต่ใบไม่ร่วง ผงสีขาวปกคลุมตามต้นและก้านใบ สามารถทำให้ทั้งเถาแห้งตายในที่สุด มักพบการเกิดโรคในสภาพอากาศแห้งและลมแรงเอื้อต่อการเกิดราแป้งในภาคอีสาน ส่วนภาคอื่น ๆ พืชที่มีร่มเงาต่อเนื่องอย่างน้อย 6 ชั่วโมงในแต่ละวันเอื้อต่อการเกิดโรค เนื่องจากมีความชื้นสะสมตัว สามารถ

พบการระบาดของราแป้งในพืชวงศ์แตงได้ทั้งปี การป้องกันกำจัด ให้น้ำกับต้นพืชโดยทำให้ใบเปียกแต่ข้อควรระวังการที่ใบพืชเปียกในตอนเย็นและมีช่วงอากาศเย็นตอนเช้า ทำให้พืชเสี่ยงต่อการเกิดโรคราน้ำค้างหรือโรคทางใบอื่น ๆ ได้ง่าย ควรทำแนวกันลมเหนือถ้าปลูกในช่วงฤดูหนาว (ฤดูแล้ง) ป้องกันสปอร์ปลิวมากับลม และควรเก็บซากพืชที่เหลือหลังการเก็บเกี่ยวโดยเผาไฟหรือฝังกลบ ช่วยลำจำนวนสปอร์ไม่ให้แพร่กระจาย และอาจใช้สารเคมีป้องกันโรคด้วย แคปแทน กลุ่มกำมะถัน กลุ่มโพรคลอราซ หรือมาแนบ

3. โรคใบไหม้เถาแตกยางไหล (Phoma blight and gummy stem blight) เกิดจากเชื้อรา (*Phoma spp.* และ *Didymella bryoniae*) มีลักษณะอาการเป็นแผลสีน้ำตาลเริ่มจากขอบใบและลุกลามอย่างเร็ว แผลมีวงซ้อนๆ กัน และมีเม็ดดำเข้มกระจายบนแผล แผลที่ลามจากใบลงไปตามก้านใบ ทำให้ต้นบริเวณดังกล่าวมีลักษณะช้ำน้ำและแห้งลง อาจพบแผลมีลำต้นแตกและน้ำยางสีน้ำตาลแดงซึมออกมา ผลยุบตัวและมีเม็ดดำกระจายที่ปลายผลและผลเน่า พบในสภาพอากาศที่มีฝนตกติดต่อกันหลายวันสลับกับอากาศร้อนจัด การป้องกันกำจัด ไม่ควรให้น้ำแบบสปริงเกอร์ ลดความชื้นในแปลงปลูก งดการเข้าแปลงปลูกหลักฝนตกใหม่เพื่อลดการแพร่กระจายของสปอร์รา ควรใช้เมล็ดที่สะอาดปลอดโรค หรือพ่นสารเคมีป้องกัน ได้แก่ คลอโรทาโลนิล ไดไธโอคาร์บาเมท แมนโคเซบ เป็นต้น

4. โรคใบด่างเหลืองแตง (Cucumber yellow mosaic virus) เกิดจากเชื้อสาเหตุไวรัสเจมินี (*Geminivirus*) โดยมีแมลงหวี่ขาวเป็นตัวพาหะ ทำให้บวบเหลี่ยมมีลักษณะอาการเป็นจุดเหลืองร่วมกับด่างบนใบ บางครั้งพบใบมีความหนาและมีเนื้อใบนูน ยอดมีสีเหลืองซีดและใบมีขนาดเล็ก ปล้องสั้น ในต้นกล้าหรือพืชต้นโตถูกแมลงหวี่ขาวที่มีไวรัสดูดน้ำเลี้ยง การป้องกันกำจัดควรป้องกันแมลงหวี่ขาวดูดน้ำ- อาหารในระยะกล้า กำจัดวัชพืชที่เป็นแหล่งอาศัยของแมลงหวี่ขาว การป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมี ควรใช่สารเคมีพ่นเช่น คอนฟิดอร์ ไดโนทีฟูเรน โมแลน

5. โรคไวรัสใบด่าง-แตง (Papaya ring spot virus) เกิดจากเชื้อไวรัสโพตี้ไวรัส (Papaya ring spot virus) ลักษณะอาการใบมีสีเขียวเข้มตามเส้นใบและเนื้อใบมีลักษณะจ้ำนูน ต้นพืชถูกเพลี้ยอ่อนที่มีไวรัสติดมาดูดกินน้ำเลี้ยง การป้องกันกำจัด ป้องกันเพลี้ยอ่อนดูดกินน้ำเลี้ยง การใช้สารเคมีพ่นเช่น คอนฟิดอร์ ไดโนทีฟูเรน กลุ่มอบาแมคติน และกลุ่มคลอไพริฟอส

แมลงศัตรูของบวบเหลี่ยมและวิธีการป้องกันกำจัด

แมลงศัตรูในบวบเหลี่ยมที่พบระบาดมักเป็นชนิดเดียวกับแมลงศัตรูในพืชผักวงศ์แตง เช่น แตงกวา แตงร้าน ฟักทอง แฟง แตงโม ฯลฯ ได้แก่ ด้วงเต่าแตง เพลี้ยไฟ (thrips) เพลี้ยอ่อน (aphis) หนอนชอนใบ (leaf miner) หนอนแมลงวัน (fruit fly) ไรแดง (red spider mites) แมลงหวี่ขาว (whitefly) ฯลฯ

แมลงศัตรูพืชที่สำคัญในผักวงศ์แตงทั่วไป เช่นใน ฟักทอง แตงกวา แตงโม บวบ มะระ สควอช ฯลฯ ได้แก่ ด้วงเต่าแตงสีแดง (*Aulacophora frontali* Baly) ด้วงเต่าแตงสีดำ (*A.* indica) เพลี้ยไฟ (*Haplothrips floricola* Priesner) เพลี้ยอ่อนแตง (*Aphis gossypii* Glov.) หนอนแมลงวันแตง (*Bacterocera cucurbitae* Coquillet) หนอนชอนใบ (*Liriomyza sativae*) และหนอนแตง (*Diaphania indica*) (จานุลักษณ์ และคณะ, 2549)

แมลงศัตรูที่สำคัญที่พบในแปลงปลูกของบวบเหลี่ยมและวิธีการป้องกันกำจัด ได้แก่

1. เพลี้ยไฟ มักพบการระบาดในช่วงทีมีอากาศแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วง โดยเริ่มเข้าทำลายในส่วนของใบอ่อน ยอด ดอกและผลอ่อน โดยการดูดน้ำเลี้ยงทำให้ใบม้วนหงิกงอ ผิดรูปทรงมีสีซีด วิธีการป้องกันกำจัด ควรพ่นฝอยน้ำ เพื่อช่วยลดการแพร่ระบาด หรือใช้สารสกัดจากพืช เช่น หางไหล หรือสารฆ่าแมลงเช่น คาร์โบฟูรานรองก้นหลุมก่อนปลูก และหากพบการระบาดอีกให้ฉีดพ่นเช่น คาร์โบซัลแฟน กลุ่มอบาแมคติน คอนฟิดอร์ ไดโนทีฟูเรน กลุ่มอบาแมคตินและกลุ่มคลอไพริฟอส

2. เพลี้ยอ่อน ในกรณีที่พบการระบาดไม่รุนแรงอาจใช้แรงงานจับตัวอ่อนทำลาย หรืออาจฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากพืช เช่นสะเดา ยาสูบ เมล็ดน้อยหน่า ในกรณีพบการระบาดมากก็อาจใช้สารเคมีเช่นคาร์โบซัลแฟน กลุ่มอบาแมคติน คอนฟิดอร์

3. หนอนชอนใบ ใช้กับดักกาวเหนียวดักจับตัวเต็มวัย หรือการใช้สารสกัดจากพืชฉีดพ่น เช่นสะเดาไทย ในกรณีที่มีการระบาดมากอาจใช้สารเคมี เช่น กลุ่มอบาแมคติน อิมิดาโครปิด ฯลฯ

4. หนอนแมลงวัน ใช้กับดักสารดึงดูดเพศ (สารเมทิลยูจินอล) อาจใช้สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา ฉีดพ่นในกรณีที่พบการระบาดมากอาจใช้สารเคมี เช่น กลุ่มอบาแมคติน อิมิดาโครปิด ฯลฯ

5. หนอนแตง ใช้วิธีการป้องกันกำจัดเช่นเดียวกับ หนอนชอนใบในกรณีที่พบการระบาดมากอาจใช้สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา ฉีดพ่น หรือใช้สารเคมี เช่นกลุ่มอบาแมคติน อิมิดาโครปิด ฯลฯ

6. ด้วงเต่าแตง ในกรณีที่พบการระบาดไม่รุนแรงอาจใช้แรงงานจับทำลาย เช่น การใช้ตาข่ายดักจับหรืออาจฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากพืช เช่น หางไหลหรือใช้สารเคมีกำจัดแมลงเช่น คาร์บาริล คาร์โบซัลแฟน ฯลฯ

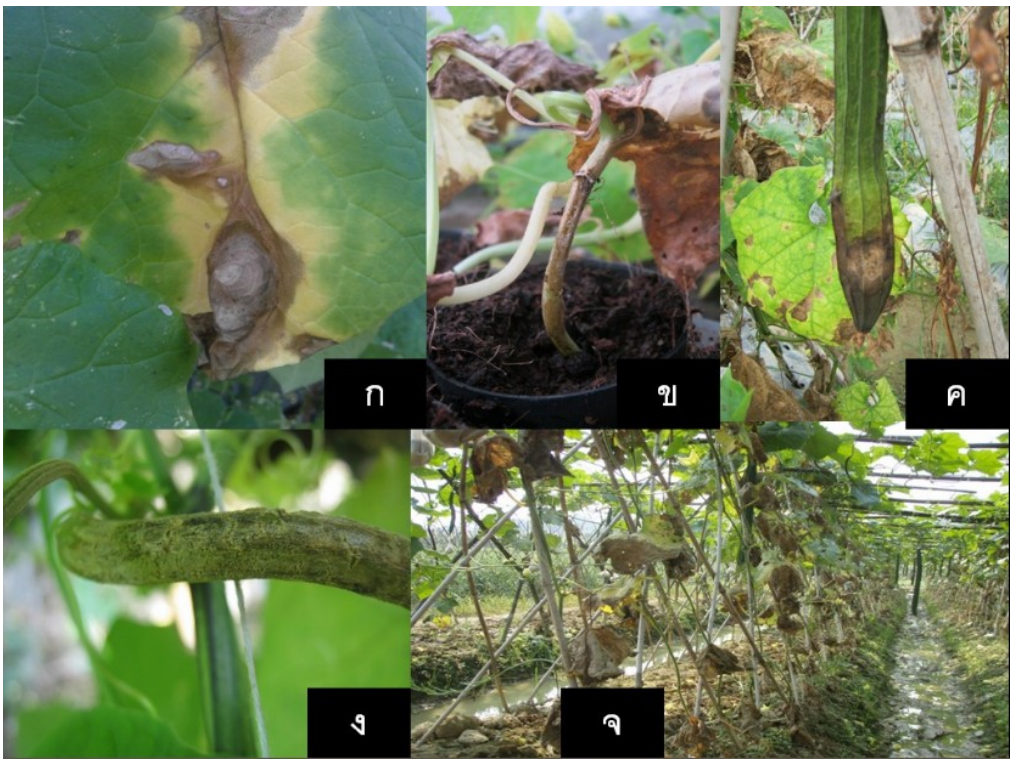
7. แมลงหวี่ขาว ควรป้องกันแมลงหวี่ขาวในระยะกล้าและควรกำจัดวัชพืชที่เป็นแหล่งอาศัยของแมลงหวี่ขาวหรือการป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมี ควรใช้สารเคมีพ่นเช่น คอนฟีดอร์ ไดโนทีฟูเรน โมแลน

8. ไรแดง มักพบการระบาดในช่วงทีมีอากาศแห้งแล้ง ฝนทิ้งช่วงโดยเริ่มเข้าทำลายในส่วนของใบอ่อน ยอด ดอกและผลอ่อน โดยการดูดน้ำเลี้ยงทำให้ใบม้วนหงิกงอ ผิดรูปทรงมีสีซีด วิธีการป้องกันกำจัด ควรพ่นฝอยน้ำ เพื่อช่วยลดการแพร่ระบาด หรือใช้สารสกัดจากพืช หรือสารเคมีเช่น อบาแมคติน ซัลเฟอร์ อมิทราส ฯลฯ

ความสำคัญและความเสียหายที่เกิดจากโรคใบไหม้เถาแตกยางไหล

อาการของโรค

โรคใบไหม้เถาแตกยางไหล สาเหตุ เกิดจากเชื้อโรค *Phoma* spp. (asexual stage) และ *Didymella bryoniae* (sexual stage) ลักษณะอาการที่โคนต้นมีแผลสีน้ำตาลแดง และเกิดรอยแตกตามยาวของลำต้น บริเวณแผลจะมียางสีน้ำตาลเข้มไหลออกมาในที่สุดใบจะแห้งและเถาเหี่ยว เชื้อนี้เจริญได้ที่อุณหภูมิ 25-32 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า ร้อยละ 85 เชื้อสาเหตุอยู่ข้ามฤดูได้ในดินนอกจากนี้ยังสามารถติดไปกับเมล็ดพันธุ์ได้ด้วยอาการแผลมีสีน้ำตาลเริ่มเกิดจากขอบใบแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว มีวงซ้อนกันและมีเม็ดสีดำกระจายบนแผลและมีน้ำยางสีน้ำตาลแดง ผลและลำต้นแตกมีน้ำยางแดงซึมออกมา พืชตะกูลแตงชนิดต่างๆ เช่น แตงเทศ แตงโม แตงกวา แตงร้าน น้ำเต้าและบวบ (Vanla, 2008)



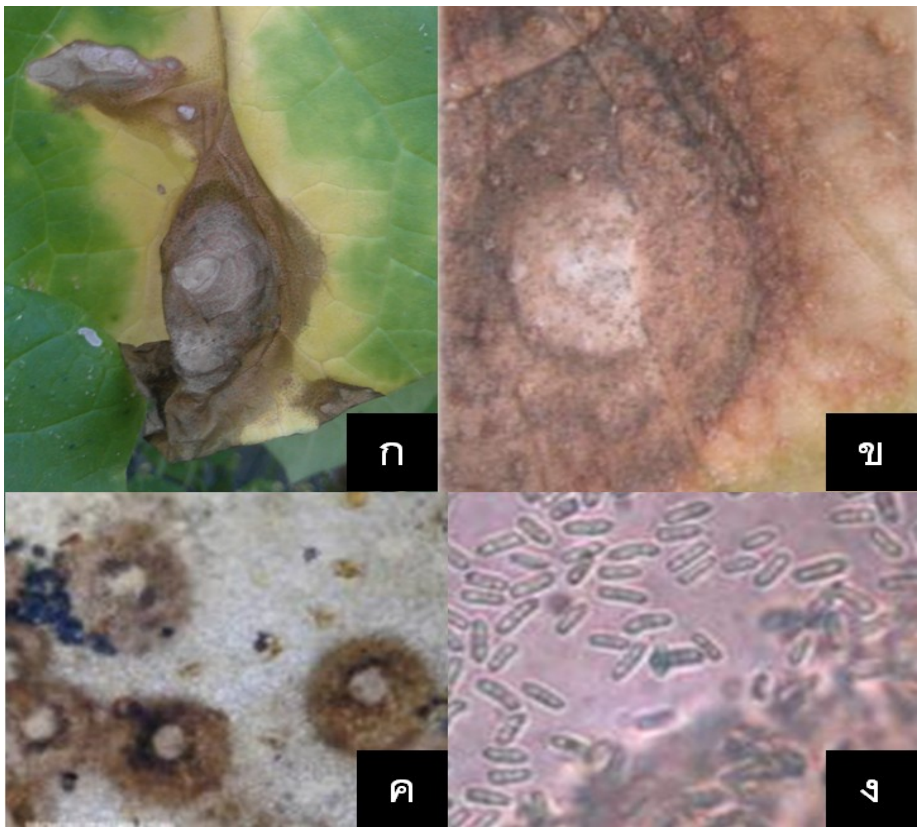
ภาพ 2 ลักษณะอาการต่างๆ ของโรคที่ใบไหม้เถาแตกยางไหลในบวบเหลี่ยม
(ก)ใบ (ข) ลำต้น (ค) ผลเน่า (ง) ก้านใบ (จ) อาการในแปลงปลูก

เชื้อราสาเหตุโรค

เชื้อรา *Phoma* spp. และ *Didymella bryoniae* สาเหตุชนิดนี้จัดอยู่ในเชื้อราชั้นสูงในชั้น Ascomycetes มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบใช้เพศ (sexual) และแบบไม่ใช้เพศ (asexual) การสืบพันธุ์แบบใช้เพศเป็นการผสมพันธุ์ระหว่างอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ มีชื่อว่า antheridium และอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียชื่อ ascogonium หลังการผสมพันธุ์ได้สปอร์ผสมพันธุ์ (sexual spore) มีชื่อว่า ascospore ซึ่งเกิดในถุงมีชื่อว่า ascus (พหูพจน์ asci) ในแต่ละถุงจะมีสปอร์จำนวน 8 สปอร์แต่มีราบางชนิดที่อาจจสร้างสปอร์ชนิดนีนี้เพียง 4 สปอร์ใน 1 ascus สำหรับการเกิด asci นั้นจะผ่านขบวนการสร้าง crozier ซึ่งปลายเส้นใยที่งอเป็นตะขอ เส้นใยนี้เป็นเส้นใยที่แต่ละเซลมี 2 nuclei (dikaryon) เส้นใยนี้เจริญจาก ascogonium มีชื่อว่า ascogenous hyphae เซลล์ที่อยู่ตรงปลายของ ascogenous hyphae ที่มีnuclei เข้าคู่กันนี้ต่อมาจะยืดตัวออกไปและ nuclei ทั้งคู่จะแยกตัวออกจากกันหลังจากเกิดเป็นเซลล์ตะขอแล้ว nucleus อันหนึ่งอยู่ส่วนปลายของเซลล์อีก nucleus หนึ่งอยู่ตรงส่วนล่าง nuclei ทั้งสองจะแบ่งตัวตามยาว ต่อจากนั้นจะมีผนังกั้นโดยให้มี nuclei 2 อันอยู่ในเซล

หนึ่งตรงส่วนบนของ crozier, nuclei ทั้งสองจะผสมกันในเวลาต่อมา (karyogamy) แล้วเซลล์นั้นจะเจริญเป็น ascus ภายใน ascus, nucleus จะแบ่งตัวแบบไมโอซีสได้ haploid nuclei ซึ่งจะแบ่งตัวต่อไปอีกแบบไมโตซีส ได้ 8 haploid nuclei มีผนังหุ้ม กลายเป็น 8 ascospores สำหรับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการสร้าง asexual spore ที่เรียกว่า conidium (พหูพจน์ conidia) ซึ่งอาจจะเกิดเดี่ยวๆ หรือเกิดต่อกันเป็นลูกโซ่บนก้านเดี่ยว (simple) หรือก้านที่แตกแขนง (branched), conidia อาจจะเกิดในโครงการสร้างที่เรียกทั่วไปว่า fruiting bodies ที่มีรูปร่างลักษณะต่างๆ และมีชื่อต่างๆ กันออกไป เช่น pycnidium (พหูพจน์pycnidia) มีรูปร่างแบบคนโท acervulus (พหูพจน์ acervuli) รูปร่างเป็นแบบจาน sporodochium (พหูพจน์ sporodochia) รูปร่างกลมฝังอยู่ใต้ผิวพืชแต่ชูก้านสปอร์ออกมาเหนือโครงสร้างนั้นและ synnema (พหูพจน์ synnemata) เป็นโครง สร้างที่เกิดจากการรวมกันแน่นของก้านสปอร์ (conidiophores) ตามความยาวและสปอร์อยู่ตรงส่วนปลาย (ประสาท พร, 2534)

เชื้อราในไฟลัม Ascomycota ชนิดนี้มีชื่อเรียกสามัญทั่วไปว่า sac fungi เส้นใยมีผนังกั้นตามขวาง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้าง conidiospore (conidium ส่วนคำพหูพนจน์ conidia) นอกจากนี้ยังมีพวกที่เป็นเซลล์เดี่ยว ได้แก่ ascomysetous yeasts ที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อราในไฟลัมนี้โดยการสร้าง ascospores ซึ่งส่วนใหญ่มักมี 8 ascospores แต่บางชนิดมี 4 ascospores ภายในมี ascus ซึ่งมีลักษณะเป็นถุงจึงเป็นที่มาของชื่อเรียกทั่วไปว่า sac fungi สำหรับ ascus บางชนิดไม่ได้อยู่บนหรือใน Fruitsing body (ascocarp) แต่บางชนิดมี ascocarp ซึ่งอาจมีลักษณะของ ascocarp แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเชื้อรา (สมจิตร, 2552)



ภาพ 3 เชื้อรา *Phoma* spp. ในบวบเหลี่ยม
(ก) อาการที่ใบ (ข) pycnidia บนใบ (ค) pycnidia (ง) สปอร์

ความต้านทานต่อโรค

ประเทือง (2531) กล่าวว่าพืชมีความต้านทานต่อเชื้อโรคบางชนิด ด้วยเหตุผลต่าง ๆ กันพืชบางชนิดมีภูมิคุ้มกัน (immune) ต่อเชื้อโรคบางชนิดแม้แต่ภายใต้สภาพที่เหมาะสมกับการระบาดของเชื้อโรคบางชนิดอ่อนแอต่อเชื้อโรคแต่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่พืชเจริญเติบโตตามปกติก็อาจจะมีความต้านทานโรค พืชที่มีความอ่อนแอต่อโรคมากบางพันธุ์จะแสดงอาการคล้ายกับต้านทานโรคโดยสามารถเลี่ยงโรคได้ เนื่องจากมีลักษณะการถ่ายทอด การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วหรือแก่เร็ว ทำให้มันต้านทานต่อโรคในช่วงชีวิตระยะหนึ่ง พืชบางพันธุ์แสดงความทนทาน (tolerance) ต่อโรคและสามารถจะให้ผลผลิตที่ดีได้แม้เป็นโรค ทั้งนี้อาจจะมีความแข็งแรงเป็นพิเศษหรืออาจมีโครงสร้างที่แข็งแกร่ง หรือทั้งสองอย่าง ถ้าความต้านทานของพืชต่อเชื้อโรคเกิดจากกลไกการต่อต้านหนึ่งหรือสองสามชนิด ที่ควบคุมโดยกรรมพันธุ์หนึ่งถึงสามชนิดความต้านทานนั้นเรียกว่าเป็นแบบเฉพาะเจาะจง (specific) หรือแบบแนวดิ่ง (vertical) และกรรมพันธุ์ที่รับผิดชอบ

นั้นเรียกว่ากรรมพันธุ์หลัก (major genes) ถ้าความต้านทานเกิดจากส่วนผสมของกลไกการต่อต้านที่น้อยกว่าแต่ละอันเพียงอย่างเดียวค่อนข้างจะไม่มีประสิทธิภาพต่อต้านเชื้อโรค และกลไกเช่นนั้นควบคุมโดยกลุ่มหนึ่งหรือหลายกลุ่ม ความต้านทานนั้นเรียกว่าเป็นความต้านทานทั่วไป (general) หรือความต้านทานแบบแนวราบ (horizontal resistance) และมักจะเป็น Polygenic และกรรมพันธุ์นั้นเรียกว่ากรรมพันธุ์รอง (minor genes)

สุทัศน์(2552) กล่าวว่าพืชพันธุ์ต้านทานส่วนใหญ่มักเป็นพันธุ์ป่าการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานโดยวิธีการผสมพันธุ์จะได้ผลเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะความต้านทาน ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 ประการคือ

1. ความต้านทานแบบจำเพาะ (vertical resistance) เป็นลักษณะความต้านทานของพืชต่อโรคและแมลง ซึ่งมียีนควบคุมน้อยคู่ ลักษณะต้านทานแสดงออกอย่างสมบูรณ์ชัดเจน สามารถแยกออกเป็นกลุ่มตามระดับความต้านทานได้ พืชที่มีความต้านทานแบบจำเพาะมักแสดงออกเฉพาะกับบาง race ของโรคหรือแมลงเท่านั้น

2. ความต้านทานแบบไม่จำเพาะ (horizontal resistance) เป็นลักษณะความต้านทานที่ควบคุมโดยยีนหลายคู่ การแสดงออกของลักษณะความต้านทานจึงแยกเป็นกลุ่มชัดเจนไม่ได้ แต่จะกระจายตัวแบบ normal distribution จากต้านทานน้อยไปมาก ลักษณะความต้านทานแบบไม่จำเพาะนี้อาจเรียกว่า polygenic resistance และบางครั้งเรียกว่า general resistance, field resistance, partial resistance, mior gene resistance หรือ tolerance ก็ได้ พืชที่มีลักษณะความต้านทานแบบนี้มักแสดงความต้านทานกับโรคหรือแมลงได้หลาย race และมีระดับความต้านทานต่อ race ต่างๆ ได้เกือบเท่ากัน ด้วยเหตุนี้จึงเรียกว่า horizontal resistance ความต้านทานนี้มักไม่สมบูรณ์เท่าแบบจำเพาะ โดยจะมีอาการของโรคอยู่บ้างเล็กน้อย

ส่วนความต้านทานแบบ vertical resistance มีลักษณะ qualitative character และ horizontal resistance เป็นลักษณะ quantitative character การถ่ายทอดลักษณะต้านทานโรคแบบจำเพาะจากพันธุ์หนึ่งไปยังอีกพันธุ์หนึ่ง จึงทำได้ง่ายกว่าการถ่ายทอดลักษณะต้านทานโรคแบบไม่จำเพาะ

การหาแหล่งความต้านทานและการศึกษาวิธีคัดพันธุ์ต้านทานโรคใบไหม้เถาแตกยางไหลในบวบเหลี่ยมโดยใช้ข้อมูลและวิธีการจากพืชต้นแบบในวงศ์แตง เช่น แตงโม แตงกวา แตงเทศ และฟักทอง เป็นแนวทางการพัฒนาวิธีการคัดเลือกบวบเหลี่ยมให้ได้พันธุ์ต้านทานอาจใช้วิธีการปลูกพืชอาศัยเพื่อให้เกิดโรคในแปลงก่อนหรือการเลือกแปลงที่เคยมีประวัติมีการระบาดของเชื้ออยู่แล้วและยังมีเชื้ออยู่ หากในแปลงทดสอบยังไม่เคยมีการเกิดโรคระบาดมาก่อนจึงจำเป็นต้องปลูกเชื้อให้กับพืชอาศัยในแปลงนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มประชากรของโรคให้เกิดขึ้นแล้วจึงทำการปลูก

พืชที่ต้องการทดสอบในแปลงซึ่งเป็นวิธีการที่มีการใช้ในการคัดเลือกในอดีต ตลอดจนอาจใช้ฤดูกาลปลูกที่พบว่ามีปัญหาการระบาดของโรคแล้วจึงทำการปลูกพืชทดสอบซึ่งอาจมีปัจจัยเสี่ยงที่พบว่าบางฤดูกาลเชื้อโรคบางชนิดมีการระบาดอย่างรุนแรงจนไม่สามารถคัดเลือกพันธุ์ได้หรืออาจมีการระบาดที่ไม่รุนแรงจนไม่สามารถเห็นความแตกต่างของพันธุ์ที่ต้องการทดสอบหรือใช้เวลานานในการเกิดโรค การคัดพันธุ์ในระยะต้นกล้านั้นเป็นวิธีการที่สะดวกประหยัด เวลา แรงงาน รวมถึงค่าใช้จ่ายต่างๆ จึงเป็นเหตุให้มีการพัฒนาวิธีการและเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์และวิธีการคัดเลือกพันธุ์ต้านทานในระยะกล้ามากขึ้น แต่มักพบว่าในการคัดเลือกพันธุ์ในระยะกล้านั้นจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการเกิดโรคการใช้พืชทดสอบทั้งสายพันธุ์อายุต้นกล้าวิธีการปลูกเชื้อรวมถึงการเตรียมเชื้อสาเหตุบริสุทธิ์และความพร้อมในการเข้าทำลายพืชทดสอบเพราะบ่อยครั้งการเตรียมเชื้อสาเหตุบริสุทธิ์มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์อาจทำให้เชื้อสาเหตุมีความสามารถในการเข้าทำลายพืชน้อยลง เชื้อสาเหตุอาจมีหลายสายพันธุ์หรือมีลักษณะทางพันธุกรรมของเชื้อแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของเชื้อซึ่งปัจจัยที่จะประสบความสำเร็จได้นั้นจำเป็นจะต้องมีการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเชื้อสาเหตุทั้งลักษณะการเข้าทำลายของเชื้อ อาการที่พืชตอบสนอง ดังนั้นการตรวจสอบหาพันธุ์ต้านทานที่เหมาะสมจึงยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงปลูกเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคัดหาพันธุ์พืชต้านทานและสายพันธุ์ของเชื้อสาเหตุ

การศึกษาวิธีการคัดพันธุ์ต้านทานต่อโรคนั้นมีวิธีการแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดพืชและโรคสาเหตุ ซึ่งเป็นงานสำคัญในการปรับปรุงพันธุ์ให้ก้าวหน้า เช่น ในมะเขือเทศ Foolad et al. (2000) ได้ศึกษาหาพันธุ์ที่มีความต้านทานของโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Alternaria solani* ในมะเขือเทศโดยการเปรียบเทียบความต้านทานในระดับโรงเรือนกับสภาพแปลงเพื่อหาพันธุ์ต้านทานที่เหมาะสมที่สุดเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์

Gusmini et al. (2003)ได้ศึกษาการเตรียมเชื้อรา *Didymella bryoniae* สาเหตุโรค (GSB)ในพืชวงศ์แตงเพื่อหาปริมาณความความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทำให้เกิดโรคที่ระดับความเข้มข้นแตกต่าง โดยในแตงโม ที่ความเข้มข้นสปอร์ 10^5 ต่อ ปริมาณน้ำ 1 มิลลิลิตร และความเข้มข้น 10^7 ต่อ ปริมาณน้ำ 1 มิลลิลิตร ในแตงกวาโดยการเตรียมเชื้อสาเหตุในอาหารสูตร Potato dextrose agar (PDA) โดยบ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 24 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส 4 อาทิตย์ Gusmini et al. (2005) ได้ทำการศึกษาหาพันธุ์ต้านทานต่อโรค (GSB) ในแตงโมและทำการประเมินระดับความต้านทานหลังปลูกเชื้อสาหตุ โดยแบ่งเป็น 9 ระดับ ดังนี้ 0 = ไม่แสดงอาการ 1 = แสดงอาการใบเหลือง 2-4 = แสดงอาการของโรคเฉพาะบนใบ 5 = แสดงอาการใบไหม้แห้งแต่ไม่แสดงอาการที่ลำต้น 6-8 = แสดงอาการที่ใบและลำต้น 9 = ต้นตาย เช่นเดียวกับ (Sakata et al., 2000) ได้ศึกษาการคัดเลือกพันธุ์

ต้านทานต่อโรค (GSB) ในแตงเทศ *Cucumis melo* โดยใช้เชื้อที่มีความเข้มข้นของสปอร์ 10^7 ต่อปริมาณน้ำ 1 มิลลิลิตร

Zhang et al. (1997) ได้ศึกษาวิธีคัดเลือกพันธุ์ต้านทานต่อโรคใบไหม้เถาแตกยางไหลในแตงเทศ *Cucumis melo* ภายใต้สภาพโรงเรือนและแปลงโดยทำการเตรียมเชื้อสาเหตุบริสุทธิ์ที่ความเข้มข้น 10^5 ต่อ ปริมาณน้ำ 1 มิลลิลิตร ทำการปลูกเชื้อโดยการพ่นเชื้อ หลังมีใบจริง 3-4 ใบ แล้วทำการบ่มต้นกล้าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมงแล้วจึงทำการย้ายต้นกล้าเก็บในสภาพโรงเรือนเพื่อประเมินโรค สำหรับในสภาพแปลงทำการปลูกเชื้อครั้งแรกเมื่อต้นกล้ามีใบจริง 6-8 ใบ ทำการปลูกเชื้อ 3 ครั้ง ทุก 7-10 วัน โดยแบ่งระดับการเกิดโรคที่ใบเป็น 5 ระดับได้แก่ 1 = ไม่แสดงอาการ 2 = แสดงอาการ 1-25 เปอร์เซ็นต์ 3 = แสดงอาการ 25-50 เปอร์เซ็นต์ 4 = แสดงอาการ 50-75 เปอร์เซ็นต์ 5 = แสดงอาการมาก 75 เปอร์เซ็นต์ และที่ลำต้น แบ่งการเกิดแผลเป็น 5 ระดับคือ 1 = ไม่แสดงอาการที่ลำต้น 2 = มีแผลเดี่ยวยาว 1-10 มิลลิเมตร หรือแผลรวมกันขนาด 1-20 มิลลิเมตร 3 = แสดงอาการอาการแผลขนาด 21-80 มิลลิเมตร 4 = แสดงอากรลำต้นเหี่ยวและแห้ง 5 = ต้นตาย

Wehner and Shetty (2000) ซึ่งทำการคัดเลือกสายพันธุ์แตงกวาเพื่อหาพันธุ์ต้านทานต่อโรค ใบไหม้เถาแตกยางไหล ในสภาพแปลงโดยใช้เชื้อสาเหตุที่ความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อ ปริมาณน้ำ 1 มิลลิลิตร ทำการปลูกเชื้อสาเหตุโดยวิธีการพ่นบนใบแล้วประเมินโรคโดยแบ่งเป็น 9 ระดับ ดังนี้ 0 = ไม่แสดงอาการ 1-2 = แสดงอาการ 3-4 = แสดงอาการเล็กน้อย 5-6 = แสดงอาการของโรค 20-50 เปอร์เซ็นต์ 7-8 = แสดงอาการต้นเหี่ยวและแผลมาก 50 เปอร์เซ็นต์ 9 = ต้นตาย

การปรับปรุงพันธุ์บวบเหลี่ยม

บวบเหลี่ยมจัดเป็นพืชผสมข้ามชนิดหนึ่ง ซึ่งองค์ประกอบทางพันธุกรรมของพืชผสมข้ามมียีนควบคุมลักษณะต่างๆ อยู่ในสภาพทั้ง homozygous และ heterozygous และแต่ละต้นมีลักษณะแตกต่างจากต้นอื่น ๆ ภายในพันธุ์เดียวกัน (heterogeous population) ทั้งนี้เนื่องมาจากผสมข้ามตามธรรมชาติของพืชในแต่ละรุ่น (generation) ทำให้เกิดการรวมตัวใหม่ของยีนอยู่ตลอดเวลา แต่อย่างไรก็ตาม พืชผสมข้ามแต่ละพันธุ์ยังคงลักษณะประจำของมันไว้ได้ เนื่องจากการเข้าสู่สภาพสมดุล แม้ว่าจะเกิดการผสมข้ามภายในพันธุ์กี่รุ่น ก็ไม่ทำให้ลักษณะโดยเฉลี่ยของประชากรเปลี่ยนแปลงเนื่องจากพืชผสมข้ามแต่ละต้นในพันธุ์เดียวกันมีลักษณะไม่เหมือนกันจึงไม่สามารถปรับปรุงพันธุ์พืชต้นใดต้นหนึ่งได้ นักปรับปรุงพันธุ์จึงต้องให้ความสนใจในลักษณะประชากร โดยเน้นการปรับปรุงพันธุ์ลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือหลายลักษณะพร้อม ๆ กัน ความสำเร็จจึงขึ้นอยู่

กับการเลือกพืชที่มีลักษณะตามต้องการ แล้วนำมาผสมพันธุ์เพื่อเป็นพันธุ์ปรับปรุงใหม่ (สุทัศน์, 2552) พืชที่มีการผสมข้ามโดยปกติมักจะมีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกต้นหรืออยู่บนต้นเดียวกันแต่คนละดอก ตัวอย่างได้แก่ ข้าวโพด มะละกอ จะมีการผสมข้ามต้นเป็นส่วนใหญ่จะมีการผสมตัวเองเล็กน้อย และการผสมตัวเองมักจะมีผลทำให้ลูกที่ได้มีความแข็งแรงลดลง (วิทยา, 2527) การปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการผสมกลับ (backcross selection) คือการนำลูกผสมผสมกลับไปหาพ่อแม่เพื่อทำให้สมดุลของยีนในลูกผสมดีขึ้น (กฤษฎา, 2546) ซึ่งขบวนการผสมจำเป็นต้องมีพันธุ์รับ (recurrent parent) คือพันธุ์ที่ดีอยู่แล้วแต่ยังขาดอีก 1-2 ลักษณะ และพันธุ์ให้ (donor parent) เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะที่ต้องการที่ไม่มีในพันธุ์รับแต่ต้องการถ่ายทอดไปให้พันธุ์รับ (กฤษฎา, 2519) ลักษณะความต้านทานโรคและแมลง มักพบในสายพันธุ์ป่าบางครั้งอาจเป็นพืชต่างชนิดกัน species (interspecific hybridization) และ การผสมข้ามระหว่าง genus (intergeneric hybridization) โดยหลังทำการผสมข้ามกันมักพบกับอุปสรรคในการผสมไม่ติด (ไพศาล, 2527)

เครื่องหมายโมเลกุล (Molecular Markers)

การใช้วิธีตรวจสอบหาความแตกต่างทางพันธุกรรมของพืชในระดับโมเลกุลหรือระดับดีเอ็นเอโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์จากการเกิดความแตกต่าง หรือ Polymorphism ในลำดับดีเอ็นเอ อรรัตน์ (2548) กล่าวว่าความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) หรือความแปรปรวนทางพันธุกรรรม (genetic variation) เป็นที่มาของเครื่องหมายทางพันธุกรรม (genetic marker) ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ที่ระดับทางสัณฐานวิทยา (morphological marker) ระดับชีวเคมี (biochemical marker) และระดับโมเลกุล (molecular marker หรือ DNA marker) อภิชาติ (2552) กล่าวถึงเครื่องหมาย (marker) คือตัวบ่งชี้ที่มีความจำเพาะเจาะจงในด้านต่างๆ ในกระบวนการปรับปรุงพันธุ์ได้นำเอาเครื่องหมายที่เป็นเครื่องบ่งชี้ลักษณะทางด้านการเกษตรต่างๆ มาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติให้สูงขึ้น ซึ่งเครื่องหมายที่ใช้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

Morphological markers เป็นตัวบ่งชี้ทางสรีรวิทยา ลักษณะทางสรีรวิทยา คือ ลักษณะที่ปรากฏโดยทั่วไปที่สามารถสังเกตได้ ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือใดๆเป็นตัวบ่งชี้ เป็นลักษณะที่แสดงออกภายนอก เช่น ลักษณะความสูงของต้นพืช ลักษณะสีของดอก ลักษณะความแตกต่างของใบ เป็นต้น

Biochemical markers คือ การใช้โมเลกุลทางชีวเคมีเป็นตัวระบุถึงความแตกต่างในพืชที่ทำการศึกษา เช่น การใช้ isozyme หรือ protein ในการศึกษาพืชต่างชนิดหรือต่างพันธุ์

Molecular markers คือ การใช้ดีเอ็นเอมาเป็นเครื่องหมายในการตรวจสอบถึงความแตกต่างในระดับของยีน หรือดีเอ็นเอในพืชที่เราทำการศึกษา ซึ่งมีความถูกต้องแม่นยำ และมีความจำเพาะมากกว่าเครื่องหมายชนิดอื่น

การใช้โมเลกุลเครื่องหมายช่วยในการปรับปรุงพันธุ์ (Molecular Breeding)

อภิชาติ (2552) กล่าวว่าการคัดเลือกโดยใช้ดีเอ็นเอเครื่องหมายเป็นวิธีการคัดเลือกโดยอ้อม (indirect selection) ประเภทหนึ่ง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการคัดเลือกจีโนไทป์ของพืชที่ต้องการพร้อมกับลักษณะที่สนใจได้ตามเป้าหมายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการถ่ายยีนที่สำคัญทางเศรษฐกิจจากพันธุ์หนึ่งไปสู่อีกพันธุ์หนึ่งโดยมีพื้นฐานจากการหาความสัมพันธ์ทางกายภาพ Linkage ระหว่างดีเอ็นเอเครื่องหมายและยีนที่ควบคุมลักษณะที่จะถูกคัดเลือกเมื่อหาดีเอ็นเอดังกล่าวได้แล้วการคัดเลือกจะถูกดำเนินการภายในห้องปฏิบัติการโดยไม่ต้องจำเป็นต้องคัดเลือกฟีโนไทป์อีกต่อไปการผสมกลับเป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการถ่ายทอดยีนเหล่านี้ซึ่งโมเลกุลเครื่องหมายที่อยู่ใกล้ หรือ อยู่บนยีนที่ต้องการถ่ายทอดนั้นสามารถเข้ามามีบทบาทที่สำคัญในการเพิ่มความแม่นยำในการคัดเลือก ลดระยะเวลา และประหยัดงบประมาณโดยสามารถทดแทนการทดสอบในสภาพจริง ซึ่งกระทำได้ยากในบางลักษณะนอกจากนั้นยังลดการถ่ายทอดยีนที่ไม่ดีซึ่งอยู่ใกล้เคียงกับยีนที่ต้องการลงอีกด้วยข้อมูลจากการศึกษาตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณนั้นเป็นข้อมูลที่สำคัญในการเลือกใช้โมเลกุลเครื่องหมายโดยโมเลกุลเครื่องหมายที่อยู่ใกล้ยีนมากที่สุดสามารถนำมาช่วยในการคัดเลือกซึ่งประสิทธิภาพของการใช้โมเลกุลเครื่องหมายในการคัดเลือกนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการดังนี้

1. ความถูกต้องแม่นยำในการวางตำแหน่งยีนโดยใช้หลักการวิเคราะห์ตำแหน่งของยีนควบคุมลักษณะปริมาณ
2. ระยะห่างระหว่างโมเลกุลเครื่องหมายและยีนที่ทำการถ่ายทอด
3. ประสิทธิภาพของการทำ (Marker-assisted selection “MAS”)

อภิชาติ (2552) เปรียบเทียบการคัดเลือกแบบปกติกับการใช้เครื่องหมายดีเอ็นเอนั้นยังขึ้นอยู่กับต้นทุนการทดสอบโมเลกุลเครื่องหมาย ต้นทุนในการวัดลักษณะขนาดของประชากรที่ใช้จำนวนซ้ำและค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการใช้ MAS จะมีประสิทธิภาพและคุ้มค่ามากเมื่อลักษณะที่จะคัดเลือกมีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำมีค่าใช้จ่ายในการวัดลักษณะสูงและมี

จำนวนตัวอย่างในการวัดมากและขึ้นอยู่กับพื้นฐานทางพันธุกรรมของพันธุ์ที่จะได้รับการถ่ายทอดยีน

เครื่องหมายดีเอ็นเอและแผนที่โครโมโซมของพืช

อภิชาติ (2552) กล่าวว่าเครื่องหมายดีเอ็นเอ (DNA Marker) เป็นชิ้นส่วนของดีเอ็นเอของสิ่งชีวิตนั้น ๆ หรือต่างชนิดที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างดีเอ็นเอเครื่องหมายด้วยกัน การหาตำแหน่งของยีนระหว่างเครื่องหมายดีเอ็นเอกับลักษณะที่แสดงออกมีหลายประเภท อาทิ เช่น Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) ประเภท Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) ประเภท Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) หรือประเภท Simple Sequence Length Polymorphism (SSLP) เป็นต้น ในการสร้างแผนที่โครโมโซมโดยอาศัยเครื่องหมายดีเอ็นเอนั้นมีหลักการเช่นเดียวกับการสร้างแผนที่โครโมโซม โดยอาศัยลักษณะทางภายนอกดังที่ Morgan ได้ศึกษาในแมลงหวี่เมื่อประมาณเกือบร้อยปีที่ผ่านมา โดยอาศัยการวิเคราะห์ลิงเกจของเครื่องหมายดีเอ็นเอแต่ละตำแหน่ง ในประชากรที่มีการกระจายตัวของเครื่องหมายดีเอ็นเอต่างๆนั้น เช่น ในประชากรลูกผสมชั่วที่ 2 (F_2) หรือประชากรลูกผสมกลับ (backcross) เป็นต้น เครื่องหมายดีเอ็นเอที่อยู่ในกลุ่มลิงเกจเดียวกันแสดงว่าอยู่บนโครโมโซมเดียวกัน ระยะทางพันธุกรรมระหว่างเครื่องหมายดีเอ็นเอแต่ละตำแหน่งขึ้นอยู่กับจำนวนของต้นพืชที่เป็นรีคอมบิแนนท์ระหว่างตำแหน่งของเครื่องหมายดีเอ็นเอสองตำแหน่งนั้น ถ้ามีมากแสดงว่าเครื่องหมายดีเอ็นเอนั้นอยู่ห่างกัน ถ้ามีน้อยแสดงว่าอยู่ใกล้กับโครโมโซมนั้น ๆ แผนที่โครโมโซมที่สมบูรณ์จะมีจำนวนกลุ่มลิงเกจเท่ากับจำนวนโครโมโซมพื้นฐานของพืชนั้น ๆ เช่น มะเขือเทศ (n=12) มีจำนวนกลุ่มลิงเกจเท่ากับ 12 กลุ่ม มะม่วง (n=20) มีจำนวนกลุ่มลิงเกจเท่ากับ 20 กลุ่ม ในปัจจุบันแผนที่โครโมโซมของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเกือบทุกชนิด ที่ถูกสร้างโดยอาศัยเครื่องหมายดีเอ็นเอเประเภทต่างๆ เช่น ข้าว มะเขือเทศและพริก เป็นต้น โดยจะมีรายละเอียดมากในพืชที่มีความสำคัญมาก เช่น ข้าว มะเขือเทศและ *Arabidopsis thaliana* แผนที่โครโมโซมเหล่านี้ถูกนำมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ของลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะนั้นๆสามารถนำมาใช้ในการช่วยคัดเลือกได้ นอกจากนี้แผนที่โครโมโซมยังเป็นพื้นฐานสำหรับการแยกยีนที่ควบคุมลักษณะนั้นๆ

ลายพิมพ์ดีเอ็นเอและการจัดกลุ่ม

สุชาดา (2553) กล่าวว่าการพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยคุณสมบัติของลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่แตกต่างกันและการจัดกลุ่มโดยได้แบ่งลายพิมพ์ดีเอ็นเอออกเป็น 3 ประเภทตามหลักการพื้นฐานของการสร้างเครื่องหมายดีเอ็นเอและตามลักษณะการถ่ายทอดพันธุกรรมไว้ คือ ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ใช้เทคนิคไฮบริไดเซชันเป็นพื้นฐาน ลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ใช้เทคนิคพีซีอาร์เป็นพื้นฐานและลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์เป็นพื้นฐาน

ดีเอ็นเอเครื่องหมายและการหาตำแหน่งยีน

การหาตำแหน่งยีนที่ควบคุมลักษณะที่มีประโยชน์สามารถหาได้หลายวิธี เช่น การการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะนั้นๆร่วมกับดีเอ็นเอเครื่องหมายที่ทราบแล้วในกลุ่มลิงเกจในประชากรที่ใช้สร้างแผนโครโมโซมอยู่ แต่ในกรณีที่ลักษณะที่สนใจไม่มีอยู่ในประชากรที่ใช้สร้างแผนที่โครโมโซมนั้นก็มีวิธีการหาตำแหน่งโดยใช้วิธี Bulk Segregant Analysis (BSA) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์จีโนไทป์ของดีเอ็นเอรวมกับประชากรลูกผสมที่มีลักษณะสนใจแตกต่างกัน เช่น การวิเคราะห์จีโนโทป์ของดีเอ็นเอรวมลูกผสมชั่วที่2 ที่มีความต้านทานเหมือนกัน (R-pool) หรือความอ่อนแอเหมือนกัน (S-pool) หรืออาจใช้การหาดีเอ็นเอเครื่องหมายใน Near Isogenic Line (NIL) ของลักษณะที่สนใจด้วยวิธีการ BSA และ NIL mapping นี้ ทำให้สามารถหาดีเอ็นเอเครื่องหมายที่เชื่อมโยงอยู่ลักษณะที่สนใจได้อย่างรวดเร็ว (อภิชาติ, 2552)

การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม

ปัจจุบันมีการศึกษาความหลากหลายทงพันธุกรรมในพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด แตงเทศ แตงกวา ในบวบเหลี่ยม ที่ Hoque and Rabani (2009) ได้รายงานวิจัยการศึกษาพันธุกรรมบวบเหลี่ยมพื้นเมือง Landraces โดยใช้เทคนิคเครื่องหมายโมเลกุลแบบ RAPD ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างบวบเหลี่ยมในประเทศบังคลาเทศโดยรวบรวสายพันธุ์บวบเหลี่ยมได้ทั้งหมด 28 พันธุ์ ภายในประเทศบังคลาเทศ พบว่าสามารถแบ่งความแตกต่างทางพันธุกรรมได้เป็น 5 กลุ่ม ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์

การศึกษาสหสัมพันธุ์ทางพันธุกรรมและลักษณะปรากฏ (Genotypic and Phenotypic Correlation) ซึ่งลักษณะทางพันธุกรรมหลายลักษณะมีความสัมพันธ์กัน เช่น ความสูง

ฝักกับความสูงต้นของข้าวโพดมีสหสัมพันธ์ในทางบวก ในขณะที่การหักล้มมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับผลผลิต เป็นต้น ซึ่งการที่ 2 ลักษณะมีความสัมพันธ์กัน หรือเปลี่ยนแปลงไปด้วยกันเมื่อถูกคัดเลือก นั้น มักเกิดจากสาเหตุใหญ่ๆ 2 ประการ คือ (1) การที่ยีนกลุ่มเดียวสามารถควบคุมได้ทั้งสองลักษณะ (pleiotropy) และ (2) ยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองอยู่บนโครโมโซมเดียวกัน (linkage) ดังนั้น ถ้าลักษณะสองลักษณะมีสหสัมพันธ์กันในทางบวก แสดงว่าการคัดเลือกเพื่อเพิ่มลักษณะหนึ่ง อีกลักษณะหนึ่งจะเพิ่มตามไปด้วย แต่ถ้าสหสัมพันธ์เป็นไปในทางลบแล้ว แสดงว่า การเพิ่มลักษณะหนึ่งจะไปลดอีกลักษณะหนึ่ง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม อิทธพบของ linkage ในการก่อให้เกิดสหสัมพันธ์ จะมีเฉพาะชั่วแรก ๆ เท่านั้น (ยกเว้นเมื่อยีน 2 กลุ่มนั้นอยู่ชิดกันมากบนโครโมโซม) แต่อิทธิพลเนื่องจาก pleiotropy จะเกิดตลอดไปทุกชั่ว จึงเป็นสาเหตุสำคัญของสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปรากฏ (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548)

การประเมินลักษณะเครื่องหมายทางพันธุกรรมโดยวิธี Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) โดยเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอที่ปรากฏจากกลุ่มประชากรที่ทำการ ศึกษา โดยตัวอย่างที่พบแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆให้คะแนน (1) ส่วนตัวอย่างที่ไม่พบแถบดีเอ็นเอที่ตำแหน่งเดียวกันให้คะแนน (0) หากไม่มีผลผลิตของปฏิกิริยาพีซีอาร์ให้ตัวเลข (9) จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความแตกต่างทางพันธุกรรมด้วยวิธี Unweighted Pair Group Method using Arithmetic method, UPGMA)โดยใช้โปรแกรม NTSYSpc.(Numerical Taxnomy and Multivariate Analysis System)

การจัดกลุ่มแผนภูมิต้นไม้จำลอง

การวิเคราะห์กลุ่ม Cluster Analysis เป็นวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการหรือแก้ปัญหาข้อมูลหลายตัวแปร โดยการจัดตัวแปรที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันให้อยู่เป็นกลุ่ม หรือจำแนกกลุ่มของตัวแปรโดยใช้คุณสมบัติของตัวแปร ช่วยให้ทำความเข้าใจได้ง่าย และสามารถจัดการข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ ความเหมือนหรือ Similarity เป็นความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันระหว่างตัวแปรหรือวัตถุ ค่าที่วัดได้มักอยู่ในรูปสัมประสิทธิ์ความเหมือน (similarity coefficient) ความห่าง Distance เป็นระยะห่างระหว่างวัตถุหรือตัวแปร สามารถใช้ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างวัตถุอาจวัดในรูปความห่างหรือสัมประสิทธ์ก็ได้ สัมประสิทธิ์ความต่าง (dissimilarity coefficient) การจัดกลุ่มแบบเชิงชั้น (hierarchical clustering) เป็นวิธีการจัดกลุ่มที่มีลำดับเป็นขั้นตอนของการรวมเข้าหรือแยกวัตถุ หรือตัวแปรภายในกลุ่มเป็นผลให้เกิดโครงสร้างที่คล้ายคลึงต้นไม้ (tree like structure) ที่เรียกว่า เดนโดรแกรม (Dendrogram) (ประเสริฐ, 2550)

ชัชวาล (2543) กล่าวถึงการวิเคราะห์ความถูกต้องของการจัดกลุ่มแผนภูมิต้นไม้จำลอง cluster analysis โดยการหาค่า Cophenetic correlation (r) โดยแผนภาพการกระจายและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีหลักการวิเคราะห์คือ ค่า r จะมีค่าอยู่ในช่วง $-1 \leq r \leq 1$ ไม่มีหน่วย โดยที่แกน X คือค่า correlation coefficent แกนY คือค่า Similarity coefficient โดยมีความสัมพันธ์กันคือถ้าค่า r มีค่าเป็นลบหมายความว่าค่า correlation coefficient และค่า similarity coefficient มีความสัมพันธ์แบบผกผันนั้นคือถ้าค่า correlation coefficient เพิ่มขึ้นค่า similarity coefficient จะลดลง หรือถ้าค่า correlation coefficent ลดลง และค่า similarity coefficient จะเพิ่มขึ้น และค่า r = -1 หมายความว่าค่า correlation coefficient และค่า similarity coefficient มีความสัมพันธ์แบบผกผันกันอย่างสมบูรณ์

ถ้าค่า r มีค่าเป็นบวกหมายความว่าค่า correlation coefficient และค่า similarity coefficient มีความ สัมพันธ์แบบทางเดียวกันและค่า r = 1 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบทางเดียวกันอย่างสมบูรณ์ ถ้าค่า r = 0 หมายความว่าค่า correlation coefficient และค่า similarity coefficient ไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่ค่า correlation coefficient และค่า Similarity coefficient อาจมีความสัมพันธ์กันในรูปอื่นหรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

Sirithunya et al. (2001) ใช้เกณฑ์ค่า cophenetic correlation ถ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.7 ถือว่าเป็นการจัดกลุ่มที่ไม่ดี ค่าอยู่ระหว่าง 0.7-0.8 ถือว่าเป็นการจัดกลุ่มได้ปานกลาง ค่าอยู่ระหว่าง 0.8-0.9 ถือว่าเป็นการจัดกลุ่มที่ดีและค่าอยู่ระหว่าง 0.9 -1.0 เป็นการจัดกลุ่มที่ดีมาก