บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พุทรา

พุทรา เป็นไม้ผลยืนต้นขนาดเล็ก มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Ziziyphus mauritiana Lam.* เป็นพืชที่ขึ้นได้ดีในหลายพื้นที่ตั้งแต่แถบร้อน ร้อนชื้น ถึงแถบอบอุ่น-หนาว ในประเทศไทย มีพุทราพันธุ์พื้นเมืองแถบร้อนชื้น ได้แก่ พันธุ์เจดีย์ พันธุ์สามรส และพันธุ์ฉนวนทองหรือสงวนทอง เป็นต้น ซึ่งจะมีขนาดผลเล็กถึงปานกลาง เนื้อละเอียดและบาง มีกลิ่นรสเข้มข้น (ศิวาพร ศิวเวชช อุดม กาญจนปกรณ์ชัย และโอฬาร ตัณฑวิรุฬห์, ม.ป.ป)พุทราพื้นเมืองจะมีผลเล็ก เนื้อน้อย แต่รสชาติหอมเป็นพิเศษ ไม่มีพันธุ์ใดเทียบได้ และกำลังจะสูญพันธุ์ (พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ, 2539) โดยในการทดลองนี้จะใช้พุทราพันธุ์พื้นเมือง หรือพันธุ์สามรส

ผลของพุทราเจริญมาจาก superior ovary มี endocarp แข็ง (stony) mesocarp เป็นเนื้อนุ่ม และ exocarp ค่อนข้างเปราะบาง ประกอบด้วย epidermis และ collenchyma หลายชั้น epidermis มีคิวทิเคิล ส่วนของ mesocarp ประกอบด้วย parenchyma เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ มี mesocarp เป็นส่วนที่รับประทานได้ โดยในผลอ่อน เซลล์เล็ก ๆ ทางด้านนอกจะมี คลอโรพลาสต์ ส่วน endocarp จะเป็นเซลล์ sclereid ที่เรียงตัวอัดกันแน่น และเมล็ดจะอยู่ใน endocarp (เทียมใจ คมกฤส , 2542) ในด้านของการเจริญเติบโตผลของพุทราจะมีการเติบโตแบบดับเบิลซิกมอยด์ ซึ่งในช่วงแรกการเติบโตเป็นผลมาจากการแบ่งเซลล์ในรังไข่ ได้แก่ mesocarp , endocarp และ nucellus ส่วนช่วงที่สองเป็นช่วงที่ผนังของรังไข่ (pericarp) หยุดการเจริญเติบโต ส่วนของเอมบริโอและเอนโดสเปิร์มจะเริ่มเติบโต จนมีการขยายขนาดเต็มที่เมื่อสิ้นสุดระยะนี้ (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์ , 2544)

ในผลพุทรามีรงควัตถุให้สีเป็นสารประกอบในกลุ่ม Phenolic compounds และ Furfural derivatives สามารถใช้ เป็นตัวชี้บ่งถึง คุณภาพของน้ำผลไม้ได้(Teresa Hernandez et.al , 1997) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Phenolic compounds ซึ่งเป็นสารเมตาบอไลท์ทุติยภูมิ จะพบในเนื้อเยื่อพืชทุกส่วนโดยมักจะพบมากในผลไม้และพวกผัก (Macheix JJ, Fleuriet and Billot J ,1990) Phenolic compounds จะมีอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกัน เช่น simple soluble phenols ซึ่งมักจะพบในช่องว่างของเซลล์ โดยโดยองค์ประกอบของ Phenolic compounds ในน้ำผลไม้และในผลไม้จะแตกต่างกัน เนื่องมาจากสารประกอบที่ถูกปล่อยออกมาเนื่องมาจากผนังเซลล์และช่องว่างของเซลล์ถูกทำลาย นอกจากนี้ยังขึ้นกับความจำเพาะของ Phenolic compounds และกระบวนการที่ใช้ด้วย ซึ่ง Phenolic compounds ในผลไม้นั้นจะมีความจำเพาะในแต่ละสายพันธุ์ นอกจากนี้ความแตกต่างในด้านปริมาณยังขึ้นอยู่

กับความแก่-อ่อนของผล ,สภาพแวดล้อมในการปลูก และสภาวะในการเก็บ (Joshi VK, Chauhan SK and Lal BB ,1991) กระบวนการผลิตน้ำผลไม้ ที่ใช้เอนไซม์และความร้อน จะมีผลต่อองค์ประกอบของ Phenolic compounds

Furfural derivatives เช่น 5-hydroxymethylfurfural (HMF) นั้นได้ถูกศึกษากันมากในการผลิตน้ำผลไม้เชิงการค้า โดยเกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเกิดสีน้ำตาลหรือรู้จักกันในชื่อว่าปฏิกิริยา Maillard , ระหว่างกระบวนการให้ความร้อน Furfural derivatives ได้ถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความเสื่อมของคุณภาพของน้ำผลไม้ ระหว่างกระบวนการให้ความร้อน เช่น การทำให้เข้มข้น การพาสเจอไรซ์ และยังใช้ในขั้นตอนการเก็บได้อีกด้วย โดย HMF นั้นจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีในน้ำผลไม้ ในขณะที่ Furfural เป็นตัวบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลง กลิ่น รส ในน้ำผลไม้

นอกจากนี้พบว่าในกระบวนการให้ความร้อนในการผลิตน้ำลูกพีช และน้ำแอปเปิล พบว่ามีผลให้ Phenolic compounds มีปริมาณลดลง ในขณะที่ Furfural derivatives มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิ และเวลาในการให้ความร้อนนานขึ้น ส่วนการใช้เพคติเนส ก่อนการให้ความร้อนนั้นพบ ว่าได้ส่งผลให้มีปริมาณ Furfural derivatives เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (Teresa Hernandez et.al , 1997)

พุทราที่ปลูกในประเทศไทย แบ่งออกได้เป็น 11 พันธุ์ ดังต่อไปนี้

(ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และ ศิวาพร ธรรมดี , 2542)

1. พันธุ์เจดีย์

เป็นพุทรากลุ่มพันธุ์ลูกผสม ระหว่างพันธุ์ที่มาจากอินเดียกับพันธุ์พื้นเมือง เนื่องจากพบครั้งแรกที่สวนพุทราหลังองค์พระสมุทรเจดีย์ อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ นายเอกชัย ฤกษ์อำไพ และหลายฝ่ายจึงเห็นสมควรให้ใช้ชื่อเป็น "พุทราเจดีย์" จากการที่เป็นลูกผสมจึงมีพุทราลักษณะต่าง ๆ กัน ในกลุ่มนี้ที่มีลักษณะดีและถูกคัดออกมาได้ 3 พันธุ์ประกอบด้วย "พันธุ์สีเขียวหรือสีนวล" , "พันธุ์สีเหลืองหรือสีทอง" และ "พันธุ์ฉนวนทอง"

2. พันธุ์ฉนวนทอง

พุทรากลุ่มพันธุ์เจดีย์ เป็นพันธุ์ลูกผสม ออกดอกและติดผลไม่ค่อยดก ผลทรงกลมแป้นและใหญ่กว่ากลุ่มเจดีย์พันธุ์อื่น ด้านขั้วผลจะยุบมากกว่าด้านก้นผล ผลสดมีสีเหลืองและใสพอสมควร ขนาดผลสม่ำเสมอกันดี ที่ผิวผลมักมีทางสีส้มพาดจากขั้วมาทางก้นผล เนื้อละเอียด สีออกเหลือง รสฝาดหวานและเปรี้ยวครบกระบวนของพุทรา กรอบพอสมควร เนื้อหนาประมาณ 0.9-1.1 ซม. เมล็ดขนาดปานกลาง

3. พันธุ์ทองเจริญ

เป็นพุทราที่กลายมาจากพันธุ์บอมเบย์ ติดผลง่ายและให้ผลดก รูปทรงคล้าย ๆ กับพันธุ์บอมเบย์ ขนาดผลสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน รสชาติหอมหวาน

4. พันธุ์บอมเบย์

เป็นพันธุ์เก่าแก่ที่นำเข้ามาจากประเทศอินเดีย ออกดอกและติดผลดกพอสมควร เก็บเกี่ยวได้ราวเดือน มิถุนายน-ธันวาคม ผลขนาดค่อนข้างใหญ่ น้ำหนักประมาณ 40-50 กรัม/ผล ผลรูปทรงยาวรีคล้ายผลละมุด ด้านก้นแหลมไหล่ผลแคบ บริเวณขั้วผลบุ๋มเล็กน้อย ผลสดมีสีเขียวอมเหลืองจาง ๆ เปลือกบางใสและผิวละเอียดเป็นมัน สีเหลืองอมเขียว ที่ผิวมีทางสีส้มพาดจากขั้วผลไปปลายผล เมื่อปล่อยให้สุกผิวจะมีสีแดงเรื่อ ๆ เนื้อหนา ละเอียดแต่นิ่มกว่าพันธุ์ เหรียญทอง" สีขาวออกเหลือง รสหวาน แน่น กรอบมาก ไม่มีเมือก ไม่ค่อยมีกลิ่นพุทรา ความหนาเนื้อประมาณ 1.5-1.7 ซม. เมล็ดเล็กยาวรีหัวท้ายแหลม แข็ง ผิวขรุขระ ตำแหน่งของเมล็ดตอนบนอยู่ห่างจากขั้วผลค่อนข้าง มาก มีช่องว่างมาก อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 4 เดือน แหล่งปลูกดั้งเดิมอยู่ที่ จ.ระยอง

5. พันธุ์สงวนทอง

เป็นพุทราที่ผลมีขนาดเล็ก รสออกทางเปรี้ยวเล็กน้อย สามารถปลูกได้ในเขตดินเค็ม

6. พันธุ์สามรส

เป็น พุทราพันธุ์ที่ออกดอกติดผลดกพอสมควร ผลทรงกลมแป้น ที่ขั้วและก้นผลจะบุ๋มมาก ผลสดมีหลายสี ได้แก่ สีเขียว สีเขียวอมเหลือง สีเหลืองปนแดง เปลือกบางใสเล็กน้อย เนื้อขาวละเอียด มีเนื้อน้อย กรอบเล็กน้อย มีรสเปรี้ยว หวาน และฝาด 3 รสกลมกลอมพอดี เมล็ดกลมเล็ก อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 3 เดือน จุดด้อยคือ เก็บไว้ประมาณ 1 คืนผลจะแดงเร็ว

7. พันธุ์สาลี่

เป็นพุทราพันธุ์ลูกผสม ออกดอกดี ดอกใหญ่สีออกขาว ผลขนาดใหญ่มากเท่า ๆ มะนาวขนาดใหญ่ ทรงผลคล้ายสาลี่ ก้นผลจะใหญ่กว่าด้านขั้ว ที่ขั้วและก้นบุ๋ม ผลสดมีสีเหลือง มีริ้วเป็นทางยาวออกสีน้ำตาล พาดจากขั้วผลไปหาก้นผลตลอดทั้งผล เปลือกบางและใสเล็กน้อย เนื้อค่อนข้างหยาบ สีออกเหลือง มีเนื้อมาก หนาประมาณ 1.8-2.0 ซม. รสหวานกรอบพอสมควร เมล็ดทรงยาวรีขนาดใหญ่ อายุเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 4 เดือนขึ้นไป

8. พันธุ์สีเขียว หรือ สีนวล

พุทรากลุ่มพันธุ์เจดีย์ เป็นพันธุ์ลูกผสม ออกดอกดกมาก จึงมีผู้ใช้เป็นแหล่งเกสรเพศผู้ให้กับพันธุ์อื่น ติดผลดี ผลขนาดกลาง รูปทรงยาวรีคล้ายไข่ไก่ ที่ขั้วบุ๋มเล็กน้อย ก้นผลจะแหลม ผลสดสีเขียวอมเหลือง เปลือกบางใสเป็นมันวาวมาก จึงถูกเรีย กเป็น" พุทราแก้ว" เนื้อละเอียดสีขาว รสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย กรอบอร่อย ความหนาเนื้อประมาณ 0.8-1 ซม. เมล็ดทรงยาวรี ขนาดปาน

กลาง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 2 เดือนเศษ จุดอ่อนคือ เก็บไว้ค้างคืนผลแดงเร็ว และถ้าฝนตกหรือมีน้ำค้างจัดผลก็จะแตกได้ง่าย

9. พันธุ์สีเหลือง หรือ สีทอง

พุทรากลุ่มพันธุ์เจดีย์ เป็นพันธุ์ลูกผสม ออกดอกและติดผลไม่ดก ผลมีขนาดกลาง ทรงกลมคล้ายรูปไข่ที่ขั้วและก้นบุ๋มเล็กน้อย ขณะสดผิวมีสีเหลืองจำปาทั่วผล เปลือกหนาพอสมควรและใสเล็กน้อย เนื้อสีอ อกเหลืองและฉ่ำ เนื้อไม่ละเอียด ฟ่าม การเกาะของเนื้อจะหลวม ๆ รสหวานอมเปรี้ยวและกรอบเล็กน้อย ความหนาเนื้อประมาณ 0.8-1 ซม. เมล็ดทรงยาวรี ขนาดกลาง อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 2 เดือนเศษ สามารถเก็บผลไว้นาน 3-4 คืนกว่าผลจะแดง

10. พันธุ์เหรียญทอง

เป็นพุทราที่มีปลูกกันมานาน เข้าใจว่าปลูกน้อยลงมากในปัจจุบัน ติดผลไม่ค่อยดก ผลมีขนาดใหญ่ ประมาณ 40 กรัม/ผล รูปทรงกลมแป้นคล้ายผลแอปเปิลสีแดง ด้านขั้วและก้นผลตัด ขั้วและก้นบุ๋มเล็กน้อย ไหล่ผลกว้างออก บริเวณกลางผลด้านก้นผลมนเล็กน้อย ผลมีเส้นจาง ๆ คาดจากขั้วถึงก้นผลตลอดทั้งผล ผิวผลหยาบและขรุขระ ด้าน ๆ ไม่ใส ผิวผลสดมีสีเขียวเข้ม เมื่อสุกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เปลือกหนา เนื้อหนา วัดได้ประมาณ 1.5-1.7 ซม. ละเอียด สีออกขาว มีเมือกลื่น รสหวานอมเปรี้ยว มีกลิ่นหอม กรอบกว่าพุทราพันธุ์อื่น ๆ เมล็ดทรงยาวรีขนาดใหญ่ ด้านติดกับขั้วค่อนข้างแหลม ด้านก้นป่อง ผิวเมล็ดขรุขระ ตำแหน่งของเมล็ดอยู่ค่อนไปทางขั้วผล และมีช่องว่างเล็กน้อย อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 4 เดือนขึ้นไป

11. พันธุ์แอปเปิล

เป็นพุทราพันธุ์ที่ปลูกมานานที่จ.ระยอง ออกดอกเป็นพวง ผลกลมแป้นคล้ายผลแอปเปิล สีเขียว ขนาดใหญ่ หนักประมาณ 60 กรัม/ผล ขั้วและก้นผลจะบุ๋มมาก ผลสดมีสีเขียวเข้ม เปลือกหนาและใส เนื้อละเอียดสีออกขาว เหนียวและมีเมือกมากกว่าพันธุ์อื่น ๆ หนาประมาณ 1.5-1.6 ซม. รสหวานอมเปรี้ยว กรอบเล็กน้อย เมล็ดขนาดใหญ่ อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 4 เดือนขึ้นไป

2. 2 แหล่งปลูกที่สำคัญและปริมาณการผลิต (กรมส่งเสริมการเกษตร , 2537)

ในปีการเพาะปลูก 2537 มีพื้นที่ปลูกพุทรารวมทุกพันธุ์ 17,147 ไร่ โดยแยกปลูกในพันธุ์เหรียญทองมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 30. 19 ของพื้นที่ปลูกรวม รองลงมาคือพันธุ์บอมเบย์ คิดเป็นร้อยละ 27. 16 และพันธุ์บอมแอปเปิ้ลร้อยละ 18.60 พันธุ์เจดีย์สีทอง ร้อยละ 16.53 และพันธุ์บอมแอปเปิ้ล คิดเป็นร้อยละ 7.52 แหล่งที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดคือจังหวัด สมุทรสาคร คิดเป็นร้อยละ 47.30 ของพื้นที่ปลูกรวม และนิยมปลูกในพันธุ์เหรียญทองมากที่สุด รองลงมาคือ จังหวัดราชบุรี

มีพื้นที่ปลูก คิดเป็นร้อยละ 28.72 ส่วนใหญ่ปลูกพันธุ์บอมเบย์ และจังหวัดสมุทรปราการ มีพื้นที่ปลูกคิดเป็นร้อยละ 3.62 ปลูกพันธุ์เจดีย์สีทองทั้งหมด

ผลผลิตรวมทุกพันธุ์มี 33,171 ตัน โดยแยกเป็นผลผลิตของพันธุ์เหรียญทองร้อยละ 29.04 ของผลผลิตรวม พันธุ์บอมแอปเปิ้ลร้อยละ 24.26 พันธุ์บอมเบย์ร้อยละ 23.59 พันธุ์เจดีย์สีทองร้อยละ 20.49 และพันธุ์ อื่น ๆ ร้อยละ 2.62 แหล่งที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด 3 จังหวัดแรก คือ จังหวัดสมุทรสาคร , ราชบุรี และ กาญจนบุรี มีผลผลิต คิดเป็นร้อยละของผลผลิตรวม 50.07 35.45 และ 3.05 ตามลำดับ ผลผลิตเฉลี่ยรวมทุกพันธุ์ 2 ,251 กิโลกรัม ต่อไร่ พันธุ์บอมแอปเปิ้ล ให้ผลผลิตรวมเฉลี่ยสูงสุด 2 ,522 กิโลกรัม ต่อไร่ ราคาขายผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ กิโลกรัมละ 9.11 บาท

ตารางที่ 2.1 สถิติการปลูกพุทรา แยกรายจังหวัด เรียงตามพื้นที่เพาะปลูกที่ให้ผลแล้ว 15 จังหวัดแรก ตามลำดับในปี พ.ศ. 2537 (กรมส่งเสริมการเกษตร , 2537)

จังหวัด	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)	ผลผลิตรวม (ตัน)	ราคาขาย (บาท/กก.)
	ให้ผลแล้ว	ยังไม่ให้ผล	รวม			
สมุทรสาคร	6,934	1,176	8,110	2,443	16,940	8.43
ราชบุรี	4,658	267	4,925	2,524	11,758	7.19
สมุทรปราการ	620	0	620	1,350	837	5.50
แพร่	500	200	700	500	250	12.50
กาญจนบุรี	423	264	687	2,395	1,013	3.32
นครปฐม	276	69	345	1,888	521	8.07
อ่างทอง	215	0	215	1,506	324	6.04
ระยอง	188	150	338	2,500	470	5.50
สุพรรณบุรี	157	103	260	1,729	272	8.25
เลย	140	25	165	700	98	7.50
กาฬสินธุ์	100	5	105	585	59	6.70
เพชรบุรี	95	0	95	1,634	155	10.00
อุดรธานี	50	7	57	2,440	122	8.25
ยโสธร	47	10	57	346	16	10.50
ประจวบคีรีขันธ์	42	15	57	778	33	7.50

ตารางที่ 2.2 แสดงสถิติการปลูกพุทรา แยกรายภาคในปี พ.ศ. 2537 (กรมส่งเสริมการเกษตร , 2537)

ภาค	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)			ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.)	ผลผลิตรวม (ตัน)	ราคาขาย (บาท/กก.)
	ให้ผลแล้ว	ยังไม่ให้ผล	รวม			
เหนือ	638	257	895	613	391	10.09
ตะวันออกเฉียงเหนือ	406	94	500	820	333	9.39
กลาง	291	19	310	1,530	445	8.13
ตะวันออก	813	150	963	1,610	1,310	7.83
ตะวันตก	12,585	1,894	14,479	2,438	30,692	7.01
ใต้	0	0	0	0	0	0.00
รวมทั้งประเทศ	**14,733**	**2,414**	**17,147**	**2,251**	**33,171**	**9.11**

2.3 องค์ประกอบของสารที่พบในพุทราพื้นเมือง (Ruy J. V. Alves และคณะ , 2005)

สารประกอบที่ตรวจพบในดอกพุทราพื้นเมือง *Zizyphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae) ประกอบด้วย Heptanal, Benzaldehyde, Octanal, Guaiacol, 4-Methylanisole, Benzyl alcohol, *Trans*-β-ocimene, *Cis*-linalool oxide, Methyl benzoate, Nonanal, Linalool, 4-ketoisophorone, Benzoic acid, α-Terpineol. Myrtenol, *Trans*-carveol, 3,4-Dimethoxytoluene, *p*-Anisaldehyde, Phenylacetic acid, p-Anisyl alcohol, Nonanoic acid, Undecanal, Methyl anisate, Eugenol, Methyl cinnamate, Off – flavour, Skatole, Sweet odor, Vanillin, Methyeugenol, *p*-Anisic acid, Methyl vanillate, Vanillic acid, Veratrylic acid, Benzyl benzoate, Palmitic acid, Linoleic acid และ Stearic acid

2.4 องค์ประกอบที่สำคัญในพุทรา

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบที่สำคัญของพุทรา (Morton J, 1987)

คุณค่าทางอาหารของพุทรา (100 กรัม)	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	ไฟเบอร์	น้ำตาล	เพคติน	วิตามินซี	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	แคโรทีน	เหล็ก
* พุทราสด	81.60 -83.00	0.80	0.07	17.00	0.60	10.5	2.2-3.4	65.80 -76.00	25.6	26.8	0.021	0.76 -1.80
** พุทราแห้ง	68.10	1.44	0.21	2.47	1.28	21.66	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : *Analyses made in India and Honduras.

**Analyses made in the Philippines.

2.5 สรรพคุณทางยาของพุทรา

ประโยชน์ทางยา คือ ผล ใช้เป็นยาจีนบำรุงกำลัง และช่วยระงับอาการคนเป็นโรคประสาทอ่อน ๆ ให้หายได้โดยใช้ขนาด 3 – 5 ผล เมล็ดใช้เป็นยาจีนเช่นเดียวกับผล โดยใช้ขนาด 5 – 10 กรัม สามารถช่วยระงับอาการของโรคประสาทอ่อน ๆ ให้หายได้เช่นกัน (พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ, 2539)

มีการศึกษาผลในการป้องกันโรคเบาหวาน ของพุทราพันธุ์พื้นเมือง *Zizyphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae) ซึ่งยาแผนโบราณส่วนมากจะใช้พืชหลาย ๆ ชนิดในการรักษาโรคเบาหวาน ซึ่งในจำนวนนั้นก็มีการใช้สารสกัดที่ได้จากใบของพุทราพันธุ์พื้นเมือง *Zizyphus mauritiana* Lam. มีผลในการรักษาโรคเบาหวานในหนูทดลอง (Cisse A et al, 2000) และผลในการรักษาโรคเบาหวานในหนูทดลอง โดยศึกษาผลของ สารสกัดจาก butanol ที่สกัดจากใบของพุทราในกลุ่ม Zizyphus spina-christi (L.) พบว่ามีสาร saponin glycoside, และ christinin-A ซึ่งมีผลต่อระดับกลูโคส และระดับของ insulinในเลือด โดยทำการศึกษาในหนูทดลอง ที่ให้ 100 mg/kg ของสารสกัดจากbutanol หรือ christinin-A โดยพบว่า สารทั้งสองมีผลทำให้ ระดับกลูโคสในเลือดของหนูทดลองลดลง และสามารถรักษาระดับของ insulinotropic กับ hypoglycemic ได้ในระดับที่ปลอดภัย ซึ่งก็คือผลในการรักษาโรคเบาหวานในหนูทดลองนั่นเอง (Abdel-Zaher AO et al. , 2005)

2.6 กระบวนการผลิตน้ำผลไม้

ในปัจจุบันมีการใช้เอนไซม์อย่างแพร่หลายในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากการใช้เอนไซม์จะช่วยลดระดับการใช้พลังงานลง อีกทั้งช่วยปรับปรุงคุณภาพและความปลอดภัย ของสารอาหาร(Rolle, R. S. ,1998)

ตัวอย่างของเอนไซม์ทางการค้าในการผลิตน้ำผลไม้เช่นRapidase pomaliq (GistBrocades), ซึ่งประกอบด้วย pectinases, hemicellulases และ cellulases นั้นใช้ในการขจัดอนุภาคที่แขวนลอยออกจากน้ำผลไม้(Grassin and Fauquembergue, 1996) ซึ่งมีตัวอย่างงานวิจัยในด้านต่าง ๆ ดังนี้

การผลิตน้ำราสเบอรี่ โดยการสกัดด้วยเอนไซม์ Pectinase ทางการค้า 2 ชนิดร่วมกับ pectinesterase และ polygalacturonase บริสุทธิ์ ซึ่งจะทำให้ได้ความเข้มข้นของ Colliod เป็น 1.09 – 4.20 g / l และได้ arabinogalactan type II (Ara / Gal = 0·59) มี มวลโมเลกุล 40 000 Da (Frank Will and Helmut Dietrich , 2003)

กระบวนการผลิตน้ำลูกแพร์ ได้มีการวิเคราะห์องค์ประกอบของเนื้อของลูกแพร์และติดตามการเปลี่ยนแปลงระหว่างการสุกและภายหลังการเก็บเกี่ยวนั้น พบว่าคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงในผลแอปเปิล กล่าวคือปริมาณของ Protopectin และความหนืด จะลดลง ขณะที่ Pectate จะเพิ่มขึ้น ระหว่างการสุก ลูกแพร์มีปริมาณ Araban, hemicellulose และ cellulose สูงกว่าแอปเปิล ส่วนในการ

สกัดน้ำผลไม้จะใช้ arabanase และ arabinosidase ที่มี activity สูง ๆ ร่วมกับ Pectinase (Polymethylgalacturonases Pectinesterases Polygalacturonases)แล้วน้ำผลไม้ที่สกัดได้ผ่านการ depectinize แล้วกรองได้ผลผลิตเป็น nectars.และพบว่ายังมีปัญหาเรื่องการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ (Askar et.al , 1990) ในการปรับปรุง cloud stability ใน nectarsจะใช้เอนไซม์ Rapidase LIQ® (Gist - Brocades), Pectinex Ultra SP (Novo Nordisk) หรือ Rohapect TF (Rohm) ซึ่งจะมี activity ของ PG และ PL สูง และยังมี cellulases กับ hemicellulases ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งจะลดความหนืดลง และช่วยรักษา cloud stability อีกทั้งช่วยให้การทำให้ผลิตภัณฑ์เข้มข้นง่ายขึ้น โดยหลัง จากการทำให้เข้มข้นแล้ว ผ่านขั้นตอนการไล่อากาศออก แล้วให้ความร้อนที่ 85 – 95 °C โดยรักษาอัตราส่วนระหว่างน้ำตาลต่อกรด ที่ 15 -16 °Brix (Kashyap et.al , 2001)

ในงานวิจัยเพื่อใช้เอนไซม์ในการผลิตสารรักษาความขุ่นของน้ำผลไม้ (Clouding agents) มีการใช้ pectin methylesterase(PME), polygalacturonase (PG), และ cellulase ในการผลิต Clouding agents จากผิวส้ม เพื่อใช้เติมในขั้นตอนการผลิตน้ำผลไม้ (Alexandre Espachs-Barroso et.al , 2003) ทั้งนี้ Clouding agents ที่ได้จากธรรมชาติ ควรเพิ่มความขุ่นให้แก่น้ำผลไม้ และ ควรมีความคงตัวในผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยที่ สี กลิ่น รส ของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนหลังจากการเติม (Crandall PG, Matthews RF and Baker RA ,1983)

สำหรับงานวิจัยเรื่องดึงกลิ่นกลับมาในกระบวนการผลิตน้ำแอปเปิลจะใช้ Hydrophobic Pervaporation ซึ่งมีการเปรียบเทียบระหว่างการผลิตแบบต่อเนื่องกับการผลิตแบบกึ่งกะ(semi-batch) พบว่า การผลิตแบบต่อเนื่องมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่า โดยค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับอายุการใช้งานของเยื่อกรอง กับราคาของเยื่อกรอง (F. Lipnizki, J. Olsson and G. Tragardh , 2002)

2.7 นิยามของใยอาหารและการจัดกลุ่ม

ใยอาหารมีอยู่หลายกลุ่ม เกือบทุกชนิดถูกจัดเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มิใช่แป้ง (Non - starch carbohydrates) ใยอาหารไม่สามารถย่อย ด้วยระบบเอนไซม์ในทางเดินอาหาร อย่างไรก็ตามมีใยอาหารบางชนิดที่ถูกแบคทีเรียในทางเดินอาหารย่อยได้บ้าง เมื่อแบคทีเรียย่อยแล้วได้ผลผลิตเป็นสารบางชนิดซึ่งร่างกายนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นจากเดิมที่เข้าใจกันว่าใยอาหารเมื่อไม่ถูกย่อย ย่อมไม่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย กินแล้วย่อมถูกขับออกจากร่างกายในรูปอุจจาระ หาประโยชน์ต่อร่างกายทางด้านอื่นไม่ได้เลย การค้นพบความสำคัญของใยอาหารในเวลาต่อมาทำให้ความคิดของนักโภชนาการที่มีต่อใยอาหารเปลี่ยนแปลงไป ดังเช่น มีการยอมรับว่าการบริโภค ใยอาหารเป็นความจำเป็นทางโภชนาการประการหนึ่ง ใยอาหารเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ และใยอาหารบางชนิดร่างกายสามารถนำ ไปใช้สร้างพลังงานรวมถึงให้สารบางตัวที่เป็นประโยชน์ได้ข้อสรุปคุณสมบัติของใยอาหาร มีดังนี้ 1) ใยอาหารมีอยู่หลายกลุ่ม 2) แต่ละกลุ่มมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

แตกต่างกัน 3) แต่ละกลุ่มให้ผลต่อเมแทบอลิซึมของร่างกายต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของใยอาหารนั้น ๆ

จากตารางที่ 2.4 แสดงชนิดของใยอาหาร และน้ำตาลที่พบในโมเลกุล และตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติต่าง ๆ ของใยอาหาร จะเห็นได้ว่า เซลลูโลส (Cellulose) และ เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ต่างเป็นคาร์โบไฮเดรต สามารถเพิ่มมวลอุจจาระ ทำให้ช่วงเวลาที่กากอาหารค้างอยู่ในทางเดินอาหารสั้นลง (ขับถ่ายเร็วขึ้น) มีใยอาหารบางชนิดที่ช่วยในการเคลื่อนไหวของทางเดินอาหาร ลดปัญหาอาการท้องผูก และลดความเสี่ยงของโรคทางเดินอาหารบางโรค นอกจากนี้ใยอาหารหลายตัวยังช่วยลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลและการดูดซึมเกลือน้ำดี ขณะเดียวกันใยอาหารบางชนิด เช่น เพคติน (Pectin) และ กัม (Gum) ยังสามารถสร้างเจลเหนียวในกระเพาะอาหารและลำไส้ทำให้อาหารเคลื่อนตัวในทางเดินอาหารช้าลงส่งผลให้การดูดซึมอาหารหลายชนิดเป็นไปได้ช้าลง เป็นผลดีสำหรับผู้ป่วยบางโรค เช่น เบาหวาเนื่องจากทำให้น้ำตาลลดการดูดซึม ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นช้าลง มีงานวิจัยจานวนไม่น้อยให้ข้อมูลว่าใยอาหารบางกลุ่มช่วยลดการเกิดมะเร็งของระบบทางเดินอาหาร โดยลดการสะสมของสารก่อมะเร็งได้ด้วย และยังพบความสัมพันธ์ของใยอาหารต่อการแสดงออกทางอารมณ์ ซึ่งใยอาหารมีผลทำให้แบคทีเรียในลำไส้เจริญเติบโตได้ดีขึ้น และแบคทีเรียในลำไส้เล็กก็มีผลกระทบต่อ cytokines ในประสาทส่วนกลาง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแสดงออกทางอารมณ์ ซึ่งทำให้ลดความเครียดลงได้ (Alan C. Logan N.D ,2006)

อาหารจำพวกผักและธัญพืชเป็นแหล่งของใยอาหารจำพวกที่ไม่ละลายน้ำดังเช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ขณะที่ผลไม้ ถั่วเมล็ดเปียก เป็นแหล่งของใยอาหารที่ละลายน้ำได้ หากได้รับใยอาหารทั้งประเภทละลายน้ำและไม่ละลายน้ำจะทำให้อาหารสมดุล เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากขึ้น การได้รับใยอาหารจากหลายแหล่งย่อมเป็นประโยชน์มากกว่าการได้รับจากแหล่งเดียว เพราะร่างกายได้รับประโยชน์ที่หลากหลายจากใยอาหาร อย่างไรก็ตาม การบริโภคใยอาหารมากเกินไปอาจทำให้ขาดสารอาหาร ตลอดจนเกิดปัญหาทางด้านสุขภาพได้เช่นเดียวกัน ผู้เชี่ยวชาญ กล่าวว่าร่างกายควรได้รับใยอาหารประมาณวันละ 30 กรัม โดยเลือกจากหลายแหล่งเช่น ผัก ผลไม้ ถั่วเมล็ดเปียก และธัญพืช

ในสหรัฐอเมริกา นิยามของใยอาหาร (Dietary Fiber) ที่ใช้ในการกำหนดฉลากโภชนาการคือส่วนของอาหารประเภทเซลล์พืช และโพลีแซคคาไรด์ที่บริโภคได้ซึ่งทนทานต่อการย่อยสลายของเอนไซม์ในทางเดินอาหาร ในส่วนของการตรวจสอบ **The Association of Official Analytical Chemists (AOAC)** กำหนดให้ สารกลุ่มนี้สามารถละลายได้ในสารละลายผสมของ 95% ethanol 4 ส่วน กับ น้ำ 1 ส่วน การกำหนดนิยามเช่นนี้แม้จะทำให้สารที่ย่อยไม่ได้ในระบบทางเดินอาหารเกือบทุกชนิดจัดเป็นใยอาหาร แต่ กลุ่มโพลีฟรุคแตนส์ (polyfructans) ซึ่งทั้งอินุลิน (inulin) และโอลิโกฟรุคโตส (oligofructose) จัดเป็นสารในกลุ่มนี้ แต่กลับถูกแยกออกมานอกกลุ่ม สาร

โพลีฟรุคแตนส์นี้แม้จะถูกย่อยไม่ได้โดยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก แต่ไม่สามารถกำหนดให้เป็นใย อาหารได้ เนื่อง จากมันถูกย่อยสลายได้จนหมดโดยเอนไซม์ของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ **สมาคมนักเคมีธัญพืชแห่ง สหรัฐอเมริกา (The American Association of Cereal Chemists หรือ AACC)** เมืองเซ็นต์พอล รัฐมินเนโซตา ได้กำหนด นิยามของใยอาหารขึ้นใหม่ เพื่อให้สามารถรวมกลุ่มโพลีฟรุคแตนส์เข้าไปด้วย โดยกำหนดว่า ใยอาหาร หมายถึง สารที่ทนทานต่อการย่อย และการดูดซึมในลำไส้เล็ก การเปลี่ยนแปลงนิยามเช่นนี้ มีผลทำให้การเสริมใยอาหารในอาหารเป็นไปได้หลากหลายขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ใยอาหารมีมากขึ้นในตลาด การบริโภคใยอาหารที่คำนวณได้ ย่อมมีค่าที่สูงขึ้น

และยังได้มีการหาวิธีในการทำนายปริมาณใยอาหารทั้งหมด เช่น ใช้วิธี Near-infrared reflectance spectroscopy (NIR) ในอาหารที่ถูกบดจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว โดยศึกษาในอาหาร 3 กลุ่ม คือ 1. อาหารที่เตรียมโดยการบดอย่างเดียว 2. อาหารที่เตรียมโดยการบดร่วมกับการอบแห้ง และ 3. อาหารที่เตรียมโดยการบดและอบแห้งแล้วจึงเอาไขมันออก พบว่า การทำนายปริมาณใยอาหารทั้งหมด โดย Near-infrared reflectance spectroscopy (NIR) ในอาหารที่เตรียมโดยการบดและอบแห้งแล้วจึงเอาไขมันออก มีความถูกต้องสูงสุด (Kim Y, Singh M และ Kays SE. , 2006)

ตารางที่ 2.4 ใยอาหารและชนิดของน้ำตาลในโมเลกุล (วินัย ดะห์ลันและคณะ , 2545)

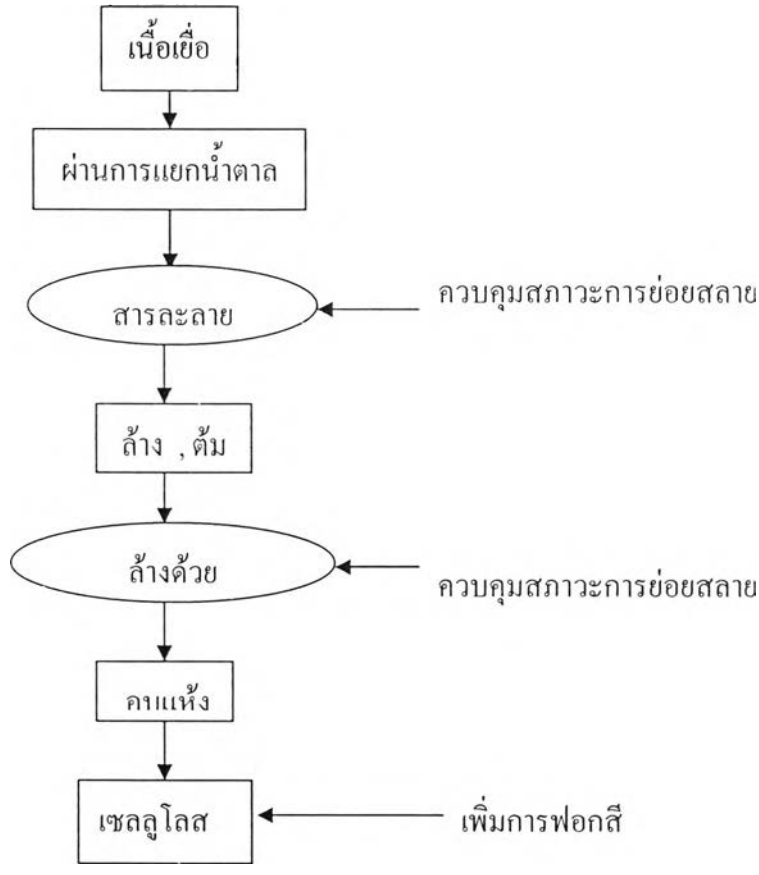
ชนิดสารใยอาหาร	ชนิดของน้ำตาลในโครงสร้าง	
	ห่วงโซ่หลัก	กิ่ง
Cellulose	Glucose	-
Glucomannan	Mannobiose , Cellobiose , Mannose , Glucose	-
Hemicellulose	Glucose , Mannose , Xylose	Galactose , Arabinose
Pectins	Gal Mannose , acturonic acid	Rhamnose , Xylose
Gums	Galactose , Galacturonic acid , Mannose , Rhamnose	Xylose , Galactose
Mucilages	Galactose , Mannose , Xylose , Arabinose , Galacturonic acid , Rhamnose	Galactose
Algal substances	Glucose , Mannose , Xylose , Glucoronic acid	Galactose

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของใยอาหารชนิดต่าง ๆ (วินัย ดะห์ลันและคณะ , 2545)

สาร	คาร์โบไฮเดรต	ละลายน้ำ	ดึงน้ำดี / ไขมัน	แบคทีเรียย่อยได้	มีกิ่ง	ดึงน้ำ
Cellulose	✓	×	×	×	×	✓
Glucomannan	✓	✓	✓	✓	×	✓
Hemicellulose	✓	×	✓	×	✓	✓
Pectins	✓	✓	✓	×	✓	×
Gums	✓	✓	✓	✓	✓	×
Mucilages	✓	✓	✓	✓	✓	×
Algal Sunstances	✓	✓	✓	✓	✓	×

2.8 การสกัดเซลลูโลสสำหรับการบริโภค (ปราณี อ่านเปรื่อง, 2547)

การสกัดเซลลูโลสสำหรับการบริโภคจะใช้กระบวนการผลิตคล้ายกับการผลิตเยื่อกระดาษ โดยวิธีการใช้ กรด – ด่าง ในการผลิตซึ่งจะมีกระบวนการดังรูป



รูปที่ 2.1 กระบวนการทำเซลลูโลสผง

นอกจากนี้ยังมีการวิจัยเกี่ยวกับการผลิตเซลลูโลสจากไม้ยืนต้น เช่นโอ้ค ซึ่งการผลิตใยอาหารที่ไม่ละลายในน้ำจากเศษไม้โอ้ค (Quercus mongolica) โดยกระบวนการทางเคมี ร่วมกับการผลิตทำโดยใช้ไอน้ำที่**ความดัน** 25 kg/cm^2 เป็นเวลานาน 6 นาที ในการทำให้เศษไม้โอ้คเปื่อยยุ่ย และใช้ 1 % Sodium Hydroxide ในการสกัดใยอาหารออกมา ซึ่งใยอาหารที่สกัดได้จะประกอบด้วย ลิกนิน 7.6 เปอร์เซ็นต์ และ แอลฟาเซลลูโลส 61.7 เปอร์เซ็นต์ (Yang JK et al, 2006)

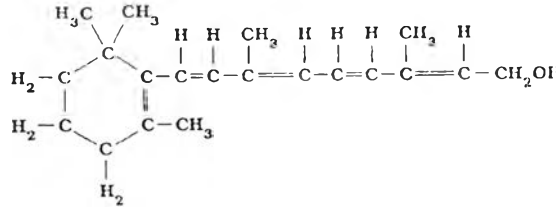
2.9 อนุมูลอิสระ (Free Radicle)

ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ปรากฏในผักและผลไม้นั้นสามารถช่วยร่างกายในการที่จะลดความเสียหายที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น โดยมีการศึกษาเกี่ยวกับการบริโภคผักและผลไม้นั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับการลดความเสี่ยงในหลาย ๆ โรค เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง และการแก่ก่อนวัย (Criqui MH และ Ringel BL, 1994)

โดยในปัจจุบันได้มีวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในอาหารคือ วิธีที่ใช้ ferric thiocyanate และ 2,2-diphenyl-1-pycril-hydrazyl (DPPH) ทั้งนี้ วิธีที่ใช้ ferric thiocyanate ในการตรวจสอบสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระนั้น ทำโดยการวัดการยับยั้งปฏิกิริยาการออกซิเดชั่นของไขมัน (โดยมีสารประกอบ Peroxide เกิดขึ้นในกระบวนการ Lipid oxidation) ในขณะที่วิธี DPPH นั้นตรวจสอบการจับอนุมูลอิสระของสารต้านอนุมูลอิสระ (Brand-Williams W, Cuvelier ME และ Berset C.1995)

2.10 วิตามิน

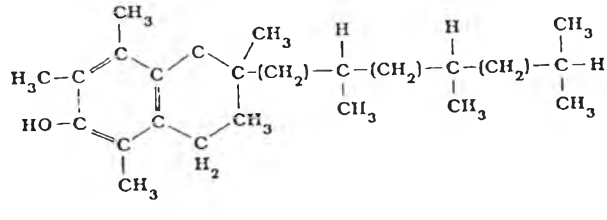
2.10.1 วิตามินเอ (vitamin A , retinol)



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของวิตามินเอ (retinol)

วิตามินเอเป็นแอลกอฮอล์ (alcohol) ชนิดหนึ่งที่มีน้ำหนักโมเลกุลมาก (C_{20} H_{29} OH) มีโครงสร้างซับซ้อน ทำหน้าที่พิเศษในเรตินา (retina) ของดวงตาและเป็นแอลกอฮอล์จึงเรียกว่าเรตินอล (retinol) อย่างไรก็ตามยังคงเรียกว่าวิตามินเอนั่นเอง วิตามินเอละลายได้ในไขมันและสาร ละลายไขมัน ไม่ละลายในน้ำ อยู่ตัวปานกลางในการหุงต้มธรรมดา แต่ถูกออกซิไดซ์ได้เมื่อได้รับความร้อนสูงเป็นเวลานาน และถูกทำลายโดยแสงอัลตราไวโอเลต (ultraviolet light) การเก็บวิตามินเอไว้ในที่ที่เย็นหรือในตู้เย็นช่วยรักษาสภาพของวิตามินได้ การใส่วิตามินอีลงไปจะช่วยป้องกันออกซิเดชั่นได้ ทำให้มีความคงตัวนานขึ้น (สุวิมล ตัณฑ์ศุภศิริ , 2548)

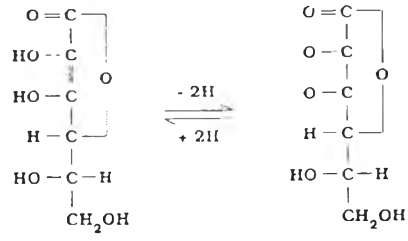
2.10.2 วิตามินอี



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของวิตามินอี(α- tocopherol)

วิตามินอีเป็นน้ำมันสีเหลืองไม่ละลายในน้ำ ละลายได้ในสารละลายไขมัน ทนต่อความร้อน กรด และออกซิเดชั่น แต่ไม่ทนต่อด่าง ใช้เป็นสาระสำคัญในการป้องกันการหืนและออกซิเดชั่น (สุวิมล ตัณฑ์ศุภศิริ , 2548)

2.10.3 วิตามินซี (Vitamin C , ascorbic acid)



Ascorbic acid Dehydreascorbic acid

รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ Ascorbic acid และ Dehydreascorbic acid

วิตามินซีเป็นวิตามินที่ละลายในน้ำ (Water - Soluble Vitamins) ป้องกันและรักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน วิตามินซีเป็นผลึกสีขาว ละลายได้ในน้ำ อยู่ตัวในลักษณะแห้ง แต่ถ้าอยู่ในสารละลายถูกออกซิไดซ์ได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อถูกแสง ความร้อน ด่างและเมื่อมีทองแดงอยู่ด้วย (สุวิมล ตัณฑ์ศุภศิริ , 2548)

ผลไม้ที่ถูกเก็บรักษาโดยวิธีแช่เยือกแข็งสามารถรักษาวิตามินซีได้มากถึง 90 เปอร์เซ็นต์ โดยอุณหภูมิของการเก็บรักษา สำหรับการแช่เยือกแข็ง ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถที่จะรักษาสารอาหารได้นาน ๆ และคุณภาพของอาหารยังคงดีอยู่ อาจใช้การเก็บรักษาโดยการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ - 18 องศาเซลเซียส (Kadam และ Salunkhe ,1995) สำหรับการเก็บรักษาผลไม้ในกระป๋องนั้น จะเกิดการสูญเสียวิตามินซีอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีสาเหตุมาจากออกซิเจนอิสระที่เหลืออยู่ภายในกระป๋อง หลังจากที่ออกซิเจนถูกใช้หมดไป วิตามินซีจะถูกทำให้ลดลงในสภาพที่ไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งมีอัตราต่ำกว่าขั้นตอนการใช้ออกซิเจน ส่วนน้ำผลไม้ที่บรรจุอยู่ภายในกระป๋องจะรักษาวิตามินซีได้ดีกว่าที่บรรจุในขวดแก้ว เพราะว่า Tinplateของกระป๋องจะแข่งขันกับวิตามินซีในการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่อยู่ในHeadspaceหลังจากการใช้ออกซิเจนแล้วอัตราของการสูญเสียวิตามินซีจะคล้ายคลึงกันทั้งน้ำผลไม้ที่บรรจุในขวดแก้วและที่บรรจุในกระป๋อง (Nagy , 1980)

2.11 สารช่วยแขวนลอย (Stabiliser)

สารช่วยแขวนตะกอน (SUSPENDING AGENT) เป็นสารที่ใช้เพื่อช่วยแขวนตะกอนในน้ำผลไม้ที่มีตะกอนอยู่ด้วย เพื่อช่วยทำให้น้ำผลไม้มีลักษณะสวยงาม และทำให้ได้ผลไม้สม่ำเสมอกัน กลไกในการแขวนตะกอนนี้ เกิดโดยการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะผิวชั้นของเนื้อผลไม้ที่แขวนลอยอยู่ ในตัวทำละลาย หรือโดยการเพิ่มความหนืด สารเคมีที่เป็นสารช่วยแขวนตะกอน เช่น กัมจากพืช (vegetable gums) ซิลิเคด และ เบนโทไนต์ เป็นต้น (สมพล ประคองพันธ์ , 2529)

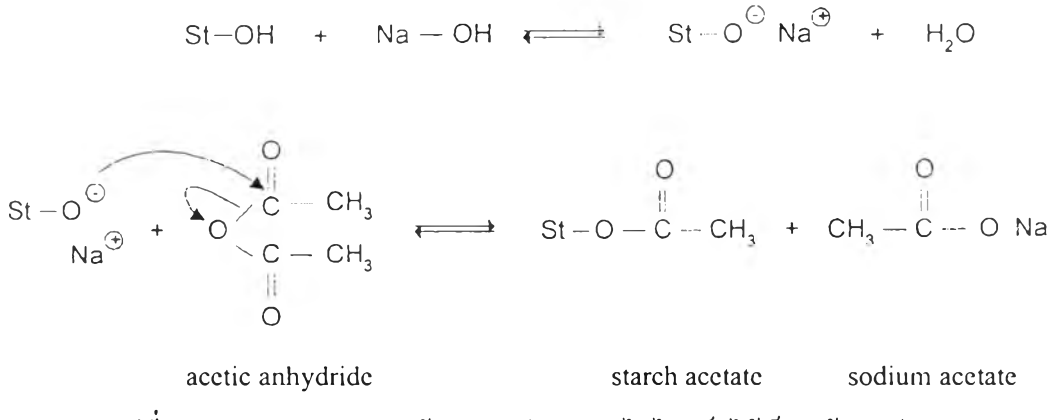
2.11.1 Modified Starch

2.11.1.1 แป้งแอซีเทต (starch acetate)

(กล้าณรงค์ ศรีรอดและเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ , 2543)

แป้งแอซีเทตเป็นแป้งดัดแปรที่ได้จากปฏิกิริยาแอซิทิเลชั่น (acetylation) ระหว่างแป้งกับสารเคมีที่มีหมู่แอซิติล เช่น แอซิติกแอนไฮไดร์ ไวนิลแอซีเทต หรือกรดแอซีติก หมู่แอซีทิลที่เข้าแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลภายในโมเลกุลของแป้งจะขัดขั้งการรวมตัวกันของอะมิโลสและอะมิโลเพกทิน ทำให้แป้งสามารถต้านทานการคืนตัวกลับหลังจากเกิดแป้งเปียกและทำให้เย็นลง แป้งดัดแปรชนิดนี้ใช้เป็นสารให้ความคงตัว (Stabilizer) และสารให้ความข้น (thickener) ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์เบเกอรี ผงซุป ซอส พุดดิ้ง

สารเคมีที่สามารถใช้ได้ในการดัดแปรแป้งเพื่ออุตสาหกรรมอาหารมี 2 ชนิด ได้แก่ แอซิติกแอนไฮไดร์ และ ไวนิลแอซิเทต โดยอนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 7.5 และมีหมู่แอซิทิล ไม่เกินร้อยละ 2.5 แป้งดัดแปรที่ได้ต้องมีความหนืดสูงกว่าแป้งดิบที่นำมาดัดแปรและรักษาความหนืดไว้ได้ดี มีลักษณะเจลใส ยึดเกาะเป็นเนื้อเดียวกัน และมีลักษณะอ่อนตัว (Cohesive flow) ปฏิกิริยาแอซิทิเลชันเกิดขึ้นระหว่างเม็ดแป้งหรือแป้งที่ผ่านการเจลาติไนซ์แล้วกับสารเคมี โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ในการควบคุม pH ดังแสดงในภาพที่ เป็นปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับแอซีติกแอนไฮไดรด์



รูปที่ 2.5 ปฏิกิริยาระหว่างแป้งกับแอซีติกแอนไฮไดรด์ ได้เป็นแป้งแอซีเทต