

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาพันธุ์ฝรั่งลูกผสมเพื่อการแปรรูปด้วยวิธีการผสมข้ามพันธุ์ จำนวน 13 พันธุ์ โดยนำต้นกล้าที่ได้จากการเพาะเมล็ดมาปลูกทดสอบในพื้นที่แล้ว ทำการคัดเลือกต้นพันธุ์ที่มีลักษณะต่างๆให้ตรงตามความต้องการนั้น จากผลการศึกษาลักษณะการออกดอกติดผลของฝรั่งลูกผสมดังกล่าวในพื้นที่ปลูกทดสอบพันธุ์ทั้งสามแหล่ง คือ หน่วยวิจัยขุนห้วยแห่งสถานีเกษตรหลวงปางดะ และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งมีความสูงของพื้นที่แตกต่างกันคือ 1,200 700 และ 300 เมตรตามลำดับนั้น จะเห็นได้ว่าการออกดอกติดผลของต้นฝรั่งลูกผสมให้ผลแตกต่างกันตามสภาพความสูงพื้นที่ โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ต้นที่มีการออกดอกและเปอร์เซ็นต์การติดผลมากที่สุดที่ระดับความสูงของพื้นที่ 1,200 เมตร คือ 28.24 และ 82.76 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งการออกดอกติดผลจะลดลงที่ระดับความสูง 700 และ 300 เมตรตามลำดับ จึงกล่าวได้ว่าต้นฝรั่งเป็นพืชที่มีการออกดอกติดผลได้ดีในสภาพพื้นที่สูงและมีอากาศเย็น เช่นเดียวกับที่จอร์เจียและคณะ (2541) รายงานว่าสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมกับต้นฝรั่งควรมีอากาศแห้งและเย็นเล็กน้อย ต้องการอุณหภูมิสูงกว่า 16 องศาเซลเซียส นานประมาณ 3-6 เดือน ในระหว่างการออกดอกติดผล แต่อย่างไรก็ตามการติดผลจะลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส หรือสูงเกิน 28 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับรายงานของ Menzel (1985), Campbell and Malo (1994) และ Yadava (1996) ที่กล่าวว่าต้นฝรั่งให้ผลผลิตต่อต้นสูงสุดเมื่อปลูกในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 23-28 องศาเซลเซียส แต่ยิ่งอุณหภูมิสูงมากขึ้น จะมีการร่วงหล่นของผลผลิตมากขึ้น (โรจนวี, 2542) ซึ่งต้นฝรั่งลูกผสมที่ปลูกในแปลงทดสอบพันธุ์ในสถานีเกษตรหลวงปางดะมีเปอร์เซ็นต์การออกดอกใกล้เคียงกับหน่วยวิจัยขุนห้วยแห่ง แต่มีปริมาณผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้น้อยกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอุณหภูมิในระดับความสูงของพื้นที่ 700 เมตรนั้น สูงกว่าที่ระดับ 1,200 เมตร ทำให้มีการร่วงของดอกและผลมากกว่า จึงมีการติดผลเพียง 6.42 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่หน่วยวิจัยขุนห้วยแห่งมีการติดผลถึง 49.20 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการเลือกพื้นที่ปลูกที่มีอากาศเย็นหรือมีระดับความสูงของพื้นที่ที่สูงกว่า จึงช่วยส่งเสริมการออกดอกติดผลของฝรั่งได้ดีกว่าพื้นที่ที่มีระดับความสูงของพื้นที่ต่ำกว่า

เมื่อพิจารณาการออกดอกติดผลของกลุ่มต้นที่ได้มาจากการใช้พันธุ์โบบมองท์เป็นต้นแม่พันธุ์ เป็นที่น่าสังเกตว่าทุกพันธุ์มีการออกดอกติดผลได้ดีกว่ากลุ่มที่ใช้พันธุ์เคลิฟอร์เนีย

และพันธุ์ออฟริกาเป็นต้นแม่พันธุ์จากทั้งสามแหล่งที่ศึกษา โดยเฉพาะพันธุ์ BBK และ BKS ที่ปลูกทดสอบในหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง สามารถออกดอกติดผลทุกต้น ให้ผลสนับสนุนกันกับต้นพันธุ์ BBK และ BKS ที่ปลูกในสถานีเกษตรหลวงปางดะ มีการออกดอกติดผลมากกว่าพันธุ์อื่นๆ เช่นกัน ต้นพันธุ์ในกลุ่มที่ใช้พันธุ์โบริมมอท์เป็นต้นแม่จึงมีผลผลิตที่สามารถเก็บผลได้มากกว่ากลุ่มอื่น ทั้งนี้เนื่องจากพันธุ์โบริมมอท์เป็นพันธุ์ฝรั่งสำหรับการแปรรูปที่มีคุณสมบัติการติดผลตก (Bowers and Nakasone, 1960) จึงเป็นพันธุ์ที่มีความเหมาะสมในการนำมาพัฒนาพันธุ์เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ส่วนกลุ่มที่ใช้แม่พันธุ์แคลิฟอร์เนียถึงแม้จะมีเปอร์เซ็นต์การติดผลค่อนข้างสูง แต่มีจำนวนดอกน้อย ทำให้ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ไม่มากนัก ในขณะที่กลุ่มพันธุ์ลูกผสมที่ใช้พันธุ์ออฟริกาเป็นต้นแม่พันธุ์ มีเพียงพันธุ์ AKS จากหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้งเท่านั้น ที่สามารถออกดอกติดผลได้ครบทุกต้นจากจำนวนต้นที่ศึกษาทั้งหมด 9 ต้น ในขณะที่ต้นในกลุ่มแม่พันธุ์ออฟริกาที่ปลูกทดสอบที่สถานีเกษตรหลวงปางดะและมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ไม่สามารถออกดอกติดผลได้ติดนัก เมื่อใช้ความสามารถในการออกดอกติดผลเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมในครั้งนี้ จึงให้ผลการศึกษาที่ยืนยันข้อมูลการออกดอกติดผลของต้นลูกผสมพันธุ์ BBK และ BKS ที่ใช้พันธุ์โบริมมอท์เป็นต้นแม่พันธุ์ สามารถออกดอกติดผลได้ดีให้ผลสอดคล้องกันทั้งการศึกษาในปีที่หนึ่งและปีที่สอง โดยมีจำนวนผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้มากกว่าพันธุ์ในกลุ่มอื่น โดยมีรายงานสนับสนุนของ Chapman *et al.* (1981) ที่ใช้ลักษณะการให้ผลผลิตสูง เป็นหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกสายพันธุ์ GA 11-56 ที่มาจากการเพาะเมล็ดสายพันธุ์ฮาวาย ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับปลูกเพื่อแปรรูปเป็นการค้า ในขณะที่ต้นลูกผสมที่ใช้แม่พันธุ์แคลิฟอร์เนียมีการออกดอกติดผลได้มากขึ้น เมื่อต้นมีอายุมากขึ้นในปีที่สอง จึงอาจกล่าวได้ว่าพัฒนาการจากระยะเยาว์วัยของต้นเพาะเมล็ดเข้าสู่ระยะโตเต็มที่ที่มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากต้นพ่อแม่พันธุ์หรืออาจมีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์ของต้นตามอายุของต้นด้วย (คณัย, 2539) ดังนั้นจากการศึกษานี้สามารถชี้ให้เห็นได้ว่ากลุ่มต้นที่ได้มาจากการใช้พันธุ์โบริมมอท์เป็นต้นแม่พันธุ์นั้นมีจำนวนดอกมากและให้ผลผลิตต่อต้นสูงกว่าพันธุ์ลูกผสมอื่นๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของพันธุ์ฝรั่งสำหรับแปรรูป

จากการศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตของต้นที่ปลูกทดสอบพันธุ์ที่ให้ผลผลิตได้ในหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง สามารถเก็บเกี่ยวผลได้ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยพันธุ์ BBK และ BCA มีพัฒนาการภายหลังจากปลูกต้นกล้าลงในแปลง สามารถเก็บผลแรกได้ตั้งแต่ 10 เดือน 5 วัน และ 11 เดือน 23 วันตามลำดับ จึงให้ผลผลิตได้ตั้งแต่เดือนมีนาคมและเดือนพฤษภาคมตามลำดับ ถึงแม้จะมีจำนวนผลไม่มากนัก ซึ่งการติดผลได้เร็วหลังจากการปลูกนี้พบในพันธุ์ BBK และ BCA ที่ปลูกในสถานีวิจัยเกษตรหลวงปางดะด้วยเช่นกัน โดยสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ตั้งแต่เดือนมีนาคม อาจกล่าวได้ว่าทั้งสองพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่มีระยะเยาว์วัยสั้น

สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะเจริญเต็มที่ได้เร็ว จึงเกิดดอกก่อนพันธุ์อื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชขึ้นต้นชนิดอื่นๆด้วยกัน (Hunt, 1978; Salisbury and Ross, 1992) จึงทำให้ทั้งสองพันธุ์นี้มีการทยอยออกดอกได้นาน ส่งผลต่อระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตได้นานถึง 6-7 เดือน ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ สามารถเก็บผลเป็นช่วงเวลาประมาณ 1-3 เดือน แต่พบลักษณะนี้เฉพาะการศึกษาในปีที่หนึ่งเท่านั้น โดยพันธุ์ที่มีระยะเวลาเก็บเกี่ยวสั้น ใช้เวลาเก็บไม่นาน ช่วยลดต้นทุนในด้านค่าแรงและการจัดการดูแลได้ ในขณะที่บางพันธุ์ที่มีระยะเวลาการเก็บเกี่ยวนานนั้นมีข้อดีคือมีผลผลิตทยอยออก ลดปัญหาสินค้าล้นตลาด แต่อย่างไรก็ตามช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตของทุกพันธุ์ในปีที่สองมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 1-3 เดือน เนื่องจากทุกพันธุ์เข้าสู่ระยะเจริญเต็มที่แล้ว ดังนั้นหากใช้ข้อพิจารณาในการคัดเลือกพันธุ์ฝรั่งในเบื้องต้นจากความสามารถในการออกดอกได้เร็วและให้ผลผลิตต่อต้นสูงแล้ว กลุ่มพันธุ์ลูกผสม BBK และ BCA ให้ผลผลิตค่อนข้างสม่ำเสมอทั้งสองปีที่ศึกษา จำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้มากกว่าทุกพันธุ์ จึงเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะเด่น ควรคัดเลือกไว้และศึกษาคุณภาพของผลต่อไป

ในการประเมินคุณภาพผลของฝรั่งลูกผสมที่ได้จากการเพาะเมล็ด โดยพิจารณาจากลักษณะภายนอกและคุณภาพทางเคมีภายในผล รวมถึงจำนวนผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ เพื่อประกอบการคัดเลือกพันธุ์ลูกผสมที่ปลูกทดสอบพันธุ์ ในระดับความสูง 1,200 เมตร พบว่าแต่ละพันธุ์ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ จำนวนผลผลิตต่อต้นและขนาดผล โดยเฉพาะพันธุ์ ACA AWT และ BWT มีการติดผลน้อยและออกดอกติดผลไม่สม่ำเสมอ ในระยะเวลาการศึกษาสองปีแรกของการปลูก บางต้นมีการออกดอกติดผลได้ดีในปีที่หนึ่งแต่ผลผลิตลดลงในปีที่สองหรือไม่ให้ผลผลิตเลย จากรายงานของ Ray (2002) กล่าวถึงการคัดเลือกพันธุ์ฝรั่งควรใช้ความสามารถในการออกดอกติดผลและลักษณะการให้ผลผลิตสูงเป็นหลักเกณฑ์สำคัญ จึงกล่าวได้ว่าทั้งสามพันธุ์นี้มีคุณสมบัติไม่เหมาะสำหรับการใช้เป็นพันธุ์ฝรั่งเพื่อแปรรูปได้ดึ้นัก นอกจากนี้ยังพบว่าพันธุ์ BAF เป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพผลต่ำ ผลมีขนาดเล็ก ในบางต้นผลมีน้ำหนักต่ำกว่า 100 กรัม น้ำหนักเฉลี่ย 129.81 กรัมต่อผล มีปริมาณวิตามินซีต่ำกว่า 300 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ถึงแม้จะให้ผลผลิตค่อนข้างมากก็ตาม ซึ่งคุณสมบัติของพันธุ์ฝรั่งสำหรับคั้นน้ำควรมีผลขนาดใหญ่ (Menzel, 1985) ขณะที่ต้นลูกผสมที่ใช้พันธุ์อริกาเป็นต้นแม่พันธุ์นั้น มีการออกดอกติดผลได้น้อยถึงไม่มีการออกดอกเลยในพื้นที่ระดับความสูง 300-700 เมตร จึงอาจกล่าวได้ว่าพันธุ์ลูกผสมในกลุ่มนี้ต้องการสภาพอากาศเย็นในการชักนำให้เกิดดอกหรือติดผลมากกว่าพันธุ์ลูกผสมในกลุ่มอื่นๆ จึงเป็นพันธุ์ที่อาจมีความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีอากาศเย็นก็ได้ ซึ่งควรต้องมีการศึกษาความเหมาะสมของพื้นที่ต่อไป จากคุณสมบัติที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าพันธุ์ ACA AWT BWT และ BAF จึงยังไม่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกพันธุ์ไว้ใช้ในการแปรรูป

เมื่อพิจารณาลักษณะบางประการของฝรั่งลูกผสมที่น่าจะนำมาทำการคัดเลือกต้นที่มีคุณสมบัติต่างๆเหมาะสมมากที่สุด จากต้นลูกผสมที่ใช้พันธุ์แคลิฟอร์เนียเป็นต้นแม่พันธุ์ เช่น พันธุ์ CBK CKS และ CWT เป็นต้น มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักผลระหว่าง 238.29-299.00 กรัม ให้ผลขนาดใหญ่กว่ากลุ่มที่ใช้พันธุ์อัฟริกาและพันธุ์โบมองที่เป็นต้นแม่พันธุ์ จึงเป็นลักษณะเด่นของการเลือกใช้พันธุ์แคลิฟอร์เนียเป็นต้นแม่พันธุ์ ถึงแม้มีปริมาณผลผลิตไม่มากนัก ในขณะที่ต้นลูกผสมที่ใช้พันธุ์โบมองที่ ได้แก่พันธุ์ BBK BCA และ BKS มีลักษณะเด่นของการออกดอกติดผลเร็วและให้ปริมาณผลผลิตได้มาก และต้นลูกผสมที่ใช้พันธุ์อัฟริกาเป็นต้นแม่พันธุ์คือพันธุ์ AKS มีขนาดผลใหญ่และสามารถให้ผลผลิตได้ทุกต้นในปีที่หนึ่ง จึงอาจนำข้อมูลนี้สำหรับนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปในอนาคตได้ จากข้อมูลที่ได้จึงนำมาคัดเลือกพันธุ์จากสายต้น (clonal selection) ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการนำไปขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศต่อไปนั้น ยังเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อนำไปประเมินผลผลิตของต้นที่ได้คัดเลือกไว้ ซึ่งควรได้รับการทดสอบต่อไป เนื่องจากต้นลูกผสมเหล่านั้นได้มาจากการเพาะเมล็ดมีความแปรปรวนที่เกิดจากลักษณะทางพันธุกรรม ตามรายงานของ Ramingwong and Chiewslip (1994) ได้กล่าวว่าการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการผสมเกสรแล้วนำมาเมล็ดมาเพาะเป็นวิธีการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ ทำให้พันธุ์เดียวกันเกิดความไม่สม่ำเสมอในลักษณะใดลักษณะหนึ่งหรือหลายลักษณะได้

ในการพัฒนาพันธุ์ครั้งนี้จึงได้คัดเลือกพันธุ์ฝรั่งลูกผสมจากการประเมินขั้นต้นในแต่ละกลุ่มที่น่าสนใจ ของหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง จำนวน 9 พันธุ์ คือ พันธุ์ AKS BBK BCA BKS CAF CBK CBM CKS และ CWT ที่มีลักษณะบางประการที่ตรงตามความต้องการ เพื่อนำมาประเมินคุณภาพผลระหว่างสายต้น ตามหลักเกณฑ์ของ Boyle and Sakata (1957), Bowers and Nakasone (1960), Batten (1984), Menzel (1985) และ Chapman *et al.* (1986) ที่กำหนดคุณภาพผลของพันธุ์ฝรั่งเพื่อการแปรรูปว่าควรให้ผลผลิตสูง มีขนาดผลใหญ่ น้ำหนักผล 198-283 กรัม เนื้อหนา สีเนื้อชมพู มีปริมาณน้ำตาล กรด และวิตามินซีมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์สำหรับการคัดเลือกสายต้นในการศึกษาครั้งนี้จากผลขนาดใหญ่ น้ำหนักผลมากกว่า 250 กรัม ความหนาเนื้อที่มากกว่าหนึ่งเซนติเมตร และปริมาณวิตามินซีมากกว่า 300 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม จากผลการคัดเลือกสายต้นในแต่ละกลุ่มพันธุ์จากหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้งในตารางที่ 34-37, 46-57, และ 62-79 จึงได้สายต้นที่มีลักษณะเหมาะสมดังกล่าวมาจำนวน 29 ต้น ได้แก่ พันธุ์ AKS ต้นที่ 1, 2, 6 และ 9 พันธุ์ BBK ต้นที่ 9, 12, 13, 14, 17, 20 และ 25 พันธุ์ BCA ต้นที่ 4, 6, 11 และ 12 พันธุ์ BKS ต้นที่ 8, 13, 15, 17, 19 และ 23 พันธุ์ CAF ต้นที่ 1, 8 และ 11 พันธุ์ CBK ต้นที่ 11 พันธุ์ CBM ต้นที่ 9 และ 23 พันธุ์ CKS ต้นที่ 10 และพันธุ์ CWT ต้นที่ 12 เช่นเดียวกันได้ทำการประเมินคุณภาพผลระหว่างสายต้นของพันธุ์ฝรั่งลูกผสมที่ปลูกในสถานี

เกษตรหลวงปางดะ มีพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกจากหลักเกณฑ์ดังกล่าวทั้งหมด 16 ต้น คือพันธุ์ BBK ต้นที่ 1, 2, 4 และ 8 พันธุ์ BCA ต้นที่ 11, 12 และ 24 พันธุ์ BKS ต้นที่ 2, 5, 8, 9, 10 และ 19 และพันธุ์ CWT ต้นที่ 1, 2 และ 22 ในขณะที่ต้นฝรั่งลูกผสมปลูกที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพียง 7 ต้น จึงได้คัดเลือกไว้ทั้งหมด คือ พันธุ์ BAF ต้นที่ 3 พันธุ์ BBK ต้นที่ 1 และ 2 พันธุ์ BWT ต้นที่ 2 พันธุ์ CAF ต้นที่ 2 และ 3 และพันธุ์ CBM ต้นที่ 4 จะเห็นได้ว่าพันธุ์ที่คัดเลือกมาจากสามแหล่งปลูกมีทั้งพันธุ์ลูกผสมเดียวกันที่ให้ผลสอดคล้องกันและต่างพันธุ์กันอยู่บ้าง จึงอาจกล่าวได้ว่าลักษณะต่างๆของคุณภาพผลถูกควบคุมมาจากอิทธิพลของพันธุกรรมอย่างชัดเจน นอกเหนือจากปัจจัยจากสภาพแวดล้อม (Ramingwong and Chiewslip, 1994)

จากหลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกต้นฝรั่งลูกผสมที่กำหนดขึ้นมานั้น ถึงแม้จะได้พันธุ์ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวไม่ครบถ้วนทั้งหมด โดยยังมีความแปรปรวนของบางลักษณะระหว่างสายต้นทั้งคุณภาพภายนอกและภายในผลอยู่บ้าง ทั้งนี้อาจขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆด้วย เช่น สภาพพื้นที่ปลูก การดูแลรักษา นอกเหนือจากการควบคุมจากลักษณะทางพันธุกรรม (Srisuwan and Boonprakob, 2002) จึงใช้หลักเกณฑ์การคัดเลือกคุณภาพของผลจากบางลักษณะมาประกอบกันเพื่อเปรียบเทียบกันในกลุ่มพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้วในการศึกษาเบื้องต้น เช่น ผลขนาดใหญ่ จำนวนผลผลิต ปริมาณวิตามินซีสูง ทำให้ต้นที่คัดเลือกมานี้มีความน่าสนใจแตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ ในทำนองเดียวกับสัมฤทธิ์และทวีเกียรติ (2530) ที่ได้คัดเลือกพันธุ์ฝรั่งสายพันธุ์อื่นด้วยวิธีการคัดเลือกหมู่จำนวน 467 ต้น สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ตามความต้องการสองลักษณะคือ ต้นที่ 82 ผลและเมล็ดมีขนาดเล็ก จำนวนเมล็ดต่อผลน้อย รสชาติอร่อย และต้นที่ 445 มีขนาดผลใหญ่ เนื้อหนากว่า แต่อัตราการเจริญเติบโตของต้นช้ามาก เช่นเดียวกับรายงานของสาทิสรัตน์และคณะ (2540) ได้ใช้หลักเกณฑ์บางประการ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ฝรั่งจำนวน 120 สายต้น โดยสายต้นที่ 031 และ 052 เหมาะสำหรับผลิตน้ำฝรั่งพร้อมดื่ม มีน้ำหนักผล 195.50 - 281.80 กรัม ปริมาณน้ำคั้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และมีเนื้อสีชมพู กลิ่นหอม แต่มีปริมาณวิตามินซีไม่สูงนัก ในการพัฒนาพันธุ์ครั้งนี้จึงจำเป็นต้องเลือกลักษณะเด่นบางประการมาใช้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์

หลังจากนำกิ่งปักชำของต้นฝรั่งลูกผสมพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ มาขยายพันธุ์และปลูกรวบรวมพันธุ์ในสภาพแวดล้อมเดียวกันจนกระทั่งมีการออกดอกติดผลได้ ที่หน่วยวิจัยคอยผาตั้งระดับความสูง 1,200 เมตร เพื่อทดสอบความสม่ำเสมอและความคงตัวของพันธุ์ จากการประเมินคุณภาพผลสำหรับใช้เป็นข้อมูลยืนยันลักษณะประจำพันธุ์ต่อไปนั้น ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าต้นฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกมาจากสถานีเกษตรหลวงปางดะ มีสายต้นจำนวนหนึ่งที่มีความสม่ำเสมอของคุณภาพผลและให้ข้อมูลยืนยันกับการศึกษาในเบื้องต้น จึงคัดเลือกไว้เพื่อนำมาใช้ประโยชน์

ได้แก่ พันธุ์ BBK ต้นที่ 1, 2 และ 8 พันธุ์ BCA ต้นที่ 24 และพันธุ์ BKS ต้นที่ 19 ส่วนสายต้นอื่นๆ มีความแปรปรวนของจำนวนผลผลิต ขนาดผลและปริมาณวิตามินซีอยู่ จึงคัดพันธุ์เหล่านั้นออกไป สำหรับต้นฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกมาจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่จำนวน 7 ต้น ให้ผลยืนยันทันกับการทดลองอื่นๆ โดยต้นลูกผสมที่ใช้พันธุ์แคลิฟอร์เนียเป็นต้นแม่พันธุ์ ยังคงมีน้ำหนักเฉลี่ยของผลมากกว่าต้นลูกผสมที่ใช้แม่พันธุ์โอบมอท์ โดยเฉพาะพันธุ์ BWT และ BAF มีคุณภาพผลไม่แตกต่างจากข้อมูลที่ได้บันทึกไว้จากการปลูกที่ระดับพื้นที่ 300 เมตร คือมีผลขนาดเล็ก น้ำหนักผลน้อย และมีเนื้อสีชมพูอ่อนเช่นกัน อาจกล่าวได้ว่าเป็นลักษณะที่พบนี้ถูกควบคุมจากพันธุกรรมของพันธุ์ทุกระดับความสูงของพื้นที่ที่ทำการคัดเลือกพันธุ์

ในระดับความสูง 1,200 เมตร มีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณวิตามินซีมากขึ้นกว่าเดิม มีค่าอยู่ระหว่าง 323.33-482.87 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ทั้งนี้สภาพพื้นที่สูงและอากาศเย็นอาจมีผลต่อการพัฒนาคุณภาพของฝรั่งและการเพิ่มขึ้นของปริมาณวิตามินซีในผลได้ สอดคล้องกับรายงานของจาร์พันธ์และคณะ (2541) ที่กล่าวว่าผลฝรั่งที่สุกในฤดูหนาวประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม จะมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าที่พบในผลสุกระหว่างฤดูฝนประมาณเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม ดังนั้นต้นฝรั่งที่ปลูกบนพื้นที่สูงอากาศเย็นจึงให้ผลที่มีคุณภาพดีกว่าต้นที่ปลูกในพื้นที่ต่ำและอากาศไม่หนาวเย็น นอกจากนี้แล้วต้นพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือกจากหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้งมีคุณภาพผลและการออกดอกติดผลดีกว่าต้นที่คัดเลือกมาจากที่อื่นอีกด้วย ในตารางที่ 103-118 จึงคัดเลือกพันธุ์ที่มีความสม่ำเสมอของคุณภาพผลไว้จำนวน 10 ต้น ได้แก่ พันธุ์ AKS ต้นที่ 9 พันธุ์ BBK ต้นที่ 14 และ 20 พันธุ์ BKS ต้นที่ 13 และ 19 พันธุ์ CAF ต้นที่ 11 พันธุ์ CBK ต้นที่ 11 พันธุ์ CBM ต้นที่ 23 พันธุ์ CKS ต้นที่ 10 และพันธุ์ CWT ต้นที่ 12 โดยแต่ละต้นมีลักษณะที่แตกต่างกันไป จึงได้ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบ ดอก และผลตลอดจนรูปแบบไอโซไซม์ของพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือกไว้นี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ต่อไป

การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของใบจากพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ทั้ง 10 ต้น จะเห็นได้ว่าลักษณะประจำพันธุ์ของแต่ละพันธุ์มีจุดเด่นหรือข้อสังเกตที่ชัดเจนในบางลักษณะ ได้แก่ ปลายใบ สีของยอดและปลายใบ และขนาดใบ สามารถนำไปใช้จำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ โดยพันธุ์ AKS ต้นที่ 9 และพันธุ์ CAF ต้นที่ 11 มีปลายใบแบบ cuspidate ซึ่งทั้งสองพันธุ์เป็นลูกผสมที่มาจากการใช้พันธุ์อัฟริกาที่มีปลายใบแบบ cuspidate เช่นกัน (ปานจิตต์, 2543) จึงมีความแตกต่างกับพันธุ์ลูกผสมต้นอื่นๆที่มีปลายใบแบบ apiculate ทั้งหมด ในขณะที่พันธุ์ BBK ต้นที่ 14, 20 และพันธุ์ CBK ต้นที่ 11 มีความแตกต่างจากพันธุ์ลูกผสมอื่นๆอย่างชัดเจนคือมียอดและก้านใบสีแดง โดยทั้งสามต้นเป็นลูกผสมที่ใช้พันธุ์แดงบางกอก ที่ได้รับการถ่ายทอดลักษณะ

ดังกล่าวมาจากต้นพ่อพันธุ์ที่มียอดและก้านใบสีแดง (กร, 2545 และ ณ ถกลาง, 2545 ข) โดยเฉพาะใบอ่อนมีสีแดงเข้มแต่เมื่อแก่จะมีสีเขียวปนอยู่บ้าง นอกจากนั้นยังสามารถใช้ขนาดใบในการบอกความแตกต่างของพันธุ์ CKS ต้นที่ 10 ออกจากพันธุ์อื่นๆได้ โดยพันธุ์ CKS ต้นที่ 10 มีใบขนาดเล็ก พื้นที่ใบเพียง 41.01 ตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ โดยลักษณะใบที่มีขนาดเล็กนี้พบในต้นพ่อพันธุ์กลุ่มสายสีเช่นกัน คือ มีพื้นที่ใบเท่ากับ 38.76 ตารางเซนติเมตร (ปานจิตต์, 2543) อาจกล่าวได้ว่าลักษณะปลายใบ สียอดและก้านใบ และขนาดใบ สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากต้นพ่อแม่พันธุ์มายังต้นลูกผสมได้ ส่วนลักษณะอื่นๆ เช่น ผิวใบของทุกพันธุ์มีลักษณะผิวใบเรียบ ยกเว้นในพันธุ์ BBK ต้นที่ 14 และ 20 พันธุ์ CBK ต้นที่ 11 พันธุ์ CBM ต้นที่ 23 และพันธุ์ CWT ต้นที่ 12 ที่มีลักษณะแตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ เล็กน้อย ที่มีผิวใบเรียบและมัน

การออกดอกของต้นฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกไว้ เริ่มออกดอกมากในช่วงเดือนเมษายนถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ดอกเกิดเป็นช่อมี 2-4 ดอกต่อช่อ มีการบานเป็นชุกๆ จึงทำให้ผลผลิตทยอยสุกสามารถเก็บผลได้อย่างสม่ำเสมอ สอดคล้องกับรายงานของ Balasubrahmanyam (1959), Sehgal and Singh (1967) และ Nalawadi *et al.* (1973) ที่กล่าวว่าต้นฝรั่งที่ปลูกทางตอนเหนือของอินเดียมีการออกดอกในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคมใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ ทั้งนี้ช่วงเวลาการออกดอกขึ้นกับพันธุ์และสภาพพื้นที่ปลูกด้วย (Ray, 1974) เมื่อใช้ลักษณะการออกดอกเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ สามารถคัดเลือกพันธุ์ BKS ต้นที่ 19 พันธุ์ BBK ต้นที่ 20 และพันธุ์ BKS ต้นที่ 13 ซึ่งมีการออกดอกมากกว่าต้นอื่นๆ ในขณะที่ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของดอก เช่น ขนาดของดอก สีกลีบดอก และรูปร่างดอก ยังไม่มีความชัดเจนพอสำหรับใช้จำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ฝรั่งลูกผสมได้ดัดนัก ดอกของทุกพันธุ์นี้มีกลีบดอกสีขาวทั้งหมด ถึงแม้ว่าพันธุ์ BBK และ CBK ซึ่งเป็นลูกผสมที่มาจากพันธุ์แดงบางกอกที่มีกลีบดอกสีชมพูก็ตาม แต่สีกลีบดอกนี้ไม่ได้ถ่ายทอดมายังรุ่นลูกทั้งสองพันธุ์นี้ จึงไม่สามารถใช้ขนาดของดอกและรูปร่างดอกในการจำแนกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ฝรั่งลูกผสมที่คัดเลือกไว้ได้ จากการนับจำนวนอับละอองเกสรเพศผู้ของดอกของพันธุ์ต่างๆมีจำนวนอับละอองเกสรเพศผู้อยู่ระหว่าง 342.00-439.00 อัน แต่ในการศึกษาจากพันธุ์ AKS ต้นที่ 9 และพันธุ์ CBK ต้นที่ 11 มีค่าเท่ากับ 302.67 และ 304.67 อัน ซึ่งเป็นค่าน้อยที่น้อยที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่าทั้งสองพันธุ์นี้เมื่อมีการพัฒนาเป็นผลแล้วยังมีจำนวนเมล็ดน้อยกว่าพันธุ์อื่นๆด้วยเช่นกัน

ผลมีการพัฒนาตั้งแต่เดือนพฤษภาคมสามารถเก็บเกี่ยวได้ในเดือนกันยายนและมากขึ้นในเดือนตุลาคม จากนั้นปริมาณผลผลิตจะลดลงในเดือนพฤศจิกายน จึงมีช่วงการเก็บผลได้นานประมาณ 3 เดือน และเป็นช่วงที่ฝนมีปริมาณน้อยลง ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่น่าจะเหมาะต่อการ

เก็บเกี่ยวผลที่มีคุณภาพได้ดี โดยพันธุ์ BKS ให้ผลผลิตต่อต้นมากกว่าพันธุ์อื่นๆ โดยเฉพาะพันธุ์ BKS ต้นที่ 19 มีจำนวนผลที่เก็บเกี่ยวได้ทั้งหมด 54 ผล ส่วนพันธุ์ BKS ต้นที่ 13 มีจำนวนผลเท่ากับ 33 ผล ในขณะที่พันธุ์อื่นๆมีจำนวนผลอยู่ระหว่าง 2-17 ผล ดังนั้นพันธุ์ BKS ต้นที่ 19 จึงมีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้นมากที่สุด คือ 11.69 กิโลกรัมต่อต้น รองลงมาคือพันธุ์ BKS ต้นที่ 13 และพันธุ์ CKS ต้นที่ 10 มีค่าเท่ากับ 9.89 และ 5.99 กิโลกรัมต่อต้นตามลำดับ ตามรายงานของ Chapman *et al.* (1986) ได้คัดเลือกพันธุ์ฝรั่งจากคุณสมบัติการให้ผลผลิตต่อต้นมากเป็นเกณฑ์ที่สำคัญ และได้สายต้น GA 11-56 ซึ่งมีผลผลิตเพิ่มมากขึ้นตามอายุของต้น คือ 62.7, 71.65 และ 72.53 กิโลกรัมต่อต้น ในปีหนึ่งถึงปีถัดไปตามลำดับ ถึงแม้จะมีปริมาณผลผลิตแตกต่างจากพันธุ์ BKS ที่คัดเลือกได้ในครั้งนี้ ทั้งนี้อาจมาจากสภาพแวดล้อมและการดูแลรักษาที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามพันธุ์ BKS ต้นที่ 19 เป็นต้นที่ให้น้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่นๆในการศึกษาครั้งนี้

การประเมินคุณภาพผลจากลักษณะทางกายภาพของฝรั่งลูกผสมพันธุ์ที่คัดเลือกได้จากผลการศึกษาในตารางที่ 139-143 แต่ละพันธุ์มีลักษณะแตกต่างกันไป ตามที่ Batten (1984) ได้กล่าวไว้ว่า คุณภาพผลฝรั่งมีความแปรปรวนระหว่างสายพันธุ์ เกิดขึ้นได้มากในการคัดเลือกพันธุ์ โดยเฉพาะกับพันธุ์ที่ได้จากการผสมเปิด ในการคัดเลือกครั้งนี้พันธุ์ AKS ต้นที่ 9 ให้ผลขนาดใหญ่ สีเนื้อชมพูเข้ม จำนวนเมล็ดต่อผลน้อย ในขณะที่พันธุ์ BBK ต้นที่ 14 และ 20 มีขนาดผลค่อนข้างเล็กถึงปานกลาง น้ำหนักผลน้อยกว่า 250 กรัมต่อผลและไม่อยู่ในเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ ส่วนพันธุ์ BKS ต้นที่ 13 มีผลขนาดใหญ่ น้ำหนัก 356.40 กรัมต่อผล และพันธุ์ BKS ต้นที่ 19 มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่เช่นกันแต่เนื้อบางกว่า โดยทั้งสองต้นมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ มีค่าเท่ากับ 465.41 และ 524.65 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมตามลำดับ จากการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีของผล มีค่าตั้งแต่ 255.64-524.65 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จึงมีความแปรปรวนในระหว่างพันธุ์อยู่ด้วย Menzel (1985) และ Webber (1944) ได้กล่าวไว้ว่าปริมาณวิตามินซีในผลฝรั่งมีค่าตั้งแต่ 10-2,000 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม จากรายงานอ้างอิงถึงฝรั่งเป็นไม้ผลที่มีความแปรปรวนของปริมาณวิตามินซีอยู่มากระหว่างสายพันธุ์ เช่น ในสายพันธุ์ Donaldson ซึ่งมีปริมาณวิตามินซี 372 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม หรือฝรั่งสายพันธุ์ที่มีเนื้อสีชมพูที่ใช้ผลิตในอุตสาหกรรมน้ำฝรั่งกระป๋องในแอฟริกาใต้ มีปริมาณวิตามินซีสูงถึง 400 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ในขณะที่สายพันธุ์ Supreme มีปริมาณวิตามินซีเพียง 44 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมเท่านั้น (The Natural food hub, 2001) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณวิตามินซีที่วิเคราะห์ได้ในพันธุ์ฝรั่งลูกผสมนี้ จึงจัดอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

สำหรับต้นลูกผสมที่ใช้ต้นแม่พันธุ์แคลิฟอร์เนีย โดยเฉพาะพันธุ์ CKS ต้นที่ 10 มีผลขนาดใหญ่ที่สุด มีน้ำหนักผลมากถึง 406.60 กรัม รูปร่างผลกลมแป้น เนื้อหนา และพันธุ์ CWT ต้นที่ 12 มีผลขนาดใหญ่เช่นกัน แต่รูปร่างผลค่อนข้างยาว พันธุ์ CBK ต้นที่ 11 มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่ รูปร่างผลกลมแป้น เนื้อหนา สีเนื้อชมพูแดง และมีจำนวนเมล็ดต่อผลน้อย จึงมีลักษณะหลายอย่าง ที่ต่างกันพันธุ์ลูกผสม ในขณะที่พันธุ์ CBM ต้นที่ 23 มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่และมีปริมาณ เพคตินมาก เป็นต้น ในการศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของลูกผสมสายพันธุ์คัดในครั้งนี้ จึงมีคุณภาพผลที่แตกต่างกันไป โดยสามารถใช้รูปร่างผลในการจำแนกพันธุ์ CWT ต้นที่ 12 ซึ่งมีผลรูปร่างยาวออกจากพันธุ์อื่นๆที่มีผลรูปร่างกลมได้ หรือสีเปลือกผลในพันธุ์ CBK ต้นที่ 11 พันธุ์ CKS ต้นที่ 10 และพันธุ์ CWT ต้นที่ 12 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวชัดเจนในระยะผลสุก เต็มที่ โดยมีเปลือกสีเขียวถึงสีเขียวเข้มแตกต่างจากพันธุ์อื่นๆ โดยทั่วไปพันธุ์อื่นๆมักใช้ดัชนี การเก็บเกี่ยวผลจากการสังเกตผลที่สุกมีสีของผลเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ผลมีผิวเต่ง (Brown and Paxton, 1983; Boyle and Sakata, 1957) ความแน่นเนื้อ กลิ่น และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ดังนั้นพันธุ์ CBK ต้นที่ 11 พันธุ์ CKS ต้นที่ 10 และพันธุ์ CWT ต้นที่ 12 เมื่อผลเข้าสู่ระยะพัฒนา เต็มที่แล้วจึงยากต่อการพิจารณาความสุกแก่จากสีผิวของผลได้

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณเพคตินของพันธุ์ฝรั่งลูกผสม จะเห็นได้ว่าพันธุ์ CBM ต้นที่ 23 จัดเป็นพันธุ์ที่มีปริมาณเพคตินมากที่สุด ส่วนพันธุ์ BKS ต้นที่ 13 และ 19 มีปริมาณเพคติน ค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะพันธุ์ BKS ต้นที่ 19 มีปริมาณเพคตินน้อยที่สุด จากหลักเกณฑ์ของ พันธุ์ฝรั่งสำหรับการแปรรูปที่ต้องการปริมาณเพคตินในผลมาก เนื่องจากเพคตินเป็นสารที่นำมา ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหารอย่างกว้างขวาง เช่นใช้เป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์ แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด (Pilgrim *et al.*, 1991) เพื่อเพิ่มความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์แยมหรือเยลลี่ ในการศึกษาครั้งนี้จึงแนะนำพันธุ์ CBM ต้นที่ 23 ที่มีปริมาณเพคตินมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ในขณะที่พันธุ์ BKS ต้นที่ 13 และ 19 มีปริมาณเพคตินน้อยมาก จึงเหมาะสำหรับการนำไป แปรรูปเป็นน้ำฝรั่ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่จำเป็นต้องมีความหนืดหรือความคงตัวของเพคตินมากนัก

จากการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์ของสายต้นที่คัดเลือกไว้จำนวน 10 ต้น มีข้อดีแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ โดยทุกพันธุ์ที่คัดเลือกมานั้นมีคุณสมบัติ อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้หลายประการ เช่น การนำไปใช้ประโยชน์ในการแปรรูป ควรคัดเลือกพันธุ์ BKS ต้นที่ 13 และ 19 เนื่องจากมีจำนวนผลผลิตต่อต้นมาก ผลมีขนาดใหญ่ ปริมาณวิตามินซี มากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เหมาะสมกับการนำไปแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ได้ดี ในกรณีที่ ต้องการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทแยมหรือเยลลี่ ควรเลือกพันธุ์ CBM ต้นที่ 23 ซึ่งมีปริมาณ เพคตินมากที่สุด ส่วนพันธุ์ CKS ต้นที่ 10 และพันธุ์ CWT ต้นที่ 12 เป็นพันธุ์ที่มีผลขนาดใหญ่

ความหนาเนื้อและความแน่นเนื้อค่อนข้างมาก เหมาะสำหรับนำไปพัฒนาเป็นพันธุ์บริโภคผลสดต่อไป สำหรับพันธุ์ AKS ต้นที่ 9 และพันธุ์ CBK ต้นที่ 11 ที่มีจำนวนเมล็ดน้อยกว่าพันธุ์อื่น ซึ่งเป็นลักษณะที่น่าสนใจสามารถให้ปริมาณเนื้อได้มาก ส่วนพันธุ์ CBK ต้นที่ 11 มีผลขนาดใหญ่ เนื้อหนา เนื้อผลมีสีชมพูเข้ม แต่ผลผลิตต่อต้นน้อย จากลักษณะต่างๆเหล่านี้ จึงอาจมีการนำไปเป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาพันธุ์ในชั่วที่สองต่อไป ถึงแม้ว่าพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือกมาทั้ง 10 ต้นนี้ ไม่ได้ถูกรายงานไว้ทั้งหมด แต่จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพดีกว่าพันธุ์แปรรูปที่ได้รวบรวมไว้ในปัจจุบัน ที่ผลมีขนาดเล็ก คุณภาพของผล กลิ่น และลักษณะบางประการไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค (จารุพันธ์และคณะ, 2543)

จากการศึกษาการแสดงออกของสายพันธุ์ที่คัดเลือกด้วยวิธีอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมจากเอกลักษณ์เฉพาะตัวและเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์ในระดับชีวโมเลกุล โดยใช้การวิเคราะห์ไอโซไซม์ ตลอดจนศึกษาการจำแนกกลุ่มพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือก โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของแบบแผนไอโซไซม์ เทคนิควิธีการเลือกใช้ชนิดของสารสกัด (extraction buffer) ที่เหมาะสมสำหรับการสกัดไอโซไซม์จากส่วนของจำนวน 4 สูตร กับใบฝรั่งลูกผสมจำนวน 10 สายต้น คือ AKS 9 BBK 14 BBK 20 BKS 13 BKS 19 CAF 11 CBK 11 CBM 23 CKS 10 และ CWT 12 จะเห็นได้ว่าการใช้สารสกัดสูตรที่ 2 ที่ประกอบด้วย 0.2 M sodium phosphate buffer pH 7.5, 5% W/V PVP-40, 3% W/V PVPP, 0.125% V/V tween20 และ 1% V/V β -mercaptoethanol ให้ผลดีที่สุด มีแถบสีที่คมชัดกว่า และแสดงแถบสีเมื่อย้อมเอนไซม์ทั้ง 4 ชนิด คือ acid phosphatase (ACP), esterase (EST), peroxidase (POX) และ superoxide dismutase (SOD) ในขณะที่การใช้ สารสกัดสูตรที่ 1 สามารถให้แถบสีจากการย้อมเอนไซม์ได้เฉพาะ ACP และ EST เท่านั้น ส่วนสารสกัดสูตรที่ 3 และ 4 ไม่ปรากฏแถบสีใดๆเลยเมื่อย้อมเอนไซม์ นอกจากนั้นแล้วการเลือกใช้ใบที่มีระยะการเจริญเติบโตต่างกันมีผลต่อความคมชัดของแถบสีด้วย โดยการใช้ใบเจริญเต็มที่ (ตำแหน่งที่ 3 จากยอด) แสดงแถบสีที่คมชัดกว่าการใช้ใบอ่อน (ตำแหน่งที่ 1 จากยอด) จึงให้ผลไม่ตรงกับรายงานของ Wendel and Weeden (1989) ที่กล่าวว่าใบอ่อนเป็นส่วนที่กำลังมีการเจริญเติบโต มีกิจกรรมของเอนไซม์หลักสูงที่สุด เหมาะสำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ แต่การศึกษานี้พบว่าใบแก่กึ่งอ่อนมีกิจกรรมของเอนไซม์มากกว่า เมื่อนำมาสกัดเอนไซม์จึงสามารถแสดงแถบสีได้ชัดเจนกว่าการใช้ใบอ่อน

การศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของฝรั่งลูกผสมและพ่อแม่พันธุ์ จากรูปแบบเอนไซม์ 4 ชนิด คือ ACP EST POX และ SOD ปรากฏแถบสีที่มีขนาด จำนวน และความเข้มที่แตกต่างกัน ต้นพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ในการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ที่แตกต่างกัน เช่นที่พรรณรัตน์และคณะ

(2547) ได้รายงานไว้เช่นกัน และพบความแตกต่างได้ในต้นลูกผสมมีรูปแบบไอโซไซม์ที่แตกต่างกันระหว่างพันธุ์ด้วย โดยแถบสีที่ปรากฏในแต่ละระบบเอนไซม์นั้นมีความแตกต่างกัน แสดงถึงตำแหน่งของเอนไซม์ที่มีขนาดหรือรูปร่างโมเลกุลที่ต่างกันเอนไซม์ชนิดนั้นๆ (Vallejos, 1983) มีรายงานการศึกษาแบบไอโซไซม์จากส่วนของใบฝรั่งจำนวน 10 พันธุ์ คือ พันธุ์แป้นสีทอง พันธุ์กลมสาดี พันธุ์ขาวไต้หวัน พันธุ์สาดีทองไร้เมล็ด พันธุ์แดงบางกอก พันธุ์จีนก พันธุ์พิจิตร พันธุ์โบบองท์ พันธุ์แคลิฟอร์เนียเบอร์ 2/1 และพันธุ์แคลิฟอร์เนีย เบอร์ 3/6 สามารถใช้รูปแบบไอโซไซม์ในการจำแนกกลุ่มได้เป็น 9 กลุ่ม เมื่อตรวจสอบด้วยเอนไซม์ 6 ระบบ ได้แก่ esterase (EST), acid phosphatase (ACP), peroxidase (POX), leucine aminopeptidase (LAP), superoxide dismutase (SOD) และ shikimate dehydrogenase (SKD) จึงแยกพันธุ์ต่างๆออกจากกันได้ ยกเว้นในพันธุ์พิจิตรและพันธุ์แป้นสีทองที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมาก (พรัตน์และคณะ, 2547) Jaaska (1983) ได้รายงานว่าจำนวนและการแสดงออกของแถบสีที่ได้ขึ้น ขึ้นกับพันธุ์พืช เนื้อเยื่อและขั้นตอนการพัฒนาของเนื้อเยื่อพืช จากการศึกษาตำแหน่งของแถบสีของบางพันธุ์มีแถบสีที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน ซึ่งแถบสีที่มี Rf เท่ากันจัดเป็น monomorphic ถ้ามีแถบสีในตำแหน่งเดียวกันทั้งหมดจะไม่สามารถแสดงความแตกต่างระหว่างพันธุ์ได้ แต่สามารถใช้ในการจัดกลุ่มหากเป็นแถบร่วมของตัวอย่างส่วนใหญ่ที่ใช้ทดสอบ

เมื่อนำลักษณะแถบสีที่ได้ไปจัดความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยการทำให้ไซโมแกรม จะเห็นได้ว่าค่า Rf ของฝรั่งพ่อแม่พันธุ์และพันธุ์ลูกผสม มีค่าคลาดเคลื่อนกันเล็กน้อยแต่ยังคงอยู่ในช่วง Rf ที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะได้รับการดัดแปลงโมเลกุลหลังกระบวนการทรานสเลชัน (post-translation modification) ต่างๆ เช่น การได้รับหมู่ฟอสเฟตหรือน้ำตาลเพิ่มขึ้น หรือเป็นผลผลิตของการย่อยโปรตีน ทำให้โครงสร้างหรือขนาดโมเลกุลเปลี่ยนไปเล็กน้อย จึงมีผลต่อการเคลื่อนที่ในเจล (สุพัตรา, 2547) ดังเช่นในไอโซไซม์ POX ซึ่งปรากฏแถบสีในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด โดยทุกพันธุ์แสดงแถบสีจำนวน 2 แถบ ยกเว้นพันธุ์ขาวไต้หวันปรากฏแถบสีเพียงแถบเดียว แต่อย่างไรก็ตามแถบสีที่ปรากฏนั้นมีความเข้มแตกต่างกัน ซึ่งความเข้มของแถบสีที่เกิดขึ้นนั้น อาจเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ คือ แถบที่มีสีเข้มอาจแสดงถึงความสามารถในการทำงานได้ดีและเต็มทีกว่าแถบที่มีสีจางกว่า โดยสีของแถบที่เข้มและชัดเจนแสดงถึงกิจกรรมของเอนไซม์ที่มากขึ้น ทำให้ง่ายต่อการระบุค่า Rf (Jaaska, 1983)

ในระบบเอนไซม์ ACP มีรูปแบบไอโซไซม์ของพันธุ์แคลิฟอร์เนียและพันธุ์ขาวไต้หวัน ที่เหมือนกัน โดยแสดงแถบสีจำนวน 3 แถบ จึงส่งผลการแสดงออกของพันธุ์ CWT 12 ที่ใช้ทั้งสองพันธุ์ดังกล่าวเป็นต้นพ่อแม่พันธุ์ มีแถบสีจำนวน 3 แถบเช่นกัน ในขณะที่ต้นพ่อแม่พันธุ์อื่นๆ มีแถบสีจำนวน 4 แถบเหมือนกัน เมื่อเปรียบเทียบกับต้นลูกผสมที่เหลืออีก 9 พันธุ์

จึงปรากฏแถบสี 4 แถบในทำนองเดียวกันด้วย ถึงแม้ว่าพันธุ์ CBM 23 CBK11 CKS 10 และ CAF 11 ได้มาจากการผสมระหว่างต้นแม่พันธุ์เคลิฟอร์เนียก็ตาม ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า พันธุ์ลูกผสมทั้งสี่พันธุ์มีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมกับต้นพ่อพันธุ์ที่มีแถบสี 4 แถบ เช่นที่พบในอีก 9 พันธุ์มากกว่า

เมื่อวิเคราะห์รูปแบบของไอโซไซม์ EST และ SOD จะเห็นได้ว่ามีความหลากหลายของรูปแบบมากขึ้น โดยเฉพาะไอโซไซม์ EST ที่แสดงแถบสีจำนวนมากขึ้น จึงนำไปหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยการทำให้โมแกรม พบว่ารูปแบบแถบสีจำเพาะที่ปรากฏในต้นพ่อแม่พันธุ์ไม่แสดงออกในพันธุ์ลูกผสมบางพันธุ์ ตามที่สุรินทร์ (2545) ได้อธิบายไว้ว่าแถบสีที่พบเฉพาะในบางพันธุ์อาจเป็นลักษณะเฉพาะของพืชพันธุ์นั้นๆ โดยอาจเกิดจากการรวมตัวของพันธุกรรมจากแม่และพ่อ ซึ่งมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนดีเอ็นเอ จึงเกิดการกลายพันธุ์ของยีน (gene recombination) ในลูกผสมขณะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ส่งผลให้สามารถผลิตเอนไซม์ขนาดจำเพาะขึ้นมาได้ และในกรณีเดียวกันนี้ทำให้เกิดการไม่ปรากฏแถบสีได้เช่นกัน เนื่องจากลูกผสมไม่สามารถผลิตเอนไซม์ชนิดเดิมได้ แต่แถบสีที่พบในพันธุ์ลูกผสมที่คล้ายคลึงกันของพ่อแม่พันธุ์ แสดงถึงการถ่ายทอดยีนมาจากพ่อหรือแม่ในกลุ่มเดียวกัน (สุพัตรา, 2547)

การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างสายต้นที่คัดเลือกด้วยตนเอง จากการใช้เอนไซม์ทั้งสี่ชนิด ให้รูปแบบที่แตกต่างกัน 7, 6, 5 และ 6 รูปแบบตามลำดับ โดยเอนไซม์ SOD สามารถจำแนกพันธุ์ได้ชัดเจนที่สุด แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 มี 2 พันธุ์ (พันธุ์ AKS 9 และ CBM 23) กลุ่มที่ 2 มี 2 พันธุ์ (พันธุ์ BBK 14 และ BBK 20) กลุ่มที่ 3 มี 2 พันธุ์ (พันธุ์ BKS 13 และ BKS 19) กลุ่มที่ 4 มี 1 พันธุ์ (พันธุ์ CAF 11) กลุ่มที่ 5 มี 1 พันธุ์ (พันธุ์ CBK 11) และกลุ่มที่ 6 มี 2 พันธุ์ (พันธุ์ CKS 10 และ CWT 12) และสามารถใช้อิโซไซม์ EST ในการจำแนกพันธุ์ในกลุ่มที่ 1 คือ AKS 9 และ CBM 23 ออกจากกันได้ ในขณะที่กลุ่มที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยพันธุ์ CKS 10 และ CWT 12 สามารถจำแนกออกจากกันได้ด้วยเอนไซม์ ACP ซึ่งรูปแบบไอโซไซม์ที่แตกต่างกันนี้เป็นผลจากพันธุกรรมที่แตกต่างกัน เกี่ยวข้องกับจำนวนโลกัส (locus) จำนวนรูปแบบของยีน หรือ อัลลีล (allele) ต่อโลกัส และโครงสร้างโมเลกุลของเอนไซม์ (Crawford, 1983 ; Simpson and Withers, 1986) และอาจเกิดจากคุณสมบัติของเอนไซม์แต่ละชนิดที่อยู่ในพืช มีความจำเพาะของเอนไซม์ในการทำปฏิกิริยาและสถานะภาพ active และ inactive ของเอนไซม์อีกด้วย (เพิ่มพงษ์, 2531) ส่วนพันธุ์ในกลุ่มที่ 2 (พันธุ์ BBK 14 และ BBK 20) และกลุ่มที่ 3 (พันธุ์ BKS 13 และ BKS 19) เป็นพันธุ์ลูกผสมเดียวกันแต่ต่างสายต้นกัน จึงมีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมาก ไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างสายต้นได้ด้วยเอนไซม์ทั้งสี่ชนิดนี้

สำหรับการศึกษารูปแบบไอโซไซม์ระหว่างสายต้นในพันธุ์ CAF ต้นที่ 2, 3, 11, 14 และ 24 ที่มีเนื้อสีชมพู และต้นที่ 1, 4 และ 8 ที่มีเนื้อสีขาว เปรียบเทียบกับพันธุ์ CBK ต้นที่ 11, 14, 19 และ 25 ที่มีเนื้อสีชมพู และต้นที่ 4, 9, 22 และ 24 ที่มีเนื้อสีขาว จะเห็นได้ว่าระบบเอนไซม์ทั้งสี่ชนิดแสดงแถบสีในรูปแบบที่แตกต่างกันในบางสายต้น แต่รูปแบบจำเพาะของแถบที่ปรากฏนั้นไม่สามารถนำมาใช้ในจำแนกความแตกต่างระหว่างสายต้นที่มีเนื้อสีชมพูและเนื้อสีขาวออกจากกันได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงแสดงรูปแบบไอโซไซม์ของแต่ละสายต้นในพันธุ์ลูกผสม CAF และ CBK แต่ยังไม่มีความชัดเจนพอสำหรับการจำแนกความแตกต่างของสีเนื้อออกจากกันได้ ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ควบคุมคุณภาพในด้านสีเนื้อ ไม่ได้แสดงความแตกต่างของไอโซไซม์ที่ใช้ในการแยกสีเนื้อได้ การวิเคราะห์รูปแบบไอโซไซม์ของฝรั่งลูกผสมในสายต้นเดียวกันของพันธุ์ BBK 20 BKS 19 และ CBM 23 ที่มีพื้นที่ปลูกต่างกันคือหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง หน่วยวิจัยคอยผาดั้ง และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบรูปแบบไอโซไซม์ของพันธุ์ CBM 23 จากการย้อมเอนไซม์สี่ชนิด มีรูปแบบและจำนวนแถบสีเหมือนกันทั้งสามแหล่งในระบบเอนไซม์ ACP EST และ SOD กล่าวได้ว่าพันธุ์ CBM 23 ไม่มีความผันแปรตามสภาพแวดล้อมมากนัก จึงยังแสดงแถบสีในทำนองเดียวกันทั้งสามพื้นที่ปลูก ส่วนพันธุ์ BKS 19 มีรูปแบบไอโซไซม์ที่เหมือนกันทั้งสามแหล่งปลูกในระบบเอนไซม์ ACP และ POX ในขณะที่พันธุ์ BBK 20 แสดงแถบสีรูปแบบเดียวกันเมื่อย้อมเอนไซม์ ACP เท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าต้นที่ปลูกจากกิ่งชำในหน่วยวิจัยคอยผาดั้งและมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อาจมีอายุที่แตกต่างกับต้นที่มาจากการเพาะเมล็ดของหน่วยวิจัยขุนห้วยแห้ง จึงมีผลต่อรูปแบบไอโซไซม์ของฝรั่งลูกผสมบางพันธุ์ เช่น BKS 19 และ BBK 20 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปัจจัยสภาพแวดล้อมที่ต่างกันด้วย จึงทำให้ต้นมีการปรับตัวให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมนั้น ดังนั้นกระบวนการทางเคมีภายในพืชอาจเปลี่ยนแปลงได้ (สุรินทร์, 2545)

การศึกษารูปแบบไอโซไซม์ของพันธุ์ฝรั่งลูกผสมจำนวน 10 พันธุ์นั้น มีแถบสีที่ปรากฏขนาด ตำแหน่ง และจำนวนใกล้เคียงกัน เนื่องจากใช้ต้นพ่อพันธุ์หรือต้นแม่พันธุ์เดียวกันในกลุ่มผสม โดยรูปแบบไอโซไซม์ที่แสดงออกจากการใช้เอนไซม์ทั้ง 4 ระบบ คือ ACP EST POX และ SOD แสดงแถบสีหลักและแถบสีที่แสดงความแตกต่างระหว่างสายต้นของบางพันธุ์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ระบบเอนไซม์ SOD ACP และ EST ร่วมกัน สามารถใช้จำแนกพันธุ์ลูกผสมที่คัดเลือกมาทั้ง 10 พันธุ์นี้ออกจากกันได้ทั้งหมด เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เป็นข้อมูลลักษณะประจำพันธุ์ สามารถนำไปใช้เป็นเทคนิควิธีการจำแนกพันธุ์ร่วมกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของใบและผลได้ การคัดเลือกสายพันธุ์ฝรั่งลูกผสมชั่วที่หนึ่งเพื่อการแปรรูปในครั้งนี้ จึงได้ขอเสนอแนะว่าพันธุ์ BKS ต้นที่ 13 และ 19 มีความเหมาะสมในด้านคุณภาพคือ มีผล

ขนาดใหญ่ น้ำหนักผลเฉลี่ย 356.40 และ 297.00 กรัมตามลำดับ มีปริมาณวิตามินซีอยู่ระหว่าง 465.41-524.65 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ซึ่งพันธุ์ BKS ทั้งสองต้นนี้ มีปริมาณเพคตินไม่สูงมากนัก แต่ยังเหมาะสำหรับทำน้ำฝรั่ง และให้ผลผลิตต่อต้นสูง โดยเฉพาะต้นที่ 19 สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้มากถึง 54 ผล และมีน้ำหนักผล 11.69 กิโลกรัมต่อต้น ส่วนพันธุ์ CBM 23 มีขนาดผลค่อนข้างใหญ่ ปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 350.88 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ถึงแม้ผลผลิตต่อต้นไม่มากนัก แต่เป็นพันธุ์ที่มีปริมาณเพคตินมาก เหมาะสำหรับการนำไปทำแยมและเจลลี่ นอกจากนี้พันธุ์อื่นๆ ที่คัดเลือกมาได้ในการศึกษา นี้ มีคุณสมบัติหลายประการเหมาะสมสำหรับการใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์อื่นๆต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved