บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทุเรียน

ทุเรียน (Durian) จัดเป็นไม้ผลเมืองร้อนมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Durio zibethinus Murray*. และมีชื่อในภาษาอื่นๆ เช่น ดูรี ดูเรน (ภาษามาเลเซีย) ตูเรน (ภาษามอญ) เป็นต้น มีถิ่นกำเนิดในแถบร้อนทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของทวีปเอเชีย ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย พม่า และไทย เป็นต้น (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, 2559) ทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีกลิ่นเฉพาะตัว เนื่องจากมีส่วนผสมของสารประกอบกำมะถันรวมอยู่ด้วยในรูปเอทิล ไฮโดรไดซัลไฟด์ (Ethyl hydrodisulfide) และไดอัล-ไคล์ โพลีซัลไฟด์ (Dialkyl polysulfides) หลายชนิด สารเหล่านี้เป็นสารสำคัญที่ทำให้เนื้อของผลทุเรียนสุกมีกลิ่นเฉพาะ สารเหล่านี้จะไม่พบในเปลือกและเมล็ด ส่วนสารที่มีกลิ่นอื่นๆ เช่น เอทิลอะซีเตด (Ethyl acetate) ซึ่งให้กลิ่นผลไม้ (Fruity odor) ส่วนไขมันในเปลือก เนื้อผลและเมล็ด ประกอบด้วยกรดโอเลอิค (Oleic) และปาล์มิติก (Plamitic) เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังพบกรดสเตียริก (Stearic) ลิโนเลอิค (Linoleic) และลิโนเลนิค (Linolenic) อีกด้วย (สิรินาถ ตัณฑเกษม, 2542)

ไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก โดยตลาดหลักของไทยได้แก่สาธารณรัฐประชาชนจีน การส่งออกส่วนใหญ่จะส่งออกในรูปทุเรียนสดประมาณร้อยละ 90 ของการส่งออกทั้งหมด การส่งออกทุเรียนสดและผลิตภัณฑ์ ในปี 2560 เป็นปริมาณส่งออก 393,009 ตันสด และในปี 2559 ปริมาณ 388,522 ตันสด โดยตลาดส่งออกทุเรียนสดที่สำคัญยังคงเป็นสาธารณรัฐประชาชนจีน ฮ่องกง และเวียดนาม สัดส่วนการส่งออกทุเรียนแยกตามปริมาณทุเรียนแช่แข็งร้อยละ 7 ทุเรียนสด ร้อยละ 88 ทุเรียนกวนร้อยละ 5 ทุเรียนอบแห้งร้อยละ 1 (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561)

1.ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ทุเรียนเป็นไม้ผลยืนต้นอยู่ในวงศ์ชบา มีลำต้นตรงสูง 25-50 เมตรขึ้นกับชนิด แตกกิ่งเป็นมุมแหลมปลายกิ่งตั้งกระจายกิ่งกลางลำต้นขึ้นไป เปลือกชั้นนอกของลำต้นสีเทาแก่ ผิวขรุขระหลุดลอกออกเป็นสะเก็ด ไม่มียาง ไม่คัน ใบเป็นใบเดี่ยวเกิดกระจายทั่วกิ่งและเป็นคู่อยู่ตรงกันข้ามระนาบเดียวกัน ก้านใบกลมยาว 2-4 เซนติเมตร แผ่นใบรูปไข่แกมขอบขนานปลายใบ ใบเรียวแหลมยาว 10-18 เซนติเมตร ผิวใบเรียบลื่นมีไขนวล ใบด้านบนมีสีเขียว ท้องใบมีสีน้ำตาล เส้นใบด้านล่างนูนเด่น ขอบใบเรียบ ดอกเป็นดอกช่อมี 3-30 ช่อ บนกิ่งเดียวกันเกิดตามลำต้น และกิ่งก้านยาวประมาณ 1-2 เซนติเมตร ลักษณะดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศมีกลีบเลี้ยงและมีกลีบดอก 5 กลีบ (บางครั้งอาจมี

4 หรือ 6 กลีบ) มีสีขาวหอม ลักษณะดอกคล้ายระฆังมีช่วงเวลาออกดอก 1-2 ครั้งต่อปี ช่วงเวลาออกดอกขึ้นกับชนิด สายพันธุ์ และสถานที่ปลูกเลี้ยง ทั่วไปทุเรียนจะให้ผลเมื่อมีอายุ 4-5 ปี ผลจะออกตามกิ่งและจะสุกหลังจากผสมเกสรไปแล้ว 3 เดือน ผลเป็นผลสดชนิดผลเดี่ยวมีความยาวประมาณ 30 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางยาวประมาณ 15 เซนติเมตร มีน้ำหนักต่อลูกที่ 1-3 กิโลกรัม เป็นรูปวงรีถึงกลม เปลือกทุเรียนมีหนามแหลมเมื่อแก่ผลมีสีเขียว เมื่อสุกมีสีน้ำตาลอ่อน แต่ละส่วนของผลเรียกเป็นพู เนื้อในมีสีตั้งแต่สีเหลืองอ่อนถึงแดงขึ้นกับชนิด เนื้อด้านในจะนิ่มกึ่งอ่อนกึ่งแข็ง มีรสหวาน เมล็ดมีเยื่อหุ้มกลมรี เปลือกหุ้มสีน้ำตาลผิวเรียบ เนื้อในเมล็ดสีขาว รสชาติฝาด (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, ม.ป.ป.)

2. สายพันธุ์ทุเรียน

พันธุ์ทุเรียนที่ปลูกภายในประเทศมีหลายพันธุ์แต่พันธุ์ที่นิยมปลูกในปัจจุบันได้แก่ พันธุ์ชะนี พันธุ์หมอนทอง พันธุ์กระดุมทอง พันธุ์ก้านยาว และพันธุ์พวงมณี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (นิรนาม , 2558)

2.1 พันธุ์ชะนี

เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะลำต้นเล็ก รูปกรวยคว่ำ ฐานกว้าง แตกกิ่งมากตั้งแต่ระดับล่างของลำต้นทำให้มีทรงพุ่มทึบ ใบดก ใบมีรูปไข่ขนาดเล็ก ติดผลเร็วกว่าพันธุ์อื่น ผลจะแก่พร้อมเก็บประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ผลมีรูปทรงกระบอกหรือทรงไข่ ขั้วผลใหญ่ กลางผลใหญ่ ก้นผลแหลม ร่องพูไม่ลึก มีหนามรูปทรงกระโจมหนามมีขนาดใหญ่และสั้น ระยะหนามห่างกัน ผลมีขนาดปานกลาง น้ำหนักผลประมาณ 1.5- 4.2 กิโลกรัม เนื้อหุ้มผลบาง มีสีเหลืองเข้ม เนื้อละเอียด และเหนียว ส่งกลิ่นฉุนแรง เนื้อผลห่ามให้รสหวานมัน เนื้อผลสุกหรือสุกจัดให้รสหวานจัด เมล็ดภายในค่อนข้างเล็กและมีเมล็ดน้อย เป็นพันธุ์ที่ทนต่อโรครากเน่า โคนเน่าได้ดี

2.2 พันธุ์หมอนทอง

พันธุ์หมอนทองเป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมบริโภคมากที่สุด ลำต้นมีลักษณะรูปกรวยคว่ำ ฐานแคบ แตกกิ่งค่อนข้างห่าง ทรงพุ่มแลดูโปร่ง ใบมีรูปทรงยาวเรียวขนาดใหญ่ ผลมีขนาดใหญ่กว่าพันธุ์อื่น ผลมีรูปไข่ค่อนข้างยาวหรือทรงกระบอก ก้านผลใหญ่ ผลส่วนบนค่อนข้างกว้าง ก้นผลแหลม พูมีขนาดใหญ่ เปลือกบางปานกลาง หนามเป็นเหลี่ยมแหลมยาว มีหนามขนาดเล็กขึ้นแซมประปรายที่เรียกว่า เขี้ยวงู เนื้อหุ้มเมล็ดหนามากและหนากว่าทุกพันธุ์ เนื้อสุกมีสีเหลืองอ่อน เนื้อค่อนข้างละเอียด ไม่เหนียวติดมือ เนื้อห่ามให้รสหวานมัน เนื้อสุกจัดให้รสหวานจัด เนื้อมีกลิ่นหอมปานกลาง เมล็ดมีน้อยและมักเป็นเมล็ดขนาดใหญ่หรือเมล็ดลีบเป็นส่วนใหญ่ น้ำหนักผลประมาณ 2.0-4.5 กิโลกรัม เป็นพันธุ์ที่ไม่ทนทานต่อโรครากเน่าโคนเน่า

2.3 พันธุ์กระดุมทอง

พันธุ์นี้ต้นมีลักษณะเป็นทรงกรวย ฐานกว้าง แตกกิ่งห่าง ทำให้พุ่มโปร่ง ใบมีลักษณะกว้างและสั้น โคนใบมนและปลายใบแหลม แต่ใบมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ขั้วผลค่อนข้างเล็กและสั้นผลมีลักษณะป้านตรงที่หัวและก้นผล ก้นผลบุ๋มเล็กน้อย ผลสามารถตั้งได้ดีผลมีขนาดเล็กถึงปานกลาง น้ำหนักประมาณ 1.0–3.5 กิโลกรัม หนามมีขนาดเล็กและสั้นแต่เกิดถี่ ผลมีร่องพูค่อนข้างลึก เนื้อมีสีเหลืองเข้มค่อนข้างบาง มีเนื้อละเอียด แต่ไม่เหนียวติดมือ ส่งกลิ่นค่อนข้างแรง แต่ให้รสหวานจัด ส่วนเมล็ดมีขนาดใหญ่ เป็นพันธุ์ที่ไม่ทนต่อโรครากเน่าโคนเน่า

2.4 พันธุ์ก้านยาว

พันธุ์ก้านยาวนี้ต้นมีลักษณะเป็นทรงกรวย กิ่งขนานกับพื้นดิน กิ่งยาวและทิ้งกิ่งง่าย ใบมีขนาดใหญ่ ปลายใบกว้างสอบมาทางโคนใบ ปลายใบสอบแหลม ผลมีทรงกลมและสั้น ด้านก้นผลกลมใหญ่ ด้านขั้วผลมน มีก้านผลยาวและยาวมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ไหล่ผลกว้างเรียวไปทางก้นผล พูไม่เห็นเด่นชัด พูเต็มทุกพู ผลค่อนข้างใหญ่ มีน้ำหนักตั้งแต่ 1.5–4.5 กิโลกรัม ผิวของผลมีสีเขียว หนามเล็กถี่สั้นสม่ำเสมอทั้งผล เนื้อละเอียด เนื้อสีเหลือง เนื้อไม่หนา ให้รสหวานมัน กลิ่นไม่แรงมาก มีเมล็ดจำนวนมากและค่อนข้างใหญ่ เป็นพันธุ์ที่ไม่ทนต่อโรครากเน่าโคนเน่า (นิรนาม, 2560)

2.5 พันธุ์พวงมณี

เป็นทุเรียนสายพันธุ์หนึ่งมีผลขนาดเล็ก ผลมีลักษณะทรงกลม ยาวรี ผิวเปลือกหนาแข็งมีหนามแหลมยาว ผลอ่อนมีสีเขียว ผลสุกมีสีน้ำตาลปนเขียว มีเนื้อสีเหลืองสดเข้มและแยกอยู่เป็นพูที่ชัดเจน มีเมล็ดใหญ่สีน้ำตาลอยู่ข้างในเนื้อ มีเนื้อน้อย เนื้อละเอียดเหนียวนุ่ม มีรสชาติหวานมัน มีกลิ่นหอมมาก มีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นที่นิยมปลูกกันมากในหลายประเทศที่มีอากาศร้อน มีคุณประโยชน์และมีสรรพคุณทางยาหลายอย่าง นำมาเป็นผลไม้ใช้รับประทาน ใช้ประกอบอาหารต่างๆ ทำเครื่องดื่มต่างๆได้

3. ประโยชน์ของทุเรียน

ทุเรียนมีประโยชน์หลากหลาย ทั้งในด้านคุณค่าทางอาหาร และด้านการแปรรูปโดยใช้ส่วนต่างๆ ของทุเรียน ทุเรียนให้พลังงานสูงถึง 120-180 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม มีคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีนสูง และวิตามินซีสูงถึง 19.7 มิลลิกรัม (ตารางที่ 2.1) แม้ทุเรียนจะมีไขมันมาก แต่ก็เป็นไขมันชนิดดีที่ไม่เป็นโทษต่อร่างกาย ทุเรียนมีสารต่อต้านอนุมูลอิสระ (โดยเฉพาะพันธุ์หมอนทอง) การบริโภคทุเรียนในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันการเกิดโรคในมนุษย์ได้ เช่น โรคหัวใจ และโรคมะเร็ง เป็นต้น ทุเรียนพันธุ์หมอนทองสามารถช่วยลดระดับไขมันหรือคอเลสเตอรอลได้ เพราะทุเรียนสายพันธุ์นี้มีสารโพลีฟีนอล (Polyphenols) และมีเส้นใยที่ช่วยลดไขมันได้ แต่ต้องรับประทาน

ในปริมาณที่เหมาะสมคือ 1 พูต่อวัน (กฤษดา ศิรามพุช, 2558) ผลทุเรียนสามารถนำมาแปรรูปหรือทำเป็นขนมหวานได้หลายชนิด เช่น ลูกกวาดโบราณ ขนมไหว้พระจันทร์ ขนมปังสอดไส้ ไอศกรีม เค้ก คาปูชิโน ข้าวเหนียวทุเรียน ทุเรียนดอง ทุเรียนแช่อิ่ม ทุเรียนกวน ทุเรียนกรอบ และแยมทุเรียน ฯลฯ นอกจากนี้เมล็ดทุเรียนสามารถรับประทานได้ โดยนำมาทำให้สุกด้วยวิธีการคั่ว การทอดในน้ำมัน มะพร้าว หรือการนึ่ง โดยเนื้อในจะมีลักษณะคล้ายกับเผือกหรือมันเทศแต่เหนียวกว่า เปลือกทุเรียนสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการรมควันปลา และยังสามารถนำมาผลิตทำเป็นกระดาษได้ ซึ่งจะมีเส้นใยเหนียวนุ่มและเหนียวกว่าเนื้อกระดาษสา (Medthai, 2019)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของทุเรียนแต่ละสายพันธุ์ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

องค์ประกอบของสารอาหาร ต่อ 100 กรัม		พันธุ์ทุเรียน			
		พันธุ์หมอนทอง	พันธุ์กระดุม	พันธุ์ชะนี	พันธุ์ก้านยาว
สารอาหาร	พลังงาน(Kcal)	163	134	148	187
	น้ำ(g)	62.5	70.9	67.3	57.3
	โปรตีน(g)	2.1	3.3	2.5	2.5
	ไขมัน(g)	3.3	4.3	4.4	4.1
	คาร์โบไฮเดรต(g)	31.2	20.5	24.7	35.1
	เส้นใยหยาบ(g)	1.4	1.2	2.4	1.7
	เถ้า(g)	0.9	1.0	1.1	1.0
แร่ธาตุ	แคลเซียม(mg)	29	49	8	18
	ฟอสฟอรัส(mg)	34	27	35	36
	ไอออน(mg)	1.1	2.0	1.1	0.8
วิตามิน	เบต้าแคโรทีน(µg)	46	-	244	134
	วิตามินเอรวม (µg)	8	61	41	22
	วิตามินบี(mg)	0.16	-	0.15	0.22
	ริโบฟลาวิน(mg)	0.23	0.11	0.18	0.18
	ไนอาซิน(mg)	2.5	1.0	3.1	2.8
	วิตามินซี(mg)	35	-	28	34

ที่มา: กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2544)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แยม

แยม เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากจากผลไม้ซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่น ผสมกับน้ำตาลหรือ สารให้ความหวาน (Sweetener) ชนิดอื่น จะผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้ มีลักษณะเป็นเจล แยมมีลักษณะกึ่งเหลวมีความข้นเหนียวพอเหมาะ สามารถปาดหรือทาบน ขนมปังได้ ส่วนมาร์มาเลด คือ แยม ที่ทำจากผลไม้ตระกูลส้มซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่นผสมกับเปลือกหรือเนื้อผลไม้ชิ้นบางๆ และน้ำตาล หรือจะผสมน้ำผลไม้ตระกูลส้มด้วยก็ได้ การแปรรูปแยมเป็นการถนอมอาหารโดยการใช้น้ำตาลความเข้มข้นสูงเพื่อลดค่า a_w และมีความเป็นกรด-ด่าง ต่ำ เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ จัดอยู่ในกลุ่มอาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture food) การเกิดเจลของแยม เกิดจากกรด น้ำตาล และเพกตินผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสม โดยกรด น้ำตาล และเพกติน เป็นส่วนประกอบที่มีอยู่แล้วในผลไม้ แต่อาจมีสัดส่วนที่ไม่เหมาะสม

1. ส่วนประกอบในการทำแยม

1.1 ผลไม้

ผลไม้ที่ใช้ในการผลิตแยมควรจะแก่และสุกเต็มที่แต่ไม่ควรสุกงอมเกินไปเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสที่ดีเพราะผลไม้ที่สุกงอมเกินไปนั้นเอนไซม์ตามธรรมชาติที่มีในผลไม้จะทำลายโครงสร้างของสารประกอบเพคติน สำหรับผลไม้ที่ยังไม่สุกเต็มที่นั้นสารประกอบเพคตินที่มีในผลไม้ไม่สามารถละลายน้ำได้จึงไม่เหมาะที่จะนำมาผลิตแยม (อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล, 2556)

1.2 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นตัวให้ความหวานและเนื้อแก่ผลิตภัณฑ์และช่วยให้เพคตินตกตะกอนเป็นเจลปริมาณน้ำตาลที่ใช้ขึ้นอยู่กับปริมาณเพคตินและความเป็นกรดด่างของเนื้อหรือน้ำผลไม้ชนิดนั้นๆ ถ้าปริมาณเพคตินมากปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักของผลไม้ก็มากด้วย แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าผลไม้มีความเป็นกรดสูง (เปรี้ยว) ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักผลไม้หรือน้ำผลไม้ต่ำ อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำตาลทั้งในแยมและเยลลี่ไม่ควรสูงกว่า 70 องศาบริกซ์ (วัดโดย Refractometer) (ทัศนา ศิริโชติ, 2558)

น้ำตาลโดยทั่วไปหมายถึงสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวานและให้พลังงานแก่ร่างกาย ในทางเคมีสามารถแบ่งน้ำตาลออกเป็นสองประเภทใหญ่ๆคือน้ำตาลชั้นเดียว (Monosaccharide) เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส เป็นต้น และน้ำตาลหลายชั้น (Oligosaccharide) ที่รู้จักคือ น้ำตาลทราย หรือน้ำตาลซูโครส (Sucrose) จัดเป็นน้ำตาลสองชั้นเพราะประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสกับน้ำตาลฟรุกโตส พืชจะสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารตาม

ธรรมชาติ หน่วยสุดท้ายของการสังเคราะห์สารที่จะได้คือน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลกลูโคสนี้จะถูกเก็บสะสมอยู่ในส่วนต่างๆของพืชในรูปของแป้งแต่มีพืชหลายชนิดเช่น อ้อย มะพร้าว ตาล หรือพืชหัว เช่น หัวผักกาดหวานที่มีน้ำย่อยพิเศษสามารถเปลี่ยนส่วนหนึ่งของน้ำตาลกลูโคสเป็นน้ำตาลฟรุกโตสและทำการสังเคราะห์น้ำตาลทั้งสองนี้ขึ้นเป็นน้ำตาลซูโครสได้ เมื่อนำส่วนต่างๆของพืชที่ผลิตน้ำตาลซูโครสเหล่านี้มาสกัดสารละลายน้ำตาลออก ทำการต้มเคี่ยวเมื่อปล่อยให้เย็นจะได้ก้อนน้ำตาลในลักษณะต่างๆกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่นำมาสกัดน้ำตาล น้ำตาลที่ได้โดยวิธีนี้เรียกว่าน้ำตาลพื้นบ้าน (อบเชย วงศ์ทอง และขนิษฐา พูนผลกุล, 2556)

1.3 กรดซิตริก

กรดซิตริกพบมากในผลไม้ประเภทมะนาวมีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับและสามารถรวมตัวได้ดีกับกลิ่นรสผลไม้ทุกชนิดนิยมใช้ในอาหารประเภทน้ำและน้ำหวานชนิดต่างๆทั้งชนิดอัดและไม่อัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อช่วยปรับปรุงกลิ่นรสและความเป็นกรดด่างให้พอเหมาะในผลิตภัณฑ์แยมและยังจะช่วยปรับปรุงกลิ่นรสชาติของผลิตภัณฑ์ (ทัศนา ศิริโชติ, 2558)

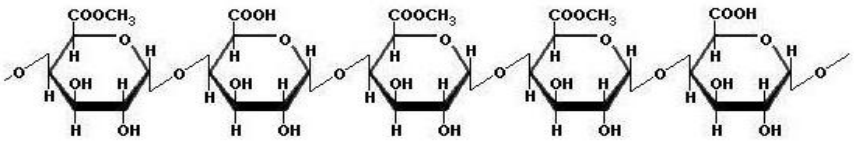
1.4 เพคติน

เพคตินเป็นไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) ใช้ในอาหารเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) เพคตินที่ผลิตเป็นการค้าสกัดได้จากเปลือกของผลไม้ตระกูลส้ม (Citrus) กากของแอปเปิลที่คั้นน้ำแล้ว (Apple pomace) และหัวบีท (Beet) การใช้เพคตินในอาหารมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เกิดเจล (Gelling agent) เพคตินมีสมบัติพิเศษ คือ เมื่อรวมตัวกับน้ำตาลและกรดในปริมาณที่เหมาะสม เกิดเป็นเจลที่อ่อนนุ่ม ทำให้นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์แยมและเยลลี่เป็นสารที่ทำให้ข้นหนืด (Thickening agent) เป็นสารให้ความคงตัว (Stabilizer) ป้องกันการตกตะกอน (Sedimentation) ของนมเปรี้ยว (Acidified milk) โดยป้องกันการตกตะกอนโปรตีนเคซีน (Casein) เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ทำให้อิมัลชัน (Emulsion) คงตัว โดยลดแรงตึงผิวระหว่างเฟสของน้ำมันและน้ำเป็นพรีไบโอติก (Prebiotic) เป็นอาหารของแบคทีเรียกลุ่มพรีไบโอติก ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ร่างกาย เป็นส่วนผสมของอาหารเชิงหน้าที่ (Funcitonal food)

1.4.1 โครงสร้างของเพคติน

เพคตินเป็นสารจำพวกพอลิแซ็กคาไรด์ (Polysaccharide) และมีโครงสร้างหลักที่ประกอบด้วยกรดกาแลคทูโรนิก (D-galacturonic acid) ที่ต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1-4 ไกลโคซิดิค (α-1,4 Glycosidic) ดังภาพที่ 2.1 สารประกอบเพคตินพบมากบริเวณระหว่างผนังเซลล์ของพืชทั่วๆไปโดยเฉพาะผลไม้จำพวกตระกูลส้ม เช่น ส้มโอ ส้มเขียวหวาน นอกจากนี้ยังพบในพืชชนิดอื่นๆอีก เช่น แอปเปิล หัวบีท มะม่วง ฝรั่ง เป็นต้น อุตสาหกรรมการผลิตเพคตินส่วนใหญ่สกัดจากเปลือกด้านใน (Albedo) ของผลไม้ตระกูลส้มซึ่งมีปริมาณเพคตินถึงร้อยละ 25 ต่อน้ำหนักแห้ง

และกากแอปเปิล ซึ่งมีปริมาณเพคตินประมาณร้อยละ 15-18 ต่อน้ำหนักแห้ง เพคตินที่สกัดได้จากเนื้อเยื่อพืชมีสมบัติการเกิดเจลได้เมื่อเติมกรดและน้ำตาลในปริมาณที่เหมาะสม (องอาจ เด็ดดวง, 2553 อ้างอิงในทัศนา ศิริโชติ, 2558)



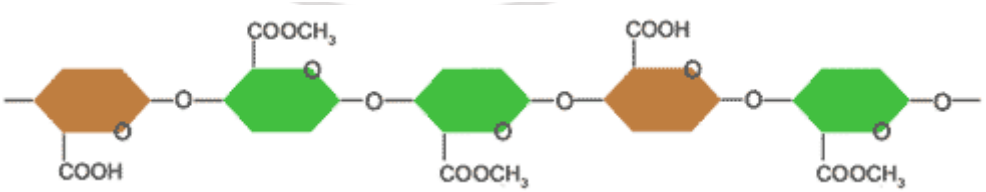
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างโมเลกุลของเพคติน

ที่มา : Food Wiki (2562)

1.4.2 ประเภทของเพคติน

เพคตินที่ใช้ในอาหารแบ่งตามระดับของเอสเทอริฟิเคชัน (Degree of esterification) ได้ 2 ระดับคือ

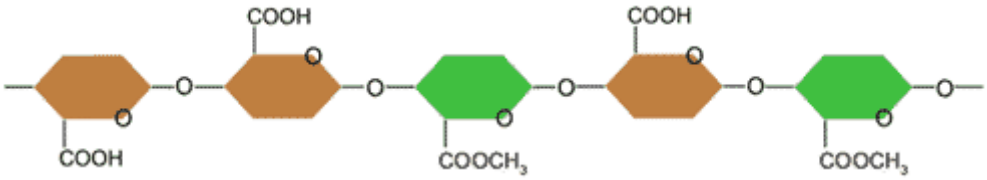
1.4.2.1เพคตินที่มีเมทอกซิลสูง (High methoxyl pectin,HM) (ภาพที่ 2.2) เป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอริฟิเคชั่น (Degree of methyl esterilfication, %DM) มากกว่า ร้อยละ 50 จะเกิดเจลได้เมื่อมีของแข็งที่ละลายได้ในน้ำ (total soluble solid) มากกว่าร้อยละ 55 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ใช้กับอาหารที่มีกรด-ด่าง ต่ำกว่า 3.5 (ประมาณ 2-3) เพคตินชนิดนี้ยังแบ่งย่อยออกเป็นอีก 4 ชนิดตามเวลาที่ใช้ในการทำให้เกิดเจล (Gel) เกิดเจลได้ช้า (Slow set) เกิดเจลเร็ว ปานกลาง (Medium set) เกิดเจลรวดเร็ว (Rapid set) และเกิดเจลเร็วมาก (Ultra rapid set) ซึ่งระยะเวลาการเกิดเจลจะแตกต่างกันที่ระดับของเมทิลเอสเทอริฟิเคชั่น การนำเพคตินมาใช้ประโยชน์จึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ค่ากรด-ด่างของอาหาร และชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างเพคตินเมทอกซิลสูง

ที่มา: International Pectin Producers Association (2001) ในวิศนี วรรณนิยม (2552) อ้างในทัศนา ศิริโชติ (2558)

1.4.2.2 เพคตินที่มีเมทอกซิลต่ำ (Low methoxyl pectin) (ภาพที่ 2.3) เป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอริฟิเคชันน้อยกว่าร้อยละ 50 จะเกิดเจลได้โดยไม่ต้องมีของแข็งที่ละลายได้ (Soluble solid) แต่ต้องมีแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) อยู่ประมาณร้อยละ 3 มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ตั้งแต่ร้อยละ10-80 ที่ pH ช่วงกว้างตั้งแต่ 2.9-5.5 เจลที่ได้จะเป็นชนิด Thermoreverible gel เนื้อสัมผัสของเจลจะมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นมากกว่าเจลที่ได้จากเพคตินที่มีเมทอกซิลสูง (HM)



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างเพคตินเมทอกซิลต่ำ

ที่มา: International Pectin Producers Association (2001) อ้างใน วิศนี วรรณนิยม (2552) และ ทัศนา ศิริโชติ (2558)

1.4.3 ประโยชน์ของเพคติน

เพคตินเป็นสารธรรมชาติที่มีการนำมาใช้ในอาหารอย่างแพร่หลายและได้รับอนุญาตให้ใช้ทั่วโลกคณะกรรมาธิการ Joint FAO / WHO Expert Committee on Food Additive (JFECFA) ได้จัดให้เพคตินเป็นวัตถุเติมแต่งอาหารที่ปลอดภัยและไม่จำกัดปริมาณการได้รับของร่างกายต่อวัน ได้มีการนำเพคตินมาใช้เพื่อทำหน้าที่ต่างๆในอาหาร เช่น เป็นสารก่อให้เกิดลักษณะเจล สารให้ความข้นหนืด สารให้ลักษณะเนื้อสัมผัส สารก่อให้เกิดอิมัลชัน และสารเสริมความคงตัว และยังมีการนำเพคตินมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันและน้ำตาลในอาหารแคลอรีต่ำ การที่เพคตินสามารถใช้ได้หลากหลายหน้าที่ เนื่องจากโมเลกุลของเพคตินมีทั้งสองส่วนที่มีขั้วและส่วนที่ไม่มีขั้ว ซึ่งเข้าได้กับอาหารที่มีระบบแตกต่างกัน สิ่งที่เป็นตัวบ่งชี้ว่าเพคตินจะใช้หน้าที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ระดับการเกิดเอสเทอร์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของเพคตินในอุตสาหกรรม (องอาจ เด็ดดวง, 2553 อ้างใน ทัศนา ศิริโชติ, 2558)

2. มาตรฐานของแยม

คุณภาพหรือมาตรฐานของแยมตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กำหนดให้ แยม เยลลี่ และมาร์มาเลด ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดผนึกสนิทต้องมีคุณภาพและมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

1) มีกลิ่นรสตามลักษณะเฉพาะของแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด แล้วแต่กรณี

2) มีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 (หรือ 65 องศาบริกซ์) ของน้ำหนัก

3) มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5

4) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogen)

5) ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

6) ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม (Coliform) น้อยกว่า 3 ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กรัม แล้วแต่กรณี โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

7) ไม่มีวัตถุที่ให้ความหวานชนิดอื่นนอกจากน้ำตาล

8) ตรวจพบสารปนเปื้อนดังต่อไปนี้ได้ไม่เกิน

ตะกั่ว 1 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม

ดีบุก 250 มิลลิกรัม ต่อแยม เยลลี่ หรือมาร์มาเลด 1 กิโลกรัม (คำนวณเป็น Sn)

สารให้ความหวาน

สารให้ความหวานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามคุณค่าทางโภชนาการ คือ สารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการและสารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการได้แก่ น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส มีรสหวานที่ผู้บริโภคทั่วไปคุ้นชินและยอมรับ แต่หากบริโภคมากเกินไป อาจทำให้เกิดโรคฟันผุ โรคอ้วน โรคแทรกซ้อนอื่นๆ ตามมา เช่น โรคเบาหวาน โรคหัวใจ เป็นต้น สำหรับน้ำตาลแอลกอฮอล์ให้พลังงานแก่ร่างกายไม่ทำให้เกิดฟันผุ ไม่จำเป็นต้องใช้อินซูลินในการย่อย แต่ไม่ควรบริโภคเกิน 20-40 กรัมต่อวัน เนื่องจากอาจมีผลทำให้เกิดการระบายท้อง ตัวอย่างได้แก่ซอร์บิทอล (Sorbitol) แมนนิทอล (Mannitol) ไซลิทอล (Xylitol) ไอโซมอลต์ (Isomalt) มาลิทอล (Malitol) แลคติทอล (Lactitol) และทากาโลส (Tagalose) เป็นต้น ส่วนสารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ แอสพาร์แทม (Aspartame) แซคคาริน (Saccharin) อะซีซัลเฟม โพแทสเซียม (Acesulfame patassium) ซูคราโลส (Sucralose) นีโอแทม (Neotame) สตีเวีย (Stevia) เป็นต้น สารให้ความหวานกลุ่มนี้ให้ความหวานมาก ไม่ให้พลังงาน จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก หรือผู้ป่วยโรคเบาหวานโดยไม่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น ทั้งนี้ควรบริโภคในปริมาณที่เหมาะสม ไม่ควรเกินปริมาณสูงสุดต่อ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

วันที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยโดยไม่เกิดอันตรายใด ๆ (ADI) (พิชญานิน เพชรล้อมทอง และปุณฑริกา รัตนตรัยวงศ์, 2557) รายละเอียดตัวอย่างสารให้ความหวานที่นิยมใช้ในอาหารบางประเภทนี้มีดังนี้

1. มอลทิทอล

มอลทิทอลมีความหวานประมาณร้อยละ 85-95 ของน้ำตาลซูโครส ให้ความหวานพลังงานต่ำไม่ทำให้เกิดระดับกลูโคสในเลือดสูงขึ้นในผู้ป่วยเบาหวาน เพิ่มมวลและความหนืดในอาหาร ไม่ก่อให้เกิดโรคฟันผุ มักประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์หมากฝรั่ง ลูกกวาด ช็อคโกแลต และคาราเมล แต่การบริโภคมอลทิทอลมากเกินไป ทำให้เกิดอาการระบายท้องได้ โดย FDA (The U.S. Food and Drug Administration) ต้องติดฉลากเตือนว่า “ถ้าบริโภคมาก เกินไปอาจก่อให้เกิดอาการท้องเสีย”แต่มีการศึกษาได้สรุปว่าปริมาณมอลทิทอลที่มากไม่ทำให้เกิดอาการท้องเสียในผู้หญิง แต่ผู้ชายต้องอยู่ที่ 0.3 กรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักร่างกาย (สุขใจ ชูจันทร์, 2555) ลักษณะของมอลทิทอลทางการค้าแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

1.1 น้ำเชื่อมมอลทิทอล

ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมมอลทิทอล มีคุณสมบัติทนต่อกรดและอุณหภูมิสูง เหมาะกับอาหารประเภทที่ให้พลังงานต่ำและไม่มีน้ำตาล (Sugar-free) โดยมอลทิทอลจะไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (ปฏิกิริยาการเกิดสารสีน้ำตาล) น้ำเชื่อมมอลทิทอลนำไปใช้ในการรักษาสภาพโปรตีนในอาหารแช่แข็ง หรืออาหารอบแห้ง ใช้ปรับความข้นหนืดในผลิตภัณฑ์ประเภทซอส และใช้แทนน้ำตาลในการผลิตขนม ลูกอม เบเกอรี่ และเครื่องดื่ม

1.2 มอลทิทอลแบบผง

ผลิตภัณฑ์มอลทิทอลแบบผงมีลักษณะเป็นผงสีขาว มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ง่าย และให้พลังงานต่ำกว่าน้ำตาล อีกทั้งยังสามารถนำไปผสมกับสารให้ความหวานประเภทอื่น มีรสชาติหวานใกล้เคียงน้ำตาลจึงนิยมใช้แทนน้ำตาลในกระบวนการผลิตอาหารที่ไม่มีน้ำตาล การนำไปใช้ของมอลทิทอลผงเหมาะสำหรับขนม ลูกอม เบเกอรี่ ไอศกรีม และเครื่องดื่มชนิดผง ฯลฯ (บริษัทอูเอโน-ไฟน์ เคมีคัลส์ อินดัสตรี (ประเทศไทย) จำกัด, 2561)

2. ซูคราโลส

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ได้แก่ SplendaÒ ผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในประเทศไทย คือ D-etÒ และ Fitne sweetÒ ซูคราโลสเป็นน้ำตาลโมเลกุลคู่ที่ผลิตได้จากน้ำตาลซูโครสมีลักษณะเป็นผลึกสีขาวไม่มีกลิ่นไม่ดูดความชื้นและละลายน้ำได้ดี ซูคราโลสมีความหวานมากกว่าน้ำตาล 600 เท่ามีความคงตัวที่ดีต่อความร้อนสูงและความเป็นกรด-ด่างในช่วงกว้าง ที่สำคัญคือซูคราโลสเป็นสารให้ความ

หวานเพียงชนิดเดียวที่มีต้นกำเนิดมาจากน้ำตาลทรายจึงให้รสหวานเหมือนน้ำตาลทรายและมีรสคงทนอยู่นาน ไม่มีรสขมหรือเฝื่อนติดปลายลิ้น จากคุณสมบัติดังกล่าว ซูคราโลสจึงสามารถนำมาใช้เป็นสารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดเช่นซอส อาหารกระป๋อง ขนมอบ อาหารเสริมไอศกรีม ขนมขบเคี้ยว ลูกกวาด หมากฝรั่ง ผลิตภัณฑ์นม แยม เยลลี่ ผักและผลไม้ดอง น้ำตาลสำหรับโรยหน้าขนม (Frostings) เครื่องดื่ม และเครื่องดื่มชนิดผง เป็นต้น นอกจากนี้ซูคราโลสยังถูกนำมาผสมกับมอลโตเดกซ์ตริน (Maltodextrin) และเด็กซ์โตรส (Dextrose) บรรจุซองเล็ก ๆ วางบนโต๊ะอาหารใช้เป็นสารให้ความหวานแทนน้ำตาล (Sugar substitutes) การสังเคราะห์ซูคราโลสจะผ่านกระบวนการใน 5 ขั้นตอน โดยซูคราโลสเป็นสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลซูโครสและคลอรีน โดยคลอรีนจะเข้าไปแทนที่หมู่ไฮดรอกซิลของคาร์บอนอะตอมที่ 4 ของกลูโคสและตำแหน่งที่ 1 และ 6 ของฟรุกโทส (ณัฐรัตน์ ศรีสังวาล, 2555)

ซูคราโลสมีโครงสร้างที่ร่างกายไม่ตอบสนอง จึงไม่มีผลต่อการหลั่งอินซูลินหรือกระบวนการสร้างและสลายคาร์โบไฮเดรตในร่างกาย จากการศึกษาการย่อยและการสลายตัวของซูคราโลส พบว่าเมื่อบริโภคสารให้ความหวานสังเคราะห์ซูคราโลสเข้าไปในร่างกาย ส่วนใหญ่ไม่สามารถดูดซึมและกำจัดออกทางอุจจาระโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง (ณัฐรัตน์ ศรีสังวาล, 2555) โดยเฉพาะหากมีการบริโภคน้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน การที่ร่างกายไม่สามารถดูดซึมได้เนื่องมาจากซูคราโลสมีโครงสร้างที่มีการสังเคราะห์มาจากซูโครสที่มีคลอรีนเข้าไปแทนที่ในโมเลกุลของซูโครส ทำให้มีโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป ซูคราโลสจึงไม่สามารถย่อยได้ในร่างกายเหมือนซูโครส

ซูคราโลสสามารถใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารสำหรับคนทั่วไป ผู้ใหญ่ เด็ก สตรีมีครรภ์ หญิงให้นมบุตรรวมถึงผู้ป่วยโรคเบาหวาน เนื่องจากซูคราโลสไม่ให้พลังงานกับร่างกาย (Non-caloric sweetener) และไม่มีผลกระทบต่อระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด จึงเหมาะที่จะใช้เป็นสารให้ความหวานในอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน หลังจากที่ซูคราโลสถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1976 ประเทศแคนาดาเป็นประเทศแรกที่อนุญาตใช้เป็นสารให้ความหวาน และต่อมาได้รับอนุญาตให้ใช้ได้มากกว่า 60 ประเทศทั่วโลก เช่น ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ สหรัฐอเมริกา บราซิล จีน ญี่ปุ่น และประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป เป็นต้น ด้วยจุดเด่นของซูคราโลสที่ให้รสหวานเหมือนน้ำตาลทราย แต่ไม่ส่งผลร้ายต่อสุขภาพกล่าวคือ ซูคราโลสไม่ทำให้ฟันผุ ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง และไม่ถูกย่อยสลายในระบบย่อยอาหารจึงไม่ให้พลังงานกับร่างกาย ดังนั้นจึงแนวโน้มการใช้ที่เพิ่มมากขึ้น และกลายเป็นส่วนประกอบในอาหารหลายชนิด

3. สตีเวีย

สตีเวียเป็นสารสกัดจากธรรมชาติ ชื่อ สตีวิโอไซด์ (Stevioside) ซึ่งสกัดได้จากใบของสตีเวีย หรือหญ้าหวาน จากการศึกษาพิษวิทยาของสตีวิโอไซด์ (Sterioside) พบว่าไม่เป็นสารก่อการกลายพันธุ์ ไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติของพัฒนาการด้านร่างกายของทารก หรือสารก่อมะเร็ง นอกจากนั้นยังไม่พบอาการแพ้ เมื่อนำมาใช้เป็นการให้ความหวาน และจากการศึกษาความเป็นพิษเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ต่อเรบาดิโอไซด์ เอ (Rebaudioside A) ได้รับการยืนยันว่าในสตีวิออล ไกลโค-ไซด์ (Steviol glycoside) บริสุทธิ์ ว่ามีความปลอดภัยสามารถบริโภคได้ (Roberto et al., 2012)

หญ้าหวาน หรือ สตีเวีย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Stevia rebaudiana* Bertoni อยู่ในวงศ์ Asteraceae เป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นพุ่มเตี้ย ความสูงประมาณ 30 - 90 เซนติเมตร เป็นพืชพื้นเมืองทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศปารากวัยในทวีปอเมริกาใต้ และในประเทศไทยเริ่มมีการปลูกในภาคเหนือซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอากาศเย็น ความพิเศษของหญ้าหวาน คือ ส่วนของใบให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลถึง 10-15 เท่า แต่ความหวานนี้ไม่ก่อให้เกิดพลังงานแต่อย่างไร (0 แคลอรีต่อกรัม) สารสกัดที่เกิดจากหญ้าหวานเป็นสารที่ให้ความหวานมากกว่า 200-300 เท่าของน้ำตาล และเป็นความหวานที่ไม่ให้พลังงานจึงนำมาใช้ทดแทนความหวานของน้ำตาล ข้อดีของหญ้าหวาน คือ ช่วยลดน้ำตาลในเส้นเลือด เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน ผู้ที่ต้องการลดน้ำตาลในเลือดหรือผู้ที่รักสุขภาพ มีคุณสมบัติปราศจากพลังงานและร่างกายสามารถขับออกมาได้ทันที จึงเหมาะสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคความดันสูง และโรคอ้วน ลดความเสี่ยงโรคหญ้าหวานสามารถลดไขมันในเลือดได้ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ หรือโรคอ้วน เป็นตัวบำรุงตับและบำรุงกำลัง ใช้ทดแทนเกลือแร่ในผู้ที่ร่างกายอยู่ในภาวะขาดน้ำ ช่วยลดความขมในอาหาร ใช้ทดแทนความหวานของน้ำตาล ทำให้อาหารมีรสชาติอร่อยมากยิ่งขึ้น ให้ความหวานแทนน้ำตาล แต่ไม่ให้พลังงานเหมือนน้ำตาล จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ลดความอ้วน หรือผู้ที่ดูแลสุขภาพตัวเองเป็นอย่างดี

การนำมาใช้ประโยชน์ ด้านการแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพียงนำใบหญ้าหวานมาอบแห้ง ซึ่งมีทั้งชนิดใบและแบบบด สำหรับใช้ชงเป็นชาสำเร็จรูป หรือทำเป็นใบแห้งบดใช้แทนน้ำตาล เหมาะสำหรับใส่ในน้ำอัดลม ชาเขียว ขนม แยม ไอศกรีม หมากฝรั่ง หรือซอสปรุงรส สามารถทนความร้อนได้ดี เมื่อนำมาใช้กับอาหารจึงไม่เกิดการเน่าง่าย และถ้าผ่านความร้อนนานๆ ก็ไม่ทำให้อาหารเปลี่ยนสภาพเป็นสีน้ำตาล ใช้แทนน้ำตาลในยาสีฟัน โดยมีการพัฒนาสารสตีวิโอไซด์ให้สามารถนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ยาสีฟันได้ (กรุงเทพเคมี, 2560)

4. ซอร์บิทอล

ซอร์บิทอลให้ความหวานประมาณร้อยละ 60 ของซูโครส โดยเฉลี่ยในผู้ใหญ่ควรบริโภคไม่เกิน 50 กรัมซอร์บิทอลต่อวัน จะไม่ก่อให้เกิดการระบายท้อง อุตสาหกรรมอาหารใช้ซอร์บิทอลเป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ต่างๆเช่นหมากฝรั่งปราศจากน้ำตาลซึ่งไม่ก่อให้เกิดฟันผุ ใช้เป็นส่วนผสมในลูกกวาดปราศจากน้ำตาล อาหารสำหรับคนเป็นโรคเบาหวาน ทางด้านการแพทย์ใช้ซอร์บิทอลเป็นสารช่วยระบายสำหรับคนท้องผูก (สุขใจ ชูจันทร์, 2555)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปาริชาติ ตียปรีชญา (2553) พัฒนาผลิตภัณฑ์แยมกล้วยผสมมะละกอลดน้ำตาล ผลิตภัณฑ์สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วย กล้วยน้ำว้า ร้อยละ 13.68 มะละกอ ร้อยละ 13.68 กล้วยหอม ร้อยละ 4.83 น้ำร้อยละ 21.46 ซอร์บิทอล ร้อยละ 19.87 มอลทิทอล ร้อยละ 16.10 น้ำตาลร้อยละ 8.72 เพกตินเมทอกซิลต่ำ ร้อยละ 0.85 แคลเซียมคลอไรด์ ร้อยละ 0.02 สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 50 (โดยน้ำหนัก) ร้อยละ 0.70 และกลิ่นกล้วยร้อยละ 0.09 ผลิตภัณฑ์มีค่าสี L*a*b* และ a_w เท่ากับ 39.40, -0.50, 5.00 และ 0.91 ตามลำดับ ความสามารถในการแผ่กระจายของแยม 3.30 มิลลิเมตร ความเป็นกรด-ด่าง 3.46 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 55.60 องศาบริกซ์ ผลการทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale ผลิตภัณฑ์มีคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสี กลิ่นของแยม ความแข็งของเจล การแผ่กระจายของแยม รสหวาน รสเปรี้ยว และคะแนนความชอบรวมอยู่ระหว่างชอบปานกลางถึงชอบมาก ผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา <10 CFU/g จำนวนโคลิฟอร์มและ *E.coli* < 3 MPN/g แยมกล้วยผสมมะละกอลดน้ำตาลให้พลังงาน 2.12 kcal/g และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 18.34 g/100 g เทียบกับแยมสูตรปกติที่ให้พลังงาน 2.82 kcal/g และมีปริมาณน้ำตาลทั้งหมด 69.54 g/100 g

อุทร ชิขุนทด และไพรินทร์ กปิลานนท์ (2555) พัฒนาผลิตภัณฑ์แยมเห็ดหูหนูขาว (*Tremella fuciformis*) ผสมน้ำแอปเปิลเขียว (*Pyrus malus* cv. Granny smith) น้ำแอปเปิลฟูจิ (*Pyrus malus* cv.Fuji) และเนื้อแอปเปิลเขียวสับละเอียดในสัดส่วนที่ต่างกัน พบว่า สูตรที่ 3 ประกอบด้วยน้ำตาลร้อยละ 35.77 เนื้อเห็ดหูหนูขาวสับละเอียดร้อยละ 15.90 เนื้อแอปเปิลเขียวสับละเอียดร้อยละ 15.90 น้ำแอปเปิลเขียวร้อยละ 7.95 เพคตินร้อยละ 0.63 และน้ำร้อยละ 23.85 เป็นสูตรที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับแยมสูตรควบคุม และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับแยมอีกสองสูตร โดยมีคะแนนความชอบโดยรวม 6.91 คะแนน มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี พบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.34 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 62.06 ไขมันร้อยละ 0.10 เถ้าร้อยละ 0.22 ใยอาหารร้อยละ 0.19 ค่า a_w ร้อยละ 0.79 ปริมาณกรดทั้งหมด ร้อยละ 0.02 ค่าความเป็นกรด-เบส 3.20 ปริมาณความชื้น ร้อยละ 12.63 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

มีค่า 67 องศาบริกซ์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิห้อง (เฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส) ได้เป็นเวลา 3 เดือน โดยไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์

จุฑามาศ นิวัฒน์, ปิยาภรณ์ เชื่อชัยตระกูล และณัฐวุฒิ ดอนดาว (2558) พัฒนาผลิตภัณฑ์แยมจากเสาวรสผสมเคพกูสเบอรี เพื่อเป็นอีกทางเลือกของผู้ที่ใส่ใจในสุขภาพ จากการศึกษาพบว่าสูตรที่เหมาะสมของแยมเสาวรสผสมเคพกูสเบอรีเพื่อสุขภาพประกอบด้วยเสาวรส เคพกูสเบอรี มอลทิทอลไซรัป เพคติน อินนูลิน และเจลาตินเท่ากับร้อยละ 37.5, 12.5, 44.4, 2.4, 2.0 และ 1.2 ตามลำดับ โดยแยมที่ได้มีปริมาณน้ำตาลทั้งหมดและปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 10.25 ± 0.01 และ 0.67 ± 0.01 กรัมต่อแยม 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแยมที่จำหน่ายในท้องตลาด แต่มีปริมาณใยอาหารและมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าแยมชนิดอื่น โดยมีค่าเท่ากับ 3.30 ± 0.10 กรัมต่อแยม 100 กรัม และ 50.95 ± 1.76 มิลลิโมล Trolox Equivalent ต่อแยม 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ให้ค่าพลังงาน 200 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม ซึ่งมีค่าพลังงานน้อยกว่าแยมสูตรปกติที่ใช้น้ำตาลทรายเป็นส่วนประกอบร้อยละ 30 และมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 2 เดือน ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจากการทดสอบกับผู้บริโภคอยู่ในระดับชอบปานกลาง

สุภาพร อภิรัตนานุสรณ์ (2554) พัฒนาแยมมังคุดแคลอรีต่ำ สูตรใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลทั้งหมดและเติมเปลือกมังคุดปริมาณร้อยละ 12 (น้ำหนักเปียก) ของเนื้อมังคุด พบว่าผู้ทดสอบชิมยอมรับในด้านการประเมินทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์มีปริมาณใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 2.00 น้ำตาลทั้งหมด ร้อยละ 27.12 น้ำตาลรีดิวซ์ร้อยละ 4.59 มีความชื้นร้อยละ 40.70 ค่าพลังงานของแยมสูตรมอลทิทอลมีค่า 2.09 กิโลแคลอรีต่อกรัม มีค่าลดลงต่ำกว่าแยมมังคุดสูตรน้ำตาล (2.63 กิโลแคลอรี/กรัม) การเติมเปลือกและใช้มอลทิทอลทดแทนน้ำตาลพบว่าแยมมีสารประกอบฟินอลิกและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้น แต่ความแข็งแรงของเจลมีค่าลดลง ตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×104 CFU/กรัม ยีสต์ไม่เกิน 100 CFU/กรัม และราไม่เกิน 100 CFU/กรัม และไม่พบการเจริญของ *E. coli* ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยแยมมีอายุการเก็บรักษาได้อย่างน้อย 12 สัปดาห์

มนัญญา คำวชิระพิทักษ์ และคนอื่นๆ (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการใช้สารให้ความหวานฟรุกโตสไซรัป และซูคราโลสทดแทนน้ำตาลซูโครสในผลิตภัณฑ์แยมจากผลไม้ไทย เพื่อให้เป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้ที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่ลดพลังงานหรือหลีกเลี่ยงพลังงานจากน้ำตาลซูโครส โดยศึกษา 2 รูปแบบคือ 1. การทดแทนน้ำตาลซูโครสด้วยฟรุกโตสไซรัป และ 2. การใช้สารให้ความหวานซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสร่วมกับฟรุกโตสไซรัป สำหรับส่วนที่ 1. โดยทำการทดแทนการใช้น้ำตาลซูโครสด้วย ฟรุกโตสไซรัป ในสัดส่วนเท่ากับ 1:1, 1:2 และ 2:1 เทียบกับสูตรที่มีซูโครสร้อยละ 100 หรือ 1:0 (สูตร AA) ของแยมผลไม้รวม ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส สูตร 1:1 ได้คะแนนยอมรับมากที่สุด ซึ่งถูกเรียกว่า สูตร S1 เพื่อศึกษาต่อในส่วนที่ 2. การใช้สารให้ความหวาน

ซูคราโลสแทนน้ำตาลซูโครสระดับต่างๆ ร่วมกับฟรุกโตสไซรัป โดยใช้ซูคราโลสทดแทนส่วนของซูโครสในสูตร S1 ในสัดส่วนของซูโครส: ซูคราโลส (โดยเทียบเป็นความหวานสัมพัทธ์) คือ 100:0 (S1), 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 และ 50:50 (สูตร S2- S6) ตามลำดับ เปรียบเทียบกับสูตรแยมพื้นฐาน AA (สูตรที่ใช้สัดส่วน ซูโครส: ฟรุกโตส : ซูคราโลสเท่ากับ 100:0:0) พบว่าสูตรที่เหมาะสมที่สุดคือสูตร S3 ซึ่งมีสัดส่วนของน้ำตาลซูโครส : ซูคราโลสในสัดส่วน 80:20 (โดยเทียบความหวานสัมพัทธ์) หรือ เทียบเป็นซูโครส: ฟรุกโตส : ซูคราโลส เท่ากับ 40:50:10 (โดยเทียบความหวานสัมพัทธ์) มีคะแนนการยอมรับด้านสี ความหวาน สเปรด ความชอบโดยรวม เท่ากับ 6.93 6.83 6.85 และ 6.90 ตามลำดับ ค่าการแตก (Rupture) เท่ากับ 14.7 กรัม และ ค่าความเปราะ (Brittleness) เท่ากับ49.4 กรัม ค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 25.2 0.43 และ 1.86 ตามลำดับ มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 68 องศาบริกซ์ มีค่า a_w เท่ากับ 0.75 แยมที่ได้มีสีแดง เนื้อ ละเอียด ลักษณะหนืด มีรสหวานอมเปรี้ยว อย่างไรก็ตามหากต้องการให้ได้รับพลังงานจากน้ำตาลซูโครสน้อยกว่านี้สามารถทดแทนได้ถึง 50:50 (สูตร S6) นอกจากนั้นการใช้ซูคราโลสทดแทนซูโครสร่วมกับฟรุกโตสไซรัปได้รับแนวโน้มค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าการใช้ซูโครสเพียงอย่างเดียว (สูตร AA)

รัชนี ไสยประจง, สุรพงษ์ พินิจกลาง และวิจิตรา บำรุงนอก (2561) ได้ศึกษางานวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแยมเคพกูสเบอรีพลังงานต่ำสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน โดยใช้สารสกัดหญ้าหวานทดแทนน้ำตาลทำการศึกษาโดยพัฒนาแยม 3 สูตร คือ สูตรควบคุม สูตรลดน้ำตาลร้อยละ 50 ใช้สารสกัดหญ้าหวาน 100 150 และ 200 ppm และสูตรลดน้ำตาลลงร้อยละ 75 ใช้สารสกัดหญ้าหวาน 200 250 และ 300 ppm ทำการคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์ที่ดีที่สุดโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale นำแยมสูตรที่คัดเลือกได้มาวัดค่าสี (L* a* b*) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และศึกษาองค์ประกอบทางเคมี จากการศึกษาพบว่า แยมเคพกูสเบอรีที่ลดปริมาณน้ำตาลลงร้อยละ 75 และใช้สารสกัดหญ้าหวานที่ 250 ppm ได้คะแนนเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากกว่าสูตรอื่น ๆ ($P<0.05$) เมื่อนำมาวัดค่าสีพบว่า ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ต่ำกว่าสูตรควบคุม และมีค่าสารต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 66.41±0.84 มีค่าพลังงานอยู่ที่ 265.34 Kcal/100 กรัม ปริมาณไขมันและคาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 0.10 และ 65.72 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Vilela et al. (2015) พัฒนาแยมสตอเบอรี่ ราสเบอรี่ และเชอรี่ โดยใช้ฟรุกโตส ซอร์บิทอล และฟรุกโตโอลิโกแซคคาไลด์ (FOS) โดยแยมที่ใช้ซอร์บิทอลและ FOS สามารถลดค่าพลังงานและค่า glycermic index ได้ และในกรณีของ FOS ยังช่วยเพิ่มเส้นใยอาหารด้วย นอกจากนี้การใช้สารให้ความหวานร่วมกันระหว่างฟรุคโตสและ FOS หรือ ซอร์บิทอลและ FOS ยังสามารถลดค่าพลังงานในแยมได้ร้อยละ 51 และ 68 ตามลำดับ