

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

1. พืชตระกูลกะหล่ำ (*Brassicae*)

พืชตระกูลกะหล่ำ มีประมาณ 300 สกุล 3,000 ชนิด มีถิ่นกำเนิดในแถบเมดิเตอร์เรเนียน ประมาณ 40 ชนิด บางชนิดมีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน เช่น ผักกาดขาวปลี ผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดฮ่องเต้ และผักกาดหางหงษ์ พืชตระกูลกะหล่ำมีทั้งพืชฤดูเดียว สองฤดู และมากกว่า 2 ฤดู

กะหล่ำปลีและกะหล่ำปลีหัวใจ (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) เป็นพืชสองฤดู เป็นพืชผักที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วโลก ใช้ส่วนของหัวที่มีใบห่อหุ้มอัดแน่นเป็นวงกลมและหัวแหลม ใบมีลักษณะเรียบและหยัก มีทั้งสีเขียวและม่วง ในประเทศไทยนิยมรับประทานแบบสด (มณีฉัตร, 2545)

ผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* subsp. *pekinensis*) มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน พันธุ์ดั้งเดิมของผักกาดขาวปลีนั้นไม่ห่อหัว ชื่อ var. *dissoluta* ซึ่งคาดว่าเป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมระหว่างผักกาดกวางตุ้ง และเทอร์นิป (มณีฉัตร, 2545)

ผักกาดหัว (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus* L.) เป็นพืชล้มลุกอายุฤดูเดียว มีความสูงประมาณ 20-100 เซนติเมตร รากแก้วมีการขยายตัวเพื่อสะสมอาหาร นิยมนำมาบริโภคทั้งแบบสดและแปรรูป รูปร่างรากทรงกระบอกหรือกลม ผิวด้านนอกและภายในรากมีสีขาว ใบหยัก ดอกมีสีขาวจนถึงม่วง ดอกมีขนาดเล็ก 1.5 เซนติเมตร ผลเป็นแบบ silique มีเมล็ด 2-5 เมล็ด ความยาวฝักสั้นกว่าฝักชี้หูต เมื่อแก่ฝักไม่แตก (indehiscent) (มณีฉัตร, 2545)

2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชตระกูลกะหล่ำ (*Brassica* sp.) (จานุลักษณ์, 2541)

พืชตระกูลกะหล่ำมีดอกแบบ raceme ช่อดอกเกิดตรงปลายสุดของลำต้นและกิ่งแขนง มีช่อดอก 5-30 ช่อต่อต้น แต่ละช่อดอกมีดอกย่อยมากกว่า 20 ดอกขึ้นไป ดอกย่อยเป็นดอกสมบูรณ์เพศ โครงสร้างดอกประกอบด้วย กลีบเลี้ยงมีเขียว 4 กลีบ กลีบดอกมีสีเหลือง ขาว ม่วง หรือขาวสลับม่วง 4 กลีบ อับละอองเกสรตัวผู้มี 6 อับ ดอกมีก้านชูเกสรตัวเมีย รังไข่มี 2 ห้อง

ในด้านการเจริญเติบโต ในระยะแรกเป็นการเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative growth) ส่วนในระยะที่ 2 เป็นการเจริญที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ (Reproductive growth) โดยในระยะที่ 2 ต้องการอุณหภูมิต่ำ (Vernalization) 5-10 องศาเซลเซียส และช่วงแสงวันยาว ในการกระตุ้นการพัฒนาของตาดอก แต่มีพืชตระกูลกะหล่ำบางชนิด เช่น คะน้า ผักกาดหัว ผักกาดขาวปลีชนิดไม่ห่อหัว ผักกาดเขียวปลี และผักกาดเขียวกวางตุ้ง ต้องการอุณหภูมิในช่วง 15-20 องศาเซลเซียส ในการกระตุ้นตาดอก

3. การออกดอกของพืช (दन्य, 2546)

การออกดอก (Flowering) คือการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตทางด้านลำต้น (Vegetative Growth) สู่ออกดอก (Reproductive Growth) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากที่พืชมีการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นจนถึงอายุที่มีความพร้อมที่จะออกดอก (Ripeness to Flower) ก็ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นที่ใบพืช ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการออกดอกได้ การเปลี่ยนแปลงของใบจะได้รับ การกระตุ้นจากสภาพแวดล้อมคือ ความยาวของวันอุณหภูมิ ความชื้น อาหาร และสารควบคุมการ เจริญเติบโต (Growth Regulators) ด้วย

4. ปัจจัยที่มีผลต่อการชักนำการออกดอก (दन्य, 2546)

1) แสง : โดยแสงมีผลต่อการออกดอกในด้านของความยาววัน (Photoperiod) ความยาว คลื่นแสง (Wave length) และความเข้มแสง

2) อุณหภูมิ : ในพืชเขตร้อนมักต้องการอุณหภูมิเย็นในการกระตุ้นการออกดอก ซึ่งในแต่ละ ชนิดพืชมีความต้องการอุณหภูมิที่แตกต่างกัน ความต้องการอุณหภูมิต่ำในการกระตุ้นการออกดอก ของพืช เรียกว่า Vernalization ซึ่งทำให้บริเวณเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของพืช (apical meristem)

เปลี่ยนจากระยะเจริญทางลำต้น (vegetative phase) เป็นระยะเจริญทางด้านสืบพันธุ์ (reproductive phase) นอกจากนี้ Vernalization ยังเป็นปัจจัยหลักที่เปลี่ยนแปลงความยาว

ของช่วง vegetative phase ได้ด้วย (González et al., 2002) (Kenton Porker, et al, 2016) และยังพบว่าการให้ Vernalization กับต้นกล้าสามารถเพิ่ม floral differentiation

และเพิ่มผลผลิตได้ (Roberto P de Oliveira, et al., 2009)

3) สารกระตุ้นการออกดอก (flowering stimulus) เนื่องจากการพบว่าการตอบสนอง ของพืชต่อช่วงแสงเป็นผลมาจากการกระตุ้นของสารที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้พืชมีการ เปลี่ยนแปลงจากการเจริญทางต้นไปสู่การออกดอก และมีการเรียกสารนี้ว่า florigen ซึ่งมีการ เคลื่อนย้ายในส่วน of phloem

5. การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตในการชักนำการออกดอกของพืช

จิบเบอเรลลิน (Gibberellins) GAs เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช โดยทั่วไป GAs ทุกชนิดจะมีโครงสร้างพื้นฐานของโมเลกุลเป็น Gibberellane Carbon Skeleton ซึ่งจะเหมือนกับ กรดจิบเบอเรลลิก จะแตกต่างกันตรงจำนวนและตำแหน่งของกลุ่มที่เข้าแทนที่ในวงแหวนและระดับ ของความอิมตัวของวงแหวน AGA ประกอบด้วยคาร์บอนประมาณ 19-20 อะตอม ซึ่งจะรวมกันเป็น วงแหวน 4 หรือ 5 วงและจะต้องมีกลุ่มคาร์บอกซิลอย่างน้อย 1 กลุ่มโดยใช้ชื่อย่อว่า GAs ซึ่ง GA3 เป็นชนิดที่พบมากและได้รับความสนใจศึกษามากกว่าชนิดอื่นๆ GAs เป็นฮอร์โมนที่พบในพืชชั้นสูงทุก ชนิด นอกจากนั้นยังพบในเฟิร์น สาหร่าย และเชื้อราบางชนิด แต่ไม่พบในแบคทีเรีย

บทบาทของจิบเบอเรลลินที่มีต่อพืช

1) กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น จิบเบอเรลลินมีคุณสมบัติพิเศษ ที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้นได้ โดยทำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ พืชบางชนิดอาจจะไม่ตอบสนองต่อจิบเบอเรลลิน อาจจะเป็นเพราะว่าในพืชชนิดนั้นมีปริมาณจิบเบอเรลลินเพียงพอแล้ว จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการยืดยาวของช่อดอกไม้บางชนิดและทำให้ผลไม่มีรูปร่างยาวออกมา เช่น องุ่น

และแอปเปิล

2) กระตุ้นการงอกของเมล็ดที่พักตัวและตาที่พักตัว

3) การแทงช่อดอก การออกดอกของพืชเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ

และสภาพแวดล้อม จิบเบอเรลลินสามารถแทนความต้องการวันยาวในพืชบางชนิดได้

และยังสามารถทดแทนความต้องการอุณหภูมิต่ำ (Vernalization) ในพืชพวกกะหล่ำปลี

และแครอท

4) จิบเบอเรลลินสามารถกระตุ้นการเคลื่อนที่ของอาหารในเซลล์สะสมอาหาร หลังจาก

ที่เมล็ดงอกแล้ว เพราะรากและยอดที่ยังอ่อนตัวเริ่มใช้อาหาร เช่น ไชมัน แป้ง และโปรตีน

จากเซลล์สะสมอาหาร จิบเบอเรลลินจะกระตุ้นให้มีการย่อยสลายสารโมเลกุลใหญ่ให้เป็นโมเลกุลเล็ก

เช่น ซูโครสและกรดอะมิโน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอนไซม์หลายชนิดดังกล่าวข้างต้น

5) กระตุ้นให้เกิดผลแบบ Parthenocarpic ในพืชบางชนิด เปลี่ยนรูปร่างของใบพืชบางชนิด เช่น English Ivy และทำให้พืชพัฒนาการเพื่อทนความเย็นได้

6) พืชที่มีดอกตัวผู้และตัวเมียแยกกันไม่ว่าจะต้นเดียวกัน หรือแยกต้นก็ตาม จิบเบอเรลลินสามารถเปลี่ยนเพศของดอกได้ จิบเบอเรลลินมักเร่งให้เกิดดอกตัวผู้ (คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2563)

CPPU หรือ Forchlorfenuron หรือ N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea

เป็นสารไซโตไคนินสังเคราะห์ที่มีความคงทนสูง CPPU สามารถดูดซึมเข้าราก ลำต้น ใบ ดอก และผล สามารถเคลื่อนย้ายไปเนื้อเยื่ออื่น ๆ เป็นกลุ่มสารที่มีความสามารถกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์ได้ (cell division) ขยายขนาดของเซลล์ (cell enlargement) และเพิ่มจำนวนเซลล์ (Kim et al., 2006) CPPU เป็นสารในกลุ่มที่ช่วยเคลื่อนย้ายสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน และสาร อนินทรีย์ต่าง ๆ จากบริเวณที่ไม่ได้รับสารมายังบริเวณที่ได้รับสาร นอกจากนี้ยังกระตุ้นการพัฒนาของคลอโรพลาสต์ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืช (Zabadal and Bukovac, 2006)

รวี และคณะ (2558) ศึกษาการชักนำการออกดอกของแก้วมังกรนอกฤดูด้วยสาร CPPU โดยใช้ CPPU ความเข้มข้น 0, 2000, 3000, 4000 ppm พบว่า CPPU ความเข้มข้น 2,000 3,000 และ 4,000 ppm สามารถช่วยพัฒนาตาดอกได้ที่ 50, 62 และ 56 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตาที่ได้รับ

สารตามลำดับ หลังพ่น CPPU 21 วันพบว่าดอกมีการพัฒนาขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งในกรรมวิธีที่พ่น CPPU ความเข้มข้น 3,000 และ 4,000 ppm ให้ขนาดดอกที่ใหญ่ โดยมีขนาด 9.8 และ 8.1 mm. ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า CPPU ความเข้มข้นในช่วง 3,000-4,000 ppm สามารถชักนำตาดอกแก้วมังกรให้พัฒนาในช่วงนอกฤดูได้

Jeffrey et al. (2007) ศึกษาผลของ CPPU ใน Highbush Blueberries พบว่า การทดลอง ในปี 2001 การฉีดพ่น CPPU 5 mg/l หลังดอกบาน 14 วัน ช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลขององุ่น พันธุ์ Reveille 96.1 % และทำให้มีน้ำหนักผลสด 2.01 g ซึ่งถือว่าให้ผลดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ กรรมวิธีอื่น และแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยยะสำคัญ ในขณะที่พันธุ์ Magnolia พบว่าการ พ่น CPPU 10 mg/l หลังดอกบาน 14 วันช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การติดผลและน้ำหนักผลได้ดี มี เปอร์เซ็นต์การติดผล 73.6 % และน้ำหนักต่อผล 2 g. นอกจากนี้ยังพบว่า CPPU 10 mg/l ช่วยเพิ่ม ขนาดผลในขณะที่ ความเข้มข้น 5 mg/l ไม่มีผลในการเพิ่มขนาด

NAA (1-naphthylacetic acid) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซิน ซึ่งเป็น สารสังเคราะห์ โดยมีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการเจริญเติบโต มีผลกระตุ้นการขยายขนาดของเซลล์ การ ยืด ตัวของเซลล์ กระตุ้นการเกิดราก รวมถึงมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตในส่วนต่างๆ ของ พืช (คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2563)

Khatoon et al. (2019) จากศึกษาผลของ GA3 และ NAA ต่อการแสดงออกของเพศดอก และผลผลิตของมะระ ในแต่ละกรรมวิธีประกอบด้วยความเข้มข้น 5 ระดับ คือ GA3 ความเข้มข้น 50 100 150 200 และ 300 ppm NAA ความเข้มข้น 50 100 150 200 และ 300 ppm โดยใช้ น้ำกลั่น เป็นชุดควบคุม วางแผนการทดลองแบบ RCBD ผลการทดลองพบว่า การพ่น NAA ที่ระดับความ เข้มข้น 150 ppm มีจำนวนดอกเพศผู้ต่ำ แต่มีจำนวนดอก เพศเมียสูง ในขณะที่จำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผล และผลผลิต ต่อต้นสูงที่สุด

6. การปรับปรุงพันธุ์ผักอินทรีย์ในพืชตระกูลกะหล่ำ (*Brassica* sp.)

พืชผักในกลุ่ม Brassica เป็นพืชท้องถิ่นของประเทศไทยในเขตหนาว การปรับปรุงพันธุ์ต้องมี อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 10-25 องศาเซลเซียส ซึ่งหาก อุณหภูมิสูงกว่า 27 องศาเซลเซียส จะทำให้การเจริญเติบโตช้าลง สำหรับการปรับปรุงพันธุ์เพื่อการ ผลิตเมล็ดพันธุ์ในพืชกลุ่มนี้จำเป็นต้องใช้อุณหภูมิที่ต่ำเพื่อชักนำการออกดอก โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 0- 15 องศาเซลเซียส (มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืนประเทศไทย, 2561) หรืออยู่ในช่วง 4-10 องศาเซลเซียส แต่ที่เหมาะสม คือ 5 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาระดับเป็นระยะเวลา 4-6 สัปดาห์ และนำไปปลูกใน พื้นที่ที่มีอุณหภูมิเย็นประมาณ 15 องศาเซลเซียส และเนื่องจากพืชในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นพืชผสมข้าม ไม่สามารถผสมตัวเองได้ จึงจำเป็นต้องช่วยผสมเกสรหรืออาศัยผึ้งช่วยในการผสมเกสร โดยเฉพาะผึ้ง พันธุ์ท้องถิ่นที่มีความทนทานต่ออากาศที่หนาวเย็น โดยลักษณะโครงสร้างของดอกประกอบไปด้วย

กลีบดอกสีเหลืองอ่อน จำนวน 4 กลีบ มี stamen 6 อัน ภายหลังการผสมเกสร ดอกพัฒนาไปเป็นฝักที่มีความยาวอยู่ระหว่าง 1-4 นิ้ว (2.5-10 เซนติเมตร) โดยในหนึ่งฝักจะมีเมล็ดประมาณ 12-20 เมล็ด และเมล็ดมีขนาดเล็ก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ $1/16$ นิ้ว (1.6 มิลลิเมตร) และแตกต่างกันไปแต่ละชนิด (McCormack, 2005)

Linwattana et al. (1997) รายงานว่าการชักนำการออกดอกของกะหล่ำปลีโดยนำเมล็ดไปแช่ที่อุณหภูมิเย็น (Vernalization) จะทำให้อายุการออกดอกเร็วขึ้น แต่จะทำให้ความสูงดอก ความกว้างใบ ความยาวใบ และน้ำหนักต้นลดลง ส่วนการชักนำโดยใช้อุณหภูมิ 5 oC เป็นเวลา 8 วัน มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิตเมล็ดพันธุ์กะหล่ำปลีมากที่สุด ซึ่ง Kalisz and Siwek (2006) ได้รายงานว่าการปลูกกะหล่ำปลีในพื้นที่อุณหภูมิเย็นจะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 1.2-5.2

Yang Zheng et al. (2018) ได้ศึกษาผลของการชักนำการออกดอกด้วยอุณหภูมิเย็นในเทอร์นิฟ โดยนำเมล็ดทำการชักนำการออกดอกด้วยอุณหภูมิเย็น 5 oC จำนวน 7 ระยะ คือ 0 10 20 30 40 50 และ 60 วัน ได้กล่าวว่ายิ่งใช้เวลานานยิ่งทำให้การออกดอกเร็วขึ้นเท่านั้น

วันเพ็ญ และคณะ (2562) การศึกษาการชักนำการออกดอกด้วยความเย็น (Vernalization) ในระยะต้นพืชเจริญเติบโตเต็มที่ (พืชอายุ 45 วัน) ดำเนินการทดลอง ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงทุ่งหลวง สรุปผลการทดลองแยกตามชนิดพืช โดยพบว่า กะหล่ำปลีพันธุ์ 101 จากการทดลองการชักนำการออกดอกด้วยความเย็นในระยะต้นพืชเจริญเติบโต กรรมวิธีที่ไม่แช่เมล็ดด้วยความเย็นร่วมกับนำพืชอายุ 45 วัน ภายหลังปลูกและชักนำด้วยความเย็น 5 oC นาน 20 30 และ 40 วัน สามารถช่วยการให้พืชออกดอกได้ หลังย้ายปลูก 92 91 และ 95 วัน แต่พืชไม่ติดเมล็ดและกะหล่ำปลีหัวใจพันธุ์ 201 จากการทดลอง พบว่ากรรมวิธีที่ไม่แช่เมล็ดด้วยความเย็นร่วมกับนำพืชอายุ 45 วัน ปลูกและชักนำด้วยความเย็น 5 oC นาน 20 30 และ 40 วัน สามารถช่วยการให้พืชออกดอกได้ หลังย้ายปลูก 95 94 และ 97 วัน แต่พืชไม่ติดเมล็ด และพบว่าหลังจากพืชออกดอก 2-3 สัปดาห์ พืชจะงักการออกดอก ต้นพืชยืดยาวขึ้น ตั้งฉัตร และตาดอกไม่พัฒนาต่อ

De-Ping Guo et al. (2004) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารควบคุมการเจริญเติบโต ร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของกะหล่ำดอก พบว่าการใช้ Paclobutrazol ฉีดพ่นในระยะต้นมีใบ 8-9 ใบ ทำให้การออกดอกช้าลง และการฉีดพ่น GA3 ส่งผลในระดับของ GA1 ภายในเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการ Vernalization นอกจากนี้การให้ GA3 ส่งผลมีการออกดอกเช่นเดียวกับการ Vernalization โดยมีเปอร์เซ็นต์การออกดอก 95.5 เปอร์เซ็นต์ และการให้ GA3 ร่วมกับการ Vernalization ส่งผลให้ออกดอกเร็วขึ้น

M. Hamana et al. (2002) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนในตายอดของกะหล่ำปลีในช่วงระหว่างการเปลี่ยนแปลงจากการเจริญเติบโตทางลำต้น (Vegetative phase) ไปเป็นการเจริญเติบโตทางด้านสืบพันธุ์ (Reproductive phase) พบการสังเคราะห์ฮอร์โมน Gibberllic acid 9 ชนิด ดังนี้ GA1, GA19, GA20, GA44, GA12, GA4, GA15, GA24 และ GA25 นอกจากนี้เมื่อ

ให้ GA1 และ GA4 ส่งผลให้ก้านดอกยืดยาวขึ้น และส่งเสริมการพัฒนาของตาดอก แต่ในระยะการกระตุ้นยังไม่ส่งผลมากนัก

7. ลักษณะการผสมตัวเองไม่ติด (Self-incompatibility) ของพืชตระกูลกะหล่ำ (*Brassica* sp.)

พืชตระกูลกะหล่ำเป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติ ยกเว้น ผักกาดขาวปลีและผักกาดเขียว กวางตุ้ง มีอัตราการผสมตัวเองสูง 50-80 เปอร์เซ็นต์ (จานุลักษณ์, 2541) ลักษณะการผสมตัวเองไม่ติดของพืชตระกูลกะหล่ำ ถูกควบคุมโดยเกสรเพศเมียและเกสรเพศผู้ เมื่อเกสรเพศเมียและละอองเกสรเพศผู้ที่มี S-allele พืชจะมีกลไกการป้องกันการผสมตัวเองโดย stigma ของเกสรเพศเมียจะยังยั้งการงอกของ pollen (Basset, 1986) เมื่อมีการถ่ายละอองเกสร ถ้า genotype ของ S-gene ในเกสรเพศเมียและเกสรเพศผู้เหมือนกันจะเกิดการยับยั้งการผสม (จานุลักษณ์, 2541) ลักษณะการผสมตัวเองไม่ติดของพืชตระกูลกะหล่ำแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ (มณีฉัตร, 2545 และ Shinahara, 1981)

กลุ่มที่ 1 ในเกสรเพศเมียและเพศผู้มียีนควบคุม ได้แก่ Sb และ Sa โดย Sb มีลักษณะเด่น ปฏิกริยา Sporophytic มีทั้งในเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย การผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นในกรณีที่มียีนต่างกันเท่านั้น กะหล่ำปลีและกะหล่ำดาวหลายสายพันธุ์จัดอยู่ในกลุ่มนี้

กลุ่มที่ 2 เกสรเพศผู้มีการแสดงออกของยีน Sb ช่ม Sa แต่ในเกสรเพศเมียมีการแสดงออกของยีนทั้งสองเท่ากัน ในกรณีนี้หากเกสรเพศเมียมียีน Sa Sb จะไม่สามารถผสมได้เลย ผักในกลุ่มนี้ได้แก่ กะหล่ำปลี ผักกาดขาว ผักกาดหัว บร็อคโคลี่ และเทอร์นิป กลุ่มนี้เป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น

กลุ่มที่ 3 เกสรเพศผู้มีการแสดงออกของยีน Sa และ Sb เท่ากัน ในขณะที่เกสรเพศเมีย Sb ช่ม Sa ดังนั้น ต้นที่มียีน Sa Sa สามารถผสมกับต้นที่มียีน Sb Sb ได้ไม่ว่ากรณีใด และสามารถผสมกับ Sa Sb ได้ในกรณีที่เป็นเกสรเพศเมีย ผักในกลุ่มนี้มีน้อยมาก พบกะหล่ำปลีเพียง 2 พันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้

กลุ่มที่ 4 เกสรเพศผู้และเพศเมียมีการแสดงออกของยีน Sa ละ Sb เท่าๆ กัน ดังนั้นในกลุ่มนี้ จะสามารถผสมได้ในกรณีเดียว คือ Sa Sa ผสมกับ Sb Sb ผักในกลุ่มนี้ได้แก่ ผักกาดขาวปลี เทอร์นิป และผักกาดหัว