บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ความหมายของเกษตรอินทรีย์

เกษตรอินทรีย์ (organic) หมายถึง ระบบการจัดการการผลิตด้านการเกษตรแบบองค์รวมที่เกื้อหนุนต่อระบบนิเวศน์ รวมทั้งความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเน้นการใช้วัสดุธรรมชาติ หลีกเลี่ยงการใช้วัตถุดิบจากการสังเคราะห์และไม่ใช้ พืช สัตว์หรือจุลินทรีย์ที่ได้มาจากเทคนิคการดัดแปรพันธุกรรม Genetic Modification หรือ Genetic Engineering ถ้าเป็นการปลูกพืชจะเน้นการจัดการแบบองค์รวมเพื่อดูแลรักษาดิน รักษาสภาพแวดล้อมในระยะยาว ใช้วิธีผสมผสานในการจัดการดิน ป้องกันกำจัดโรคและแมลง มีการคำนึงถึงการหมุนเวียนธาตุอาหารในฟาร์ม หากมีการเลี้ยงสัตว์และสัตว์น้ำห้ามใช้สารเร่งการเจริญเติบโต สารปฏิชีวนะ ตลอดจนต้องคำนึงถึงสวัสดิภาพสัตว์ ไม่ทารุณสัตว์ และเลี้ยงแบบไม่แออัด เป็นต้น ซึ่งแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ ฉบับที่ 1 พ.ศ.2551-2554 ได้ให้ความสำคัญของเกษตรอินทรีย์ทั้งเกษตรอินทรีย์ตามวิถีพื้นบ้านและเกษตรอินทรีย์เชิงพาณิชย์ โดยเกษตรอินทรีย์ตามวิถีพื้นบ้าน สามารถต่อยอดการผลิตเข้าสู่มาตรฐานเป็นเกษตรอินทรีย์เชิงพาณิชย์ได้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2561)

2.2 สถานการณ์การผลิตสินค้าอินทรีย์

ปัจจุบันทั่วโลกมีประเทศผู้ผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ มากกว่า 130 ประเทศ พื้นที่รวม 143.75 ล้านไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในออสเตรเลีย สหภาพยุโรปและลาตินอเมริกา ศูนย์การค้าระหว่างประเทศ (International Trade Center : ITC /UBCTAD / WTO) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2546 สินค้าเกษตรอินทรีย์ในตลาดโลกมีมูลค่าประมาณ 23,000 - 25,000 ล้านเหรียญสหรัฐ มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 10 - 20 ต่อปี โดยตลาดผู้บริโภคที่สำคัญ คือ สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น (กรมวิชาการเกษตร, 2561)

สำหรับประเทศไทยพื้นที่ผลิตพืชอินทรีย์ที่ได้รับรองโดยกรมวิชาการเกษตรมีประมาณ 53,810 ไร่ ส่วนใหญ่เป็นพืชที่ผลิตสำหรับส่งออก ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดหวาน หน่อไม้ฝรั่ง ชา ผลไม้ และสมุนไพร โดยในปี พ.ศ. 2548 กระทรวงพาณิชย์ ได้รายงานการส่งออกสินค้าเกษตรอินทรีย์ของไทยมีมูลค่าประมาณ 426 ล้านบาท ซึ่งยังนับว่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่ารวมของตลาดโลก ทั้งนี้ประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์เพื่อส่งออก เนื่องจากมีความได้เปรียบในด้านความหลากหลายของชนิดพืช และสภาพแวดล้อม (กรมวิชาการเกษตร, 2548)

มูลนิธิโครงการหลวงส่งเสริมเกษตรกรบนพื้นที่สูงปลูกผักอินทรีย์มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 กลุ่มพืชผักที่ส่งเสริมส่วนใหญ่เป็นผักเมืองหนาว เช่น พืชตระกูลสลัด ตระกูลกะหล่ำ และตระกูลถั่ว โดยในปี2560 มีจำนวนเกษตรกรที่ปลูกผักอินทรีย์รวม 861 คน พื้นที่ปลูก 1,933.77 ไร่ มูลค่าผักอินทรีย์ที่ส่งจำหน่ายให้แก่มูลนิธิฯ รวม 56,009,864.06 บาท อัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 14.62 ต่อปี (รายงานฝ่ายพัฒนามูลนิธิโครงการหลวง, 2560) โดยมูลนิธิฯ ทำหน้าที่ควบคุมระบบการเพาะปลูกผักอินทรีย์ของเกษตรกร ตั้งแต่การเตรียมปัจจัยการผลิต เช่น เมล็ดพันธุ์ ปุ๋ยอินทรีย์ และสารชีวภัณฑ์ควบคุมโรค-แมลง รวมถึงการควบคุมในแปลงปลูก ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ต่าง ๆ

