บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แยม (Jam)

ภาพ 2.1 แยมผลไม้

ที่มา : Choi (2009)

2.1.1 นิยามและลักษณะของผลิตภัณฑ์แยม

แยม เป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อผลไม้กับสารให้ความหวานอาจผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วย แล้วทำให้มีความข้นเหนียว หรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวพอเหมาะสำหรับใช้ทา (spreadibility) มีสี กลิ่นรส ตามชนิดของผลไม้ที่ใช้ทำ อาจใช้สีผสมอาหารที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในการปรุงแต่งสีได้ มีปริมาณสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 (ภาพ 2.1) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทที่มีเนื้อผลไม้ทั้งหมดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 45 ของน้ำหนัก และประเภทที่มีเนื้อผลไม้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 33 ของน้ำหนัก ผลไม้ที่ใช้อาจใช้ผลไม้ชนิดเดียวหรือผลไม้ผสมหลายชนิด กรณีที่ใช้ผลไม้ชนิดเดียว ถ้าใช้ฝรั่ง ต้องมีเนื้อผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 18 ถ้าใช้เนื้อมะม่วงหิมพานต์ ต้องมีเนื้อผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ถ้าใช้กระเจี๊ยบ ขิง มะม่วง จะต้องมีเนื้อผัก ผลไม้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 กรณีที่ใช้ผลไม้ 2 ชนิด จะต้องมีส่วนที่เป็นผลไม้ชนิดหลักร้อยละ 50 ถึง 75 ของน้ำหนักส่วนที่เป็นผลไม้ทั้งหมด ยกเว้น ผลไม้จำพวกแตง มะละกอ อาจมีได้ถึงร้อยละ 95 ของน้ำหนักส่วนที่เป็นผลไม้ทั้งหมด สำหรับมะนาว ขิง จะต้องมีเนื้อผัก ผลไม้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 โดยที่ส่วนผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลักอาจมากกว่าร้อยละ 75 กรณีที่ใช้ผลไม้ 3 ชนิด จะต้องมีส่วนที่เป็นผลไม้ชนิดหลักร้อยละ 33.3 ถึง 75 ของส่วนที่เป็นผลไม้ทั้งหมด และกรณีที่ใช้ผลไม้ 4 ชนิด จะต้องมีส่วนที่เป็นผลไม้หลักร้อยละ 25 ถึง 75 ของส่วนที่เป็นผลไม้ทั้งหมด (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521)

Food and Drug Administration (2003) ได้ให้คำนิยามของแยม คือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อผลไม้ผสมกับน้ำตาลซูโครส หรือน้ำผลไม้ หรือน้ำผลไม้เข้มข้น และมีความหนืดที่เหมาะสม โดยกำหนดว่าต้องมีส่วนผสมของเนื้อผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก

แยมเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ผู้บริโภคให้การยอมรับและมีการบริโภคเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นแยมสตรอเบอรี แยมส้ม แยมบลูเบอรี หรือแยมผลไม้รวม โดยมูลค่าตลาดรวมผลิตภัณฑ์ทาขนมปังมีจำนวน 3,000 ล้านบาท แบ่งเป็นผลิตภัณฑ์ Spread มูลค่า 2,000 ล้านบาทและผลิตภัณฑ์แยมมูลค่า 1,000 ล้านบาทและมีอัตราการเติบโตร้อยละ 17 ต่อปี (โจเซฟ, 2548) และในปี 2550 มีการส่งออกแยมผลไม้ตระกูลส้มปริมาณ 26.6 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 1.4 ล้านบาท (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2550) แต่ถึงอย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์แยมที่มีการวางจำหน่ายตามท้องตลาดส่วนใหญ่นั้นจะมีส่วนประกอบของน้ำตาลสูง จึงมีงานวิจัยเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลดพลังงาน เช่น การผลิตแยมผลไม้รวมจากสับปะรด มะละกอและมะเฟือง ซึ่งสูตรที่ทำการพัฒนามีพลังงาน 106 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม สามารถลดพลังงานเหลือเพียง 1ใน 3 ของแยมสูตรปกติ (Abdullah and Cheng, 2001) การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมแคลอรีต่ำจากน้ำองุ่น (Matias *et al.,* 1999) เป็นต้น เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

2.1.2 ส่วนประกอบในการทำแยม

2.1.2.1 ผลไม้

ผลไม้ที่ใช้ในการผลิตแยมควรจะแก่และสุกเต็มที่ แต่ไม่ควรสุกงอมเกินไป เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสที่ดี เพราะผลไม้ที่สุกงอมเกินไปนั้นเอนไซม์ตามธรรมชาติที่มีในผลไม้จะทำลายโครงสร้างของสารประกอบเพกทิน สำหรับผลไม้ที่ยังไม่สุกเต็มที่นั้น สารประกอบเพกทินที่มีในผลไม้ไม่สามารถละลายน้ำได้ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาผลิตแยม (Broomfield, 1996; Pilgrim *et al.*, 1991)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผลไม้ตามธรรมชาติที่มีคุณภาพเหมาะที่จะใช้ในการผลิตแยมนั้น อาจหาได้ยาก การผลิตแยมจึงต้องอาศัยเพกทิน น้ำตาล หรือกรด เพื่อให้เหมาะต่อการเกิดเจลในผลิตภัณฑ์แยม

2.1.2.2 สารให้ความหวาน

ในการผลิตแยม น้ำตาลเป็นตัวเพิ่มรสหวาน และมีผลต่อการเกิดเจลของแยม นอกจากนั้นยังสามารถรักษาคุณภาพแยมอีกด้วย สารให้ความหวานที่นิยมใช้จะเป็นน้ำตาลซูโครส ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อแยมผลไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณของเพกทิน และความเป็นกรดของผลไม้ชนิดนั้นๆ อย่างไรก็ตามแยมที่ดีควรมีน้ำตาลอินเวอร์ส (invert sugar) อยู่ในช่วงร้อยละ 30 ถึง 50 ถ้าหากต่ำกว่าร้อยละ 30 จะเกิดผลึกของซูโครส แต่ถ้ามากกว่าร้อยละ 50 แยมที่ได้จะมีลักษณะเป็นยางหนืด และมีผลึกของกลูโคสเกิดขึ้น (นัยทัศน์, 2521)

2.1.2.3 กรด

กรดมีความสำคัญต่อรสของผลิตภัณฑ์แยม ความคงตัวของเจล และปรับสภาพความเป็นกรดให้เหมาะสม นอกจากนั้นยังสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยปกติความเป็นกรดด่างของแยมอยู่ในช่วง 3.0 ถึง 3.5 กรดที่ใช้ในการผลิตแยมส่วนใหญ่มักเป็นกรดอินทรีย์ที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ แต่ในผลไม้ที่มีปริมาณกรดต่ำ อาจจะต้องเติมกรดเพิ่มเข้าไป โดยกรดที่นิยมใช้เติมในผลิตภัณฑ์แยม เช่น กรดซิตริก กรดแลกติก และ กรดมาลิก เป็นต้น

2.1.3.4 เพกทิน

เพกทินเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ที่สกัดได้จากเปลือกของผลไม้ตระกูลส้ม และยังพบว่าเป็นส่วนประกอบบางส่วนในเนื้อผลไม้บางชนิดด้วย เพกทินจะเกิดโครงสร้างเป็นร่างแห ทำให้เกิดเจลขึ้น ปริมาณเพกทินที่เติมลงไปในการผลิตแยมจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ แสดงดังตาราง 2.1 ซึ่งการเกิดเจลในผลิตภัณฑ์แยมปกตินั้น จะต้องเกิดภายใต้สภาวะและองค์ประกอบที่เหมาะสม โดยองค์ประกอบที่สำคัญในการเกิดเจล คือ เพกทิน น้ำตาล และกรด (Baker *et al*., 1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 ปริมาณเพกทินในเนื้อเยื่อพืชบางชนิด

ชนิดของพืช	ปริมาณเพกทิน (ร้อยละ)
มันฝรั่ง	2.3
มะเขือเทศ	3.0
แอปเปิล	5 – 7
แครอท	7 – 10
เทอร์นิพ	10
กากแอปเปิลที่เหลือจากคั้นน้ำ (apple pomace)	15 – 18
sugar beet pulp	25 – 30
เปลือกส้ม (citrus albedo)	30 – 40
เลมอน	30 – 35
เกรพฟรุต	1.6 – 4.5

ที่มา : Rolin and Vries (1990)

2.2 อาหารลดพลังงาน (Reduced calorie food)

นิยามของอาหารลดพลังงาน คือ การลดพลังงานลงร้อยละ 25 ของอาหารสูตรปกติ โดยมีคุณภาพ และคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนตามลักษณะอาหารนั้น (Schmidl and Labuza, 2000) การลดพลังงานในอาหารสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบภายในอาหารนั้น (Sunyer, 1993) กล่าวคือ

2.2.1 การแทนที่ส่วนประกอบในอาหารด้วยสารให้พลังงานต่ำ คือ

1) การเพิ่มปริมาณน้ำในส่วนผสม
2) ลดปริมาณไขมัน หรือใช้สารทดแทนไขมัน
3) เติมสารเพิ่มปริมาณ (bulking ingredients) เช่น คอลลอยด์ ใยอาหาร
4) ลดปริมาณน้ำตาล โดยใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบหลักที่ให้พลังงานสูงในอาหาร คือ

1) การลดปริมาณพลังงานจากไขมัน ซึ่งให้พลังงานถึง 9 กิโลแคลอรี ต่อไขมัน 1 กรัมโดยการลดสัดส่วนไขมันลง หรือใช้สารทดแทนไขมัน (fat substitute)

2) การลดปริมาณพลังงานจากคาร์โบไฮเดรต ด้วยสารพวกกัม คอลลอยด์ ใยอาหาร และสารให้ความหวานแทนน้ำตาล (sugar substitute) หรือน้ำตาลแอลกอฮอล์ (polyols)

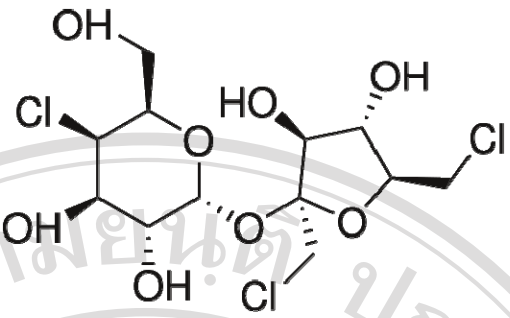
สำหรับอุตสาหกรรมอาหารมีการนำสารให้ความหวานมาใช้ทดแทน เพื่อลดพลังงานในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น แอสพาแทม แซคคาริน ไอโซมอล เป็นต้น ซูคราโลสจัดเป็นสารให้ความหวานอีกประเภทหนึ่งที่อุตสาหกรรมอาหารต่างๆ นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายเช่นกัน

2.3 ซูคราโลส (Sucralose)

ซูคราโลส เป็นสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของน้ำตาลทรายกับคลอรีน โดยคลอรีนจะเข้าไปแทนที่หมู่ CH ของคาร์บอนอะตอมที่ 4 ของกลูโคสและที่ 1 และ 6 ของฟรุคโตส (นราพร, 2543 ; Annison *et al*., 1993) ดังภาพ 2.2 ซูคราโลสเป็นสารให้ความหวานที่มีรสชาติคล้ายน้ำตาล มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว ละลายน้ำได้ดี มีความคงตัวดีในอุณหภูมิสูง และไม่ทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบ หรือส่วนอื่นของอาหาร (กล้าณรงค์, 2548) มีคุณสมบัติที่ให้ความหวานสูงมากแต่ไม่ให้พลังงาน เพราะไม่สามารถถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารได้ มีความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครส 400 - 800 เท่า

โดยการประเมินความปลอดภัยโดยรวมจากองค์กรต่างๆ มากกว่า 30 ประเทศทั่วโลก พบว่า ซูคราโลสไม่เป็นพิษ ไม่เป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์ ไม่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ และไม่ใช่สารก่อมะเร็ง โดยมีการอนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ แสดงดังตาราง 2.2 สำหรับประเทศไทยมีการอนุญาตให้ใช้ซูคราโลส 400 ppm. (ฉวีวรรณ, 2540)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.2 โครงสร้างซูคราโลส

ที่มา: Annison *et al* (1993)

ตาราง 2.2 การอนุญาตให้ใช้ซูคราโลสในประเทศแคนาดา

รายการอาหาร	ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ (ร้อยละ) ตามข้อกำหนด GMP
ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าประเภทธัญพืช	0.1
ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม	0.025
ผลิตภัณฑ์ขนมหวาน	0.025
ผลิตภัณฑ์หมากฝรั่ง	0.15
ผลิตภัณฑ์แยม	0.045
ผลิตภัณฑ์น้ำสลัด	0.04
ผลิตภัณฑ์ลูกอม	0.07
ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	0.065
ในกระบวนการผลิตผัก และผลไม้	0.015
ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแอลกอฮอล์	0.07
ผลิตภัณฑ์พุดดิง	0.04
ผลิตภัณฑ์ซอส	0.15

ที่มา: Grenby (1996)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 เสาวรส (Passion fruit)

ภาพ 2.3 เสาวรสพันธุ์สีเหลือง *(Passiflora edulis f. flavicarpa Degener)*
ที่มา: ผู้จัดการออนไลน์ (2549)

เสาวรส *(Passiflora edulis f. flavicarpa Degener)* (ภาพ 2.1) เป็นไม้เลื้อยในตระกูล Passifloraceae เสาวรสเป็นพืชผลเดี่ยว สามารถเก็บเกี่ยวผลได้เมื่ออายุ 50 ถึง 70 วันหลังติดผล (สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตรมหาวิทยาลัยแม่โจ้, 2552) เมื่อผลสุกจะมีสีต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ โดยพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากในประเทศไทยมี 3 พันธุ์ คือ พันธุ์ผลสีเหลือง พันธุ์ผลสีม่วง และพันธุ์ผสม เปลือกผลและเนื้อส่วนนอกแข็งไม่สามารถรับประทานได้ ภายในผลมีเมล็ดสีน้ำตาลเข้มหรือดำเป็นจำนวนมาก แต่ละเมล็ดจะถูกหุ้มด้วยรกซึ่งบรรจุน้ำสีเหลืองมีลักษณะเหนียวข้นอยู่ภายใน มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีความเป็นกรดสูง

2.4.1 ผลผลิตเสาวรส

เสาวรสเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการส่งเสริมให้เกษตรกรทางภาคเหนือทำการเพาะปลูกในปี พ.ศ. 2540 แหล่งปลูกที่สำคัญนั้นได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สะป๊อก แม่ลาน้อย แม่ทาเหนือ แม่โถ หนองเขียว และหมอกจ๋าม ปัจจุบันเสาวรสสำหรับรับประทานสดที่ส่งเสริมการเพาะปลูกจากโครงการหลวงมีการผลิตออกสู่ตลาด โดยมีผลผลิตส่งจำหน่ายตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541/2542 (ส.ค. 2541-ก.พ. 2542) จำนวน 3,905.5 กิโลกรัม ปีพ.ศ. 2542/2543 (มี.ค. 2545-ก.พ. 2543) จำนวน 7,012 กิโลกรัมและในปี พ.ศ. 2543/2544 (มี.ค. 2543-ก.พ. 2544) จำนวน 37,925 กิโลกรัม มีราคาผลผลิตเฉลี่ยกิโลกรัมละประมาณ 10-12 บาท (งานพัฒนาและส่งเสริมการผลิตไม้ผลมูลนิธิโครงการหลวง, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.2 ประโยชน์ของเสาวรส

ส่วนประกอบทางเคมีของน้ำเสาวรส ประกอบด้วย น้ำประมาณร้อยละ 76-85 ของแข็งที่ละลายได้ประมาณร้อยละ 17.4 คาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 12.4 กรดอินทรีย์ประมาณร้อยละ 3.4 มีข้อมูลทางโภชนาการแสดงดังตาราง 2.3 นอกจากนั้นมีแคโรทีนอยด์ สารประกอบไนโตรเจน สารประกอบที่ให้กลิ่น วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ รวมทั้งเอนไซม์ จากการที่เสาวรสมีวิตามินเอค่อนข้างสูง โดยเฉพาะสารแคโรทีนอยด์ จึงช่วยบำรุงสายตาและผิวพรรณ จากการศึกษาพบว่า มีวิตามินซีค่อนข้างสูง คือ 39.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำเสาวรส ซึ่งมากกว่าที่พบในมะนาว และพบสาร albumin-homologous protein จากเมล็ดของผลเสาวรส ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ และยังมีสรรพคุณช่วยแก้อาการนอนไม่หลับ ลดไขมันในเส้นเลือด และโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ (ผู้จัดการออนไลน์, 2549)

2.4.3 การใช้ประโยชน์ของเสาวรส

โดยทั่วไปแล้วเสาวรสเป็นผลไม้อุตสาหกรรม กล่าวคือ ปลูกเพื่อนำผลผลิตไปแปรรูปเป็นน้ำผลไม้ รวมทั้งนำไปใช้แต่งกลิ่น และรสชาติของไอศกรีม ขนมเค้ก เยลลี เชอร์เบท พาย ลูกกวาด และไวน์ เนื่องจากในผลเสาวรสนั้นมีน้ำมาก รสเปรี้ยว และมีกลิ่นหอม ซึ่งเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ จึงมีการส่งเสริมการปลูกเพื่อส่งโรงงานแปรรูปเท่านั้น สำหรับการบริโภคเสาวรสนั้น เนื้อในหรือรกที่หุ้มเมล็ดของผลเสาวรสใช้รับประทานสดได้ โดยผ่าผลแล้วเติมน้ำตาลทรายเพียงเล็กน้อยก็สามารถรับประทานได้ทั้งเมล็ด หรือนำไปทำเป็นแยมผลไม้ก็ได้ เปลือก และเนื้อส่วนนอก สามารถนำไปหมักทำเป็นอาหารสัตว์และปุ๋ยหมักได้ จากงานวิจัยในการสกัดเพกทินจากเปลือกเสาวรส พบว่าเพกทินในเปลือกเสาวรสพันธุ์สีเหลืองที่ประเทศฝรั่งเศสนั้นมีปริมาณเพกทินร้อยละ 19.1 จัดเป็นเพกทินเมธ็อกซิลต่ำ โดยจากการวิเคราะห์คุณภาพในด้านความคงทนของเจล และความหนืดสามารถเทียบคุณภาพได้กับเพกทินทางการค้า (Yapo and Koffi, 2006) ถึงแม้ว่าจะมีการศึกษาการสกัดเพกทินจากเปลือกเสาวรสมาทดสอบใช้ในการผลิตแยม (พวงทอง และคณะ, 2541) แต่ผลงานวิจัยนี้ยังมีค่าใช้จ่ายในการสกัดค่อนข้างสูง รวมทั้งยังไม่มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการนำเปลือกเสาวรสมาใช้แทนเพกทินโดยตรง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการนำเปลือกเสาวรสมาใช้ในการผลิต และพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมเสาวรสลดพลังงาน เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้เพกทินทางการค้าที่หาซื้อได้ยาก และลดต้นทุนการผลิต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.3 ข้อมูลทางโภชนาการของเสาวรส

ส่วนประกอบ	หน่วย	ปริมาณ/100 g เสาวรส
calories	kcal	64
protein	g	1.8
fat	g	0.4
carbohydrates	g	15.2
calcium	mg	20
phosphorus	mg	48
vitamin B1	mg	10.01
vitamin B2	mg	0.06
vitamin C	mg	15
niacin	mg	1.4

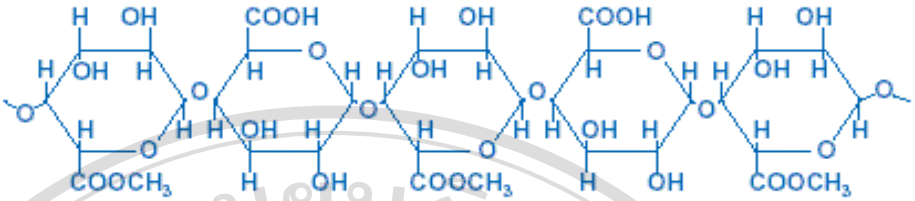
ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2546)

2.5 เพกทิน (Pectin)

2.5.1 โครงสร้างของเพกทิน

สารประกอบเพกทินเป็นพอร์ลิเมอร์สายยาวของกรดดี-กาแลกทูโรนิก (D–galactoronic acid) ต่อกันด้วยพันธะเส้นตรงที่ตำแหน่ง 1→4 (α-D – galactopyranosyluronic acid) โดยหมู่คาร์บอกซิล (-COOH) (Bemiller, 1986) (ภาพ 2.4) ในโมเลกุลของกรดกาแลกทูโรนิกบางส่วน จะถูกเอสเทอริไฟด์ด้วยหมู่เมธิล ได้เป็นเมธ็อกซิลเอสเทอร์ ซึ่งเพกทินมีสถานะเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของอนุพันธ์ของคาร์โบไฮเดรต มีลักษณะเป็นคอลลอยด์ สารเหล่านี้จะมีอยู่หรือเตรียมได้จากเนื้อเยื่อของพืช (นิธิยา, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.4 โครงสร้างเพกทิน

ที่มา: Rolin and Vries (1990)

2.5.2 ประเภทของเพกทิน

การแบ่งเพกทินตามปริมาณของการเกิดเมธ็อกซิลเอสเทอร์ (methoxyl ester) หรือ degree of esterification (DE) ซึ่งมีผลต่อการเกิดเจลของเพกทิน การแสดงปริมาณของเอสเทอร์นี้ ถูกกำหนดในรูปของปริมาณเมธ็อกซิล หรือระดับการเกิดเมธ็อกซิลเอสเทอร์ (methoxyl ester) เรียกว่า degree of methoxylation (DM) (Rolin and Vries, 1990)โดยสามารถแบ่งเพกทินได้ 2 ประเภท ได้แก่

2.5.2.1 เพกทินเมธ็อกซิลสูง (High methoxyl ectin, HM)

เป็นสารเพกทินที่มีค่า DM มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 50 (ภาพ 2.5) เพกทินเมธ็อกซิลสูงใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้เซ็ตตัวเร็ว การเกิดเจลของเพกทินชนิดนี้จะต้องมีองค์ประกอบที่เหมาะสม คือ มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 55 ถึง 65 ค่าความเป็นกรดด่าง 2.9 ถึง 3.1 ซึ่งเป็นสภาวะปกติที่ใช้ในการผลิตแยมทั่วไป (Rolin and Vries, 1990) โดยเพกทินเมธ็อกซิลสูง แบ่งตามระยะเวลาของการแข็งตัวของเจลได้ 6 ชนิด (Kringe, 1993) คือ

1) Ultra-rapid-set pectin : มีปริมาณเมธ็อกซิลเอสเทอร์ร้อยละ 82

2) Extra-rapid-set pectin : มีปริมาณเมธ็อกซิลเอสเทอร์ร้อยละ 76

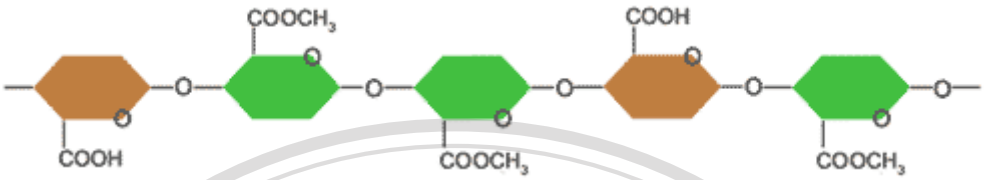
3) Rapid-set pectin : มีปริมาณเมธ็อกซิลเอสเทอร์ร้อยละ 72

4) Medium-rapid-set pectin : มีปริมาณเมธ็อกซิลเอสเทอร์ร้อยละ 68

5) Slow-set pectin : มีปริมาณเมธ็อกซิลเอสเทอร์ร้อยละ 64

6) Extra-slow-set pectin : มีปริมาณเมธ็อกซิลเอสเทอร์ร้อยละ 58

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.5 โครงสร้างเพกทินเมธ็อกซิลสูง

ที่มา: International Pectin Producers Association, 2001

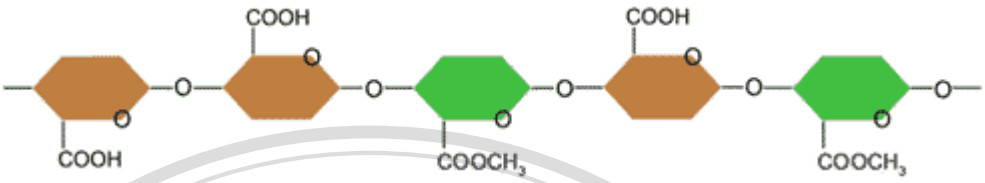
2.5.2.2 เพกทินเมธ็อกซิลต่ำ (Low methoxyl pectin, LM)

เป็นสารเพกทินที่มีค่า DM น้อยกว่าร้อยละ 50 (ภาพ 2.6) เพกทินเมธ็อกซิลต่ำใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้เซ็ตตัวช้า สามารถเกิดเจลได้ดีกับอิออนของโลหะบางชนิด เช่น แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) เป็นต้น (Baker *et al.*, 1996) เพกทินชนิดนี้สามารถเกิดเจลได้โดยมีปริมาณน้ำตาลเพียงเล็กน้อย หรือไม่ใช้เลย (Axelos and Thibault, 1991) สามารถเกิดเจลในช่วงค่ากรดด่างที่กว้าง คือ 3.0 ถึง 4.5 (Rolin and Vries, 1990) เพกทินเมธ็อกซิลต่ำแบ่งได้เป็น 2 ชนิด (Homler *et al.*, 1991) คือ

1) Amidate Low methoxyl pectin : เพกทินที่มีหมู่เมธ็อกซิลต่ำและมีหมู่เอไมด์เป็นองค์ประกอบ โดยใช้สารแอมโมเนียมในการทำให้หมู่เมธ็อกซิลในกรดกาแลกทูโรนิกบางส่วนถูกแทนที่ด้วยหมู่เอไมด์ ดังนั้น Degree of amidation (DA) คือ ปริมาณของกรดกาแลกทูโรนิกที่มีหมู่เอไมด์มาเกาะแทนที่หมู่เมธ็อกซิลในกรดกาแลกทูโรนิก

2) Conventional Low methoxyl pectin : การที่หมู่คาร์บอกซิลเข้าทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันกับบางส่วนของกรดกาแลกทูโรนิก โดยใช้เอธิลแอลกอฮอล์หรือเมธิลแอลกอฮอล์ ทำให้หมู่คาร์บอกซิลมาแทนที่หมู่เมธ็อกซิล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2.6 โครงสร้างเพกทินเมธ็อกซิลต่ำ

ที่มา: International Pectin Producers Association, 2001

2.5.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลของเพกทิน

2.5.3.1 น้ำหนัก equivalent (Equivalent weight)

ค่าที่บอกถึงปริมาณกรดแอนไฮดรูโรนิก (anhydrouronic acid) และ Degree of esterification (DE) ในโมเลกุลของเพกทิน (Ranganna, 1986) ซึ่งมีผลต่อการเกิดเจลของเพกทิน

2.5.3.2 ปริมาณเมธ็อกซิล (Methoxyl content)

ค่าที่บอกถึงปริมาณของกลุ่มเมธ็อกซิลเอสเทอร์ในโมเลกุลของเพกทิน ปริมาณเมธ็อกซิลนั้นแสดงถึงน้ำหนักเมธ็อกซิล ($-OCH_3$) ซึ่งมีความสำคัญต่อเวลาในการเซ็ตเจลของเพกทิน ถ้าเพกทินที่มีกลุ่มเมธิลมากกว่าก็จะมีโครงสร้างที่แข็งแรงกว่า และคงทนกว่า (Ranganna, 1986)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.3.3 เยลลีเกรด (Jelly grade)

ค่าที่แสดงสัดส่วนของปริมาณน้ำตาลที่ต้องการในการเกิดเจลของเพกทิน เพื่อให้ได้เจลที่คงตัวภายใต้สภาวะมาตรฐาน ในสหรัฐอเมริกาจึงกำหนดสภาวะมาตรฐานที่ความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 3.0 และมีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 65 (กิตติพงษ์, 2536) อย่างเช่น เพกทินเกรด 150 หมายถึง เพกทินตัวอย่าง 1 กรัมจะสามารถจับกับน้ำตาลได้ 150 กรัม เป็นต้น

2.5.3.4 ค่าความเป็นกรด

มีส่วนช่วยในการเกิดเจลของเพกทิน โดยในสภาวะความเป็นกรดที่เหมาะสม จะทำให้หมู่คาร์บอกซิลบนโมเลกุลของเพกทินแตกตัวอย่างเหมาะสม ส่งผลทำให้ไม่เกิดการผลักกันระหว่างประจุในโมเลกุลของพันธะไฮโดรเจน ซึ่งมีผลทำให้เกิดเจลได้ง่ายขึ้น

2.5.3.5 ความเข้มข้นของอิเลกโทรไลต์

การเติมแคลเซียมอิออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) ส่งผลให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะกับเพกทินเมธ็อกซิลต่ำ เนื่องจากอิออนจะทำหน้าที่เชื่อมโมเลกุลของเพกทินเข้าด้วยกัน โดยอิออนจะทำปฏิกิริยากับหมูคาร์บอกซิลของกรดกาแลกทูโรนิก ซึ่งเป็นหน่วยย่อยของโมเลกุลเพกทิน (Axelos and Thibault, 1991)

2.5.4 การใช้ประโยชน์ของเพกทิน

2.5.4.1 การใช้เพกทินในผลิตภัณฑ์แยม

แยมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเนื้อผลไม้ หรือผัก ซึ่งมีเพกทินจากธรรมชาติของเนื้อผลไม้ และผักในบางส่วน การเติมเพกทินจึงเป็นการช่วยเพิ่มคุณภาพในการเกิดเจลของแยมให้ดีขึ้น ทำให้เจลที่ได้มีการกระจายตัวและความยืดหยุ่นของเนื้อเจลในผลิตภัณฑ์แยมที่ดีขึ้น โดยเพกทินที่ใช้จะขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ เช่น แยมทั่วไปจะใช้เพกทินเมธ็อกซิลสูง แต่แยมลดพลังงานหรือแยมพลังงานต่ำ จะใช้เพกทินเมธ็อกซิลต่ำ เป็นต้น

2.5.4.2 การใช้เพกทินในผลิตภัณฑ์เบเกอรี

ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี หรือขนมอบจะต้องใช้เจลที่ทนความร้อนสูง ซึ่งต้องมีปริมาณของแข็งทั้งหมดตั้งแต่ร้อยละ 45 ถึง 75 ขึ้นอยู่กับเพกทินที่ใช้ ชนิดของผลิตภัณฑ์ ความเป็นกรดด่างตั้งแต่ 3.3 ถึง 3.6 โดยทั่วไปเจลที่มีความคงตัวต่อความร้อนนั้นเตรียมได้จากเพกทินที่มีเมธ็อกซิลสูง (ณรงค์, 2546)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5.4.3 การใช้เพกทินในผลิตภัณฑ์นม

การใช้เพกทินในผลิตภัณฑ์นมนั้น ส่งผลต่อการกระจายตัวของโปรตีนกับเคซีน ซึ่งมีการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว และโยเกิร์ต ในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวที่มีความเป็นกรดด่างที่ 3.5 ถึง 4.2 สามารถใช้เพกทินเมธ็อกซิลสูง โดยเพกทินจะทำหน้าที่จับกับประจุบวกของเคซีนในผลิตภัณฑ์นมให้มีความคงตัว ไม่ทำให้เกิดลิ่มของเคซีน (กฤติกา และเทิดพงษ์, 2543)

2.5.4.4 การใช้เพกทินในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม

การใช้เพกทินเป็นสารให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม โดยที่ความคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณเพกทินที่ใช้ สามารถเตรียมได้จากผลไม้ตระกูลส้ม

2.5.4.5 การใช้เพกทินในผลิตภัณฑ์ลูกกวาด

ในอุตสาหกรรมการผลิตลูกกวาดได้ใช้เพกทินเมธ็อกซิลต่ำ เนื่องจากเกิดเจลช้า โดยส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส และการเก็บรักษากลิ่นของลูกกวาด ทั้งนี้ยังพบว่าเพกทินสามารถป้องกันการแยกตัวของไขมันในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดได้อีกด้วย

2.6 การทดลองแบบ Central Composite Design (CCD)

การวางแผนการทดลองแบบ CCD เป็นส่วนหนึ่งของแผนการทดลองทางสถิติแบบรีเกรสชันเชิงเส้นหลายตัวแปร (multiple linear regression) สามารถใช้ประโยชน์ในการหาแบบหุ่นและสำรวจความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยนำแบบหุ่นนี้ไปใช้ในการคาดคะเน (prediction) ปรับกระบวนการให้เหมาะสม (process optimization) หรือใช้ในการควบคุมการผลิต (process control) เช่น Pinheiro และคณะ (2008) ใช้ CCD เพื่อศึกษาสภาวะในการสกัดเพกทินจากเปลือกเสาวรส Ahmed และ Ramaswamy (2004) ใช้ CCD เพื่อศึกษาลักษณะการไหลของซอสเข้มข้นจากมะละกอ เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการจัดสิ่งทดลองแบบ 3^n จะพบว่า มีสิ่งทดลองในการทดลองเป็นจำนวนมาก ซึ่งใช้เวลา และต้นทุนสูง แผนการทดลอง CCD จะจัดวางสิ่งทดลองลักษณะเป็น 2^n Factorial เป็นพื้นฐาน และมีจุดอื่นๆ ประกอบด้วย อาจแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ตามแบบหุ่น (อิศรพงษ์, 2550) ดังนี้

2.6.1 แบบหุ่นกำลังหนึ่ง (First-order models)

มีการจัดวางสิ่งทดลองแบบ 2^n Factorial และมีสิ่งทดลองที่เป็นจุดกึ่งกลางของระดับในแต่ละปัจจัย แสดงดังตาราง 2.4

ตาราง 2.4 แผนการทดลองแบบ 2^n Factorial และทำการทดลองซ้ำที่จุดกึ่งกลาง

สิ่งการทดลองที่	ปัจจัย A	ปัจจัย B
1	-1	-1
2	-1	1
3	1	-1
4	1	1
5*	0	0

ที่มา: อิศรพงษ์ (2550)

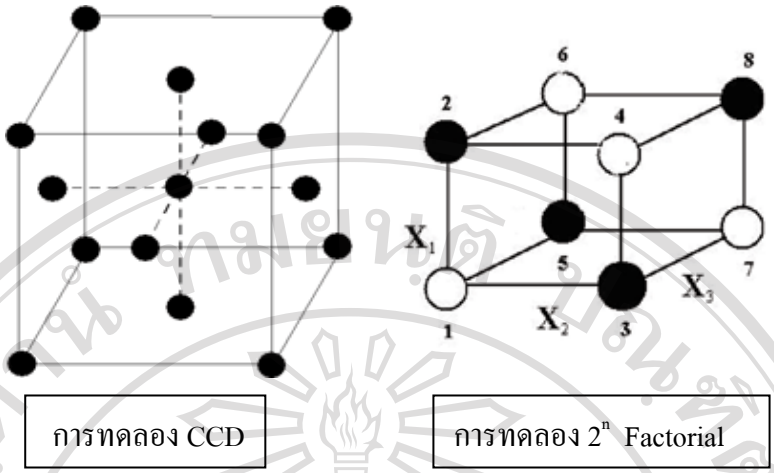
* เฉพาะสิ่งทดลองที่ 5 จะทำซ้ำอีก r ครั้ง

ดังนั้นจำนวนสิ่งทดลองของแผนการทดลองนี้เป็น $2^n + r1$ โดยที่ n คือ จำนวนปัจจัยที่ศึกษา ส่วน r คือ จำนวนที่ทำซ้ำที่จุดกึ่งกลาง โดยทั่วไป r จะมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ n ดังนั้นกรณีของการศึกษา 2 ตัวแปร จะมีจำนวนสิ่งทดลองทั้งหมดเท่ากับ $2^2 + 2*1 = 6$ สิ่งทดลองเป็นอย่างน้อย ขณะที่การศึกษา 3 ปัจจัย ควรมีจำนวนสิ่งทดลองทั้งหมดเท่ากับ $2^3 + 3*1 = 11$ สิ่งทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6.2 แบบหุ่นกำลังสอง (Second-order models)

มีการจัดวางสิ่งทดลองแบบ 2^n Factorial และมีสิ่งทดลองที่เป็นจุดกึ่งกลางของระดับในแต่ละปัจจัย และมีจุดแกน แสดงดังภาพ 2.7



ภาพ 2.7 แบบหุ่นของสิ่งทดลอง

ที่มา: Hu (1999)

ตาราง 2.5 สิ่งทดลองสำหรับ 3 ตัวแปรของแผนการทดลอง CCD

สิ่งทดลองที่	ปัจจัย A	ปัจจัย B	ปัจจัย C
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1
9	-1.682	0	0
10	1.682	0	0
11	0	-1.682	0
12	0	1.682	0
13	0	0	-1.682
14	0	0	1.682
15*	0	0	0

ที่มา: อิศรพงษ์ (2550)

* เฉพาะสิ่งทดลองที่ 15 จะทำซ้ำอีก r ครั้ง ($r \geq n$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หากมี n = 3 ค่า α (จุดแกน) จะเป็น ± 1.682 n = 4 ค่า α จะเป็น ± 2.0 และ n = 5 ค่า α จะเป็น ± 2.378 เป็นต้น ตัวอย่างสิ่งทดลองซึ่งมี 3 ตัวแปร แสดงดังตาราง 2.5 ให้สังเกตว่าที่จุด α ของตัวแปรใดๆ ค่าของตัวแปรอื่นๆ จะเป็นจุดกึ่งกลางของระดับที่ใช้ในการทดลองหรือ 0 เสมอ

2.7 วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Response surface methodology, RSM)

วิธีการพื้นผิวตอบสนอง (response surface methodology) เป็นตัวแทนทางเรขาคณิตที่ได้รับเมื่อผลตอบสนองของตัวแปร (response) ถูกสร้างเป็นฟังค์ชันของตัวแปรเหล่านั้น เทคนิคทางสถิตินี้ใช้แผนภาพ contour plot ในการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ที่สนใจ ผลที่ได้คือ สามารถที่จะหาสูตร หรือสภาวะที่เหมาะสม (optimization) จากความสัมพันธ์เหล่านั้นได้เมื่อพิจารณาปัจจัยที่สนใจเหล่านั้นพร้อมๆ กัน (Gacular and Singh, 1984)

ขั้นตอนการทำ RSM มีดังนี้

1) เลือกแผนการทดลองที่เหมาะสมที่จะให้ข้อมูลเพียงพอในการสร้าง contour plot

2) สร้างแบบจำลองหรือสมการเชิงเส้นที่ดีที่สุด

3) สร้าง contour plot หรือ surface plot จากสมการที่ได้

4) ตรวจสอบหาค่าจุดหรือพื้นที่ที่เหมาะสม (optimization)

5) พิสูจน์แบบจำลอง (validation) โดยการทำการทดลองใหม่จากจุดที่เหมาะสมภายใต้ขอบเขตของตัวแปรแต่ละตัว แล้วเปรียบเทียบค่าจากการทดลอง และค่าที่ทำนายได้จากสมการ (อนุวัตร, 2550)

วิธีการ RSM ได้ถูกนำมาประยุกต์ในงานด้านอุตสาหกรรมเกษตรมากมาย เช่น ใช้ในการพัฒนากระบวนการผลิต หรือพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังมีการใช้วิธี RSM ในการพัฒนาสูตร และกระบวนการผลิตขนมขบเคี้ยวหลายประเภท (Prinyawiwatkul *et al.,* 1997; Dutcosky *et al.,* 2006; Charunuch *et al.,* 2008; Sriwattana *et al.,* 2008)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.8 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)

การทดสอบผู้บริโภค หมายถึง การทดสอบผลิตภัณฑ์โดยการใช้ผู้บริโภคที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน ซึ่งเป็นหรือกำลังจะเป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์เหล่านั้นจะถูกประเมินจากลักษณะปรากฏ รสชาติ กลิ่น การสัมผัส และการได้ยิน ส่วนการประเมินทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อวัด วิเคราะห์ และแปลความ ขณะที่รับความรู้สึกสัมผัสโดยการเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การชิมรส และการสัมผัส คำจำกัดความนี้ได้เป็นที่ยอมรับและรับรองโดยคณะกรรมการประเมินทางประสาทสัมผัสในองค์กรวิชาชีพต่างๆ เช่น The Institute of Food Technologists (IFT) และ The American Society for Testing and Materials (ASTM) (สุจินดา, 2547) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นระบบ จะมีการทดสอบผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภคเป็นระยะๆ ผู้บริโภคจะมีบทบาทในการเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (product concept) การเลือกผลิตภัณฑ์จากสูตรตามความชอบของผู้ทดสอบ การประเมินผลผลิตภัณฑ์ขั้นทดลอง (pilot plant) และทดลองผลิตขั้นโรงงาน (process line) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคจัดว่ามีความสำคัญ เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นได้รับความสนใจในเชิงพาณิชย์ (ไพโรจน์, 2539)

2.8.1 ประเภทของการทดสอบผู้บริโภค

แบ่งออกเป็น 4 ประเภทตามสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ (สุจินดา, 2547) ดังนี้

1) การทดสอบในห้องปฏิบัติการ (laboratory tests) วิธีนี้จะเป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ มีข้อดีคือ สะดวกสำหรับนักวิจัย และควบคุมการทดสอบได้ดี แต่มีข้อเสียคือ การทดสอบในห้องปฏิบัติการบางครั้งมีข้อจำกัดทางด้านเวลา ไม่เหมือนการทดสอบจริง จำนวนผู้ทดสอบที่ใช้ประมาณ 50 คน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) การทดสอบประเภทสถานที่ชุมชน (central location test, CLT) วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด การทดสอบอาจทำ 1 ครั้ง หรือมากกว่านั้น และอาจใช้สถานที่ได้หลายๆ ที่ นิยมทำการทดสอบในสถานที่ที่มีผู้บริโภคอยู่รวมกันจำนวนมาก จำนวนผู้ทดสอบที่ใช้ปกติ คือ 100 คน แต่อาจอยู่ในช่วง 50-300 คน ข้อดีของวิธีนี้ คือ ได้ผู้ทดสอบจำนวนมากที่เป็นผู้บริโภคที่

แท้จริง สามารถทดสอบหลายๆ ตัวอย่างได้ แต่มีข้อเสีย คือ ข้อจำกัดด้านสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ บางครั้งอาจล่าช้าทำให้ผู้บริโภคไม่รอการทดสอบ มีข้อจำกัดด้านเวลา

3) การทดสอบประเภทห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่ (mobile laboratory test) การทดสอบนี้จะรวมเอาข้อดีของการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และการทดสอบประเภทสถานที่ชุมชนมาไว้ด้วยกัน การทดสอบทำโดยใช้รถพ่วงทำเป็นห้องทดสอบ และขับเคลื่อนไปจอดในที่ชุมชนที่มีผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ปกติใช้ผู้ทดสอบประมาณ 40-60 คนต่อผลิตภัณฑ์ แต่วิธีนี้มีข้อเสีย คือ ค่าใช้จ่ายสูง

4) การทดสอบประเภทใช้ที่บ้าน (home-use tests) วิธีนี้จะดำเนินการทดสอบที่บ้านของผู้ทดสอบแต่ละคน มีการควบคุมจากนักวิจัย ผู้ทดสอบจะทำการทดสอบภายใต้สภาวะการบริโภคจริง วิธีนี้มีข้อดี คือ ผลิตภัณฑ์ถูกทดสอบในบ้าน จึงเป็นสภาวะจริงของการบริโภค สามารถได้ข้อมูลการตลาดเพิ่มเติม ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ใช้เวลาในเตรียม และการดำเนินงานนาน ขาดการควบคุมในการทดสอบ มีต้นทุนในการทดสอบสูง ไม่สามารถทดสอบกับผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียได้ง่าย ผลตอบกลับจากการทดสอบอาจได้รับน้อยกว่าที่ตั้งไว้

2.8.2 วิธีการสุ่มตัวอย่างในการทดสอบผู้บริโภค

ในการทดสอบผู้บริโภค ขั้นตอนการสุ่มเลือกผู้บริโภคในการทดสอบถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นการเลือกตัวแทนมาทำการศึกษา และสรุปผลที่ได้ไปยังผู้บริโภคโดยรวม วิธีการสุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ประเภทที่สำคัญ ได้แก่

1) การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (probability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่แต่ละหน่วยในตัวอย่างประชากรมีโอกาสที่จะได้รับเลือก และโอกาสที่แต่ละหน่วยข้อมูลจะได้รับเลือกจะต้องทราบ และไม่ใช่ศูนย์ วิธีการสุ่มประเภทนี้ ที่สำคัญ ได้แก่ การสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling, SRS) การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (systematic sampling, SYS) การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (stratified random sampling) การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (cluster sampling) และการสุ่มตัวอย่างตามพื้นที่ (area sampling)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2) การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (nonprobability sampling) การสุ่มตัวอย่างนี้มีลักษณะที่สำคัญ คือ ไม่ได้กำหนดโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่กลุ่มตัวอย่างจะถูกเลือกมาจากประชากรทั้งหมด จึงไม่สามารถประมาณความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง อย่างไรก็ตามการสุ่มวิธีนี้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยจริง เนื่องจากเลือกตัวอย่างผู้ทดสอบได้อย่างสะดวก การสุ่มตัวอย่างในลักษณะนี้ที่นิยมใช้ คือ การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (convenience sampling) การสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิจารณญาณ (judgment sampling) การสุ่มตัวอย่างโดยกำหนดโควตา (quota sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบก้อนหิมะ (snowball sampling) (ศิริวรรณ และคณะ, 2541)

2.8.3 วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการทดสอบผู้บริโภค

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค แบ่งได้ 2 วิธี คือ วิธีการเชิงคุณภาพ เช่น การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม และวิธีการเชิงปริมาณ (สุจินดา, 2547) ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงปริมาณ ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมเสาวรสลดพลังงานที่พัฒนา โดยใช้วิธี hedonic scale method ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในการทดสอบการยอมรับ เริ่มคิดค้นในช่วงปี ค.ศ.1940 โดย Peryam และ Pilgrim โดยระดับคะแนนที่ใช้วัดจะเป็น 5 7 และ 9 คะแนน (Peryam and Pilgrim, 1957) ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ระดับคะแนนที่ 9 คะแนน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved