บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ถิ่นกำเนิดและลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบรอกโคลี

กะหล่ำดอกอิตาเลียนหรือที่ปัจจุบันเรียกว่าบรอกโคลี(broccoli) ถูกจัดอยู่ในพืชตระกูลกะหล่ำ (Cruciferae) (จานุลักษณ์, 2541; มณีฉัตร, 2545) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* var. *italica* Plenck (ไฉน, 2542) แหล่งกำเนิดอยู่แถบตะวันออกของเมดิเตอร์เรเนียน (ไฉน, 2542; Singh *et al*., 2004) มีจำนวนโครโมโซม 2n = 18 (Bassett, 1986) ลักษณะทั่วไปมีใบกว้างสีเขียวออกเทา ริมขอบใบเป็นหยัก ทรงพุ่มใหญ่ ลำต้นอวบใหญ่ ดอกมีสีเขียวจำนวนมาก รวมตัวกันเป็นกลุ่มใหญ่ แต่เกาะตัวกันหลวมกว่าดอกกะหล่ำ (ภาพที่ 1) (ไฉน, 2542) ดอกประกอบด้วยกลีบดอกสีเหลือง 4 กลีบ เกสรเพศผู้ 6 อัน รังไข่มี 2 เซลล์ ฝักกว้าง 3-5 มิลลิเมตร ยาว 50-100 มิลลิเมตร ฝักแก่ภายในเวลา 50-90 วัน หลังจากผสมเกสร (นิพนธ์, 2546) มีลักษณะเป็นทั้งพืชฤดูเดียวและสองฤดู บรอกโคลีที่ปลูกในประเทศไทยเป็นบรอกโคลีที่เป็นพวกฤดูเดียว มีการเรียกชื่อทั่วไปในระยะแรกว่า Green sprout broccoli หรือ Carabrese ซึ่งต่อมาใช้เรียกทั่วไปว่าบรอกโคลี

บรอกโคลีเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทางตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชียและอเมริกาเหนือในศตวรรษที่ 19 (ไฉน, 2542) ส่วนที่นิยมบริโภคคือดอกที่พัฒนาเป็นดอกอ่อนก่อนที่จะบาน (มณีฉัตร, 2545)

ก ข ค

ภาพที่ 1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของบรอกโคลี ก) ลำต้นและใบ ข) ดอกอ่อน และ ค) ฝัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 ความสำคัญของบรอกโคลี

บรอกโคลีเป็นผักที่ถูกนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยกว่า 30 ปีแล้ว ซึ่งในอดีตผู้บริโภคยังไม่นิยมบริโภค แต่ปัจจุบันผักชนิดนี้กลับมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น เพราะมีการสั่งซื้อมาจากตลาดต่างประเทศทั้งจำหน่ายสดและอุตสาหกรรมแช่แข็ง และคนไทยนิยมบริโภคบรอกโคลีเพิ่มมากขึ้น (ไฉน, 2542) นอกจากนี้บรอกโคลียังเป็นแหล่งสารต้านอนุมูลอิสระ มีวิตามินและแร่ธาตุ (Mukherjee and Das, 2009) โดยเป็นแหล่งของวิตามินซี วิตามินเอ ใยอาหาร และสารอาหารอื่นๆ ที่มีประโยชน์มากกว่า 10 ชนิด (ตารางที่ 1) และเป็นผักที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ที่เรียกว่าซัลโฟราเฟน (sulforaphane) (Cunningham, 2007) โดยสารดังกล่าวเกิดจากกลูโคซิโนเลต (glucosinolate) ชนิดกลูโคราฟานิน (glucorafanin) (บุษบัน, 2548) โดยเอนไซม์ myrosinase ที่เกิดขึ้นระหว่างการเคี้ยว หรือการถูกทำลายของเนื้อเยื่อ (Fahey, 2005) โดยสามารถพบสารชนิดนี้ได้ทุกส่วนของบรอกโคลีแต่ปริมาณซัลโฟราเฟนที่พบไม่เท่ากัน โดยพบในดอกสูงกว่าใบ (Liang *et al*., 2006) และพบในเมล็ดสูงกว่าดอก (Trenerry *et al* , 2006) อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยหลายฉบับพบว่าส่วนที่พบซัลโฟราเฟนสูงที่สุดคือต้นอ่อน (sprouts) (Cunningham, 2007)

Verhoeven *et al*. (1977) กล่าวว่าการได้รับกลูโคซิโนเลตที่สูงเพียงพออาจต่อต้านสาเหตุการเกิดโรคมะเร็งได้ โดยการบริโภคประมาณ 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ สามารถลดอัตราการเสี่ยงการเกิดโรคมะเร็งได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (นิพนธ์, 2546) โดยซัลโฟราเฟนสามารถทำลายแบคทีเรีย *Helicobacter pylori* ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งในกระเพาะอาหารได้ (Yanaka *et al.,* 2005) และ Lawson (2005) ได้รายงานผลการวิจัยของ American Association for Cancer Research ว่าซัลโฟราเฟนสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งต่อมลูกหมาก และ มะเร็งลำไส้ใหญ่ และยังสามารถป้องกัน retina จากการเข้าทำลายของรังสี UV ได้ และเมื่อนำซัลโฟราเฟนที่สกัดได้จากต้นอ่อนของบรอกโคลีมาทาที่ผิวของอาสาสมัครจำนวน 6 คน แล้วให้ผิวส่วนนั้นได้รับรังสี UV ในปริมาณที่สูงพอที่ชักนำการเกิดมะเร็งที่ผิวหนังได้ หลังการทดลองพบว่าผิวบริเวณที่ทาซัลโฟราเฟนพบอาการผื่นแดงและไหม้เพียง 37 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (Berman, 2007) นอกจากนี้ Juurlink (2006) ยังพบว่าการรับประทานต้นอ่อนของบรอกโคลีในระหว่างการตั้งครรภ์ทำให้แม่มีสุขภาพที่แข็งแรง ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดของทารกในครรภ์ และทำให้ทารกที่คลอดแล้วมีสุขภาพที่แข็งแรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1 ปริมาณสารอาหารในบรอกโคลี100 กรัม

		Units	Content ต่อ100 g
Energy		Kcal	32.45
Proteins		g	4.40
Fat		g	0.90
Carbohydrates		g	1.80
Colesterol		mg	na
Fibre		g	2.60
Vitamins	B1	mg	0.10
	B2	mg	0.06
	B3	mg	1.70
	B6	mg	0.14
	B9	mg	90.00
	B12	mg	0.00
	C	mg	87.00
	A	mg	69.00
	D	mg	0.00
	E	mg	1.30
Minerals	Ca	mg	56.00
	Fe	mg	1.70
	I	mg	2.00
	Mg	mg	22.00
	Zn	mg	0.60
	Na	mg	8.00
	K	mg	370.00
	P	mg	87.00

หมายเหตุ : na = No data available

(Ferre, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของบรอกโคลี

การเจริญเติบโตของบรอกโคลีมีความต้องการสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นกล้าบรอกโคลีประมาณ 15.60-18.30 องศาเซลเซียส ถ้าได้รับอุณหภูมิต่ำกว่านี้ มีผลทำให้ออกดอกเร็วกว่าปกติ เมื่อย้ายกล้าไปปลูกทำให้ออกดอกเร็ว เนื่องจากกล้าได้รับอุณหภูมิต่ำ ได้ดอกขนาดเล็ก คุณภาพไม่ดี การย้ายกล้าที่มีอายุมากและได้รับความกระทบกระเทือนมาก มีผลทำให้ออกดอกเร็วเช่นกัน อายุกล้าที่เหมาะสมต่อการย้ายปลูกคือ 28 วันหลังจากเมล็ดงอก และมีใบจริง 4-5 ใบ ในระยะแรกบรอกโคลีเจริญเติบโตเร็วมาก ดังนั้นจึงต้องการความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง ในสภาพดินเลวจึงต้องใส่ปุ๋ยอย่างเพียงพอ pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 6.0-6.5 และต้องให้น้ำอย่างสม่ำเสมอและเพียงพอ ในสภาพแห้งแล้งและความชื้นในดินไม่พอ ทำให้บรอกโคลีชะงักการเจริญเติบโต ออกดอกเร็ว ดอกกระด้างมีเส้นใยมาก

เนื่องจากบรอกโคลีเป็นผักเมืองหนาว ดังนั้นช่วงเวลาที่เหมาะสมแก่การปลูกในประเทศไทย คือ เดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ช่วง 18-27 องศาเซลเซียส จึงนิยมปลูกในบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็นหรือแถบบริเวณภาคเหนือหรือภาคอีสานตอนบน ในสภาพอากาศร้อน แม้บรอกโคลีสามารถเจริญเติบโตได้ดี แต่ให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพด้อยกว่าสภาพอากาศเย็น เช่นการปลูกนอกฤดูบริเวณชานเมืองกรุงเทพฯ ได้ดอกบรอกโคลีขนาดเล็ก ดอกบานก่อนอายุ ดอกมีสีเหลือง เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วดอกเสื่อมคุณภาพเร็ว (ไฉน, 2542) วราวุธและคณะ (2543) ทดสอบการปลูกบรอกโคลีและกะหล่ำปลีในช่วงฤดูฝนที่จังหวัดสงขลา โดยปลูกบรอกโคลีพันธุ์ท็อปกรีนและกะหล่ำปลีพันธุ์ 60 วัน ในโรงเรือนตาข่ายและนอกโรงเรือนตาข่าย ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2541 ผลการทดสอบพบว่าการปลูกบรอกโคลีในโรงเรือนตาข่ายช่วงฤดูฝนได้ผลผลิตเฉลี่ย 1,602 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการปลูกนอกโรงเรือน ซึ่งได้ผลผลิตเฉลี่ยเพียง 1,192 กิโลกรัมต่อไร่ และการปลูกในโรงเรือนมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากดอกเน่าที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย 14-26 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าการปลูกนอกโรงเรือนที่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากดอกเน่าสูงถึง 41 เปอร์เซ็นต์ นิสา (2510) ปลูกเปรียบเทียบพันธุ์บรอกโคลีจำนวน 3 พันธุ์ คือ Waltham 29, De Cicco และ Burpee's Green Bud เพื่อดูความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมและการให้ผลผลิต โดยทำการทดลองในฤดูหนาวที่แผนกวิชาพืชศาสตร์ สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่าพันธุ์ De Cicco และ Burpee's Green Bud เจริญเติบโตดีที่สุด ในขณะที่พันธุ์ Waltham 29 มีอัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าอีก 2 พันธุ์ และพันธุ์ De Cicco ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด คือ 682 กิโลกรัมต่อไร่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 การออกดอกและปัจจัยที่มีผลต่อการออกดอกของพืช

ดอกเป็นส่วนของลำต้นที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่สืบพันธุ์ โดยดอกเกิดจากตาดอก (floral bud) หรือตาผสม (mixed bud) บริเวณเนื้อเยื่อเจริญ (apical meristem) โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก vegetative meristem เป็น reproductive meristem เนื่องจากปัจจัยทางสรีรวิทยาต่างๆ เช่น ช่วงความยาววัน (photoperiod) อุณหภูมิต่ำ หรือระดับสมดุลของฮอร์โมนเป็นต้น ซึ่งขั้นตอนและปัจจัยหลายอย่างที่เข้ามาเกี่ยวข้องนั้นแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมออกดอกมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เช่น ความหนาของใบ รูปร่างใบ การเวียนของใบ ปริมาณเม็ดสี ความสามารถของราก ลักษณะเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งขั้นตอนการออกดอกของพืชได้ดังนี้ (โสระยา, 2547)

1. Floral induction : ระยะการชักนำ
2. Floral initiation : ระยะเปลี่ยนจาก vegetative เป็น reproductive merristem
3. Floral differentiation or organogenesis : ระยะการสร้างส่วนต่างๆ ของดอก
4. Floral development : ระยะการพัฒนาการดอกอ่อน
5. Floral anthesis and senescence : ระยะการบานดอกและดอกเหี่ยว

เมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่พร้อมให้ดอก มีปัจจัยต่างๆ ทั้งพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมมากระตุ้นให้เกิดการสร้างตาดอกขึ้นบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ โดยชักนำให้มีการเปลี่ยนแปลงจากสภาพตาใบเป็นตาดอก (โสระยา, 2547) โดยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

2.4.1 อายุของพืช

อายุของพืชเป็นปัจจัยภายในอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการสร้างดอก โดยพบว่าหลังจากที่พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านสาขาจนถึงอายุที่มีความพร้อมออกดอก เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ใบพืช ซึ่งส่งผลให้เกิดการออกดอกได้ (ดนัย, 2539)

2.4.2 ความยาววัน (Photoperiod)

อิทธิพลของแสงที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชในการชักนำการเกิดดอกที่สำคัญได้แก่ความยาววัน ซึ่งสามารถแบ่งพืชที่ตอบสนองต่อช่วงแสงออกกว้างๆได้ 3 ประเภท ได้แก่ พืชวันสั้น (short day plant) พืชวันยาว (long day plant) และพืชที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง (day neutral plant) พืชวันสั้นได้แก่พืชที่สามารถออกดอกได้เมื่อได้รับความยาวของช่วงแสงในแต่ละวันสั้นกว่าช่วงวันวิกฤติ (critical day length) ในขณะที่พืชวันยาวสามารถออกดอกได้เมื่อได้รับความยาวของช่วงแสงในแต่ละวันยาวกว่าช่วงวันวิกฤต ส่วนพืชพวก day neutral plant ไม่ตอบสนองต่อช่วงวันในการออกดอก ช่วงวันวิกฤตเป็นค่าเฉพาะในพืชแต่ละชนิดและสามารถหาค่าได้จากการทดลองจริง กับพืชนั้นๆ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545) โดยพบว่าแสงโดยเฉพาะอย่างยิ่งความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ยาววันมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงจากตาใบเป็นตาดอก โดยส่วนของใบเป็นอวัยวะสำคัญในการรับสัญญาณจากความยาววันและถ่ายทอดต่อไปยังเนื้อเยื่อเจริญก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากตาใบเป็นตาดอก (โสระยา, 2547) ซึ่งสันนิษฐานว่า ช่วงความยาววันมีผลต่อการสร้างสารหรือฮอร์โมนในเซลล์ และถูกส่งไปยังส่วนอื่นของพืช เพื่อกระตุ้นการออกดอก เรียกสารนี้ว่า ฟลอริเจน (Chailakhyan, 1936 อ้างโดย โสระยา, 2547) ซึ่งพบว่าผักในตระกูลกะหล่ำต้องการช่วงแสงวันยาวสำหรับกระตุ้นให้เกิดตาดอกเช่นเดียวกัน (จานุลักษณ์, 2541)

2.4.3 สารควบคุมการเจริญเติบโต

ระดับฮอร์โมนในต้นพืช สภาพแวดล้อมมีบทบาทที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปนั้นปัจจัยแวดล้อมต่างๆ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนภายในต้นพืช โดยฮอร์โมนทำหน้าที่เป็นตัวถ่ายทอดสัญญาณกระตุ้นจากปัจจัยแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ แรงดึงดูดของโลกเป็นต้น ซึ่งไปมีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของพืช และทำให้พืชออกดอก (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545) ซึ่งพบว่าการออกดอกอาจเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน เพราะมีหลายกรณีที่จิบเบอเรลลินสามารถชักนำการออกดอกได้ จากการทดลองของ อนุชา และคณะ (2539) ศึกษาอิทธิพลของจิบเบอเรลลิคแอซิคต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์สลัดปลี พบว่าการให้สารจิบเบอเรลลิคแอซิคสามารถชักนำให้เกิดการเจริญของดอกได้เร็วกว่าปกติ โดยความเข้มข้น 0, 25, 50 และ 75 ppm ให้ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุ 120, 101, 95 และ 88 วันหลังย้ายปลูกตามลำดับ

2.4.4 อุณหภูมิ (Temperature)

พืชหลายชนิดเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำในช่วงระยะเวลาหนึ่งสามารถชักนำให้เกิดดอกได้ เรียกปรากฏการณ์การออกดอกของพืชเมื่อได้รับการชักนำด้วยอุณหภูมิต่ำนี้ว่า เวอร์นาไลเซชั่น (vernalization) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545) และพบว่า หากพืชได้รับความเย็นและตามด้วยอุณหภูมิสูงทันที ผลของเวอร์นาไลเซชั่นสามารถถูกทำลายได้เรียกว่า devernalisation ซึ่งส่งผลให้พืชไม่ออกดอก หรือหากพืชได้รับอุณหภูมิต่ำเกินไปทำให้เกิด over vernalisation อาจทำให้การออกดอกไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งส่วนของพืชที่ตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำได้แก่ ส่วนของปลายยอด ซึ่งเป็นบริเวณที่เนื้อเยื่อเจริญกำลังมีการแบ่งเซลล์เกิดขึ้น ระดับการตอบสนองขึ้นอยู่กับอายุของพืช และชนิดของพืช (โสระยา, 2547) ในบรอกโคลีการให้เมล็ดได้รับอุณหภูมิต่ำสามารถชักนำการออกดอกได้ในพันธุ์หนัก แต่ไม่สามารถชักนำการออกดอกได้ในพันธุ์เบา (Rubatzky and Yamaguchi, 1983) Yulian (2001) ทำการทดลองโดยการให้เมล็ดบรอกโคลีได้รับอุณหภูมิต่ำ 2-3 องศาเซลเซียส ขณะงอก เป็นเวลา 0, 1 และ 3 สัปดาห์ พบว่าการให้อุณหภูมิต่ำ 2-3 องศาเซลเซียส สามารถชักนำให้ออกดอกได้เร็วกว่าที่ไม่ได้รับอุณหภูมิต่ำ และการได้รับอุณหภูมิต่ำที่ระยะเวลานานขึ้นสามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชักนำให้ออกดอกได้เร็วกว่าการได้รับอุณหภูมิต่ำที่ระยะเวลาสั้น Jiang and Yu (2004) ทำการทดลองโดยให้อุณหภูมิต่ำ พบว่าการให้อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการงอกของเมล็ดและการเกิดตาดอกของบรอกโคลีที่แตกต่างกัน Wiebe (1975) ทำการทดลองโดยปลูกบรอกโคลีและกะหล่ำปลีในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เมื่อมีใบ 12-14 ใบ ให้อุณหภูมิต่ำ 12-17 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถชักนำตายอดเป็นตาดอกและเจริญเป็นดอกที่สมบูรณ์ได้ ในขณะที่ให้อุณหภูมิสูง 22-27 องศาเซลเซียส พบการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักใบ มีตายอดบางส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นตาดอก และไม่พบการเกิดตาดอกในกะหล่ำปลี Bjorkman and Pearson (1998) ได้ทดลองปลูกบรอกโคลีในสภาพอุณหภูมิสูง 35 องศาเซลเซียส เพื่อดูการพัฒนาของช่อดอก พบว่าอุณหภูมิสูงมีผลทำให้การออกดอกของบรอกโคลีช้ากว่าปกติ อัญชัญและคณะ (2539) ทดลองใช้อุณหภูมิต่ำ 5 องศาเซลเซียส ระยะเมล็ดงอกเป็นเวลา 10-15 วัน พบว่า ผักขี้หูด ผักกาดหัว ผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดฮ่องเต้ คะน้า สามารถชักนำให้เกิดการเจริญของดอกได้ ส่วนผักกาดขาวปลีใช้ระยะเวลา 15-25 วัน ในขณะที่กะหล่ำปลี บรอกโคลี กะหล่ำดอก ตอบสนองในระยะต้นกล้าใช้เวลา 1-2 เดือน

2.4.5 พันธุกรรม (genetics)

Bouwkamp and Honma (1969) สังเกตความแตกต่างในการออกดอกของลูกผสมระหว่างบรอกโคลี× (กะหล่ำปลี × คะน้า)ในลูกชั่วที่ 2 พบว่าการออกดอกถูกควบคุมด้วยยีนหลายตัว Baggett and Kean (1986) ผสมบรอกโคลีสายพันธุ์ออกดอกเร็ว คือ HS140 และสายพันธุ์บรอกโคลีออกดอกช้า 4 สายพันธุ์ คือ s301, s310, s318 และ s258 เพื่อศึกษาการถ่ายทอดลักษณะการออกดอกเร็วในลูกชั่วที่ 1 และ 2 โดยดูวันที่ดอกแรกบาน พบว่ามีลักษณะการถ่ายทอดเป็นแบบยีนบวกสะสม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Baggett and Kean (1989) ทำการทดลองโดยนำบรอกโคลีพันธุ์ออกดอกเร็วผสมกับกะหล่ำปม (*Brassica oleacea* var. *gongylodes*) จากนั้นปลูกลูกผสมชั่วที่ 1 และ 2 เพื่อศึกษาการออกดอก พบว่าการออกดอกเป็นลักษณะเชิงปริมาณ ที่มียีนเป็นแบบยีนบวกสะสมและถ่ายทอดได้ และ อัญชัญ และคณะ (2539) ทดลองผสมข้ามชนิดในผักตระกูล Brassica พบว่าลูกผสมมีลักษณะการแทงช่อดอกเร็วเป็นลักษณะเด่น และสามารถถ่ายทอดไปสู่พันธุ์ใหม่ได้เช่นกัน

2.5 การติดเมล็ดและปัจจัยที่มีผลต่อการติดเมล็ดของพืช

ยอดเกสรเพศเมีย เป็นส่วนที่รองรับละอองเกสร มีลักษณะที่แตกต่างกันตามแต่ชนิดของพืช ส่วนใหญ่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีน้ำหวานหรือสารข้นเหนียว เพื่อล่อแมลงและจับละอองเกสร เมื่อละอองเกสรตกลงบนยอดเกสรเพศเมีย เกสรเพศผู้สร้างหลอดละอองเกสร (pollen tube) แทงผ่านก้านเกสรเพศเมียเข้าสู่ช่องเปิดรังไข่ เข้าผสมกับไข่และโพลาร์นิวคลีไอ (polar nuclei) เมื่อเข้าผสมกับไข่ได้เป็นไซโกต เป็นเซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมสองชุด (2n) เมื่อผสมกับโพลาร์นิวคลีไอ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ได้เซลล์ต้นกำเนิดเป็นเอนโดสเปอร์มที่มีโครโมโซม 3 ชุด (3n) (กฤษฎา, 2546) ซึ่งนำไปสู่การเจริญเป็นผลและเมล็ดต่อไป แต่ทั้งนี้ก็มีหลายปัจจัยเช่นกันที่มีผลต่อการติดเมล็ดดังนี้

2.5.1 อายุของพืช

ในพืชผลสำเร็จของการสร้างส่วนเจริญพันธุ์และตามด้วยการพัฒนาการของเมล็ดและผลขึ้นอยู่กับการออกดอกในเวลาที่เหมาะสม (Putterill, 2004) จากการทดลองของ Hodgkin (1975) พบว่าความแตกต่างของช่วงเวลาการออกดอกของลูกผสม *Brassica oleracea* ที่มาจากพ่อแม่สองสายพันธุ์ มีผลต่อผลผลิตเมล็ดรวม Martin (1962) ได้ทำการทดลองปัจจัยที่มีผลต่อการผสมข้ามพันธุ์ในบรอกโคลีโดยการใช้มือ พบว่าอายุของดอกเป็นปัจจัยที่มีผลเพียงเล็กน้อย Yin *et al*. (1981) พบว่าการผลิตเมล็ดพันธุ์บรอกโคลีในสภาพเรือนกระจก (greenhouse) โดยการผสมตัวเองขณะที่ดอกยังอ่อนอยู่ให้เมล็ดมากกว่าการผสมขณะดอกบาน และการผสมขณะดอกบานร่วมกับการให้ ether และการผสมข้ามสายพันธุ์ให้เมล็ดมากกว่าการผสมตัวเองขณะดอกอ่อน

2.5.2 อุณหภูมิ

ระดับของอุณหภูมิมีผลต่อการติดเมล็ดโดยส่วนใหญ่ในพืชหลายชนิด พบว่าอุณหภูมิต่ำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดเมล็ด ในขณะที่อุณหภูมิสูงลดประสิทธิภาพในการติดเมล็ด ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมช่วงการผสมเกสร อยู่ระหว่าง 18-25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ทำให้การเจริญเติบโตชะงัก และผึ้งไม่มีประสิทธิภาพในการทำงาน (จานุลักษณ์, 2541) Young *et al.* (2004) ศึกษาผลของอุณหภูมิสูงต่อการออกดอก การติดผลและการติดเมล็ดใน *Brassica napus* โดยหลังออกดอกให้อุณหภูมิที่ 18 องศาเซลเซียส เวลากลางคืน 8 ชั่วโมง และอุณหภูมิที่ 35 องศาเซลเซียส เวลากลางวัน 16 ชั่วโมง เป็นเวลา 1-2 สัปดาห์ พบว่ามีการพัฒนาเป็นฝักแบบ parthenocarpic และมีเมล็ดเพียงเล็กน้อย

2.5.3 ความชื้น

สุชีลา (2539) ศึกษาเทคนิคการให้ความชื้นหลังการผสมเกสรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการติดเมล็ดพันธุ์ของคะน้ายอดจำนวน 3 พันธุ์ โดยให้ความชื้นหลังการผสมเกสรทันที หลังการผสมเกสร 3 และ 6 ชั่วโมง พบว่าการให้ความชื้นหลังการผสมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเมล็ดพันธุ์ และมีแนวโน้มที่พบว่าการให้ความชื้นหลังการผสม 3 และ 6 ชั่วโมง ให้น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าการให้ความชื้นหลังการผสมทันที และสภาพความชื้นสัมพันธ์ในอากาศต่ำทำให้เกิดการติดเมล็ดพันธุ์ดี และการระบาดของโรคน้อย (จานุลักษณ์, 2541)

2.5.4 การตัดแต่งช่อดอก

เนื่องจากดอกบรอกโคลีมีจำนวนมาก และรวมตัวกันเป็นกลุ่ม (ไฉน, 2542) จึงทำให้ยากต่อการผสมเกสรด้วยมือ ดังนั้นการตัดแต่งช่อดอกช่วยให้ง่ายต่อการผสมเกสรและเพิ่มคุณภาพของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมล็ดพันธุ์ ซึ่งจากการทดลองของ สุชีลาและคณะ (2539) ได้ศึกษาเทคนิคการตัดแต่งช่อดอก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการติดเมล็ดในลูกผสมบรอกโคลี-คะน้า 9 สายพันธุ์ และพันธุ์คะน้ายอด 3 พันธุ์ โดยตัดแต่งช่อดอกในระยะออกดอกให้เหลือ 5, 15, 25 ช่อต่อต้น และไม่ตัดแต่งช่อดอก จากผลการทดลองพบว่าการตัดแต่งช่อดอกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการติดเมล็ดพันธุ์ โดยพบว่าคะน้าเจียไต๋, คะน้าซินฮั้วขาว, F_1K_3B, $F_1BK_{3-1}BC_1$, $F_2BK_{2-4-2}BC$, $F_2BK_{5-1-1}BC$, $F_2Bk_{4-3-1}BC_1$ และ F_4BK_{3-1} เมื่อการตัดแต่งช่อดอกให้เหลือ 15 ช่อต่อต้น มีแนวโน้มน้ำหนักเมล็ดต่อต้นสูงกว่าการตัดแต่งช่อดอกระดับอื่น ส่วนในพันธุ์/สายพันธุ์ คะน้าซิวหัวเขียว, $F_2BK_{2-4-1}BC_1$, $F_2Bk_{4-3-1}BC$ และ F_4BK_{5-1} การตัดแต่งช่อดอกไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการติดเมล็ด สราวุฒิ (2530) ศึกษาการตัดแต่งช่อดอกในบรอกโคลี พบว่าการไว้กิ่งมากเกินไปส่งผลต่อขนาดและการลีบของเมล็ด ถ้าปล่อยไว้โดยไม่ตัดแต่งช่อดอกปรากฏว่าไม่สามารถติดเมล็ดได้หรือติดเมล็ดที่ลีบจนใช้การไม่ได้

2.5.5 การใช้แมลงหรือลม

ในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ พืชที่มีดอกขนาดเล็กและจำนวนมากมักใช้แมลงหรือลมช่วยในการผสมเกสร เพื่อช่วยลดแรงงาน ซึ่งจากการทดลองของ Devkota *et al.* (2003) ทำการทดลองผลิตเมล็ดพันธุ์บรอกโคลีโดยใช้ผึ้งช่วยในการผสม โดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD ใช้วิธีการผสม 4 วิธี คือใช้ ผึ้ง *Apis cerana* ผึ้ง *A. mellifera* การผสมตามธรรมชาติ และวิธีควบคุม (ไม่ใช้แมลงหรือผึ้งช่วยในการผสม) จากผลการทดลองพบว่าการใช้ผึ้ง *A. cerana* ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดมากกว่าวิธีผสมตามธรรมชาติและวิธีควบคุม การใช้ผึ้ง *A. mellifera* ผสมช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดเมล็ดต่อฝักมากกว่าวิธีผสมตามธรรมชาติและวิธีควบคุม ผลการติดเมล็ดพบว่าการใช้ผึ้ง *A. mellifera* ให้น้ำหนักเมล็ดสูงสุดคือ 425.88 กรัมต่อแปลง รองลงมาคือการใช้ผึ้ง *A. cerana* ให้น้ำหนักเมล็ด 417.50 กรัมต่อแปลง และการผสมตามธรรมชาติ ให้น้ำหนักเมล็ด 332.75 กรัมต่อแปลง ส่วนวิธีควบคุมให้น้ำหนักเมล็ดต่ำสุดคือ 13.35 กรัมต่อแปลง ในส่วนของความยาวฝัก พบว่าวิธีการใช้ผึ้งทั้งสองชนิดและการผสมตามธรรมชาติให้ความยาวฝักมากกว่าวิธีควบคุม เมื่อนำเมล็ด 1,000 เมล็ดไปชั่งพบว่าการใช้ผึ้ง *A. cerana* และ *A. mellifera* ให้น้ำหนักเมล็ดสูงสุด คือ 3.75 และ 3.63 กรัม ตามลำดับ