2.3 ข้อกำหนดด้านเมล็ดพันธุ์ของมาตรฐานเกษตรอินทรีย์

ข้อกำหนดการผลิตผักอินทรีย์ ทั้งในมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ของไทยและของหน่วยงานต่าง ๆ ทั่วโลก และมาตรฐานสากลกำหนดว่าในปี ค.ศ. 2005 ให้ใช้เมล็ดพันธุ์ที่ผลิตภายใต้ในระบบเกษตรอินทรีย์ (ทิพวรรณ, 2541) ดังนั้นผู้ผลิตผักอินทรีย์หรือเกษตรกรจำเป็นต้องจัดหาหรือพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์อินทรีย์อย่างเร่งด่วน เพื่อให้ทันกับการประกาศใช้ข้อกำหนดดังกล่าวอย่างเต็มรูปแบบ ปัจจุบันการปลูกผักอินทรีย์ในกลุ่มผักบางชนิด มูลนิธิฯ ยังไม่สามารถจัดซื้อเมล็ดพันธุ์อินทรีย์ในประเทศได้ ประกอบกับเมล็ดพันธุ์ที่จำหน่ายทั่วไปส่วนใหญ่คลุกด้วยสารเคมี ดังนั้นจึงเป็นอุปสรรคที่สำคัญของการส่งเสริมการปลูกผักในระบบเกษตรอินทรีย์ในอนาคต การวิจัยและพัฒนาการผลิตเมล็ดพันธุ์ผักอินทรีย์จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน (มาตรฐานเกษตรอินทรีย์, 2560)

2.4 การปรับปรุงพันธุ์ผักในระบบเกษตรอินทรีย์

2.4.1 การปรับปรุงพันธุ์พืชอินทรีย์ (Breeding of organic varieties)

1) ผู้ปรับปรุงพันธุ์ต้องเลือกใช้พันธุ์ที่เพาะปลูกตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มกท. หรือเทียบเท่า และวิธีการขยายพันธุ์ต้องได้รับการตรวจรับรองจาก มกท. ยกเว้นการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ไม่ต้องทำในระบบเกษตรอินทรีย์

2) ผู้ปรับปรุงพันธุ์ต้องใช้พันธุ์พืชที่พันธุกรรมไม่ปนเปื้อนจากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุ์

3) ผู้ปรับปรุงพันธุ์ต้องสามารถเปิดเผยวิธีการที่ตนใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ให้สาธารณะได้รับทราบโดยจะต้องเริ่มเปิดเผยข้อมูดังกล่าวอย่างช้าสุดเมื่อเริ่มทำการขายเมล็ดพันธุ์

4) ไม่อนุญาตให้ใช้เทคนิคการแทรกแซงจีโนมของพืช (เช่น การฉายรังสีเพื่อให้อิออนแตกตัว หรือ การย้ายฝาก DNA, RNA, โปรตีน เป็นต้น)

5) ไม่อนุญาตให้ใช้เทคนิคในการแทรกแซงเซลล์ที่คัดแยกมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อสังเคราะห์ (เช่น เทคนิคการดัดแปรพันธุ์ทำลายผนังเซลล์เพื่อแยกนิวเคลียสของเซลล์ด้วยวิธี cytoplast fusion)

6) ผู้ประกอบการต้องใช้วิธีการผสมพันธุ์พืชแบบที่เป็นธรรมชาติ ทั้งนี้ มกท. อนุโลมให้ใช้เทคนิคในการลดหรือการห้ามการงอกได้เช่น ทำให้เมล็ดเป็นหมัน เป็นต้น (มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ มกท, 2560)

2.4.2 หลักการปรับปรุงพันธุ์ผักอินทรีย์

ปัจจุบันการพัฒนาพันธุ์พืชในระบบเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทยยังมีน้อยมาก เกษตรกรผู้ปลูกผักอินทรีย์ส่วนใหญ่ยังต้องใช้พันธุ์พืชที่พัฒนาในระบบเกษตรเคมี พื้นฐานความสำเร็จของระบบการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ ต้องใช้พันธุ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์เพื่อระบบเกษตรอินทรีย์ คือมีความทนทานต่อโรค แมลง และวัชพืชต่าง ๆ ปรับตัวให้เข้ากับสภาพการปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์ ให้ผลผลิตสูงและมีคุณค่าทางอาหารเพิ่มมากขึ้น (มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืนประเทศไทย, 2561)

พันธุ์พืชที่ใช้เพาะปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์มีลักษณะไม่แตกต่างจากการปลูกแบบทั่วไปมากนัก แต่คุณสมบัติเด่นที่ควรมี คือ ต้องเป็นพันธุ์พืชที่หาอาหารเก่ง ปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ต้านทานโรค/แมลง มากกว่าพันธุ์พืชปกติทั่วไป การได้มาซึ่งพันธุ์พืชที่มีลักษณะดังกล่าวจะมีขั้นตอนของการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานใช้งบประมาณสูง อีกทั้งต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้หลายด้านมาประกอบกัน อย่างไรก็ตามวิธีการที่สามารถดำเนินการได้ในทันทีเพื่อให้ทันกับความต้องการ คือ การนำสิ่งที่มีอยู่ ได้แก่ พันธุ์พืชพื้นถิ่นที่เกษตรกรใช้อยู่เดิม ซึ่งธรรมชาติและบรรพบุรุษได้ทำการคัดเลือกไว้ในระดับหนึ่งแล้วมาพัฒนาต่อยอดให้มีความคงที่ทางพันธุกรรม รวมถึงการผลิตเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสำหรับระบบเกษตรอินทรีย์ในปัจจุบัน (ฉันทนา, 2558)

การปรับปรุงพันธุ์ผักในระบบเกษตรอินทรีย์ จำเป็นต้องดำเนินการภายใต้ระบบเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากการแสดงออกของพืชนอกจากถูกควบคุมด้วยพันธุกรรม (genetic) แล้ว

สภาพแวดล้อม และผลร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมยังมีผลต่อการแสดงออกของพืชด้วย ซึ่งสภาพแวดล้อมของการปลูกผักอินทรีย์และผักทั่วไปมีความแตกต่างกันมาก โดยเฉพาะที่มาของแหล่งธาตุอาหารและปริมาณธาตุอาหารพืช ซึ่งมีน้อยกว่าการปลูกแบบใส่ปุ๋ยเคมี (สมาคมปรับปรุงพันธุ์และขยายพันธุ์พืชแห่งประเทศไทย, 2556)

มูลนิธิเกษตรกรรมยั่งยืนประเทศไทย (2561) เมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตพืชอินทรีย์ ซึ่งหากจะให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพจำเป็นต้องมีพันธุ์ที่ดีก่อน ซึ่งมีลักษณะสำคัญ คือ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพแวดล้อม ให้ผลผลิตสูง(ดก) ต้านทานโรคและแมลง รสชาติดี อร่อย ทนทานต่อการขนส่ง รูปลักษณ์สวยงาม ทนทานต่อสภาพแวดล้อม เก็บรักษาได้นาน มีคุณค่า(ทางอาหารสูง) มีความสามารถในการหาอาหารเก่ง เป็นต้นโดยผลผลิตที่ดีมาจาก

พันธุกรรมที่ดี + สภาพแวดล้อมที่ดี = พันธุ์ดีมีคุณภาพ

ฉันทนา และคณะ (2557) ได้ปรับปรุงพันธุ์ผักเพื่อระบบเกษตรอินทรีย์โดยศึกษาในพืชผัก 3 ชนิด ได้แก่ คอส ถั่วแขก และมะเขือเทศ โดยการปรับปรุงพันธุ์ถั่วแขกเน้นได้ลักษณะที่ต้องการ คือ ฝักมีสีเขียวอ่อน และไม่เกิดฝักสีม่วงในฤดูฝน สำหรับผักกาดหวานมีลักษณะที่ต้องการ คือ ใบไม่บิด ทนทานต่อโรคและแมลง เจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดีในฤดูร้อนและฝน และมะเขือเทศมุ่งสร้างพันธุ์ใหม่ที่เหมาะสมกับการปลูกในระบบเกษตรอินทรีย์

2.5 ผักตระกูลกะหล่ำ (Family Cruciferae)

พืชตระกูลนี้เป็นพืชตระกูลใหญ่มีประมาณ 300 สกุล (Genera) แบ่งย่อยได้ประมาณ 3,000 ชนิด (Species) เป็นพืชฤดูเดียว สองฤดู และมากกว่าสองฤดู มีถิ่นกำเนิดในประเทศอบอุ่น เช่น แถบเมดิเตอร์- เรเนียน มีประมาณ 40 ชนิด และบางชนิดมีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน เช่น ผักกาดขาวปลี ผักกาดกวางตุ้ง ผักฮ่องเต้ และผักกาดหางหงส์ ส่วนผักที่มีถิ่นกำเนิดในยุโรปและสามารถปลูกได้ดีในเขตร้อน และเป็นที่นิยมบริโภค ได้แก่ ผักกาดหัว ผักกาดเขียวปลี กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก และบร็อคโคลี่ เป็นต้น (มณีฉัตร, 2557)

2.5.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชตระกูลกะหล่ำ

ใบ เป็นแบบไม่มีหูใบ (exstipulate) เป็นใบเดี่ยวเรียงตัวแบบสลับ (alternate) ดอกมีทั้งสองเพศในดอกเดียวกัน และมีความสมดุลของส่วนประกอบของดอก กลีบเลี้ยงมี 4 กลีบ กลีบดอกมี 4 กลีบ

เกสรตัวผู้มี 6 อัน เรียงตัวรวมกัน 4 อัน (tetradynamous) อยู่วงในมีก้านเกสรตัวผู้ยาวกว่าอีก 2 ก้านที่อยู่วงนอก เกสรตัวผู้มี 2 ช่อง และแตกตามยาวซึ่งอยู่ด้านใน (Introrse longitudinal dehiscence) รังไข่อยู่สูงกว่าฐานรองดอก (Superior) มีรังไข่ 2 อัน ประกบกันและแยกแต่ละช่องออกจากกันโดยมีเยื่อบาง ๆ กั้นก้านเกสรตัวเมียสั้นที่ปลายมีลักษณะเป็น 2 หยัก ผลเป็นฝัก ถ้ามีความยาวมากกว่าความกว้างเป็นผลชนิด siliqua หรือ silique เช่น ผลของผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดหัว และผักกาดขาวปลี แต่ถ้าผลมีความยาวพอ ๆ กับความกว้าง เรียกว่า silicula ผลส่วนใหญ่แตกเมื่อแก่ โดยแตกจากส่วนล่างของฝักไปยังส่วนบน มีผลของผักตระกูลนี้ที่ผลไม่แตกเมื่อฝักแก่ เช่น ผักกาดหัว โดยเมล็ดผักตระกูลนี้ไม่มีอาหารสำรอง (endosperm) (Purseglove, 1968)

พืชในตระกูล Brassica นี้มีหลากหลายพันธุ์มีรูปร่างและการใช้งานที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างพืชในตระกูลกะหล่ำ 3 ชนิด ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่

1) กะหล่ำปลี (*Brassica oleracea*var. *capitate*L.) (Basett, 1986)

เป็นผักที่ใช้บริโภคมาตั้งแต่โบราณอย่างน้อย 2,500 ปี ก่อนคริสตวรรษ (Purseglove, 1968) ชาวโรมันเป็นผู้นำไปยังประเทศอังกฤษ เป็นพืชสองฤดู และปัจจุบันเป็นที่รู้จักทั่วโลกและนิยมบริโภค ใช้ส่วนของหัวซึ่งประกอบด้วยใบห่อหุ้มกันแน่นมีทั้งหัวรูปกลม และแหลม มีใบเรียบ (Smooth) และใบเป็นหยัก (savoy) สีของใบมีทั้งสีเขียวและสีม่วง การบริโภคทั้งในรูปผักสด ผักดอง (Sauerkraut) สำหรับประเทศไทยนิยมบริโภคสด พันธุ์ที่ใช้ในประเทศไทยและประเทศในเขตร้อนต้องเป็นพันธุ์ที่มีคุณสมบัติทนร้อน ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ลูกผสมจากประเทศญี่ปุ่น ส่วนพันธุ์จากประเทศยุโรปได้รับความนิยมน้อยกว่ามาก เพราะมักพบปัญหาเกี่ยวกับการไม่ห่อหัวในสภาพอากาศร้อน

กะหล่ำปลี มีความสัมพันธ์กับผักในกลุ่ม Brassica ด้วยกัน เช่น ผักกาดหัว ผักกาดเขียวปลี มัสตาร์ด ผักกาดขาวปลี รูทาบาก้า และเรป **ลักษณะดอก** เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยง 4 กลีบดอก 4 กลีบเกสรตัวผู้ 6 อัน (2 อันสั้น และ 4 อันยาว) รังไข่มี 2 ช่อง (carpel) และไข่อยู่เหนือกลีบดอก (superior ovary) ดอกบานในตอนบ่าย และบานเต็มที่ตอนเช้าอีกวันหนึ่ง กลีบดอกมีสีเหลืองสด มีความกว้างยาวประมาณ 10x15-25 มม. กลีบเลี้ยงตั้งตรง เกสรตัวผู้เปิดหลังดอกบานไม่กี่ชั่วโมง การผสมพันธุ์อาศัยแมลง มีต่อมน้ำหวาน (nectar) 2 ต่อมอยู่ระหว่างเกสรตัวผู้กั้นกับรังไข่ และอีก 2 ต่อมอยู่ที่ฐานของเกสรผู้ที่ยาว แต่ 2 ต่อมนี้ไม่มีน้ำหวาน ช่อดอกออกแบบเป็นช่อ (raceme) **ลักษณะผล** เรียกว่าฝัก (silique) ขนาด (กว้างยาว) 4.5x10 ซม. มีเมล็ดเรียงกัน 2 แถว มีเมล็ดประมาณ 10-30 เมล็ด เริ่มแรกเมล็ดติดอยู่กับผนังที่กั้น (false septum) แต่เมื่อเมล็ดแก่ เมล็ดติดอยู่กับรก (placenta)

2) ผักกาดขาวปลี (*Brassica campestris* subsp. *Pekinensis*)

เป็นผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย และนิยมปลูกกันมากในประเทศจีนตอนใต้ (Li, 1981) ไต้หวันและไทย ส่วนที่ใช้บริโภค ได้แก่ ใบ รับประทานเป็นผักสด หรือใช้ประกอบอาหารอื่น ๆ ผักกาดขาวปลีเป็นผักที่ได้รับความนิยมภายในประเทศแล้วยังเป็นผักที่สามารถส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ โดยเฉพาะมาเลเซีย

ผักกาดขาวปลีพันธุ์ดั้งเดิมนั้นไม่ห่อหัว พันธุ์ Var. *dissolute* ถูกบันทึกไว้ในศตวรรษที่ 5 พันธุ์นี้อาจมาจากการผสมข้ามระหว่าง ผักกาดกวางตุ้ง (subsp. *chinensis*) และเทอร์นิพ (Sub sp. *rapifera*) จากนั้นได้พัฒนามีการห่อหัวบ้างไปเป็น Var. *infarcta* จากการปรับตัวและพัฒนาตามภูมิอากาศจึงได้พันธุ์ซึ่งมีหัวรูปร่างต่าง ๆ กัน ได้แก่ หัวรูปไข่ (f. *ovata*) และพันธุ์หัวป้าน (f. *depressa*) คล้ายพันธุ์ผักกาดขาวปลีที่ใช้ในปัจจุบัน และหัวทรงยาว (f. *cylindrica*) คล้ายผักกาดหางหงส์ จากการผสมพันธุ์ระหว่างสายพันธุ์เหล่านี้ทำให้ได้ลูกผสม 5 แบบด้วยกันที่ใช้ในปัจจุบัน

แหล่งปลูกผักกาดขาวปลีที่สำคัญอยู่ในพื้นที่ราบ และพื้นที่ภูเขาแถบภาคเหนือของประเทศ โดยเกษตรกรนิยมใช้พันธุ์ผักกาดขาวปลีที่เป็นพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสมซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น ไต้หวันและเกาหลี (ตระกูลและคณะ, 2540)

3) ผักกาดหัว (*Raphanus sativus*)

มีแหล่งกำเนิดในแถบเมดิเตอร์เรเนียน แต่นิยมปลูกทั่วไปในทวีปเอเชียมากกว่าในยุโรป จนได้ชื่อว่าเป็นผักคนจน (poor man's vegetable) ปัจจุบันมีแหล่งพันธุกรรมในทวีปเอเชีย ซึ่งมีมากกว่าในยุโรป (IBPGR, 1981) มีหลากหลายพันธุ์ และใช้บริโภคในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น บริโภคหัว ใบ ฝักอ่อน และสกัดน้ำมัน บางพันธุ์ใช้เป็นอาหารสัตว์ ในประเทศไทยมีปลูก 2 พันธุ์ ได้แก่ Ver.*Longipinnatus* เรียกชื่อภาษาไทยว่า ผักกาดหัว ชื่อภาษาอังกฤษ Chinese radish และพันธุ์ var. *Caudatus* เรียกชื่อว่า ผักขี้หูด หรือ rat tail radish นิยมบริโภคในภาคเหนือของประเทศ (มณีฉัตร, 2545)

2.5.2 การปรับปรุงพันธุ์ผักตระกูลกะหล่ำ

พืชตระกูลกะหล่ำ ส่วนใหญ่เป็นพืชผสมข้าม (Cross. Pollinated crop) มีบางชนิดที่สามารถผสมตัวเองได้ (Self pollinated crop) เช่น ผักกาดเขียวปลี และผักขี้หูด เป็นต้น ผักที่ผสมข้ามในตระกูลนี้มีคุณสมบัติพิเศษบางอย่างที่ช่วยให้การผสมข้ามเกิดได้มากขึ้น จึงมีการนำเอาคุณสมบัติพิเศษอัน

เนื่องจากพันธุกรรมนี้มาใช้ประโยชน์ในการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลาย และได้รับความนิยมมาก เนื่องจากลูกผสมมีคุณภาพดีกว่าพันธุ์แท้มาก

การผสมตัวเองไม่ติดของผักตระกูลกะหล่ำ เนื่องจากเกสรตัวผู้ไม่สามารถงอกบนเกสรตัวเมียได้ มีรายงานจาก Hadj-Arab (1988) และ Nasrallah *et al.*(1993) ได้พบว่าเกสรตัวผู้ไม่สามารถงอกบนเกสรตัวเมียของต้นเดียวกันหรือเรียกว่าผสมตัวเองไม่ติดเนื่องจากจุดที่เกสรตัวผู้ติดกับเซลล์ผิว (papilla) ของเกสรตัวเมียมีสารแคลโรส (Callose) เกิดที่จุดสัมผัสนั้นทำให้ท่อเกสรตัวผู้ไม่สามารถงอกได้ และเกิดจากการควบคุมของยีน เช่น กรณีการผสมตัวเองไม่ติดของผักกาดหัวชนิด sporophytic system ซึ่งมี S-gene ควบคุมอยู่ 1 ตำแหน่งและหลายอัลลีล (Haruta,1962)

การผสมตัวเองไม่ติดไม่ใช่ปัญหาเดียวของกะหล่ำปลีในประเทศไทย แต่การที่อุณหภูมิต่ำไม่พอทำให้การออกดอกมีปัญหา ซึ่งกะหล่ำปลีต้องการอากาศเย็น (vernalization) และวันยาว เพื่อกระตุ้นตาดอก โดยอุณหภูมิประมาณ 10-15 °C ในระยะต้นกล้าที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร เป็นเวลา 1 เดือน และหลังการย้ายปลูกแล้วควรมีอุณหภูมิต่ำประมาณ 20 -25 °C ต่อเนื่องเพื่อพัฒนาตาดอกและออกดอก ซึ่งสภาพดังกล่าวนี้ไม่สามารถหาได้ในประเทศไทย สอดคล้องกับการทดลองการปลูกกะหล่ำปลีบนดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ระดับความสูง 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล โดยไม่ได้กระตุ้นด้วยอุณหภูมิต่ำ พบว่ากะหล่ำปลีสามารถแทงช่อดอกได้บ้าง แต่ไม่มากนัก ดอกดังกล่าวเจริญเป็นปกติ แต่มีจำนวนน้อยและไม่พัฒนาจนเป็นเมล็ด (มณีฉัตร, 2545)

กะหล่ำปลีเป็นพืชล้มลุก (Pelofske& Baggett, 1978) ในช่วงต้นการพัฒนา ต้นกะหล่ำปลีจะค่อย ๆ เจริญเติบโต และเร็วมากขึ้นในช่วงกลางของการเจริญเติบโตจนถึงระยะเข้าหัวในช่วงปลาย (Pierce, 1987)ระยะเวลาการห่อหัวของกะหล่ำปลีจะสิ้นสุดลงเมื่อหัวเข้าปลีแน่นในระยะเก็บเกี่ยว แต่ถ้ายังไม่เก็บเกี่ยวตามเวลาที่กำหนด ต้นพืชจะเริ่มยืดลำต้นขึ้นส่งผลให้เกิดการแยกของหัว โดย Daly&Tomkins (1995) รายงานว่า การห่อหัวของกะหล่ำปลีเป็นการเริ่มต้นการพัฒนาของดอก ก้านดอกอาจเกิดการขยายขนาดขึ้น แม้ว่าจะไม่ได้รับอุณหภูมิต่ำที่เพียงพอ แต่หากกะหล่ำปลีเจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่ไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยความเย็นการออกดอกจะแสดงออกเพียงแค่การขยายลำต้นและตามด้วยระยะการก่อหัว (ภาพที่ 1)

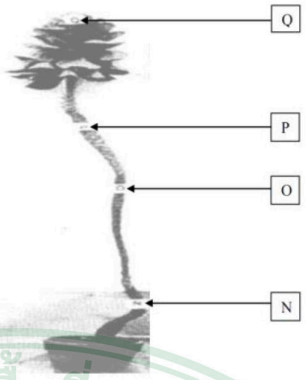


FIG 1.1 'Danish Ballhead' cabbage after two years' growth in a greenhouse at 19°C. During this time, the plant produced four heads at growing points N, O, P and Q (Wien, 1997)

ภาพที่ 1 การยืดขยายของต้นกะหล่ำปลี อ้างอิงจาก S.M. NGWENYA (2013)

ประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีการศึกษาเกี่ยวกับพันธุกรรมการผสมตัวเองไม่ได้ (self incompatibility) ในกะหล่ำปลีตั้งแต่ พ.ศ. 2473 (Kakizaki, 1930) ต่อมาใน พ.ศ.2477 Dr. S. Shinohara ได้เริ่มผลิตลูกผสมกะหล่ำปลีเป็นการค้า โดยเริ่มต้นที่บริษัทซากาต้า (Shinohara, 1942; 1953 และ 1981) การทำครั้งแรกทำแบบง่าย ๆ โดยหาต้นกะหล่ำปลีที่ผสมตัวเองไม่ได้จำนวนสองสายพันธุ์มาปลูกสลับกันโดยอาศัยการผสมข้ามตามธรรมชาติจนได้เมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่หนึ่ง ครั้งแรกของโลกได้ชื่อว่า Suteki cabbage ต่อมา Dr. N.U. ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับพันธุกรรมการผสมตัวเองไม่ได้และขยายพันธุ์ของพ่อและแม่โดยใช้เมล็ด และได้ลูกผสมกะหล่ำปลีพันธุ์ O-S Cross ซึ่งเป็นลูกผสมที่เกิดจากสายพันธุ์แท้ 2 สายพันธุ์ซึ่งทั้ง 2 สายพันธุ์นี้มาจากพันธุ์เดียวกัน ชื่อ Succession

ต่อมา Ito (1954) และ Haruta (1962) จากบริษัทตากิอิ ประเทศญี่ปุ่นได้ศึกษาการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่หนึ่งของกะหล่ำปลีโดยใช้สายพันธุ์ที่ต่างกัน และได้พันธุ์ลูกผสมกะหล่ำปลีที่ชื่อ Nagaoka hybrid Shikidori Cabbage ซึ่งพันธุ์นี้มีความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ และดิน จึงปลูกทั่วไปในประเทศญี่ปุ่น เมื่อได้รับความสำเร็จในการผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 นี้ จึงได้ศึกษาและวิธีการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ในผักตระกูลกะหล่ำชนิดอื่นต่อไป ได้แก่ ผักกาดขาวปลี กะหล่ำดาว บล็อกโคลี่ เทอร์นิพ และผักกาดหัวเช่นเดียวกันกับประเทศไทยมณีฉัตร (2537) ได้ศึกษาการปรับปรุงพันธุ์และผลิตเมล็ดพันธุ์ผักกาดขาวปลี ผักกาดเขียวปลี และผักกาดหัว บนพื้นที่สูงในภาคเหนือ โดยเมล็ดพันธุ์ผักเหล่านี้สามารถติดเมล็ดคุณภาพดีเท่าเทียมกับเมล็ดพันธุ์จำหน่าย (Wivutvongvana et *al.*, 1987; Nikornpun*et al.*, 1985-1988 และ Nikornpun, 1988-1992)

ผักกาดขาวปลี กรมวิชาการเกษตร (2559)ได้ดำเนินโครงการปรับปรุงพันธุ์ผักกาดขาวปลีตั้งแต่ปี 2554-2556 โดยผลจากการศึกษาการรักษาสายพันธุ์พ่อและแม่ผักกาดขาวปลีลูกผสมที่ได้จาก AVRDC- The world Vegetable Center ด้วยการผสมดอกอ่อนหลังจากการ Vernalization เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกในภาชนะ พบว่ามีการพัฒนาของฝักและติดเมล็ด 70-80 % และการศึกษาการผลิตลูกผสมสลับพ่อแม่พบว่ามีการพัฒนาของฝักและติดเมล็ดสูง ลักษณะผลผลิตสูงเข้าปลีแน่น มีลักษณะปลีกลมรี

ผักกาดหัว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ร่วมกับ International Development Research Centre (IDRC) (2545) ได้มีการปรับปรุงพันธุ์ผักกาดหัวโดยนำพันธุ์ลูกผสมที่นำเข้าจากประเทศญี่ปุ่น ไต้หวัน เกาหลี และพันธุ์ผสมเปิดของไทย โดยนำพันธุ์ที่ดีเหล่านี้มาผสมตัวเองเพื่อให้ได้พันธุ์แท้ (Wivutvongwana, 1987) และในปี พ.ศ. 2533 มีการทดสอบระดับการผสมตัวเองไม่ติดของพันธุ์แท้โดยวิธีตรวจสอบหลอดเกสรตัวผู้ในก้านชูเกสรตัวเมีย เนื่องจากพันธุ์เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการผลิตพันธุ์ผักกาดหัวลูกผสม จึงต้องคัดเลือกเฉพาะสายพันธุ์ที่มีการผสมตัวเองไม่ติดเพื่อป้องกันการผสมตัวเองติดที่จะทำให้ได้เมล็ดพันธุ์แท้ปนกับเมล็ดพันธุ์ลูกผสมในขบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม เช่นเดียวกับ มณฑิรา และคณะ (2535) ได้ศึกษาการตรวจระดับการผสมตัวเองไม่ติดของพ่อแม่พันธุ์ผักกาดหัวเพื่อผลิตลูกผสมชั่วที่ 1 (*Raphanus sativus var*. longipinnatus Linn.) จำนวน 11 พันธุ์ ด้วยวิธีผสมดอกตูมและดอกบานในช่อเดียวกัน (seed set analysis) และวิธีตรวจสอบหลอดเกสรตัวผู้ในก้านชูเกสรตัวเมีย (fluorescent microscope technique) พบว่าทุกพันธุ์มีลักษณะการผสมตัวเองไม่ติดในระดับต่างกัน และเมื่อนำพ่อแม่พันธุ์ทำการผสมข้ามระหว่างพ่อแม่พันธุ์ เพื่อคัดเลือกคู่ผสมที่ดี โดยดูจากจำนวนเมล็ดที่ผลิตได้และลักษณะดีทางพืชสวน พบว่า ผักกาดหัวลูกผสมชั่วที่ 1 จากงานวิจัยเป็นพันธุ์ที่ยอมรับของตลาด

2.6 ปัจจัยที่สำคัญในการกระตุ้นการออกดอกของพืช

การออกดอกของพืชคือการเปลี่ยนแปลงของการเจริญเติบโตทางด้านกิ่งก้านสาขา (Vegetative Growth) สู่การเจริญทางด้านการสืบพันธุ์ (Reproductive Growth) ซึ่งปัจจัยที่ทำให้พืชออกดอก มีอยู่ 4 ปัจจัย ได้แก่ 1. แสง 2. การชักนำด้วยอุณหภูมิต่ำ (Vernalization) และ 3. ฮอร์โมนพืช

2.6.1 แสง มีผลต่อการออกดอกทั้งในแง่ของช่วงเวลาที่ได้รับแสง (Photoperiod) คุณภาพของแสง (Wave length) และ Irradiance หรือ Radiant energy ทั้ง 3 ส่วนของแสงมักจะมีผลกระทบต่อการออกดอกอย่างมีปฏิสัมพันธ์กัน (Interaction)

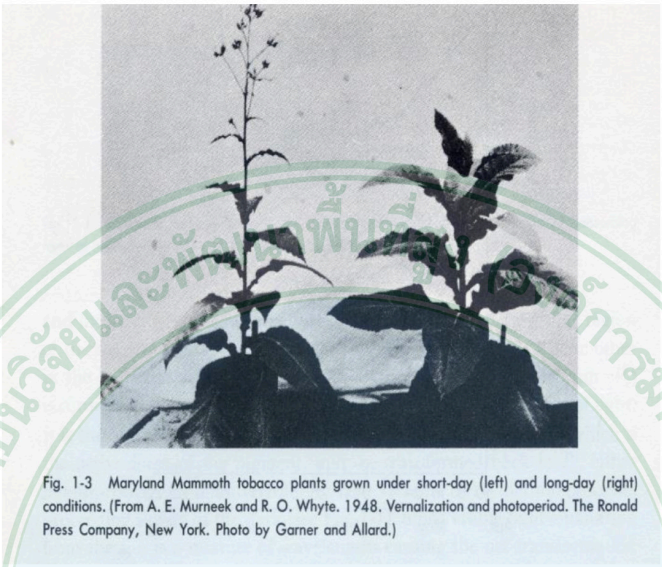
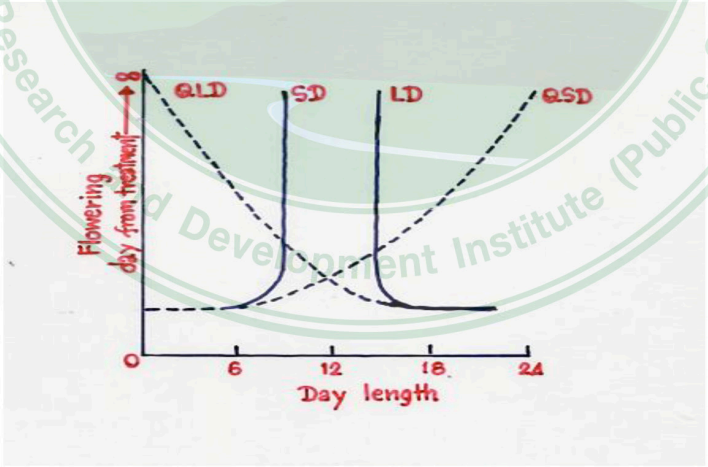


Fig. 1-3 Maryland Mammoth tobacco plants grown under short-day (left) and long-day (right) conditions. (From A. E. Murneek and R. O. Whyte. 1948. Vernalization and photoperiod. The Ronald Press Company, New York. Photo by Garner and Allard.)

ภาพที่ 2 ลักษณะของการออกดอกของพืชเมื่อได้รับแสง

อ้างอิงภาพจากดนัย (2561)



ภาพที่ 3 การออกดอกของพืชวันสั้นตามด้วยวันยาว (Short-Long Day Plant)

อ้างอิงภาพจากดนัย (2561)

พืชที่ต้องการอุณหภูมิต่ำแล้วตามด้วยวันยาว คือ พืชในกลุ่ม Biennial เช่น ส่วนพืชตระกูลกะหล่ำ หัวบีท จะเกิดขึ้นภายใต้สภาพวันยาว โดยเป็นช่วงที่เหมาะสมทางด้านอุณหภูมิต่ำในการทดลองที่หาวิธีการออกดอกของพืชตระกูลกะหล่ำในการชักนำให้เกิดการออกดอก แต่เนื่องจากในฤดูหนาวแสงน้อย พืชจำเป็นต้องตามด้วยแสงวันยาวจึงจะสามารถทำให้พืชออกดอกได้ (W.W.Garner และ H.A.Allard, 1923)

2.6.2 การตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำ (Vernalization)

Vernalization คือ การกระตุ้นให้พืชออกดอกโดยการใช้อุณหภูมิต่ำประมาณ 1-7 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะกับพืช Bienial และ Perennial พืชพวกนี้ เช่น กะหล่ำปลี เซเลอรี่ หัวบีท และหอมหัวใหญ่ เป็นการกระตุ้นให้ออกดอกเร็วขึ้น โดยได้รับอุณหภูมิต่ำ เช่น ธัญพืชฤดูหนาว (Winter Grain) ผักสลัด และแรดิช เป็นต้น การตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำได้ในทุกระยะของการเจริญเติบโต โดยอายุในระยะที่ตอบสนองดีที่สุดอยู่ระยะหนึ่ง (ดนัย, 2561) พืชที่ได้รับอุณหภูมิต่ำแล้วสามารถออกดอกได้นั้นยังแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ต้องการอุณหภูมิต่ำเพื่อการออกดอก โดยถ้าเมล็ดพืชไม่ได้รับอุณหภูมิต่ำจะไม่สามารถออกดอกได้ จัดเป็น Obligate requirement for vernalization เช่น กะหล่ำปลี เซเลอรี่ และ Foxglove เป็นต้น กลุ่มที่ไม่ได้รับอุณหภูมิต่ำก็ออกดอกได้ โดยใช้เวลานานออกไป แต่พืชบางชนิดหากได้รับอุณหภูมิต่ำจะออกดอกเร็ว จัดเป็นกลุ่ม Facultative cold requirement เช่น ผักสลัด และ *Pisum sativum* บางสายพันธุ์ (Linwattana, G., C.M. Protacio and R.C. Mabesa, 1997.)

2.6.3 ฮอร์โมนในพืช

ฮอร์โมนพืช คือ สารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสามารถมีผลต่อพืช แม้พืชได้รับในปริมาณที่น้อยมาก โดยพืชจะสังเคราะห์ฮอร์โมนที่ส่วนหนึ่ง แล้วเคลื่อนย้ายไปยังอีกส่วนหนึ่ง และมีผลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง

สารควบคุมการเจริญเติบโต (Plant Growth Regulator) เป็นสารเคมีที่สำคัญในการเกษตรเป็นสารอินทรีย์ซึ่งมนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมาได้ ซึ่งบางชนิดมีคุณสมบัติเหมือนฮอร์โมนพืช ในบางกรณีนี้ฮอร์โมนจะทดแทนสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมได้ เช่น พบว่าจิบเบอเรลลิน (Gibberellins) คือ กรดจิบเบอเรลลิค คือ GA3 มีบทบาทต่อพืชโดยสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชทั้งต้น กระตุ้นการงอกของเมล็ดที่พักตัวและตาที่พักตัว และการแทงช่อดอก ซึ่งจิบเบอเรลลินสามารถแทนความต้องการวันยาวในพืชบางชนิดได้ และยังสามารถทดแทนความต้องการอุณหภูมิต่ำ (Vernalization) ในพืชพวกกะหล่ำปลี และแครอท (นพดล, 2537)