บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พลับ (Oriental persimmon หรือ Japanese persimmon) จัดเป็นไม้ผลกึ่งร้อนที่จัดอยู่ในตระกูล Ebenaceae สกุล *Diospyros* (สังคม, 2532) มีถิ่นกำเนิดอยู่ในบริเวณเขตอบอุ่นของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเอเชีย และในอเมริกาเหนือ มีอยู่ประมาณ 190 ชนิด (species) แต่มีเพียง 4 ชนิดเท่านั้นที่ปลูกเป็นการค้า ได้แก่ *Diospyros kaki* L. , *D. lotus* L. , *D. virginiana* L. และ *D. oleifera* Cheng สำหรับ Japanese persimmon คือ *D. kaki* ซึ่งเป็นชนิดที่มีความสำคัญ และเป็นพืชพื้นเมืองในประเทศญี่ปุ่น มีการปลูกมากเป็นอันดับ 3 รองจาก ส้มแมนดาริน และแอปเปิล (Ito, 1971)

ตารางที่ 2.1 ลักษณะของพลับ

ชนิด	ถิ่นกำเนิด	การใช้ประโยชน์	ลักษณะทางสัณฐานวิทยา		
D. kaki L.	ญี่ปุ่น จีน เกาหลี	รับประทานสด และแปรรูป	ดอกมี 2 เพศอยู่บนต้นเดียวกัน อาจมีเพศเดียวบ้าง	hexaploid	2n = 90
D. lotus L.	เอเชีย	1.เป็นแหล่งของแทนนิน 2. เป็นต้นตอ	ดอกมี 2 เพศอยู่บนต้นเดียวกัน	diploid	2n = 30
D. virginiana L.	อเมริกาเหนือ	1. แปรรูป 2. เป็นต้นตอ	-	hexaploid , tetraploid	2n = 60, 90
D. oleifera Cheng	จีน	ผลิตสารแทนนิน	-	-	-

ที่มา : Ito, 1971

ประเทศในเอเชียที่ถือว่าเป็นถิ่นเนิดของพลับคือ สาธารณรัฐประชาชนจีน และญี่ปุ่น ซึ่งทั้งสองประเทศนี้มีการปลูกพลับกันมานานหลายร้อยปีแล้ว เป็นการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งเป็นสินค้าออกขายต่างประเทศ สำหรับในประเทศไทยมีการปลูกกันมาตั้งแต่ประมาณ พ.ศ. 2470 ทางภาคเหนือ เช่น เชียงใหม่ เชียงราย พันธุ์ที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยนั้นเข้าใจว่านำเข้ามาจากสาธารณรัฐประชาชนจีน (สุรินทร์, 2534)

พลับเป็นไม้ยืนต้นที่มีขนาดใหญ่ ลำต้นมีผิวหยาบกร้าน ขรุขระมีสีน้ำตาลแก่ ส่วนใบมีสีเขียวเข้มเป็นมัน และมีรูปร่างคล้ายหัวใจ เป็นพืชที่มียางทั้งในใบ ลำต้นและเนื้อไม้ที่เจริญแล้วดอกสีเหลืองอ่อนรูปร่างคล้ายระฆัง ดอกมีทั้งดอกตัวผู้และตัวเมีย ดอกตัวเมียจะเป็นดอกที่ให้ผล ดอกตัวผู้จะเกิดเป็นช่อแบบ cymose ดอกตัวเมียเกิดเป็นดอกเดี่ยว รังไข่แบ่งออกเป็น 4 - 12

ช่อง ผลเป็นแบบเบอร์รี่ที่มีขนาดใหญ่ (สังคม, 2532) มีรูปร่างแตกต่างกันออกไปในแต่ละพันธุ์ เช่น กลม กลมแบน กลมยาวคล้ายรูปกรวย รูปไข่ เป็นต้น มีกลีบเลี้ยงขนาดใหญ่ติดอยู่ที่ขั้วผล ผลอ่อนมีสีเขียวอ่อน เมื่อผลแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เมื่อผลสุกเต็มที่จะเปลี่ยนเป็นสีแดงส้ม (สุรินทร์, 2534)

พลับสามารถจำแนกได้ตามสีของเนื้อผล ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการผสมเกสร ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (สังคม, 2532)

1. กลุ่มที่ได้รับการผสมเกสรแล้ว สีเนื้อผลไม่เปลี่ยนแปลง กลุ่มนี้เรียกว่า pollination constant

2. กลุ่มที่ได้รับการผสมเกสรแล้ว เนื้อผลจะมีสีดำ กลุ่มนี้ถ้าไม่มีเมล็ดเนื้อผลจะไม่เป็นสีดำ แต่ถ้ามีเมล็ดเนื้อผลจะมีสีดำ กลุ่มนี้เรียกว่า pollination variant

นอกจากความแตกต่างในเรื่องสีของเนื้อผลแล้ว ผลยังแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ตามรสชาติ คือ พลับฝาด (astringent persimmon) และพลับหวาน (non-astringent persimmon) ซึ่งเมื่อรวมความแตกต่างทั้งสองด้านนี้เข้าด้วยกันแล้ว จะทำให้สามารถแบ่งพลับออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. Non-astringent and pollination constant (PCNA) ซึ่งมีลักษณะเป็นพลับหวาน ที่มีจุดสีดำของแทนนินบนเนื้อผล พันธุ์ที่สำคัญ ได้แก่ พันธุ์ Fuyu , Jiro , Gosho และ Suruga

2. Non-astringent and pollination variant (PVNA) ซึ่งมีลักษณะเป็นพลับหวานที่มีจุดสีดำของแทนนินบนเนื้อผล และถ้าไม่มีเมล็ดจะมีรสฝาด พันธุ์ที่สำคัญได้แก่ พันธุ์ Zenjimaru, Shogatsu , Mizushima และ Amahyakume

3. Astringent and pollination constant (PCA) ซึ่งมีลักษณะเป็นพลับฝาดจะไม่ปรากฏจุดสีดำของแทนนินบนเนื้อผล พันธุ์ที่สำคัญได้แก่ พันธุ์ Yokono , Yotsumizo , Shakokushi, Hagakushi , Hachiya และ Gionbo

4. Astringent and pollination variant (PVA) ซึ่งมีลักษณะเป็นพลับฝาดที่มีจุดสีดำของแทนนินอยู่รอบ ๆเมล็ด พันธุ์ที่สำคัญได้แก่พันธุ์ Aizumishirazu , Emon , Koshuhyakume และ Hiratanenashi

พลับทั้ง 4 กลุ่มนี้กลุ่มที่ 1 และ 2 จัดเป็นพลับที่มีรสหวานซึ่งสามารถรับประทานผลสดได้โดยไม่มีรสฝาด ส่วนกลุ่มที่ 3 และ 4 จัดเป็นพลับพันธุ์ที่มีรสฝาดเมื่อผลยังสุกไม่เต็มที่ (สังคม, 2532)

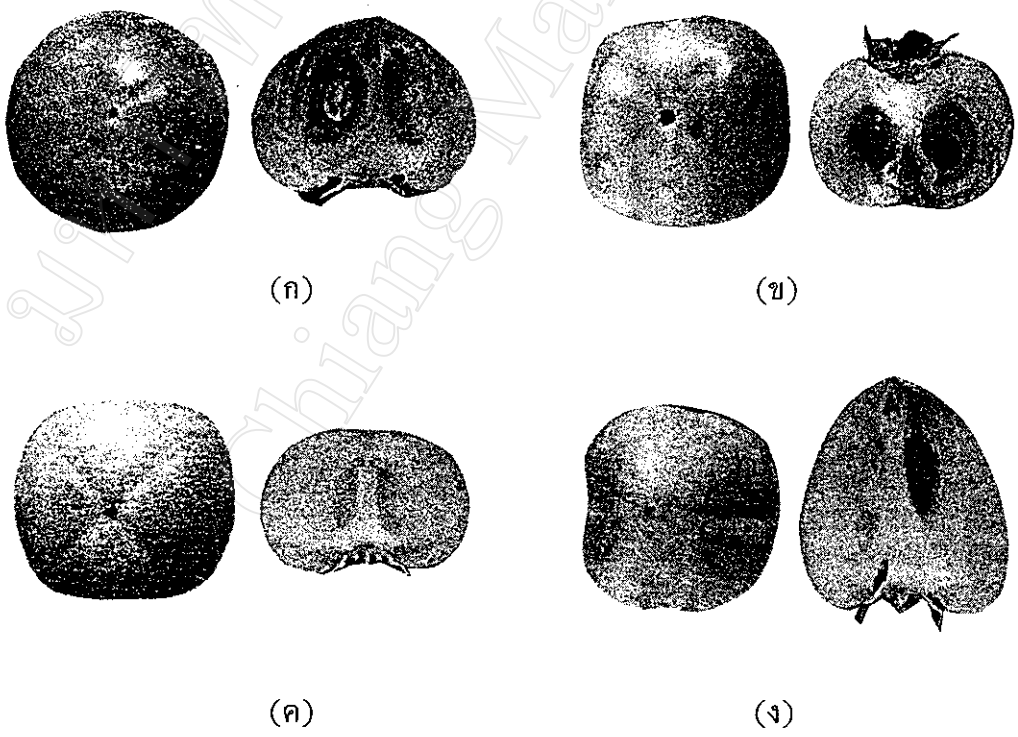
พลับที่เป็น pollination constant และ pollination variant มีแทนนินซึ่งเป็นสาเหตุของความฝาดในรูปที่ละลายน้ำได้ (water soluble tannin) ซึ่งจะมีปริมาณลดลงเมื่อผลพลับสุกนิ่มและสามารถรับประทานได้โดยไม่มีรสฝาด วิธีซึ่งทำให้ความฝาดหายไปในขณะที่ผลพลับยังแข็ง

อยู่สามารถทำได้โดยการใช้สารเคมีหรือกรรมวิธีบางอย่าง ซึ่งจะไปกระตุ้นให้แทนนินที่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปที่ไม่ละลายน้ำ (water insoluble tannin) ทำให้เวลารับประทานจึงไม่มีรสฝาดเกิดขึ้น

พลับหวานที่สีของเนื้อเปลี่ยนแปลงไปตามการผสมเกสร (non-astringent and pollination variant) โดยปกติแล้วในผลจะมีเมล็ด 4-5 เมล็ด ถ้ามีเมล็ดอย่างเพียงพอปริมาณสารแทนนินจะไม่ปรากฏ แต่ถ้าการเกิดของเมล็ดมีน้อยคือ 1 หรือ 2 เมล็ด เนื้อของผลพลับบริเวณที่ไม่มีเมล็ดจะคงฝาดอยู่ ผลพลับพวกที่ไม่ฝาดและเป็น non-astringent and pollination constant สามารถจะบริโภคได้โดยไม่ต้องปล่อยให้ผลสุกนิ่ม (Ito, 1986)

พันธุ์ปลูก

พลับที่ปลูกในประเทศไทยขณะนี้มีทั้งที่เป็น pollination constant และ pollination variant มีทั้งที่เป็นพันธุ์หวานและฝาด โดยพลับพันธุ์ต่างๆ จะมีลักษณะรูปทรงของผลที่แตกต่างกันออกไปบ้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ลักษณะรูปทรงของพลับหวาน (ก) Fuyu (ข) Jiro และพลับฝาด (ค) Hiratanenashi (ง) Gionbo (ปวิณและคณะ, 2536)

พลับฝาด (astringent persimmon)

- **Xichu (P2)** เป็นพันธุ์ที่นำเข้ามาจากไต้หวัน เป็นพลับชนิด pollination constant ผลมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์ Fuyu ลักษณะผลค่อนข้างแบน มีรูปร่างกลมจนถึงเหลี่ยม บางครั้งอาจพบลักษณะสี่เหลี่ยมจนถึงแปดเหลี่ยม เนื้อมีสีเหลืองอ่อน ๆ

- **Ang Sai (P3)** เป็นพันธุ์ที่ติดผลดก ผลมีขนาดค่อนข้างเล็ก เมื่อสุกผิวมีสีแดง

- **Nui Scin (P4)** ผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่ มีลักษณะคล้ายรูปหัวใจ เนื้อมีสีเหลืองอ่อน

- **Hiratanenashi** เป็นพันธุ์ที่มีลำต้นสูงใหญ่ ผลรูปแบน ไม่มีเมล็ด มีคุณภาพดี ข้อเสียของพลับพันธุ์นี้คือเมื่อกำจัดความฝาดแล้วเนื้อผลจะนิ่มไม่สามารถเก็บไว้ได้นาน พลับพันธุ์นี้เหมาะสำหรับการนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อบแห้ง

- **Hachiya** เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดี ผลรูปไข่ น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล 230 - 240 กรัม มีเมล็ดน้อย ภายหลังการกำจัดความฝาดสีผลจะคล้ำ เหมาะสำหรับการนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อบแห้ง

- **Aizunishirazu** เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดีทุกฤดูกาล ผลรูปกลม ขนาดกลางเนื้อผลหยาบ มีจุดสีดำปรากฏรอบ ๆ เมล็ด เหมาะสำหรับการบริโภคสดภายหลังการกำจัดความฝาด

- **Yotsumizo** เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตดี เนื้อผลละเอียด รสหวาน ไม่มีเมล็ด เหมาะสำหรับการบริโภคสดหลังจากกำจัดความฝาดแล้ว

- **Yokono** เป็นพันธุ์ที่มีลำต้นสูงใหญ่ให้ผลผลิตมากและคุณภาพดี ผิวผลสุกมีสีแดงอมส้ม ภายหลังการกำจัดความฝาดสีผลจะคล้ำ สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน (สุรินทร์, 2534; ปวิณและคณะ, 2536)

พลับหวาน (non-astringent persimmon)

- **Fuyu** เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากคิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ปลูกพลับหวานทั้งหมดในประเทศญี่ปุ่น ต้นต้องการอุณหภูมิเฉลี่ย 15 องศาเซลเซียส เนื้อผลสีเหลืองอ่อน รสหวาน มีเมล็ด 2 - 4 เมล็ดต่อผล ผลผลิตสามารถเก็บไว้ได้นาน

- **Jiro** เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากเป็นอันดับสองรองจากพันธุ์ Fuyu น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล 250 - 260 กรัม คุณภาพดี เนื้อละเอียด

- **Gosho** เป็นพันธุ์ที่เก่าแก่ จัดได้ว่าเป็นพลับพันธุ์หวานที่ดีที่สุด คุณภาพดี น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลประมาณ 150 กรัม ผิวผลสุกมีสีแดงอมส้ม เนื้อละเอียด สีสวย รสหวาน ผลผลิตไม่ดีเนื่องจากมีการร่วงของผลเมื่อผลแก่

- Suruga เป็นพลับพันธุ์ใหม่ ถือกำเนิดในปี ค.ศ. 1959 เป็นการผสมระหว่างพันธุ์ Hanagosho และพันธุ์ Okugosho ลำต้นสูงใหญ่ ให้ผลผลิตดี น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลประมาณ 200 กรัม ผลมีคุณภาพดี ผิวผลมีสีแดงอมส้ม เก็บรักษาได้นาน รสหวานกว่าพันธุ์ Fuyu (Ito, 1971 ; ปริณและคณะ, 2525)

องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบหลักทางเคมีในเนื้อของผลพลับบริโภคผลสดประกอบด้วย น้ำตาล ของแข็งที่ละลายน้ำได้ เพคติน แทนนิน แคโรทีนอยด์ กรดแอสคอร์บิก และกรดอะมิโน

น้ำตาล น้ำตาลที่พบภายในเนื้อของผลพลับ ได้แก่ ฟรุคโตส และกลูโคส ซึ่งมีปริมาณมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ของน้ำตาลทั้งหมดที่พบภายในเนื้อผล และพบว่ามีปริมาณของฟรุคโตสมากกว่ากลูโคส ส่วนซูโครสพบในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ตารางที่ 2.2) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าภายในผลมีกระบวนการทางเอนไซม์เปลี่ยนซูโครส จึงทำให้พบปริมาณของซูโครสในผลน้อย (Senter *et al.*, 1991)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณของน้ำตาลภายในเนื้อของผลพลับต่อน้ำหนักสด 100 กรัม

พันธุ์	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (°บริกซ์)	ปริมาณน้ำตาลรวม (กรัม)	น้ำตาลรีดิวซ์ (กรัม)	ซูโครส (กรัม)	กลูโคส (กรัม)	ฟรุคโตส (กรัม)	กลูโคส : ฟรุคโตส
Fuyu	14.8	14.34	13.90	0.42	6.87	7.03	1 : 1.02
Jiro	16.7	14.38	13.78	0.57	6.40	7.38	1 : 1.15
Suruga	17.9	17.14	15.40	1.65	7.34	8.06	1 : 1.10
Gosho	16.4	14.91	13.26	1.57	6.56	6.70	1 : 1.02
เฉลี่ย	16.4	15.19	14.09	1.05	6.79	7.29	1 : 1.07

ที่มา : Ito, 1971

เพคติน ในผลแก่ของพลับหวาน 4 พันธุ์ มีปริมาณเพคตินระหว่าง 0.52 - 1.07 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.3) ซึ่งปริมาณของเพคตินที่พบนี้ยังสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มตามความสามารถในการละลายได้ในตัวทำละลายในขั้นตอนของการสกัด ประกอบด้วยเพคตินที่ละลายได้

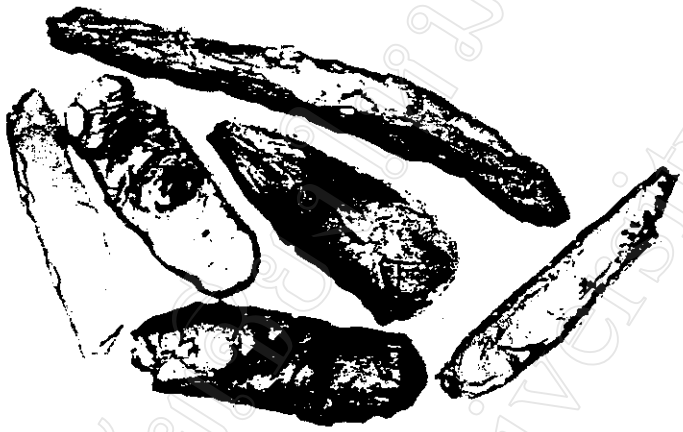
ในน้ำ 64 - 69 เปอร์เซ็นต์ ละลายได้ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 - 29 เปอร์เซ็นต์ และละลายได้ในสารละลายโซเดียมเฮกซะเมตาฟอสเฟต 5 - 10 เปอร์เซ็นต์ (Ito, 1971)

ตารางที่ 2.3 ปริมาณเพคตินของผลพลับต่อน้ำหนักสด 100 กรัม

พันธุ์	เพคติน ที่ละลายในน้ำ (กรัม)	เพคตินที่ละลายใน Na-hexametaphosphate (กรัม)	เพคตินที่ละลายใน sodiumhydroxide (กรัม)	ปริมาณเพคตินรวม (กรัม)
Fuyu	0.360	0.050	0.108	0.518
Jiro	0.370	0.040	0.140	0.555
Suruga	0.640	0.046	0.288	0.974
Gosho	0.740	0.084	0.244	1.070

ที่มา : Ito, 1971

แทนนิน ปริมาณของแทนนินที่พบภายในผลพลับนี้จะอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ซึ่งสามารถพบได้ในแทนนินเซลล์ แทนนินที่พบนี้เป็นของเหลวที่สามารถกระจายได้ทั่วทั้งผล เมื่อผลสุกแทนนินจะตกตะกอนอยู่ภายในแทนนินเซลล์ทำให้แทนนินเซลล์มีการเพิ่มขนาดและปริมาณ ซึ่งแทนนินนี้อยู่ในรูปที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ จึงทำให้ความฝาดหายไป ขนาดและความหนาแน่นของแทนนินเซลล์นี้จะแตกต่างกันไปตามแต่ละพันธุ์ พลับพันธุ์หวานที่ได้รับการผสมเกสรแล้วสีของเนื้อผลไม่เปลี่ยนแปลง (PCNA) ขนาดของแทนนินเซลล์จะเล็กส่วนในพันธุ์ Yotsumizo (PCA) มีปริมาณของแทนนินเซลล์เท่ากับพันธุ์ Jiro หรือ Fuyu (PCNA) ตัวอย่างขนาด และรูปร่างของแทนนินเซลล์แสดงในรูปที่ 2.2 ผลแก่ของพลับฝาดมีปริมาณของแทนนินที่ละลายได้อยู่ระหว่าง 0.80 - 1.94 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักผลสด (Ito, 1986)



รูปที่ 2.2 ลักษณะผลลึกแทนนิน (Ito, 1986)

แคโรทีนอยด์ การเปลี่ยนแปลงสีของผลสุกเกิดจากรงควัตถุแคโรทีนอยด์ (ตารางที่ 2.4) ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงของสีอยู่ระหว่างสีแดงถึงสีส้มอมเหลือง เมื่อทำการสุ่มรงควัตถุจากผลพลับ 40 พันธุ์ ซึ่งประกอบด้วย *D. kaki* 38 พันธุ์ และ *D. lotus* 2 พันธุ์ พบว่ามีปริมาณของ cryptoxanthin ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักมีอยู่ถึง 30 - 40 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด (Homnava *et al.*, 1990)

กรดแอสคอร์บิก ผลพลับมีปริมาณของกรดแอสคอร์บิกสูง (ตารางที่ 2.5) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลที่ยังไม่แก่และในส่วนของเปลือกของผลแก่จะมีปริมาณของกรดแอสคอร์บิกมากกว่าในเนื้อผลของผลแก่ นอกจากนี้ยังพบว่าในส่วนของเนื้อผลจะมีความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกสูงกว่าในส่วนแกนกลางของผล (Salunkhe and Desai, 1984)

กรดอะมิโน กรดอะมิโนนั้นพบใน เนื้อผล กลีบเลี้ยง และเมล็ดของพลับ กรดอะมิโนที่พบมี 19 ชนิด คือ alanine , arginine , aspartic acid , glutamic acid , glycine , histidine , leucine , isoleucine , lysine , methionine , phenylalanine , proline , serine , threonine , tryptophan , tyrosine , valine , cystine และ γ-amino butyric acid ซึ่งกรดอะมิโนที่พบนี้จะไม่มี asparagine รวมอยู่ด้วย (ตารางที่ 2.6) (Douglas and Considine, 1970)

ตารางที่ 2.4 ปริมาณแคโรทีนอยด์ต่อน้ำหนักสด 100 กรัม

พันธุ์	ปริมาณแคโรทีนอยด์		
	β-cryptoxanthin (ไมโครกรัม)	α-carotene (ไมโครกรัม)	β-carotene (ไมโครกรัม)
พลับฝาด			
Aizumishiraza	54 ± 0.2	23 ± 2.0	65 ± 0.3
Saijo	70 ± 0.6	33 ± 2.0	70 ± 3.0
Giambo	78 ± 2.0	19 ± 1.0	56 ± 2.0
Hiratanenashi	49 ± 2.3	-	65 ± 0.3
Sheng	138 ± 8.0	34 ± 9.0	160 ± 1.0
Tanenashi	260 ± 5.0	27 ± 1.5	114 ± 3.0
Korean	75 ± 3.0	18 ± 1.0	95 ± 8.0
American type	190 ± 5.0	14 ± 1.0	118 ± 20.0
Hachiya	128 ± 1.0	90 ± 14.0	540 ± 1.0
พลับหวาน			
Hanagoshi	162 ± 5.5	167 ± 2.0	550 ± 42.4
Hanafuyu	97 ± 7.0	48 ± 8.0	120 ± 8.4
Jiro	80 ± 17.0	37 ± 2.4	93 ± 18.2
Fuyu	60 ± 5.0	60 ± 1.4	158 ± 5.0
Shogatsu	48.4	29.3	120.7
Ichi Kijiro	86.5	40.5	125.0

ที่มา : Homnava *et al.*, 1990

ตารางที่ 2.5 ปริมาณของกรดแอสคอร์บิกในผลพลับเป็นมิลลิกรัมต่อน้ำหนักผล 100 กรัม

พันธุ์	ส่วนของผล	ผลรวมของปริมาณกรดแอสคอร์บิก	กรดแอสคอร์บิก	กรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก
Fuyu	เปลือก	220	195	25
	เนื้อ	52	41	11
Jiro	เปลือก	175	144	31
	เนื้อ	35	24	11
Okugosho	เปลือก	150	126	24
	เนื้อ	25	16	9
Hanagosho	เนื้อ	45	33	11
Seidoshi	เนื้อ	46	31	14

ที่มา : Salunkhe and Desai, 1984

ตารางที่ 2.6 ปริมาณของกรดอะมิโนในผลพลับ

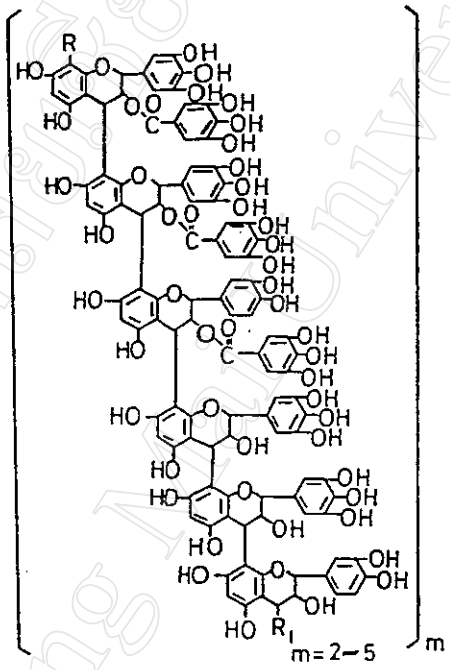
ชนิดของกรดอะมิโน	มิลลิกรัม/กรัมของ N_2	มิลลิกรัม/100 กรัมในอาหาร
Isoleucine	280	36
Leucine	400	52
Lysine	320	42
Methionine	61	8
Cystine	140	18
Phenylalanine	290	38
Tyrosine	150	20
Threonine	380	49
Tryptophan	110	14
Valine	290	38
Arginine	360	47
Histidine	130	17
Alanine	220	29
Aspartic acid	520	68
Glutamic acid	1100	143
Glycine	210	27
Proline	190	25
Serine	220	29

ที่มา : Douglas and Considine, 1970

ความฝาดและกรรมวิธีในการลดความฝาดของพลับ

พลับฝาดต้องผ่านการกำจัดความฝาดก่อนจึงจะรับประทานได้ ความฝาดของพลับเกิดจากสาร leucodelphinidin-3-glucoside โดยในโมเลกุลนี้จะประกอบไปด้วย gallic acid , gallocatechin และ gallocatechin gallate (Ito, 1986) มีชื่อสามัญว่า diospyrin ซึ่งเป็นแทนนินที่ละลายน้ำได้ชนิดหนึ่ง แทนนินชนิดนี้เป็นของเหลวที่แพร่กระจายได้ง่าย ซึ่งเมื่อผลสุกมากขึ้น diospyrin จะเปลี่ยนโครงสร้างไป ทำให้ความฝาดของผลพลับลดลง (สังคม, 2532) หรือเกิดการรวมตัวกันเอง (polymerization) เกิดเป็นโมเลกุลที่ใหญ่ขึ้นจึงไม่ละลายน้ำ ปัจจัยสำคัญของการลดความฝาดของผลพลับนั้นประกอบด้วย การเจือจางโดยการขยายขนาดของผล และอีกส่วนหนึ่งคือการรวมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ของแทนนินภายในผลซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยรอง และจะเกิดขึ้นหลังจากระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโตของผล (Yonemori and Matsushima, 1987) จึงทำให้

ความฝาดของผลพลับนั้นลดลง ลักษณะของสารแทนนินที่เป็นสาเหตุของความฝาดในเนื้อผลพลับแสดงในรูป 2.3 โดยทั่วไปในการบริโภคผลพลับจะต้องปล่อยให้ผลสุกงอมเสียก่อนจึงจะรับประทานได้ การปล่อยให้ผลสุกตามธรรมชาตินี้จะทำให้เนื้อผลนิ่มเละ ซึ่งเป็นลักษณะที่ตลาดไม่ยอมรับ อีกทั้งยังมีอายุในการวางจำหน่ายสั้น ดังนั้นจึงต้องใช้กรรมวิธีลดความฝาดกับผลพลับเพื่อให้ได้ผลพลับที่เนื้อผลยังแน่นแข็งอยู่ภายหลังการกำจัดความฝาด (วิลาวัลย์และคณะ, 2538)



รูปที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของแทนนินในผลพลับ (Kitagawa and Glucina, 1984)

กรรมวิธีในการลดความฝาดของผลพลับ

การใช้น้ำปูนใส

โดยการแช่ผลพลับในน้ำปูนใส ประมาณ 5-7 วัน ผลพลับจะหายฝาดได้ ขณะที่ผลยังแน่นแข็งอยู่ วิธีการนี้ผลพลับจะคงคุณภาพอยู่ได้นาน 2-3 วันเท่านั้น และผลที่แช่น้ำปูนใสจะมีคราบปูนเกาะอยู่ที่ผิว ทำให้ผิวไม่สวยในขณะวางจำหน่าย (สุรินทร์, 2534)

การใช้ไอแอลกอฮอล์

โดยการใช้แอลกอฮอล์ 35-40 เปอร์เซ็นต์ รมผลพลับภายในภาชนะปิด ใช้อัตราส่วนเอทธานอล 10 มิลลิลิตรต่อบรรยากาศ 1 ลิตร รมผลพลับนาน 5-7 วัน วิธีนี้ผลพลับจะคงคุณภาพได้นาน 2-3 วัน นอกจากนี้ถ้าผลพลับแช่อยู่ในเอทธานอล สีผิวจะเปลี่ยนไปเป็นสีน้ำตาลและมีรสชาติเปลี่ยนไป ข้อเสียของวิธีนี้คือ ผลอาจมีกลิ่นแอลกอฮอล์ติดอยู่บ้าง (ปวิณและคณะ, 2525)

การใช้น้ำร้อน

โดยการแช่ผลพลับในน้ำร้อน 40 องศาเซลเซียส นานประมาณ 15-24 ชั่วโมง แต่วิธีการนี้ทำให้ผลพลับมีคุณภาพต่ำลง (สุรินทร์, 2534)

การใช้เอทธิลีน

โดยใช้สารเอทธีฟอน 2,000 ส่วนในล้านส่วน ในสัดส่วน 10 มิลลิลิตรต่อ 1 ลิตรของบรรยากาศ จะเกิดก๊าซเอทธิลีน รมผลพลับนาน 5-7 วัน จะช่วยให้ผลพลับสุกได้เร็วขึ้นและหายฝาดได้ แต่วิธีนี้ผลพลับจะฉ่ำน้ำเกินไป ทำให้รสชาติไม่ดี (สังคม, 2532)

การแช่แข็ง

นำผลพลับมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส นาน 10-90 วัน สามารถลดปริมาณแทนนินที่ละลายน้ำลงได้ แต่ไม่สามารถทำให้ความฝาดหายสนิทได้ (Ito, 1971)

การฉายรังสี

นำผลพลับมาฉายรังสีแกมม่าที่ความเข้มของรังสี 0.15-0.25 เมกกะแรด จากแหล่งรังสีโคบอลต์ จะสามารถช่วยลดความฝาดลงได้ แต่อาจทำให้ผลพลับมีเนื้อสัมผัสที่นิ่มลง (สุรินทร์, 2534)

การใช้สภาพสูญญากาศ

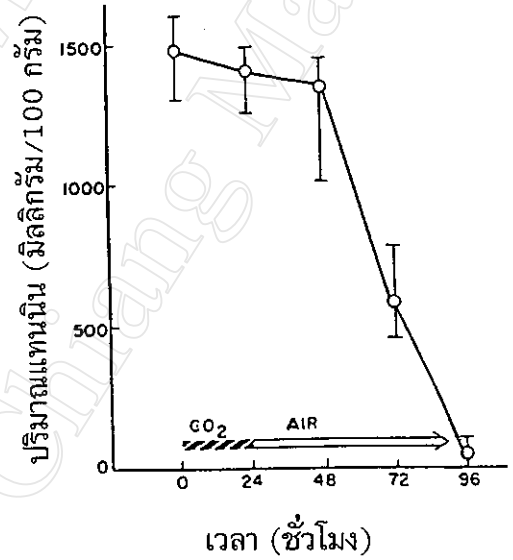
นำผลพลับบรรจุลงในถุงพลาสติก nylon-LDPE ซึ่งมีความหนา 80 ไมครอน ขนาด 18 x 28 เซนติเมตร นำไปปิดปากถุงและทำให้สภาพภายในถุงพลาสติกเป็นสูญญากาศโดยเครื่อง vacuum packaging machine with chamber ผลพลับภายหลังจากการเก็บรักษานาน 9 สัปดาห์จะแสดงอาการฉ่ำน้ำขึ้นที่บริเวณเนื้อซึ่งทำให้เนื้อผลพลับมีลักษณะใส (ดนัยและคณะ, 2540)

การรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

วิธีนี้เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ผลพลับที่ผ่านกระบวนการนี้จะหายฝาดภายใน 3-4 วัน และผลพลับที่ได้ยังมีเนื้อผลที่แน่นแข็งอยู่ วิธีนี้ผลจะสะอาด ไม่มีคราบปูนจับเช่นที่เกิดขึ้นเมื่อใช้น้ำปูนใส และเมื่อเก็บผลพลับที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาผลพลับได้นาน 1 เดือน (Ito, 1986 ; สุรินทร์, 2534) และดนัยและคณะ (2540) ทำการทดลองกำจัดความฝาดผลพลับโดยบรรจุผลพลับลงในถุง HDPE ขนาด 76 x 120 เซนติเมตร แล้วดูดอากาศภายในออกจนหมดแล้วเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปจนถุงมีลักษณะพองเต็ม

ที่แล้วจึงปิดปากถุงให้สนิทปล่อยพลับไว้ในสภาพบรรยากาศของคาร์บอนไดออกไซด์นาน 48 ชั่วโมงแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ผลพลับจะแสดงลักษณะจุดสีดำที่ผิวภายนอกอาการดังกล่าวจะรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเก็บรักษานานขึ้นจนหมดสภาพในการจำหน่ายในสัปดาห์ที่ 6

วิธีรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์วิธีใหม่ที่นำมาใช้ คือวิธี constant temperature short duration (CTSD) ซึ่งมีขั้นตอนในการปฏิบัติคือการลดอุณหภูมิของผลพลับโดยนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาไว้ในบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 95 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 24 - 48 ชั่วโมง (Dey and Harborne, 1989) พลับจะลดความฝาดลงไปได้อย่างรวดเร็วและมีคุณภาพที่ดี กล่าวคือ เนื้อยังคงคุณภาพแน่นแข็งไม่นิ่มและรูปที่ 2.4 แสดงการลดลงของปริมาณแทนนินของพลับ เมื่อทำวิธีการลดความฝาดด้วย CTSD-CO_2 โดยจะเห็นว่าพลับที่เก็บไว้ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นาน 24 ชั่วโมง และนำพลับมาไว้ในอากาศปกติที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณแทนนินที่เป็นสาเหตุของความฝาดในพลับมีปริมาณลดลงไปอย่างมาก (Ito, 1971)



รูปที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแทนนินของพลับในการลดความฝาดด้วยวิธี CTSD (Kitagawa and Glucina, 1984)

กลไกการลดความฝาดของพลับ

การลดความฝาดของผลพลับ สามารถทำได้หลายวิธีดังที่กล่าวมาแล้ว โดยมีพื้นฐานของการลดความฝาดด้วยการทำให้พลับให้อยู่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic condition) หรือการให้อยู่ในสภาพที่มีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) โดยการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) อะซิตัลดีไฮด์ (acetaldehyde) หรือเอทธานอล (Pesis *et al.*, 1988) การลดความฝาดที่มีประสิทธิภาพ สามารถทำได้โดยนำพลับไปเก็บรักษาไว้ในบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1-3 วัน ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ คือ พันธุ์ อุณหภูมิ และสภาพความอ่อนแก่ (stage of maturity) การลดความฝาดด้วยการปรับสภาพบรรยากาศนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา 2 ขั้นตอนด้วยกันคือ ขั้นตอนแรกในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือในสภาพที่เป็นสภาพที่ขาดออกซิเจนนี้ ทำให้เกิดการสร้างอะซิตัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดปฏิกิริยาในขั้นที่สองด้วยการเปลี่ยนแทนนินที่ละลายน้ำไปเป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำ (Gazit and Adato, 1972) โดยที่การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนั้น ไม่อาจเปลี่ยนแทนนินที่ละลายน้ำให้ไปเป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำได้ทั้งหมด งานวิจัยหลายเรื่องได้ชี้ให้เห็นถึงการใช้เอทธานอลและอะซิตัลดีไฮด์ต่อความสัมพันธ์ในการเปลี่ยนแทนนินที่ละลายน้ำที่เป็นสารที่ให้รสชาติฝาดอยู่ในรูปที่เป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำ โดยการทำงานของอะซิตัลดีไฮด์ที่ไปจับกับสารแทนนินให้อยู่ในลักษณะเจล (Matsuo and Ito, 1982)

กลไกในการลดความฝาดของพลับมีความเกี่ยวข้อง 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 : สภาพที่ขาดออกซิเจนทำให้เกิดสารอะซิตัลดีไฮด์ที่มีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดการลดลงของความฝาด เอนไซม์มีความเกี่ยวข้องในขั้นตอนของการลดความฝาดในสภาพขาดออกซิเจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกรดไพรูวิคไปเป็นอะซิตัลดีไฮด์ และเอทธานอล ซึ่งการทำงานของเอนไซม์จะถูกยับยั้งได้ที่อุณหภูมิมากกว่า 60 องศาเซลเซียส โดยเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวคือ เอนไซม์ pyruvate decarboxylase (PDC) และเอนไซม์ alcohol dehydrogenase (ADH) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยนอะซิตัลดีไฮด์ไปเป็นเอทธานอล โดยเอนไซม์ทั้งสองไม่สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส (Gazit and Adato, 1972 : Pesis *et al.*, 1988)

ขั้นตอนที่ 2 : สภาพที่มีออกซิเจนทำให้เกิด nonenzymatic reaction ระหว่างอะซิตัลดีไฮด์กับแทนนินที่ละลายน้ำ เป็นขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี สามารถอธิบายเป็น 2 กระบวนการ กระบวนการแรก คือ สารอะซิตัลดีไฮด์ที่ได้จากขั้นตอนที่หนึ่งจะเปลี่ยนแทนนินที่ละลายน้ำไปเป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำ โดยที่การเปลี่ยนดังกล่าวนั้นไม่อาจเปลี่ยนแทนนินที่ละลายน้ำให้ไปเป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำได้ทั้งหมด กระบวนการที่สอง คือ สารอะซิตัลดีไฮด์ที่เกิดขึ้นจะเร่งกระบวนการสุกของผลพลับทำให้เกิดเพคตินที่ละลายน้ำ จากนั้นจะเกิด

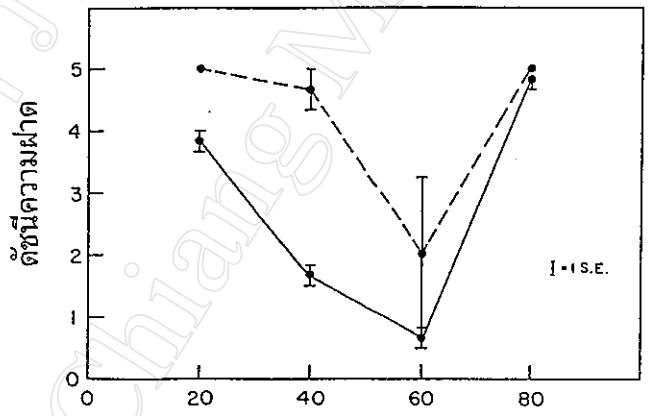
การรวมตัวกันเป็นสารประกอบระหว่างเพคตินที่ละลายน้ำกับแทนนินที่เหลือจากกระบวนการแรก ซึ่งทำให้การกำจัดความฝาดเป็นไปอย่างสมบูรณ์ (Taira *et al.*, 1997)

ปัจจัยที่มีผลต่อการลดความฝาดของพลับ

ความฝาดที่ลดลงของผลพลับมีความเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ รวมถึงการเปลี่ยนรูปของแทนนินจากรูปของสารที่ละลายน้ำได้ไปเป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ มีผลทำให้ความฝาดของพลับนั้นหมดไป ซึ่งปัจจัยที่มีผลดังกล่าวคือ

อุณหภูมิ

การลดความฝาดของพลับมีความเกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์ PDC และ ADH ซึ่งการทำงานของเอนไซม์จะเกิดกิจกรรมที่เหมาะสมได้นั้นต้องมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ รูปที่ 2.5 แสดงผลการลดลงของระดับความฝาดภายหลังจากการแช่พลับพันธุ์ Triumph ในน้ำอุณหภูมิ 20-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยที่พลับยังคงมีลักษณะเนื้อที่แน่นแข็ง



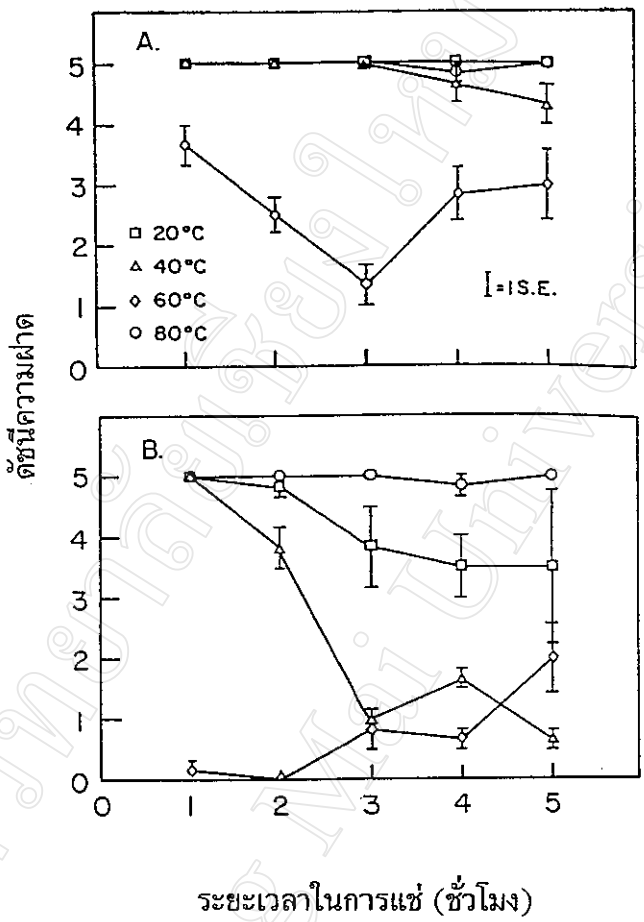
รูปที่ 2.5 การลดความฝาดของพลับพันธุ์ Triump ด้วยการแช่น้ำที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (Ben-Arie and Sonego, 1993)

(---) วิเคราะห์หาระดับความฝาดทันทีภายหลังจากการแช่ในน้ำที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ

(——) วิเคราะห์หาระดับความฝาดภายหลังวางไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24ชั่วโมง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าความฝาดของผลพลับที่ผ่านการแช่น้ำที่ระดับอุณหภูมิ 40 องศา-เซลเซียส มีการลดลงของความฝาดเล็กน้อย แต่หากวางทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงแล้วนำมาวิเคราะห์ความฝาดพบว่า มีการลดลงของความฝาดอย่างมาก ที่ระดับอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พลับที่ทำการวิเคราะห์ทันทีจะมีความฝาดลดลงมากกว่าที่ระดับอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และเมื่อทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง พบว่าความฝาดนั้นจะลดลงไปอีก แต่ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความฝาดแต่อย่างใด จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์จะอยู่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (Ben-Arie and Sonego, 1993)

Ben-Arie and Sonego (1993) ได้ทดลองถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาโดยแช่ผลพลับลงในน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ แล้วนำไปวิเคราะห์ทันที พบว่าเมื่อแช่ผลในน้ำที่อุณหภูมิ 20 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อการลดลงของความฝาด แต่มีการลดลงของความฝาดเล็กน้อยเมื่อแช่ผลลงในน้ำที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง (รูปที่ 2.6) จากรูปที่ 2.6 A เมื่อแช่ผลในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าความฝาดของพลับลดลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อใช้เวลาในการแช่ผลนานขึ้นความฝาดของพลับจะเพิ่มขึ้นอีกครั้ง จากรูปที่ 2.6 B เมื่อแช่ผลในน้ำที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ แล้วทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ระดับความฝาดพบว่าที่การแช่ผลที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง มีการลดลงของความฝาด แต่การแช่ผลที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อการลดลงของระดับความฝาด จากรูปที่ 2.6 B พบว่าเมื่อแช่ผลที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนานกว่า 3 ชั่วโมง ระดับความฝาดของผลพลับมีการเพิ่มขึ้นมาอีกครั้ง ซึ่งแตกต่างกับการแช่พลับในช่วงเวลาสั้น ๆ ดังนั้นสามารถสรุปผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการลดความฝาดได้ดังนี้คือ การแช่พลับในน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีการลดลงของความฝาดอย่างชัดเจน แต่ถ้าใช้เวลานานขึ้นความฝาดจะเพิ่มขึ้นมาอีกครั้ง ทั้งนี้ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะไม่ทำให้ความฝาดลดลงแต่อย่างใด



รูปที่ 2.6 ผลของอุณหภูมิต่อการลดลงของความฝาดในพลับพันธุ์ Triump (Ben-Arie and Sonego, 1993)

(A) วิเคราะห์หาระดับความฝาดทันทีภายหลังจากการแช่ในน้ำที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ

(B) วิเคราะห์หาระดับความฝาดภายหลัง 24 ชั่วโมง จากการแช่ในน้ำที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ

(ดัชนีความฝาด : 0 = ไม่ฝาด , 5 = ฝาดมากที่สุด)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้พลับมีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนเป็นผลทำให้มีการผลิตเอทธานอล และอะซิตัลดีไฮด์ ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้มีผลต่อการลดลงของความฝาดโดยจะทำให้แทนนินที่ละลายน้ำเกิดการรวมตัวกันเปลี่ยนไปเป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งทำให้ความฝาดลดลง (Pesis *et al.*, 1988) Ben-Arie and Sonego (1993) พบว่าความฝาดของพลับที่แช่ในน้ำอุณหภูมิ 20 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ไม่ลดลง แต่เมื่อทำการทดลองต่อไป

โดยรมพลับด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 80 เปอร์เซ็นต์ของความเข้มข้น ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ทำให้ความฝาดของพลับลดลง และเมื่อนำพลับที่แช่น้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตามด้วยการรมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแทนนินที่ละลายน้ำไปเป็นแทนนินที่ไม่ละลายน้ำมากกว่าการแช่ที่ระดับอุณหภูมิอื่น (ตารางที่ 2.7)

ตารางที่ 2.7 ผลของการรมพลับด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ต่อค่าดัชนีความฝาด ปริมาณแทนนินที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำในพลับพันธุ์ Triump ที่แช่น้ำในระดับอุณหภูมิต่าง ๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

สิ่งที่ทดลอง		ดัชนีความฝาด [a]	ปริมาณแทนนิน (มิลลิกรัม/กรัมของน้ำหนักสด)	
อุณหภูมิ (°ซ)	CO_2		แทนนินที่ละลายน้ำ [b]	แทนนินที่ไม่ละลายน้ำ [c]
20	-	5.0	20.2 ± 1.28	2.7 ± 0.46
	+	1.0	0.6 ± 0.17	19.5 ± 1.81
40	-	3.5	19.5 ± 1.90	4.0 ± 0.16
	+	0.1	0.3 ± 0.02	18.6 ± 1.27
60	-	0.2	2.7 ± 0.54	19.4 ± 2.46
	+	0	2.5 ± 1.20	23.4 ± 3.05
80	-	4.9	16.7 ± 0.74	4.4 ± 0.26
	+	3.5	11.7 ± 0.95	7.5 ± 0.60

[a] 0= ไม่ฝาด , 5 = ฝาดมากที่สุด , [b] soluble in methanol , [c] soluble in 1% HCL in methanol

ที่มา : Ben-Arie and Sonego, 1993

อะซิตัลดีไฮด์และเอทธานอล

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นถึงความสัมพันธ์ของการผลิตสารเอทธานอลและอะซิตัลดีไฮด์กับความสามารถในการเปลี่ยนโครงสร้างของสารแทนนินทำให้พลับไม่ฝาดนั้น จากการศึกษาของ Ben-Arie and Sonego (1993) พบว่า ผลพลับที่เก็บไว้ที่บรรยากาศปกติแล้วนำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 40 และ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง มีการลดลงของความฝาดเล็กน้อย (ตารางที่ 2.8) และจะเห็นได้ว่าพลับที่เก็บไว้ในสภาพที่เป็นอะซิตัลดีไฮด์แล้วนำไปแช่น้ำทุกระดับอุณหภูมินั้นสามารถทำให้ดัชนีความฝาดมีค่าเป็นศูนย์ ส่วนการเก็บพลับในสภาพที่มีเอทธานอลแล้วนำไป

แช่ในน้ำทุกระดับอุณหภูมินั้นพบว่ามีการลดลงของความฝาดได้ที่อุณหภูมิ 20 และ 40 องศาเซลเซียสเท่านั้น ในขณะที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียสไม่มีการลดลงของความฝาดเลย นอกจากนั้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสสำหรับพลับที่เก็บในสภาพปกติมีค่าดัชนีของความฝาดน้อยนั้นเนื่องจากพลับดังกล่าวอาจมีการสุกมากเกินไป

ตารางที่ 2.8 ผลของอะซิตัลดีไฮด์ (2,500 ไมโครลิตร นาน 24 ชั่วโมง) และเอทธานอล (17,500 ไมโครลิตร นาน 48 ชั่วโมง) ตามด้วยการแช่ในน้ำที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ นาน 2 ชั่วโมง ต่อการลดความฝาดเมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมง

อุณหภูมิในการแช่	ดัชนีความฝาด [a]		
(°ซ)	บรรยากาศปกติ	อะซิตัลดีไฮด์	เอทธานอล
20	4.7	0	0
40	3.8	0	0
60	1.5	0	4.5
80	4.7	0	5

[a] 0 = ไม่ฝาด , 5 = ฝาดมากที่สุด

ที่มา : Ben-Arie and Sonego, 1993

การเก็บรักษา

การเก็บรักษา มีวัตถุประสงค์เพื่อจะเก็บผลิตผลให้อยู่ในสภาพปกติได้นานที่สุด นิยมทำการเก็บรักษาเมื่อมีผลิตผลล้นตลาดหรือมีมากเกินความต้องการ อีกทั้งยังสามารถช่วยควบคุมราคาผลิตผลในตลาดไม่ให้ลดต่ำลงมากเกินไป การเก็บรักษาที่ดีจะต้องพยายามรักษาความสดของผลไม้ให้คงอยู่ได้นานที่สุดด้วย การเก็บรักษานั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น สภาพของบรรยากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ โดยที่สภาพของบรรยากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสม และระยะเวลาในการเก็บรักษาผลผลิตแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามชนิดของผลิตผล ดังแสดงในตารางที่ 2.9 (ดนัย, 2535)

ตารางที่ 2.9 ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ความชื้นที่เหมาะสม และระยะเวลาในการเก็บรักษาผลไม้

ชนิดของผลไม้	อุณหภูมิ	สภาพอากาศ		ความชื้นสัมพัทธ์	ระยะเวลาที่เก็บรักษาได้
	(°ซ)	% O_2	% CO_2	(%)	
พลับ	0-5	3-5	5-8	85-90	2 เดือน
แอปเปิล	0-5	2-3	1-2	85-90	3-8 เดือน
อะพริคอท	0-5	2-3	2-3	85-90	1-2 สัปดาห์
อะโวกาโด	5-13	2-5	3-10	85-90	3-4 สัปดาห์
ท้อ	0-5	1-2	5	85-90	2-4 สัปดาห์
สาลี่	0-5	2-3	0-1	90-95	7-9 สัปดาห์
พลัม	0-5	1-2	0-5	85-90	3-4 สัปดาห์
สตรอเบอรี่	0-5	10	15-20	85-90	7-10 วัน

ที่มา : กนกมณฑล, 2526 ; ดนัย, 2535

การเก็บรักษาผลพลับนั้น มีการศึกษาเฉพาะพลับพันธุ์หวานเท่านั้น เช่น พันธุ์ Fuyu การเก็บรักษาพลับพันธุ์ Fuyu สามารถเก็บรักษาได้นาน 3 เดือน โดยการเก็บรักษาไว้ในสภาพควบคุมบรรยากาศ (CA storage) มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 8 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 3-5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-100 เปอร์เซ็นต์ (สังคม, 2532) Kitagawa and Glucina (1984) รายงานว่าสามารถเก็บรักษาพลับพันธุ์ Fuyu ได้นาน 5-6 เดือน โดยเก็บรักษาไว้ในสภาพควบคุมบรรยากาศ มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5-8 เปอร์เซ็นต์ ออกซิเจน 2-3 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ Lyon *et al.* (1992) ได้เก็บรักษาพลับพันธุ์ Fuyu นาน 6 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80-85 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อและรสชาติเพียงเล็กน้อย ส่วน Ben-Arie and Zutkhi (1992) รายงานเกี่ยวกับการเก็บรักษาพลับพันธุ์ Fuyu ที่เก็บรักษาภายในถุง LDPE (low density polyethylene) หนา 0.06 และ 0.08 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส พบว่าความแน่นเนื้อของพลับที่เก็บรักษานาน 18 สัปดาห์ ในถุงหนา 0.06 และ 0.08 มิลลิเมตร ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเทียบกับพลับที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