2.5.6 สารควบคุมการเจริญเติบโต

หลังจากที่มีการผสมเกสรเกิดขึ้นแล้วมีผลทำให้เกิดการติดผลและมีการพัฒนาของผล ในบางพืชพบว่ามีการถ่ายละอองเกสรแต่ไม่มีการผสมเกสรทำให้เกิดการเจริญและพัฒนาของผลแบบ parthenocarpic fruit ซึ่งพบว่าฮอร์โมนจิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นให้เกิดผลแบบ parthenocarpic ได้ (ดนัย, 2537) ในขณะที่ อนุชา และคณะ (2539) ศึกษาอิทธิพลของจิบเบอเรลลิคแอซิคต่อผลผลิตเมล็ดพันธุ์สลัดปลี พบว่าจิบเบอเรลลิคแอซิคที่ความเข้มข้น 100 ppm ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คือ 11.84 กรัมต่อต้น รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้น 0, 25, 50 และ 75 ppm โดยให้น้ำหนักเมล็ดเฉลี่ย 0, 7.55, 8.08 และ 10.44 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

2.5.7 พันธุกรรม

เนื่องจากพืชผสมข้ามมีกลไกป้องกันไม่ให้เกิดการผสมตัวเองเพื่อช่วยป้องกันความถดถอยทางพันธุกรรม แต่ต้องผสมข้ามเท่านั้น ซึ่งกลไกหนึ่งที่พืชสร้างขึ้นมาคือ ลักษณะการผสมตัวเองไม่ติด (self-incompatibility) หมายถึง การที่ละอองเกสรเพศผู้ไม่สามารถเข้าผสมกับไข่ในดอกเดียวกันหรือต้นที่มีจีโนไทป์ (genotype) เหมือนกัน เนื่องจากละอองเกสรเพศผู้ไม่เจริญ ไม่สามารถส่งท่อละอองเกสรผ่านยอดเกสรเพศเมีย (stigma) หรือก้านชูเกสรเพศเมีย (style) ลงไปได้ กลไกนี้เป็นการป้องกันการถดถอยทางพันธุกรรม (inbreeding depression) และทำให้พืชต้องมีการผสมข้าม ทำให้ยีนมีการจัดกลุ่ม (gene recombination) ตลอดเวลา (จานุลักษณ์, 2541) ซึ่งเราสมารถพบกลไกนี้ได้ในพืชหลายตระกูล เช่น Leguminosae, Rosaceae, Solanaceae, Compositae, Cruciferae, Papaveraceae และ Gramineae เป็นต้น ลักษณะพันธุกรรมที่ป้องกันการผสมตัวเองไม่ติด แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ (คมสัน, 2539)

1. heteromorphic incompatibility เป็นการผสมไม่ติดเนื่องจากตำแหน่งของดอกเพศผู้และดอกเพศเมียภายในดอกเดียวไม่ได้สัดส่วน เช่น การที่เกสรเพศเมียอยู่สูงหรือต่ำกว่าเกสรเพศผู้ ซึ่งจากการทดลองของ Syafaddin *et al.* (2006) รายงานว่าตำแหน่งของเกสรเพศผู้และเพศเมียมีผลต่อการผสมเกสร ซึ่งส่งผลต่อศักยภาพในการเพิ่มหรือลดเมล็ดในการผลิตเมล็ดพันธุ์ของ *Brassica rapa* L.

2. homomorphic incompatibility เป็นการผสมตัวเองไม่ติดเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างยีนในละอองเกสรและในท่อนำไข่ซึ่งแยกออกเป็น

- gametophytic incompatibility เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมด้วย multiple alleles เป็นผลทำให้เกสรเพศผู้ไม่สามารถทะลุผ่านก้านเกสรเพศเมียลงไปได้

- sporophytic incompatibility เป็นการผสมไม่ติดเนื่องจากอิทธิพลของพันธุ์พ่อเป็นลักษณะ multiple alleles เช่นกัน โดยในบรอกโคลีนั้นพบ 4 อัลลีล (Sampson, 1957) ซึ่งลักษณะการผสมตัวเองไม่ติดในผักตระกูลกะหล่ำแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม โดยพบลักษณะการทำงานของยีนที่ทำงานข่มกันด้วย ดังรายงานของ Haruta ปี 1962 (อ้างโดยมณีฉัตร, 2545) รายงานว่าได้ทดสอบการผสมตัวเองไม่ติดของผักหลายชนิด ได้แก่ กะหล่ำดาว กะหล่ำปลี บรอกโคลีผักกาดขาวปลี เทอร์นิป และผักกาดหัว ซึ่งสามารถอธิบายปฏิกิริยาของกลุ่มต่างๆ ได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มที่ 1 ในเกสรเพศผู้และเพศเมียมียีน *Sb* ที่มีลักษณะเด่นข่มยีน *Sa* (*Sa<Sb*) ซึ่งปฏิกิริยา sporophytic นี้มีทั้งในเพศผู้และเพศเมีย การผสมพันธุ์เกิดขึ้นในกลุ่มนี้ในกรณีที่มียีนที่ต่างกันเท่านั้น

กลุ่มที่ 2 เกสรเพศผู้มีการแสดงออกของยีน *Sb* ข่ม *Sa* ส่วนเกสรเพศเมียมีการแสดงออกของยีน *Sa* และ *Sb* เท่าๆ กัน ดังนั้นต้นที่มียีน *SaSa* สามารถผสมกับต้นที่มียีน *SbSb* ได้ไม่ว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมีย แต่ไม่สามารถผสมกับเพศเมียที่มียีน *SaSb* เพราะยีน Sa แสดงออกในเพศเมีย แต่ถ้า *SaSb* เป็นเพศผู้สามารถผสมกับเพศเมีย *SaSa* ได้ เพราะยีน *Sb* ในเพศผู้ข่มยีน *Sa* ส่วน *SbSb* ไม่สามารถผสมกับ *SaSb* ได้ไม่ว่า *SbSb* เป็นเพศผู้หรือเพศเมีย

กลุ่มที่ 3 เกสรเพศผู้มีการแสดงออกของยีน *Sa* และ *Sb* ส่วนเพศเมียมีการแสดงออกของ *Sb* ข่ม *Sa* ดังนั้นต้นที่มียีน *SaSa* สามารถผสมกับต้นที่มียีน *SbSb* ไม่ว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมีย และสามารถผสมกับ *SaSb* กรณีที่ *SaSb* เป็นเพศเมียเท่านั้นเพราะ *Sb* ข่ม *Sa* ในเพศเมีย ส่วนต้นที่มียีน *SbSb* และ *SaSb* ไม่สามารถผสมพันธุ์กันได้ ไม่ว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมีย

กลุ่มที่ 4 เกสรเพศผู้มีการแสดงออกของยีน *Sa* และ *Sb* เท่าๆ กัน และเกสรเพศเมียมีการแสดงออกของยีน *Sa* และ *Sb* เท่าๆ กัน เช่นกัน ดังนั้นต้น *SaSa* สามารถผสมกับต้น *SbSb* ได้ไม่ว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมีย และ *SaSa* ไม่สามารถผสมกับต้น *SaSb* ได้ไม่ ว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมีย เพราะยีน *Sa* แสดงออก ส่วนต้น *SbSb* ไม่สามารถผสมกับต้น *SaSb* ได้ไม่ว่าเป็นเพศผู้หรือเพศเมีย ทั้งนี้เพราะเหตุมี *Sb* แสดงออกทั้งในต้นเพศผู้และเพศเมีย

และเมื่อได้มีการศึกษาการผสมตัวเองไม่ติดของ กะหล่ำดาว กะหล่ำปลี บรอกโคลี ผักกาดขาวปลี เทอร์นิป ผักกาดหัว พบว่ากะหล่ำดาวจัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 กะหล่ำปลีกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 บรอกโคลีกลุ่มที่ 2 ผักกาดขาวปลีกลุ่มที่ 2 เทอร์นิปกลุ่มที่ 2 และ 4 และผักกาดหัวกลุ่มที่ 2 และ 4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 แสดงการผสมพันธุ์ของพืชเมื่อมียีนควบคุมการผสมตัวเองไม่ติดในระบบ gametophytic และ sporophytic

ระบบ	พันธุกรรมของคู่ผสม	เชื้อสืบพันธุ์เพศผู้		พันธุกรรมของลูก
		ผสมได้	ผสมไม่ได้	
gametophytic	$S_1S_2 \times S_1S_2$	None	All	None
	$S_1S_2 \times S_1S_3$	S_3	S_1	S_1S_3, S_2S_3
	$S_1S_3 \times S_1S_2$	S_2	S_1	S_1S_2, S_2S_3
	$S_1S_2 \times S_3S_4$	S_3, S_4	None	S_1S_3, S_2S_3 S_1S_4, S_2S_4
	$S_3S_4 \times S_1S_2$	S_1, S_2	None	S_1S_3, S_2S_3 S_1S_4, S_2S_4
sporophytic[1/]	$S_1S_2 \times S_1S_2$	None	All	None
	$S_1S_2 \times S_2S_3$	None	All	None
	$S_2S_3 \times S_1S_2$	S_1, S_2	None	S_1S_2, S_1S_3 S_2S_2, S_2S_3
	$S_1S_2 \times S_3S_4$	S_3, S_4	None	S_1S_3, S_2S_3 S_1S_4, S_2S_4
	$S_3S_4 \times S_1S_2$	S_1, S_2	None	S_1S_3, S_2S_3 S_1S_4, S_2S_4

[1/] ลักษณะข่มในละอองเกสรเป็นไปตามลำดับ $S_1 > S_2 > S_3 \ldots > S_n$ แต่ไม่มีลักษณะข่มในเกสรตัวเมีย (Briggs and Knowles, 1967 อ้างโดย คมสัน, 2539)

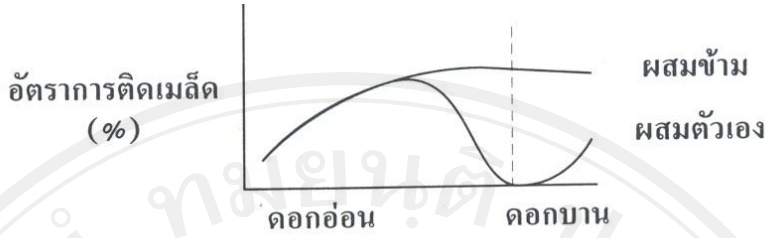
2.6 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะการผสมตัวเองไม่ติด

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ามีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะการผสมตัวเองไม่ติดดังนี้ (จานุลักษณ์, 2541)

2.6.1 อายุดอก

การทำงานของ S-gene เกิดในระยะดอกบาน โดยการติดเมล็ดจากการผสมตัวเองสูงสุดในระยะดอกอ่อนและเท่ากับศูนย์เมื่อดอกบาน ส่วนการผสมข้ามให้จำนวนเมล็ดสูงสุดในระยะดอกบาน และเกสรเพศเมียยังสามารถรับการผสมและติดเมล็ดได้เล็กน้อยหลังดอกบาน 1 วัน (ภาพที่ 2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2 ลักษณะการติดเมล็ดพันธุ์ในดอกระยะต่างๆ ของพืชตระกูลกะหล่ำ (จานุลักษณ์, 2541)

2.6.2 อุณหภูมิ

ถ้าอุณหภูมิสูงในระยะผสมเกสรทำให้ดอกที่ผสมตัวเองสามารถติดเมล็ดได้ เนื่องจากอุณหภูมิรบกวนการสังเคราะห์โปรตีนที่เจาะจงกับ S-gene ของ papilla cell

2.6.3 ความชื้น

ความชื้นสูงทำให้ละอองเกสรเพศผู้งอกในปริมาณเพิ่มขึ้น ดังนั้นโอกาสที่เกสรเพศผู้งอกผ่านยอดเกสรเพศเมียจึงเพิ่มขึ้น

2.6.4 สภาวะของก๊าซในบรรยากาศ

การให้คาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ ในระยะหลังผสมเกสร 2 ชั่วโมง สามารถลดการผสมตัวเองไม่ติด แต่อัตราการผสมติดเมล็ดยังไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับพันธุกรรม

Self-incompatibility เป็นอุปสรรคในการผลิตเมล็ดพันธุ์แท้ แต่มีประโยชน์ในการนำมาใช้ผลิตเมล็ดลูกผสมทางการค้า เพราะว่าไม่ต้องทำลายเกสรเพศผู้ ทำให้ไม่เสียเวลาและประหยัดค่าใช้จ่าย

2.7 ความดีเด่นของลูกผสม

พันธุ์ลูกผสม (hybrid variety) หมายถึง ลูกผสมรุ่นแรก (F_1) จากการผสมระหว่างสองประชากรที่มีพันธุกรรมแตกต่างกัน ประชากรเหล่านี้อาจเป็นพันธุ์แท้ พันธุ์ลูกผสม พันธุ์ผสมเปิด พันธุ์สังเคราะห์ หรืออื่น ๆ ถ้ายังมีการควบคุมการผสมเกสรเพื่อป้องกันการผสมตัวเอง โดยมีต้นแม่และต้นพ่อเพียง 2 กลุ่ม และเก็บเมล็ดพันธุ์จากแถวต้นแม่เท่านั้น ถือว่าเมล็ดพันธุ์ที่ได้เป็นพันธุ์ลูกผสม ดังนั้นพันธุ์ลูกผสมอาจมาจากพ่อแม่ในรุ่น F_n ของพันธุ์ลูกผสมแบบต่างๆ เช่นลูกผสมอาจเป็นพันธุ์ลูกผสมระหว่างพันธุ์ (variety hybrid) ได้มาจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ 2 พันธุ์ ซึ่งอาจเป็นพันธุ์ผสมเปิดหรือพันธุ์สังเคราะห์ พันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (single cross hybrid) ได้มาจากการผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สายพันธ์อินเบรด (inbred) 2 สายพันธุ์ เช่น A × B พันธุ์ลูกผสมสามทาง (three-way cross hybrid) ได้มาจากการผสมระหว่างพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวกับสายพันธุ์อินเบรดอีก 1 พันธุ์ เช่น (A × B) × C พันธุ์ลูกผสมคู่ (double cross hybrid) ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ลูกผสมเดี่ยวกับพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว เช่น (A × B) × (C × D) พันธุ์ลูกผสมหลายทาง (multiple cross hybrid) เป็นลูกผสมที่มีสายพันธุ์อินเบรดเกี่ยวข้องมากกว่า 4 สายพันธุ์ เช่น (A × B) × (C × D) × E (กฤษฎา, 2546)

ความดีเด่นของลูกผสม หมายถึง ปรากฏการณ์ของลักษณะอันใดอันหนึ่ง เมื่อลูกผสม F_1 แสดงความสามารถเหนือกว่าความสามารถของพ่อแม่ที่แสดงออกในลักษณะดังกล่าว เช่น การเจริญเติบโต ความแข็งแรง ผลผลิต ความต้านทานต่อโรคและแมลงและอื่นๆ เมื่อปลูกในสภาพที่เปรียบเทียบกันได้ ซึ่งปรากฏการณ์ของความดีเด่นของลูกผสมที่แสดงผลผลิตสูงถูกใช้ในการประเมินเพื่อการสร้างพันธุ์ลูกผสม (ดำเนิน, 2545) ซึ่ง กฤษฎา (2546) กล่าวว่าความเหนือระดับของลูกผสมส่วนใหญ่ มาจากปฏิกิริยายีนข่มและส่วนน้อยมาจาก epistasis และ pleiotropism แต่เนื่องจากพืชมีผลกระทบทางลบจากปฏิสัมพันธ์ทั้งสองแบบ จึงถูกคัดทิ้งไปโดยธรรมชาติ สรุปแล้วค่าเหนือระดับหรือความดีเด่นของลูกผสมเป็นผลมาจากผลบวกสะสมของยีนข่มแต่ละตัวจากยีนแต่ละชุด ที่ต่างก็มีระดับการข่มไม่เท่ากัน

2.8 การผลิตเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลกะหล่ำ

ประเทศไทยสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลกะหล่ำที่ต้องการอุณหภูมิในการกระตุ้นตาดอกเฉลี่ย 18-20 องศาเซลเซียส ได้แก่ คะน้า ผักกาดเขียวกวางตุ้ง ผักกาดเขียวปลี และผักกาดหัว ส่วนพืชตระกูลกะหล่ำชนิดอื่นๆ ยังไม่คุ้มค่าในทางเศรษฐกิจ พื้นที่ที่สามารถผลิตเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลกะหล่ำได้อยู่ทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน โดยผลิตในฤดูหนาว แต่อุณหภูมิต่ำไม่สม่ำเสมอในระยะเวลานาน ผลผลิตเมล็ดพันธุ์จึงต่ำ หรืออยู่ในระดับปานกลาง

ในปัจจุบันแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์พืชตระกูลกะหล่ำที่สำคัญของโลก ได้แก่ อิตาลี รัฐวอชิงตัน และทางแถบฝั่งตะวันตกของประเทศสหรัฐอเมริกา จีน ภาคใต้ของทวีปแอฟริกา และออสเตรเลีย (จานุลักษณ์, 2541)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved