



รายงานการวิจัย

ผลของสภาวะอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณลักษณะทางกายภาพ
ของน้ำเสาวรสผง

Effect of Spray Dry Conditions on Physical Properties
of Passion Fruit Juice Powder

ชนิษฐา ศรีนวล

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของสภาวะอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณลักษณะทางกายภาพ
ของน้ำเสาวรสผง

Effect of spray dry conditions on physical properties
of passion fruit juice powder

ชนิษฐา ศรีนวล

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตรีชฎา อุตัยดา

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ งบประมาณแผ่นดิน

พิจารณาโดยผ่านความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ

ประจำปีงบประมาณ 2562

ชื่องานวิจัย ผลของสภาวะอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณลักษณะทางกายภาพของน้ำเสาวรสผง

Effect of spray dry conditions on physical properties of passion fruit juice

powder

ผู้วิจัย ขนิษฐา ศรีนวล

ผู้ร่วมวิจัย ตริษฐา อุตัยดา

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ **ปีเสร็จวิจัย** 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ผลของการสเปรย์ดรายต่อคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของน้ำเสาวรสผง โดยศึกษาอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 3 ระดับ คือ 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส และปริมาณของมอลโตเดกซ์ทรินที่ 2 ระดับ คือร้อยละ 30 และ 40 ซึ่งผลจากการทดลองพบว่า อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เหมาะสมของน้ำเสาวรสผงเท่ากับ 150 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินที่ร้อยละ 40 ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 3.66 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) 0.12 ค่าความสามารถในการละลายร้อยละ 78.1 ปริมาณผลผลิตร้อยละ 18.55 และมีปริมาณวิตามินซี 0.15 มิลลิกรัม จากการทดลองพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณมอลโตเดกซ์ทริน มีผลทำให้ปริมาณความชื้น a_w และวิตามินซีลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : เสาวรส การทำแห้งแบบพ่นฝอย มอลโตเดกซ์ทริน

Research title Effect of spray dry conditions on physical properties of passion fruit

juice powder

Researcher Khanittha Srinual

Co researcher Trichada Utaida

Department Food science and technology

Phetchabun rajabhat university 2019

Abstract

The objective of this research was to study effect of spray dry conditions on physicochemical properties of passion fruit juice powder by studied the inlet temperature 3 levels are 150 160 and 170 degrees celsius and maltodextrin 2 levels are 30 and 40 percent. The results showed that the optimum inlet temperature of passion fruit juice powder was 150 degrees celsius and 40% maltodextrin. This product had 3.66 percent moisture content, water activity (a_w) was 0.12, solubility was 78.1 percent, yield produce was 18.55 percent and vitamin C content was 0.15 milligrams. From this experiment found that the increasing of inlet temperature and maltodextrin decreased moisture content a_w and vitamin C

Keywords : passion fruit, spray dry, maltodextrin

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ แก่ผู้วิจัย และขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ชนิษฐา ศรีนวล และคณะ

1 สิงหาคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(ก)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(ข)
กิตติกรรมประกาศ	(ค)
สารบัญตาราง	(ง)
สารบัญรูป	(จ)
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ของการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เสาวรส	5
2.2 การทำแห้ง	11
2.3 สารตัวพา	15
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 วัตถุประสงค์	21
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	21
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	21
3.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์	22
3.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย	22
บทที่ 4 ผลการทดลอง	26
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	35
บรรณานุกรม	36
ภาคผนวก	39
ประวัติผู้วิจัย	51

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของเสาวรส
2.2	ปริมาณแร่ธาตุในเสาวรส
2.3	ปริมาณวิตามินในเสาวรส
2.4	องค์ประกอบของมอลโตเดกซ์ตริน
4.1	คุณภาพทางกายภาพของน้ำเสาวรส
4.2	คุณภาพทางเคมีของน้ำเสาวรสด
4.3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำเสาวรสด
4.4	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำเสาวรสด
4.5	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการละลายและปริมาณผลผลิต ของน้ำเสาวรสด
4.6	ผลการวิเคราะห์สีของน้ำเสาวรสด
4.7	สมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำเสาวรสด
4.8	ความคงตัวของปริมาณวิตามินซีและสารแคโรทีนอยด์ในน้ำเสาวรสด

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	โครงสร้างของแคโรทีนอยด์	9
2.2	การถูกทำลายของแคโรทีนอยด์	10
3.1	วิธีการเตรียมน้ำเสาวรสด	23
3.2	การเตรียมน้ำเสาวรสสำหรับการผลิตผง	25

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เสาวรส หรือที่เรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า กะทกรกฝรั่ง มีลักษณะเป็นไม้เถา เถามีลักษณะกลม ผลเป็นรูปไข่หรือไข่ยาว มีหลายพันธุ์ บางพันธุ์ผิวผลสีม่วง สีเหลือง สีส้มอมน้ำตาล เปลือกผลเรียบ เนื้อรับประทานได้ มีเมล็ดจำนวนมากอยู่ตรงกลาง (วิภาพรรณ, 2555) พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากในประเทศไทยมี 3 พันธุ์ (วิภาพรรณ, 2555) คือ พันธุ์ผลสีม่วง มีรสชาติดีกว่าพันธุ์ผลสีเหลือง จึงเหมาะสำหรับรับประทานผลสด พันธุ์ผลสีเหลือง น้ำคั้นของพันธุ์นี้มีการดมมาก เหมาะสำหรับส่งเข้าโรงงานเพื่อแปรรูปมากกว่าการรับประทานผลสด และพันธุ์ลูกผสม คือรวมลักษณะผลที่เด่นของแต่ละพันธุ์ไว้ เสาวรสนิยมปลูกและขยายพันธุ์ในเมืองไทยมานานแล้ว ปัจจุบันพื้นที่ที่นิยมปลูกเสาวรสคือ พื้นที่ทางภาคเหนืออย่างจังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยน้ำเสาวรสมีองค์ประกอบทางเคมี ประกอบด้วยน้ำประมาณร้อยละ 76-85 ของแข็งที่ละลายได้ประมาณร้อยละ 17.4 คาร์โบไฮเดรตประมาณร้อยละ 12.4 กรดอินทรีย์ประมาณร้อยละ 3.4 นอกจากนั้นยังประกอบไปด้วย วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ รวมทั้งเอนไซม์ ซึ่งอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ที่มีส่วนช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็ง ได้แก่ วิตามินซี วิตามินเอ และแคโรทีนอยด์ ซึ่งเสาวรสมีวิตามินเอค่อนข้างสูง โดยเฉพาะสารแคโรทีนอยด์ จึงช่วยบำรุงสายตาและผิวพรรณ และยังมีวิตามินซีสูงถึง 39.1 มิลลิกรัม/100 กรัม ของน้ำเสาวรส ซึ่งมากกว่าที่พบในมะนาวและพบสาร albumin-homologous protein ในเมล็ดของผลเสาวรส ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ และยังมีสรรพคุณช่วยแก้อาการนอนไม่หลับ ลดไขมันในเส้นเลือด และโรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ (วิภาพรรณ, 2555) ซึ่งในช่วงที่มีผลผลิตออกมาจำนวนมาก เกษตรกรมักจะนำน้ำเสาวรไปแปรรูปโดยการแช่แข็ง ซึ่งจะต้องขนส่งและจัดเก็บในอุณหภูมิและสภาวะที่เหมาะสมเท่านั้น ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มความหลากหลายผลิตภัณฑ์และศักยภาพในการแข่งขัน ได้ผลิตพันธุ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ ให้มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการดำเนินชีวิตของคนไทยที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพสังคมและ

เศรษฐกิจ ซึ่งผู้ประกอบการต้องการความสะดวกสบาย การทำเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปจึงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น เนื่องจากขงดื่มได้ทันทีและง่ายต่อการบริโภค นอกจากนี้ยังง่ายแก่การเก็บรักษา การขนส่ง และยังเป็นการ ยกระดับศักยภาพการแปรรูปผลผลิตของภาคเกษตร ทำให้เกิดรายได้ให้กับชุมชน ในท้องถิ่น อันเป็นการ แก้ปัญหาความยากจนได้

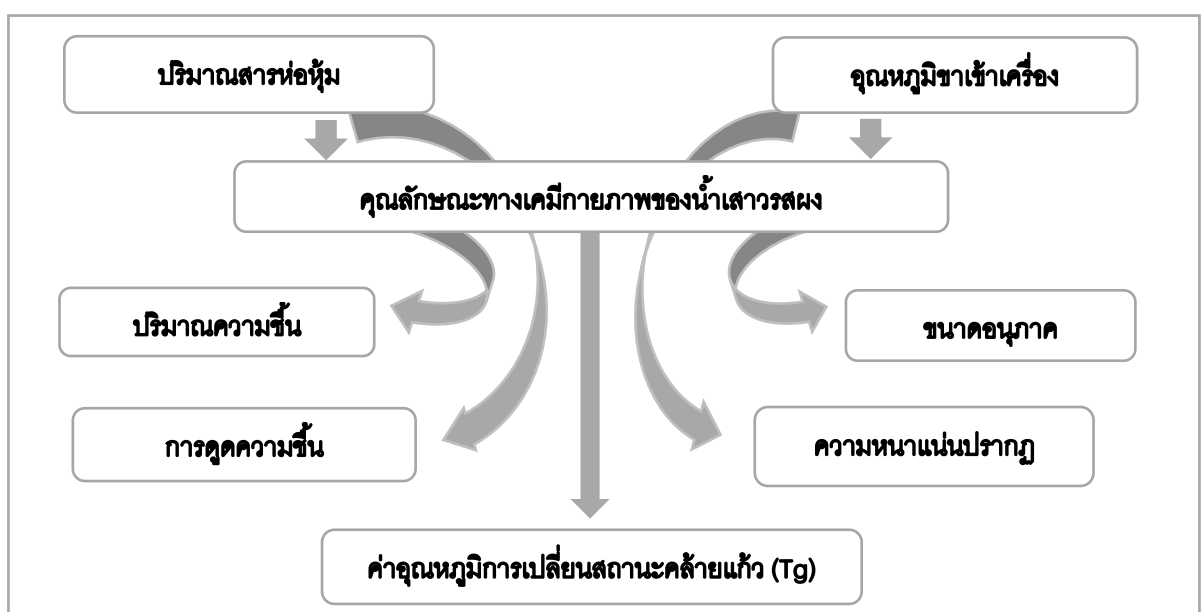
งานวิจัยในโครงการนี้ จึงได้ทำการศึกษาผลของตัวพาและสภาวะการทำแห้งแบบพ่นฝอย ต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสมงเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน รวมถึงเป็นการ พัฒนาศักยภาพการผลิตของอุตสาหกรรมอาหารของประเทศให้สามารถแข่งขันได้เพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

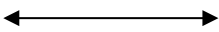
1.2.1 เพื่อศึกษาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสมของน้ำเสาวรสมงโดยเทคนิคเอนแคปซูเลชัน ด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

1.2.2 เพื่อศึกษาความคงตัวของปริมาณวิตามินซีและแคโรทีนอยด์ของน้ำเสาวรสมง

1.3 สมมติฐานการวิจัย



ขั้นตอนกิจกรรม	พ.ศ. 2561									พ.ศ. 2562		
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่ เกี่ยวข้องกับการ ผลิตน้ำเสาวรสม	←→											
2. สํารวจและลง พื้นที่ เพื่อรวบรวม ข้อมูลของวัตถุบ	←→											
3. ศึกษาคุณภาพ วัตถุบที่ใช้ในการ ผลิตน้ำเสาวรสม		←→										
4. ศึกษาผลของตัว พาและสภาวะการ ทำแห้งแบบพ่น ฝอยต่อ คุณลักษณะของ ผลิตภัณฑ์น้ำ เสาวรสม				←→								
5. ศึกษาความคง ตัวของปริมาณ วิตามินซีและสาร แคโรทีนอยดใน ผลิตภัณฑ์น้ำ เสาวรสม				←→								

ขั้นตอนกิจกรรม	พ.ศ. 2561									พ.ศ. 2562		
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
6. จัดทำรายงานวิจัยและเผยแพร่ผลงานวิจัย												

1.5 ประโยชน์ของการวิจัย

1.5.1 ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารระดับชาติ

1.5.2 ให้บริการวิชาการแก่ชุมชน ผู้สนใจ หน่วยงานภาครัฐ เอกชน

1.5.3 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.5.3.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

1.5.3.2 ผู้ประกอบการด้านอุตสาหกรรมอาหาร

1.5.3.3 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงจังหวัดเพชรบูรณ์ (เขาค้อ)

1.5.3.4 เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการดูแลคุณภาพชีวิต สร้างโอกาสการเข้าถึงและนำเทคโนโลยีไปใช้ให้กับเกษตรกรรายย่อย วิสาหกิจชุมชน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เสาวรส

เสาวรส (passion fruit) หรือที่รู้จักในชื่อกะทกรกฝรั่ง เป็นไม้ประเภทเถาเลื้อยสกุล Passiflora อยู่ในตระกูล Passifloraceae (ณัชชา บุญปลื้ม, 2550) มีลักษณะเป็นไม้เถา เถามีลักษณะกลม ใบเป็นใบเดี่ยว ขอบใบหยักลึก ที่ก้านใบมีต่อมใบ ดอกหนา เป็นมันสีเขียวแก่ ออกดอกเดี่ยวขนาดใหญ่ ห้อยคว่ำคล้ายกับดวงไฟโคม กาบดอกหุ้มสีเขียว กลีบชั้นนอกเป็นรูปกระบอก ปลายแยกด้านหลังมี สีเขียวแก่ ด้านในมีสีม่วงอ่อนประกับด้วยจุดแดง ๆ กลีบชั้นใน ลักษณะคล้ายกับตัวแฉกของกลีบชั้นนอก สีม่วงอ่อนหรือชมพูอ่อนมีประสีแดงแซม กลีบย่อยกลาง มีเป็นชั้น ๆ สองชั้นแต่ละกลีบค่อนข้างกลม สีม่วงแก่ พาดด้วยปลายสีขาวสลับแดง มีเกสรอยู่ตรงกลางสีเขียวขาว ดอกมีกลิ่นหอมแรงจัดมาก ผลเป็นรูปไข่หรือไข่ยาว มีหลายพันธุ์ บางพันธุ์ ผิวผลสีม่วง สีเหลือง สีส้มอมน้ำตาล เปลือกผลเรียบ เนื้อรับประทานได้ มีเมล็ดจำนวนมากอยู่ตรงกลาง (วิภาพรรณ, 2555)

2.1.1 พันธุ์ของเสาวรส

พันธุ์ที่นิยมปลูกกันมากในประเทศไทยมี 3 พันธุ์ (วิภาพรรณ, 2555) คือ

2.1.1.1 พันธุ์ผลสีม่วง (purple passion fruit) พันธุ์ผลสีม่วงในธรรมชาติพบได้มากในที่สูงเช่นกัน และมักพบบนพื้นที่ที่สูงกว่าพันธุ์สีเหลืองทอง คือ ประมาณ 1,000-2,000 เมตร ระดับน้ำทะเล ซึ่งมีอากาศค่อนข้างหนาวเย็นตลอดเวลา ทำให้ผลมีขนาดเล็กกว่าพันธุ์สีเหลืองทอง ขนาดผลประมาณ 4-5 เซนติเมตร น้ำหนักผลประมาณ 36 กรัม นอกจากนั้น เปลือกผลจะบางกว่าพันธุ์สีเหลืองทอง และให้ผลผลิตต่อไร่ที่ต่ำกว่า

2.1.1.2 พันธุ์ผลสีเหลือง (golden passion fruit) พันธุ์ผลสีเหลืองทอง ตามธรรมชาติพบขึ้นตามพื้นที่สูงในแถบประเทศชายฝั่งทะเล ที่มีความสูงตั้งแต่ 800 เมตร ระดับน้ำทะเล ผลมีลักษณะเด่น คือ ผลมีขนาดใหญ่ ขนาดผลประมาณ 5-7.5 เซนติเมตร น้ำหนักผลประมาณ 72 กรัม ผลอ่อนมีสีเขียว เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูง เมื่อผลสุกจะมีสีเหลืองขมมัน ผิวเป็นมัน น้ำคั้นของพันธุ์นี้ มีกรดมาก ซึ่งมี pH ต่ำกว่า 3 เหมาะสำหรับส่งเข้าโรงงานเพื่อแปรรูป

มากกว่าการ รับประทานผลสด ข้อดีของพันธุ์นี้คือ ให้ผลดก และมีความต้านทานโรคและแมลงสูงกว่าพันธุ์ผลสีม่วง

2.1.1.3 พันธุ์ลูกผสม (hybrid passion fruit) พันธุ์ผสมสีม่วงกับสีเหลืองทอง เป็นพันธุ์ผสมที่รวมลักษณะเด่นของทั้ง 2 พันธุ์เข้าด้วยกัน นอกจากนั้นน้ำคั้นที่ได้ยังมีรสหวานมากขึ้น และหวานมากกว่ารสเปรี้ยว ส่วนขนาดผลมีขนาดใหญ่เปลือกบาง และให้ผลผลิตต่อไร่สูง (puechkaset, 2560) เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ผลสีม่วงกับพันธุ์ผลสีเหลือง เพื่อคัดเลือกต้นพันธุ์ใหม่ ที่รวมลักษณะผลที่เด่นของแต่ละพันธุ์ไว้ ทำให้มีลักษณะผลใหญ่ ให้ผลดก มีรกร่อหุ้ม เมล็ดมาก เปลือกบาง ต้านทานโรค และมีช่วงเวลาในการให้ผลที่ยาวนาน พันธุ์นี้จะให้ทั้งผลที่มีสีม่วงและผลสีเหลือง พันธุ์ลูกผสมนี้เหมาะสำหรับปลูกเพื่ออุตสาหกรรมการทำน้ำเสาวรส เพราะสามารถเก็บผลผลิตป้อนเข้าโรงงานได้ตลอดทั้งปี

ส่วนเปลือกผลและเนื้อส่วนนอก มีลักษณะแข็ง ไม่สามารถรับประทานได้ และส่วนภายในผลมีเมล็ดสีน้ำตาลเข้มหรือดำจำนวนมาก ซึ่งเมล็ดจะมีรกรเป็นเยื่อเมือกสีเหลืองหรือสีส้ม ลักษณะเหนียวข้นและมีกลิ่นหอมเฉพาะตัวห่อหุ้มอยู่โดยรอบ

2.1.2 ประโยชน์เสาวรส

2.1.2.1 เมล็ดพร้อมเยื่อหุ้มเมล็ดนำมาคั้นหรือปั่นเป็นน้ำผลไม้ดื่ม ให้รสเปรี้ยวจัดหรือปั่นผสมกับผลไม้ที่มีรสหวาน เพื่อเพิ่มความหวาน อาทิ ประเทศทางแถบอเมริกาได้นำเยื่อหุ้มเมล็ด และเปลือกมาปั่นผสมกับน้ำตาล ได้เครื่องดื่มที่เรียกว่า refresco

2.1.2.2 เปลือกเสาวรสใช้รับประทานสดหรือนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อาทิ เปลือกเสาวรสแช่อิ่มและเปลือกเสาวรสดอง เป็นต้น นอกจากนั้น ทั้งเปลือก และเยื่อหุ้มเมล็ด ยังแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อาทิ เสาวรสผง แยมเสาวรส และเยลลี่เสาวรส เป็นต้น

2.1.2.3 น้ำคั้นเสาวรสมีสรสเปรี้ยวจัด ซึ่งให้รสเปรี้ยวมากกว่าน้ำส้มคั้นถึง 3 เท่า ดังนั้นอุตสาหกรรมผลิตน้ำผลไม้จึงนำน้ำเสาวรสมาเป็นส่วนผสมของน้ำผลไม้ชนิดอื่นเพื่อเพิ่มความเปรี้ยว อาทิ น้ำสับปะรด น้ำสตอเบอรี่ น้ำมะละกอ และน้ำฝรั่ง เป็นต้น

2.1.2.4 เปลือกเสาวรสมีคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน สามารถนำมาตากแห้งหรือใช้สดเป็นอาหารเลี้ยงโค กระบือ แกะ แพะ และหมู เป็นต้น

2.1.2.5 น้ำเสาวรสมีสาร spermicidal จึงนำมาใช้ป้องกันการตั้งครรภ์ได้

2.1.2.6 เสาวรสนำมาสกัดสารสำหรับเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง โดยเฉพาะครีมบำรุงผิว เพราะประกอบด้วยสารที่สามารถสะท้อนรังสียูวีได้ (puechkaset, 2560)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเสาวรส

สารอาหาร/หน่วย	สีม่วง	สีเหลือง
น้ำ (ก.)	85.62	84.21
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	51	60
โปรตีน (ก.)	0.39	0.67
ลิพิดทั้งหมด (ก.)	0.05	0.18
คาร์โบไฮเดรต (ก.)	13.60	14.45
เยื่อใย (ก.)	0.04	0.17
เถ้า (ก.)	0.34	0.49

ที่มา : ดัดแปลงจาก วิชาพรรณ (2555)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณแร่ธาตุในเสาวรส

แร่ธาตุ	สีม่วง	สีเหลือง
แคลเซียม (มก.)	4	4
เหล็ก (มก.)	0.24	0.36
แมกนีเซียม (ม.ก)	-	17
ฟอสฟอรัส (ม.ก)	13	25
โปแตสเซียม (ม.ก)	-	278
โซเดียม(ม.ก)	-	6

ที่มา : ดัดแปลงจาก วิชาพรรณ (2555)

ตารางที่ 2.3 ปริมาณวิตามินในเสาวรส

วิตามิน	สีม่วง	สีเหลือง
กรดแอสคอร์บิก (ม.ก)	29.80	18.20
ไรโบฟลาวิน (ม.ก)	0.13	0.10

ไนอาซิน (ม.ก)	1.46	2.24
วิตามินซี (ไมโครกรัม)	-	-
วิตามินเอ (ไอยู)	717	2,410

ที่มา: วิถีพีเดีย สารานุกรมเสรี (2557)

2.1.3 รงควัตถุในเสาวรส

รงควัตถุที่พบในเสาวรสประกอบด้วยแคโรทีนอยด์ (carotenoid) (สถาพร คำหอม, 2560) แคโรทีนอยด์ คือ รงควัตถุที่มีทั้ง สีเหลือง ส้ม แดง และส้ม-แดง สามารถพบทั่วไปในพืชและสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ทำงานร่วมกับคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสีเขียวซึ่งทำหน้าที่ดูดซับพลังงานจาก แสงอาทิตย์เพื่อการสังเคราะห์แสงและช่วยการเจริญเติบโตของพืช ในอุตสาหกรรมอาหารถูกใช้เป็นสีผสมอาหารจากธรรมชาติ เพราะเป็นกลุ่มสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกายและช่วยต้านอนุมูลอิสระได้

2.1.3.1 โครงสร้างของแคโรทีนอยด์

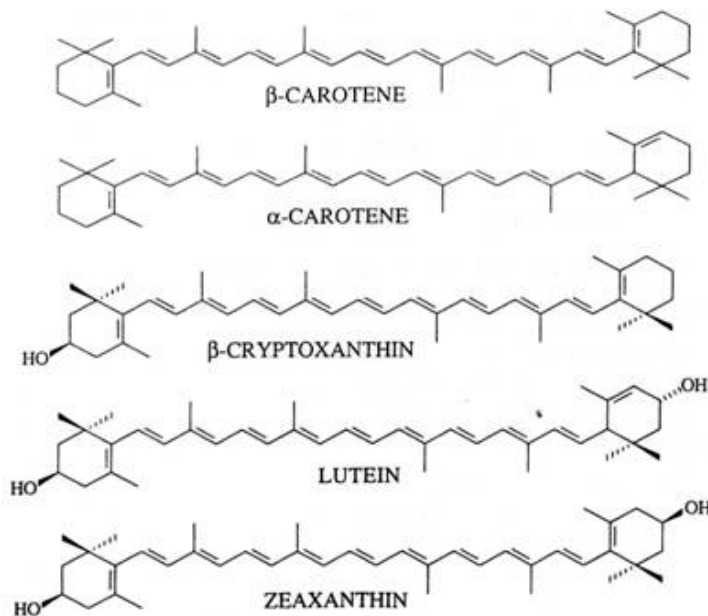
โครงสร้างหลักของรงควัตถุกลุ่มนี้คือ คือ สายไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 40 อะตอม เป็น ไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง

2.1.3.2 การแบ่งประเภทของแคโรทีนอยด์

แคโรทีน (carotene) เป็นรงควัตถุที่มีสีส้ม หรือ ส้ม-แดง เป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอนแซโทฟิวส์ (xanthophyll) มีสีเหลือง หรือส้ม-เหลือง เป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอน ที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งแซโทฟิวส์ มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับระดับ Oxidation ของโมเลกุล แคโรทีนอยด์ในอาหารธรรมชาติมีประมาณ 600 ชนิด ที่พบมากมี 6 ชนิด คือ

- 1) แอลฟา-แคโรทีน (alpha-carotene)
- 2) บีตา-แคโรทีน (beta-carotene)
- 3) บีตา-คริปโตแซนทิน (beta-cryptoxanthin)
- 4) ไลโคพีน (lycopene)
- 5) ลูทีน (lutein)

6) ซีแซนทีน (zeaxanthin)



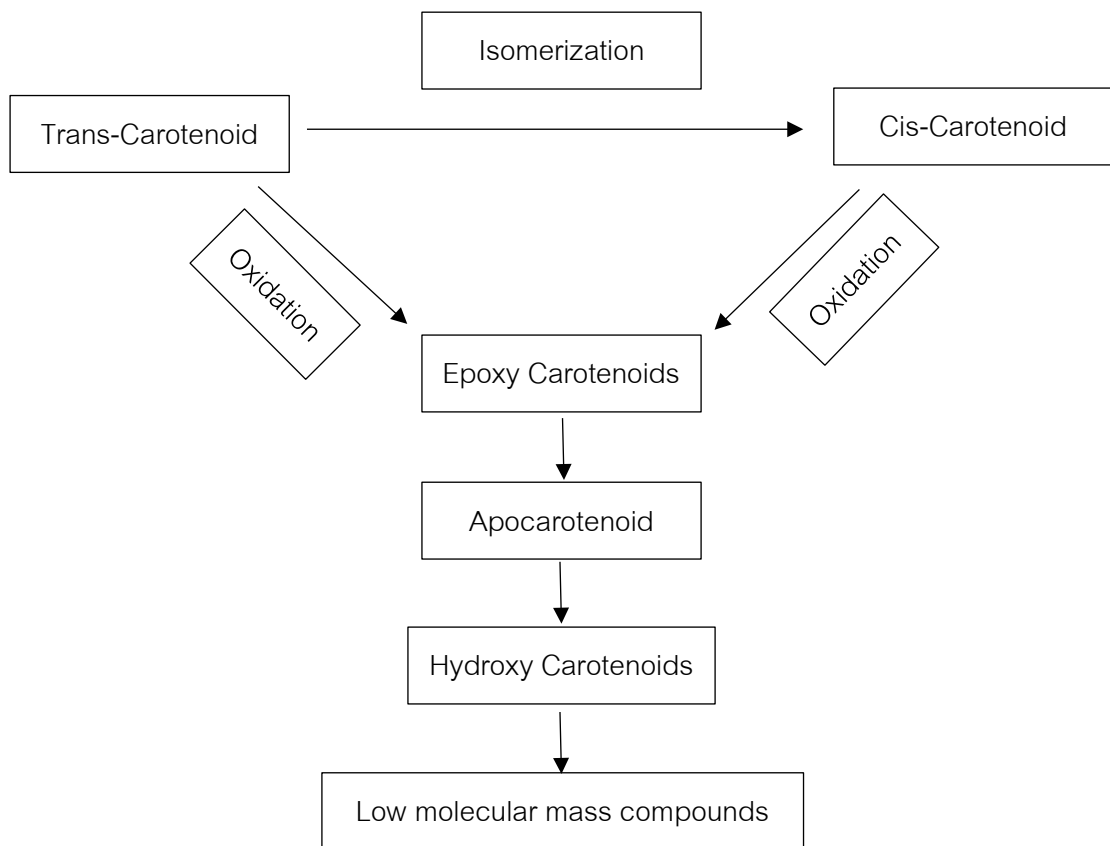
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของแคโรทีนอยด์ 6 ชนิด

ที่มา : <https://sites.google.com/a/kku.ac.th/carotenoids>.

2.1.3.3 การสลายตัวของแคโรทีนอยด์

การสลายตัวของแคโรทีนอยด์ธรรมชาติเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะและองค์ประกอบของอาหาร กระบวนการผลิต การบรรจุและสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษาการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส (lipoxygenase) และเอนไซม์อื่น ๆ และการเกิดออกซิเดชันของ ไขมัน ความเป็นไปได้ที่แคโรทีนอยด์ถูกทำลาย แสดงไว้ในภาพที่ 2.2 พอลิอิน (polyenes) เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นสาเหตุของความไม่คงตัวของ

แคโรทีนอยด์รวมทั้งต่อปฏิกิริยา ออกซิเดชันและสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากไอโซเมอร์หนึ่งไปเป็นอีกไอโซเมอร์หนึ่ง โดยมีความร้อน แสงและกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปร่างจาก trans-form ไปเป็น cis-form การเกิดออกซิเดชันขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจน แคโรทีนอยด์และลักษณะของ สภาพแวดล้อม แคโรทีนอยด์ที่ถูกทำลายจะกระจายตัวเป็นสารโมเลกุลต่ำคล้ายกับกรดไขมันเกิดจากการออกซิเดชัน ซึ่งผลที่ได้จะนำไปสู่ความพึงพอใจต่อกระบวนการผลิตไวน์และชาแต่ให้ผล ในทางตรงกันข้ามกับผักหรือผลไม้ผ่านการทำแห้ง (Dutta และคณะ, 2005)



ภาพที่ 2.2 การถูกทำลายของแคโรทีนอยด์

ที่มา :ดัดแปลงจาก Dutta และคณะ (2005)

Tang และคณะ (2000) ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้การเก็บรักษา สารสกัดแคโรทีนอยด์ที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา มีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลง สอดคล้อง การศึกษา ของ Chen และ Tang (1998) นอกจากนี้ Cinar (2004) ได้ศึกษาผลของการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างกันในสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสง ต่อปริมาณของแคโรทีนอยด์ที่สกัดจากเปลือกส้ม มันทะ และแครอทที่ทำการแช่เยือกแข็งก่อนนำมาสกัด พบว่าการแช่เยือกแข็งช่วยให้แคโรทีนอยด์ มีความคงตัวมากขึ้น และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะมีอัตราการลดลงของแคโรทีนอยด์ น้อยกว่าการเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงเมื่อเปรียบเทียบการเก็บรักษาในที่มืดและสว่างพบว่าปริมาณของ แคโรทีนอยด์ที่ลดลงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในกรณีที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

2.1.3.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากแคโรทีนอยด์ มีดังต่อไปนี้

- 1) เบต้าแคโรทีนช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันที่ดีขึ้น

- 2) สารอาหารเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพซึ่งช่วยในการรวมตัวเองเข้ากับเยื่อ เซลล์เหมือนกับวิตามินเอ
- 3) เบต้าแคโรทีนมีส่วนช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งหลายชนิด เช่น มะเร็งปอด, มะเร็งคอมดลูก, มะเร็งผิวหนัง, มะเร็งมดลูก, มะเร็งในช่องปากและมะเร็งลำไส้
- 4) เบต้าแคโรทีนในปริมาณสูงช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจได้ถึงร้อยละ 40
- 5) เบต้าแคโรทีนในระดับสูงสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคต่อกระฉก และโรคจอประสาทตาเสื่อม
- 6) ลูทีนและซีแซนทีนเป็นแคโรทีนอยด์ที่สะสมอยู่ในบริเวณเรตินาของดวงตา ซึ่งเม็ดสีนี้จะทำหน้าที่ปกป้องเรตินาและจอประสาทตาจากกระบวนการ oxidative stress ซึ่งนั่นหมายความว่าช่วยลดความเสี่ยงต่อการ เป็นโรคจอประสาทตาเสื่อมได้
- 7) เบต้าแคโรทีนและแคโรทีนอยด์อีกหลายประเภทจะถูกเปลี่ยนเป็นวิตามินเอหากร่างกายต้องการ ดังนั้นจึงมี ความปลอดภัยต่อการบริโภค และสามารถช่วยให้ร่างกายได้รับวิตามินเอได้อย่างเพียงพอในยามที่ต้องการ
- 8) แคโรทีนอยด์รวมสามารถเพิ่มการต่อต้านไม่ให้เกิดปฏิกิริยา Oxidation กับคอเลสเตอรอลชนิดเลว (LDL) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สภาพร คำหอม,.....)

2.2 การทำแห้งอาหาร (dehydration)

วัตถุประสงค์ที่สำคัญในการทำแห้งคือเพื่อเก็บรักษาถนอมผลิตภัณฑ์ ยืดอายุการเก็บ โดยการลดปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ จนถึงระดับที่สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือปฏิกิริยาอื่น ๆ นอกจากนี้ การลดปริมาณความชื้นยังมีผลต่อการเก็บรักษากลิ่นรสและคุณค่าทางอาหาร วัตถุประสงค์อีกประการหนึ่ง คือ การลดปริมาตรของผลิตภัณฑ์ ซึ่งช่วยในการขนส่งและการเก็บรักษา องค์ประกอบที่สำคัญของผลิตภัณฑ์อาหารกระทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และวัตถุประสงค์สุดท้ายของการทำแห้งเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ซึ่งสะดวกต่อการใช้ของผู้บริโภค ในการเก็บรักษาผักและผลไม้ด้วยวิธีการทำแห้งจำเป็นต้องคำนึงถึงรูปร่างโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ เพื่อให้การกำจัดความชื้นเกิดขึ้นในลักษณะที่ทำลายคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด

2.2.1 การทำแห้งแบบพ่นฝอย (spray drying)

เทคนิคการทำแห้งแบบพ่นฝอย ได้รับความนิยมมากในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ผลิตภัณฑ์นม ไข่ผง กาแฟสำเร็จรูป ผลิตภัณฑ์น้ำตาลผลไม้หรือมะเขือเทศ (Master, 1979) เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตน้อย มีกำลังการผลิตสูง ใช้งานง่าย สามารถควบคุมและปรับสภาวะการผลิตตามผลิตภัณฑ์ที่ผู้ผลิตต้องการ เช่น ขนาดอนุภาค ปริมาณความชื้น ความหนาแน่นของอนุภาค (bulk density) และลักษณะปรากฏ เป็นต้น (วิรัชย์ และคณะ, 2557) โดยการทำแห้งจะเริ่มตั้งแต่การทำให้ของเหลวแตกเป็นหยดเล็ก ๆ ภายในห้องทำแห้งที่มีอากาศร้อนไหลผ่าน การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นเร็วมาก เนื่องจากของเหลวมีสภาพเป็นหยดเล็ก ๆ ซึ่งมีพื้นที่ผิวที่จะสัมผัสกับอากาศร้อนมาก เกิดการระเหยบนพื้นที่ผิวของหยดเม็ดเล็ก ๆ อย่างรวดเร็ว การระเหยระหว่างการทำแห้งแบบพ่นฝอย แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงการระเหยที่ให้อัตราการระเหยคงที่ ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อความชื้นภายในละอองของอาหารเหลวที่มีอยู่มากพอที่จะกระจายไปที่ผิวของละอองของเหลวอย่างคงที่ จนเกิดสภาวะอิ่มตัวถึงขณะหนึ่ง เมื่อปริมาณความชื้นลดลงต่ำกว่าสภาวะ อิ่มตัวและเข้าสู่จุดวิกฤต (critical point) ผิวละอองของเหลวจะเริ่มแห้ง อัตราการระเหยจะไม่คงที่ ในช่วงนี้อัตราการระเหยจะขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่กระจายของความชื้นผ่านผิวนอกที่แห้ง ซึ่งความหนาของชั้นผิวนอกที่แห้งจะเพิ่มมากขึ้นตลอดเวลา อัตราการระเหยจึงมีค่าลดลง (Master, 1979) และพบว่าปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการระเหยในการทำแห้งแบบพ่นฝอย คือ ความเข้มข้นของอาหารเหลว โดยการเพิ่มความเข้มข้นของอาหารเหลวจะทำให้ผลิตภัณฑ์ผงที่ได้มีขนาดอนุภาคใหญ่และมีความหนาแน่นปรากฏสูงขึ้น แต่การเพิ่มอุณหภูมิลมเข้าโดยที่อัตราการไหลของของอาหารเหลวเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยคงที่ จะทำให้ความหนาแน่นปรากฏของผลิตภัณฑ์ลดลง และมีความโป่งมากขึ้น เนื่องจากอัตราการระเหยน้ำเกิดขึ้นเร็ว

การทำแห้งแบบพ่นฝอยเป็นวิธีการนิยมใช้กับอาหารประเภทนม สารละลายอินทรีย์ สารประเภทอิมัลชันและของเหลวชนิดต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผงแห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอย ได้แก่ นมผง อาหารเด็ก ยา และสีย้อม การทำแห้งวิธีนี้เป็นวิธีที่รวดเร็ว ลดขนาดและปริมาตรของของเหลว กระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยประกอบด้วยสามขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน คือ การทำให้วัตถุดิบซึ่งเป็นของเหลวกลายเป็น ละอองขนาดเล็ก การทำให้ละอองขนาดเล็กแห้ง กลายเป็นผง และการแยกผงผลิตภัณฑ์กับอากาศออกจากกัน (เอกदनัย, 2548) ละอองอนุภาคอาหารที่ถูกทำให้เป็นฝอย มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 10-300 ไมโครเมตร ทำให้มีพื้นที่ผิวสำหรับการทำแห้งมาก การเคลื่อนที่ของความชื้นจากภายในละอองอนุภาคมาที่ผิวเป็นระยะทางน้อยมาก จึงใช้เวลาการทำแห้งสั้นประมาณ 1-20 วินาที ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษของการทำ

แห้งแบบพ่นฝอย การมีพื้นที่ผิวสำหรับการทำแห้งมาก น้ำสามารถระเหยกลายเป็นไอน้ำได้ที่อุณหภูมิต่ำ อนุภาคผงที่แห้งตกลงสู่ด้านล่างของตู้อบแห้ง และเคลื่อนที่ไปไซโคลนเพื่อแยกผง ผลิตภัณฑ์ออกจากอากาศร้อนได้อย่างรวดเร็ว ตามอัตราเร็วลมทำให้ผลิตภัณฑ์ถูกความร้อนทำลายได้น้อย (เอกदनัย, 2548)

การระเหยนํ้าออกจากอาหารด้วยการทำแห้งแบบพ่นฝอย ใช้พลังงานสูงเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น จึงต้องเพิ่ม ความเข้มข้นของอาหารเหลวที่นำมาทำแห้งแบบพ่นฝอยให้มีปริมาณของแข็งมากที่สุด การเพิ่มปริมาณของแข็งมีผลให้ความหนืดของอาหารเหลวเพิ่มขึ้นด้วย ถ้าความหนืดของอาหารเหลวสูงเกินไปละอองอนุภาคที่ออกจากหัวพ่นฝอยก็ไม่ได้ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในอาหารเหลวที่เหมาะสมกับการทำแห้งแบบนี้ มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 25-60 ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร วิธีการเพิ่มปริมาณของแข็งให้กับอาหารเหลวอาจใช้วิธีการทำให้เข้มข้นด้วย เครื่องระเหยแบบสุญญากาศ เครื่องกรองแบบรีเวอร์ออสโมซิส รวมทั้งการใช้สารเสริมการทำแห้ง (เอกदनัย, 2548)

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ผงสำเร็จรูป

เพื่อให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงสำเร็จรูป จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยดังต่อไปนี้

2.2.2.1 อัตราการพ่นกระจาย (atomize speed)

อัตราการพ่นกระจายนั้นมีผลต่อโครงสร้างและขนาดของอนุภาคที่ได้ โดยเมื่ออัตราการป้อนของเหลวคงที่ การเพิ่มความเร็วในการพ่นกระจาย มีผลให้ขนาดของอนุภาคที่ได้เล็กลง ความหนาแน่นปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความหนาแน่นที่สูงกว่า เนื่องจากขนาดเล็กกว่าสามารถแทนที่ในช่องว่าง ระหว่างอนุภาคที่ใหญ่ได้

2.2.2.2 คุณสมบัติในการป้อน (feed properties)

ปริมาณของแข็งของสารละลายมีผลต่อลักษณะและอนุภาคที่ได้ในด้านความหนาแน่นปรากฏ นอกจากนี้การป้อนสารละลายด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นหรือการลดอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าจะส่งผลให้อนุภาคที่ได้มีความหยาบ และทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่ได้เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นรวมถึงขนาดของอนุภาคที่ใหญ่ขึ้นทำให้การระเหยของน้ำช้ากว่าในสารละลายที่มีปริมาณของแข็งน้อยกว่า

2.2.2.3 ความหนืด (viscosity)

ความหนืดมีผลโดยตรงต่อการเลือกชนิดและความเข้มข้นของวัสดุห่อหุ้ม และถ้าของเหลวมีความหนืดสูง เมื่อนำไปอบแห้งแบบฉีดพ่นฝอย จะทำให้ได้ละอองที่มีขนาดใหญ่ และถ้าหากมีความหนืดสูงมาก จะทำให้ของเหลวที่ฉีดออกมา มีลักษณะคล้ายเส้นด้าย ทำให้อาหารไม่แห้งตามต้องการ หรืออาจมีผลทำให้เกิดการอุดตันของหัวฉีดแบบพ่นฝอย ดังนั้นจึงควรเลือกชนิดและวัสดุห่อหุ้มที่เหมาะสม

2.2.2.4 ชนิดของหัวฉีด (type of atomized)

ชนิดของหัวฉีดมี 2 แบบ คือ rotary และ nozzle ซึ่งมีผลต่อลักษณะของขนาดของอนุภาค แตกต่างกัน โดยหัวฉีดแบบ nozzle จะให้ลักษณะของอนุภาคผงที่หยาบกว่า

2.2.2.5 การไหลของอากาศ (air flow)

อัตราการไหลของอากาศภายในห้องอบแห้งมีผลต่อเวลาของที่อยู่ในห้องอบแห้งของอนุภาคหรือเวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยตรง ถ้าอัตราการไหลของอากาศลดลงส่งผลให้เวลาที่อยู่ในห้องอบแห้งขาดของอนุภาคหรือเวลาที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำที่ถูกระเหยมีมากขึ้นมีผลทำให้ความชื้นลดลงและยังส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งในด้านคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี เช่น การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล อันเนื่องมาจากความร้อนส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเข้มและเกิดกลิ่นไหม้ นอกจากนี้อัตราการไหลของอากาศยังมีผลต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของอากาศมีผลต่อระยะเวลาที่อยู่ในห้องทำแห้งของอนุภาคหรือเวลาที่ใช้ในการทำแห้งโดยตรง ถ้าอัตราการไหลของอากาศลดลง ส่งผลให้ละอองสัมผัสกับอากาศร้อนนาน ปริมาณน้ำในอาหารจะระเหยมากขึ้น ส่งผลทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ลดลง

2.2.2.6 อุณหภูมิในการอบแห้ง (dry temperature)

อุณหภูมิในการอบแห้งทั้งขาเข้าและขาออกมีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ เมื่ออุณหภูมิขาเข้าเพิ่มขึ้น โดยที่อัตราการไหลคงที่ จะส่งผลให้เกิดการระเหยน้ำออกไปได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้อุณหภูมิขาเข้าที่สูงยังมีผลให้ความหนาแน่นปรากฏรวมมีค่าลดลง ทำให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานที่มีรูพรุนในอนุภาคผงมากกว่า ในขณะที่อุณหภูมิขาออกจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขาออกให้สูงขึ้นมีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นสำคัญ ผลของความชื้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะส่งผลต่อคุณภาพในด้านต่าง

ๆ เช่น การละลาย (solubility) ความหนาแน่นปรากฏ (bulk density) ขนาด (particle size) การดูดความชื้น (hygroscopicity) และ อายุการเก็บรักษา (shelf life)

2.2.3 เครื่องดื่มผง

เครื่องดื่มผง (instant drink) ผู้บริโภคในปัจจุบันมีแนวโน้มที่ต้องการความสะดวกสบาย และเน้นถึงการดูแลสุขภาพร่างกายให้ แข็งแรง อาหารหรือเครื่องดื่มจึงเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติหรือใกล้เคียงธรรมชาติ เครื่องดื่มผงสำเร็จรูป จึงเป็นทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากง่ายต่อการบริโภค สามารถดื่มได้ทันทีซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งเมื่อนำมาคืนรูปจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะใกล้เคียงของเดิม และสามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องได้นานกว่าเครื่องดื่มที่มีความชื้นสูง

หลักการผลิตเครื่องดื่มผง คือ การลดปริมาณน้ำในอาหาร ด้วยการระเหย การระเหิด หรือการเปลี่ยนสถานะของน้ำ เพื่อลดปริมาณน้ำที่เกี่ยวข้องในการเจริญของจุลินทรีย์ ปฏิกิริยาเคมีหรือชีวเคมี ทำให้สามารถชะลอการเสื่อมเสียของอาหารได้ นอกจากนี้กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผงยัง ช่วยลดน้ำหนักและปริมาตรของผลิตภัณฑ์ลงอย่างมาก ทำให้สะดวกในการขนส่ง อีกทั้งยังง่ายต่อการบริโภค เพียงชงละลายกับน้ำเย็นหรือน้ำร้อน ก็สามารถดื่มได้ทันที กระบวนการทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอย (spray drying) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทำแห้งเครื่องดื่มในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากใช้ระยะเวลาสั้น ผลิตภัณฑ์มีความชื้นต่ำและมีความสม่ำเสมอ (ณัฐวีพร, 2548) อย่างไรก็ตามการผลิตเครื่องดื่มผงยังคงมี ปัญหาในด้านกลิ่นรสหลงเหลือน้อยมาก ดังนั้นการใช้กรรมวิธีใช้สารกักเก็บกลิ่นหรือการใช้ส่วนผสมอบ ให้กลิ่นที่เป็นผสมภายหลัง ก็สามารถช่วยปรับปรุงกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ผงได้

2.3 Carrier สารตัวพา

สารตัวพา (carrier) ตัวพาที่ใช้ในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอยคือ สารเคมีเป็นวัตถุเจือปนในอาหารเป็นตัวขนส่งและป้องกันสารเคมีบางอย่างในอาหารซึ่งถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน หรือเป็นสารพวกที่ระเหยได้ง่าย เช่น สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของกลิ่น รส สี วิตามิน ในอาหาร โดยสารตัวพาจะทำหน้าที่ดักจับและกักเก็บสารเหล่านี้ไว้ทำให้ถูกทำลายด้วยความร้อนหรือระเหยได้น้อยลง และเมื่อนำอาหารผงนั้นไปละลายโดยผสมกับน้ำ สี หรือกลิ่นของอาหารจะถูกปลดปล่อยออกมาทำให้สี กลิ่นรสของอาหารหลังการคืนตัวมีลักษณะคล้ายวัตถุดิบสด (Douglas and Glenn, 1982)

2.3.1 มอลโทเด็กซ์ทริน (maltodextrin)

มอลโทเด็กซ์ทรินเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์แป้งจากวัตถุดิบที่ใช้เป็นสารตั้งต้น เช่นแป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเหนียว เป็นต้น การผลิตมอลโทเด็กซ์ทรินอาจใช้กรดหรือใช้เอนไซม์ในการผลิต การไฮโดรไลซ์แป้งเพื่อให้ได้สมมูลเด็กซ์โตรสสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับวิธีการและความเข้มข้นของสารที่ใช้ในการไฮโดรไลซ์ ค่าสมมูลเด็กซ์โตรส (dextrose equivalent.DE) หมายถึงร้อยละโดยน้ำหนักของน้ำตาลกลูโคสโดยดูจากร้อยละน้ำตาลรีดิวซ์ซึ่งโมเลกุลใหญ่ๆ ที่ถูกเอนไซม์กลุ่มอะไมเลสย่อยแล้วให้น้ำตาลมอลโตส เช่น มอลโทไตรโอส มอลโทเตตระโอส และมอลโทเพนตะโอส เป็นต้น โดยสถาบันอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาได้ให้ความหมายของมอลโทเด็กซ์ทริน คือ เป็นสารที่ไม่มีรสหวานประกอบไปด้วยน้ำตาลดีกลูโคส(D-glucose) เชื่อมต่อพันธะแอลฟา 1-4 นิยมใช้ในการทำแห้งแบบพ่นฝอย ช่วยทำให้ไขมันกระจายตัวได้ดีขึ้นและรักษากลิ่นรสของอาหาร (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2546)

ตารางที่ 2.3 องค์ประกอบของมอลโทเด็กซ์ทริน (คิดเทียบน้ำหนักแห้ง)

องค์ประกอบ	ปริมาณ (เป็นสัดส่วนของน้ำหนักแห้ง)
Carbohydrate	99
Moisture	5-6
Solution pH	4.5
Ash	0.1-0.5
Chloride	1,500 ppm
Sodium	750 ppm
Calcium	200 ppm
Magnesium	100 ppm
Phosphorous	50 ppm
Potassium	50 ppm
Sulphite	5 ppm
Iron	1 ppm
Zinc	1 ppm
Manganese	1 ppm
Protein	0.05

องค์ประกอบ	ปริมาณ (เป็นสัดส่วนของน้ำหนักแห้ง)
Fat	0.01
Crude fiber	0.01

ที่มา: กล้าณรงค์ และเกื้อกุล (2546)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คณิตนันท์ (2557) ศึกษาการอบแห้งแบบพ่นฝอยน้ำตาลมะพร้าวเข้มข้น โดยแปร 2 ปัจจัย คือ ปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน DE 9-12 ที่ 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 10, 20 และ 30 (w/v) และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า ที่ 3 ระดับ ได้แก่ 120, 150 และ 180 องศาเซลเซียส กำหนดอัตราการป้อนสาร การไหลของอากาศเข้า หัวฉีดและอัตราการดูดลมเข้า ที่ 4.5-7.5 มิลลิลิตร/นาที, 0.23 บาร์ และ 32 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ เก็บน้ำตาลมะพร้าวผงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่ปิดสนิทด้วยถุงซิปล็อค ผลการทดลองพบว่าปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของร้อยละผลผลิต (5.36-10.11) ความหนาแน่น (0.43-0.73 กรัม/มิลลิลิตร) อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (41-66 องศาเซลเซียส) ความสามารถในการไหล (39-103 องศา) แต่ส่งผลต่อความสามารถในการเปียก (21-55 วินาที) ความสามารถในการละลาย (39-103 วินาที) ปริมาณสารฟีนอลิก (275-456 มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิก/กรัมตัวอย่างแห้ง) ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (ร้อยละ 40-54) การสูญเสียสารฟีนอลิก (ร้อยละ 11-21) และการสูญเสียความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลมะพร้าวผงที่ลดลง (ร้อยละ 18-35) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้ปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินต่างกันไม่ส่งผลต่อปริมาณน้ำอิสระ ขนาดอนุภาคและความชื้นของน้ำตาลมะพร้าวผง อย่างไรก็ตามเมื่ออุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเพิ่มขึ้นส่งผลต่อการลดลงของปริมาณน้ำอิสระ (0.20-0.33) ค่าความชื้น (ร้อยละ 1.92-3.03) ความสามารถในการละลายปริมาณสารฟีนอลิก และร้อยละความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลมะพร้าวผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของน้ำตาลมะพร้าวผงพบว่าปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อพื้นผิวและรูปร่างของอนุภาค

สโรบล (2557) ศึกษาผลของอุณหภูมิลมร้อน และปริมาณมอลโตเดกซ์ตรินที่มีต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพและปริมาณสารอาหารที่เหลืออยู่ของน้ำสับปะรดที่อบแห้งแบบพ่นฝอย โดยศึกษาผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 3 ระดับคือ 130 150 และ 170 องศาเซลเซียส และผลของปริมาณมอลโตเดกซ์ตริน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 37 40 และ 43 ของน้ำหนักแห้ง พบว่าปริมาณ

ความชื้น ความหนาแน่นบรรจุ ความสามารถในการละลายน้ำที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และการเปลี่ยนแปลงสี เป็นผลมาจากอิทธิพลร่วมกันของอุณหภูมิความร้อนและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ความหนาแน่นรวม ความสามารถในการละลายน้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความสามารถในการดูดความชื้นจากสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการกระจายตัวในน้ำและปริมาณฟีนอลที่คงอยู่ ขึ้นกับอิทธิพลหลักของอุณหภูมิความร้อนในการทำแห้งและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่ใช้

ดวงพร (2554) ศึกษาการผลิตเครื่องดื่มลำไยผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย เพื่อหาอัตราส่วนของสารช่วยทำแห้งที่เหมาะสม อุณหภูมิการอบแห้งที่เหมาะสม ลักษณะซอร์ปชันไอโซเทอร์ม และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มลำไยผงระหว่างการเก็บรักษา ใช้สารช่วยทำแห้ง 3 ชนิดคือ มอลโตเด็กซ์ตริน สตาร์ชดัดแปร และกัมอาราบิก วางแผนการทดลองแบบ mixture design ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 14 อัตราส่วนผสม ใช้ปริมาณสารผสมช่วยทำแห้งแต่ละสูตร 0.6 กรัม/กรัมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำลำไยอบแห้งแบบพ่นฝอย ที่อุณหภูมิลมร้อนเข้า 175 องศาเซลเซียส วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัส พบว่าสูตรที่เหมาะสมคือ มอลโตเด็กซ์ตริน สตาร์ชดัดแปรและกัมอาราบิกในอัตราส่วนร้อยละ 85, 10 และ 5 ตามลำดับ เนื่องจากมีค่าการละลายสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 91.52 ± 0.34 และมีค่าความชอบรวมของผู้บริโภคสูงที่สุดเท่ากับ 6.16 ± 1.20 คะแนน ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา โดยนำเครื่องดื่มลำไยผงไปเก็บรักษาในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่ก่อให้เกิดการเหี่ยวเหาะติดกัน คือ ร้อยละ 0 และ 11 ที่อุณหภูมิ 20, 30 และ 40 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า เมื่ออุณหภูมิการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้น ค่า aw ค่าความหนาแน่นของ ผงลำไยสูงขึ้น ความสามารถในการละลาย และค่าความสว่างลดลง ส่วนค่าสี a^* และ b^* สูงขึ้น

กลอยใจ เขยกลินเทศ (2556) ผลการวิจัยพบว่าการผลิตสีผสมอาหารด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้ เนื้อตาลสุกแห้งผง และน้ำสกัดใบเตยผง ในการผลิตเนื้อตาลสุกผง ใช้สารเสริมการทำแห้ง 3 ชนิด คือ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวโพด ผงกากแครอต ผลิตน้ำสกัดจากใบเตยผง ใช้สารเสริมการทำแห้ง คือ มอลโตเด็กซ์ตริน กัมอาราบิก และผงกากแครอต นำผงเตยและใบเตยที่ผลิตได้มาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ตรวจฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay นำผงตาลที่ได้มาผลิตขนมตาล นำผงน้ำตาล สกัดใบเตยที่ได้มาเป็นส่วนผสมของขนมวงใบเตย เพื่อศึกษาด้านสีที่ปรากฏ แล้วทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ผลการศึกษาพบว่า เนื้อตาลที่ใช้ผงกากแครอตเป็นสารเสริมการแห้งมีความหนาแน่นน้อยที่สุด มีสีเหลืองอมส้ม สีเข้มกว่าเนื้อตาลผงที่ใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพดเป็นสารเสริมเนื้อตาล ผงที่ใช้แป้งข้าวเจ้าเป็นสารเสริมมีค่าการละลายที่ดีที่สุด เนื้อตาลผงที่ใช้กากแครอตเป็นสารเสริมมี

ฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ขนมหาลที่ทำจากผงตาลที่ใช้กากแครอทเป็นสารเสริมมีสีเหลืองเข้ม ส่วนขนมหาลที่ทำจากผงตาลที่ใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวโพดเป็นสารเสริมมีสีเหลืองซีดจนเกือบขาว การยอมรับทางประสาทสัมผัสของโดยรวมของขนมหาลจากเนื้อตาลสดและ เนื้อตาลผง จากสารเสริมทั้ง 3 ชนิด มีความใกล้เคียงกัน แต่การยอมรับด้านสีของขนมหาลจากเนื้อตาลผงที่ใช้กากแครอทเป็นสารเสริมมีความใกล้เคียงกับการยอมรับสีของขนมหาลจากเนื้อตาลสดมากที่สุด ส่วนผลการศึกษาการผลิตน้ำคั้น ใบเตยผงพบว่า เมื่อใช้เครื่องฉีดพ่นฝอยที่มีระบบการหมุนเวียนความร้อนดี การใช้สารเสริมในการแห้งคือ มอลโทเด็กซ์ทรีน กัมอารบิก และผงกากแครอทช่วยให้สามารถผลิต น้ำสกัดใบเตยได้ดี น้ำสกัดใบเตยผสมผงกากแครอท มีฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระมากที่สุด รองลงมาคือน้ำสกัดใบเตยผสมกัมอารบิก ส่วนน้ำสกัดใบเตยผสมมอลโทเด็กซ์ทรีน มีฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระน้อยมากไม่สามารถหาค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในรูป IC50 ได้ ใบเตยผงผสมกัมอารบิกและมอลโทเด็กซ์ทรีนมีสีเขียวสดแต่ใบเตยผงผสมโยอาหารจากกากแครอทมีสีเขียวอมส้ม รุน ใบเตยจากใบเตยผงที่ใช้สารเสริมทั้ง 3 ชนิด มีสีและกลิ่นใกล้เคียงกันกับรุนใบเตยที่ผลิตจากน้ำใบเตยคั้นสด จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสพบว่า การยอมรับโดยรวมของรุนใบเตยที่คั้นสดได้รับการยอมรับมากที่สุด รองลงมาคือรุนใบเตยผงผสมกัมอารบิก รุนใบเตยผงผสมมอลโทเด็กซ์ทรีน และรุนใบเตยผสมโยอาหารจากกากแครอทได้รับการยอมรับน้อยที่สุด โดยค่าการยอมรับต่ำสุดคือ 6.4 ละสูงสุดประมาณ 7.4

ธนากร (2555) ศึกษาการกักเก็บสารแอนโธไซยานินจากผลหม่อนเป็นสารต้นแบบโดยใช้แป้งมอลโตเด็กซ์ทรีนที่มีค่า DE10 เป็นสารห่อหุ้ม โดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ความดันสุญญากาศ ที่ 0.34, 0.54, 0.74 และ 0.93 บรรยากาศและอุณหภูมิของเครื่องอบแห้งที่ 40, 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสภาวะในการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำที่ความดันนั้น จากการทดลองพบว่าที่ความดันบรรยากาศและการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสไม่มีผงแห้งออกมาจากระบบ แต่สำหรับที่สภาวะความดันต่ำกว่าบรรยากาศและอุณหภูมิ 40-70 องศาเซลเซียสจะได้ผงแห้งออกมาที่ถึงเก็บผลิตภัณฑ์ถึงแม้ว่าอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากการลดความดันของระบบลงจะทำให้อัตราการอบแห้งมีค่าสูงขึ้น โดยสังเกตได้จากค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกมีค่าลดลงเมื่อความดันระบบลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าผงแป้งที่ได้จากการอบแห้ง ที่สุญญากาศจะมีลักษณะกลมผิวเรียบ ซึ่งจะแตกต่างจากการอบแห้ง ที่ความดันบรรยากาศและที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ผงแป้งที่ได้จะปรากฏรอยเหี่ยวย่นอย่างชัดเจน ผงแป้งมีขนาดใหญ่กว่าการอบแห้ง ความดันบรรยากาศ ปริมาณความชื้นใน

ผงแป้งจะอยู่ที่ร้อยละ 8-10 ปริมาณแอนโทไซยานินที่กักเก็บได้อยู่ในช่วงร้อยละ 90-98 ซึ่งมากกว่า
อาศัยการอบแห้ง แบบพ่นฝอยที่สภาวะปกติ

ณัฐวุฒิ ดอนลาว (2555) พบว่างานวิจัยนี้ศึกษาผลของอุณหภูมิในการทำแห้งแบบพ่นฝอย
ต่อฤทธิ์การต้านออกซิเดชันของเนื้อผลกาแฟ (CP) อาราบิกา โดยคั้นน้ำจากผลกาแฟด้วยเครื่อง
บีบอัด และนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 180, 200 และ 220 องศาเซลเซียส ควบคุม
ความเร็วของพัดลมดูดอากาศที่ 2,500 รอบต่อนาที และอัตราการป้อนตัวอย่างเป็น 15-20
มิลลิลิตรต่อนาที โดยวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (TPC) และปริมาณคาเฟอีน (C) ทั้งของ
CP และของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการพ่นฝอย (CSP) และวิเคราะห์ AAO ของ CP และ CSP โดยวิธี
DPPH และ FRAP รวมทั้งวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่าความสามารถในการละลายน้ำและค่าการ
ดูดเก็บความชื้น (hygroscopicity) ของ CSP จากผลการทดลองพบว่า CSP ที่ได้มีปริมาณไม่
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้อุณหภูมิในการพ่นฝอยต่างกัน และ TPC และ C รวมทั้ง AAO
ของ CSP มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังการทำแห้ง โดยมีค่าสูงสุดเมื่ออุณหภูมิในการพ่นฝอย
เป็น 200 องศาเซลเซียส (CSP200) แต่ค่าความสามารถในการละลายน้ำของ CSP200 มีค่าต่ำ
ที่สุด (ร้อยละ 28.51) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิ 180 องศา
เซลเซียส (CSP180) มีค่าความสามารถในการละลายน้ำอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.90)
นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์ทุกชนิดมีค่าการดูดเก็บความชื้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ดังนั้นอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส จึงเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพ่นฝอยสารสกัดจากเนื้อผล
กาแฟโดยให้ผลิตภัณฑ์ที่มีฤทธิ์การต้านออกซิเดชันที่ยอมรับได้และมีค่าความสามารถในการ
ละลายน้ำในระดับปานกลาง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 เสาวรส จาก อ.เขาค้อ จ.เพชรบูรณ์

3.1.2 มอลโตเด็กซ์ทรีน

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

3.2.1 เครื่อง spray dry บริษัท BUCHI (Thailand) Ltd.

3.2.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง บริษัท METELER TOLEDO

3.3.3 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง บริษัท OHAUS

3.3.4 เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)

3.3.5 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) บริษัท MEMMERT

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี

3.3.1 เครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ (hand refractometer)

3.1.2 เครื่องวัดพีเอช (pH meter) บริษัท Mettler-Toledo (Thailand) Ltd.

3.1.3 เครื่องวัดสี (COLOR READER CD-10) บริษัท Konica Minolta

3.1.4 เครื่องหมุนเหวี่ยง บริษัท Hettich ZENTRIFUGEN

3.1.5 Shaker บริษัท ห้างหุ้นส่วนจำกัด พีเค-เทค-เอ็นจิเนียริง

3.1.6 อุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในการวิเคราะห์ต่างๆ

3.1.7 เครื่องวัด a_w โดย AQUALAB

3.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.4.1 Metphosphoric acid

3.4.2 Sodium acetale

3.4.3 Boric acid

3.4.4 Ascorbic acid

3.4.5 2,6 dichlorophenolindophenol

3.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.5.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

3.5.1.1 สํารวจและลงพื้นที่ เพื่อรวบรวมข้อมูลของวัตถุดิบ

3.5.1.2 ศึกษาคุณภาพวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำเสาวรสผง โดย ทำการวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพของวัตถุดิบทางด้านกายภาพและเคมี โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) โดยวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสี (L^*) (a^*) (b^*)

2) วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

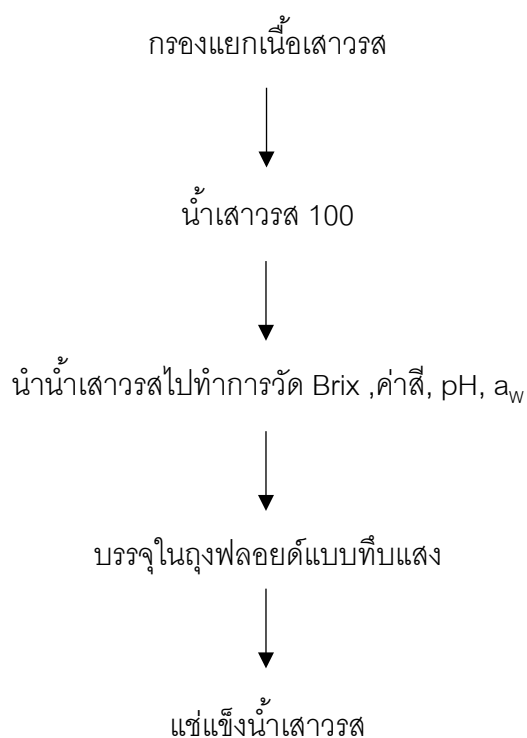
- ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

- ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

- ปริมาณโปรตีน (AOAC, 2000)

- ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)
- ปริมาณเส้นใย (AOAC, 2000)
- ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีการคำนวณ
- ค่าปริมาณย่ำอิสระ โดยเครื่อง AQUALAB

นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลด้วยวิธี Duncan's multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS)



ภาพที่ 3.1 วิธีการเตรียมน้ำแตงวรส

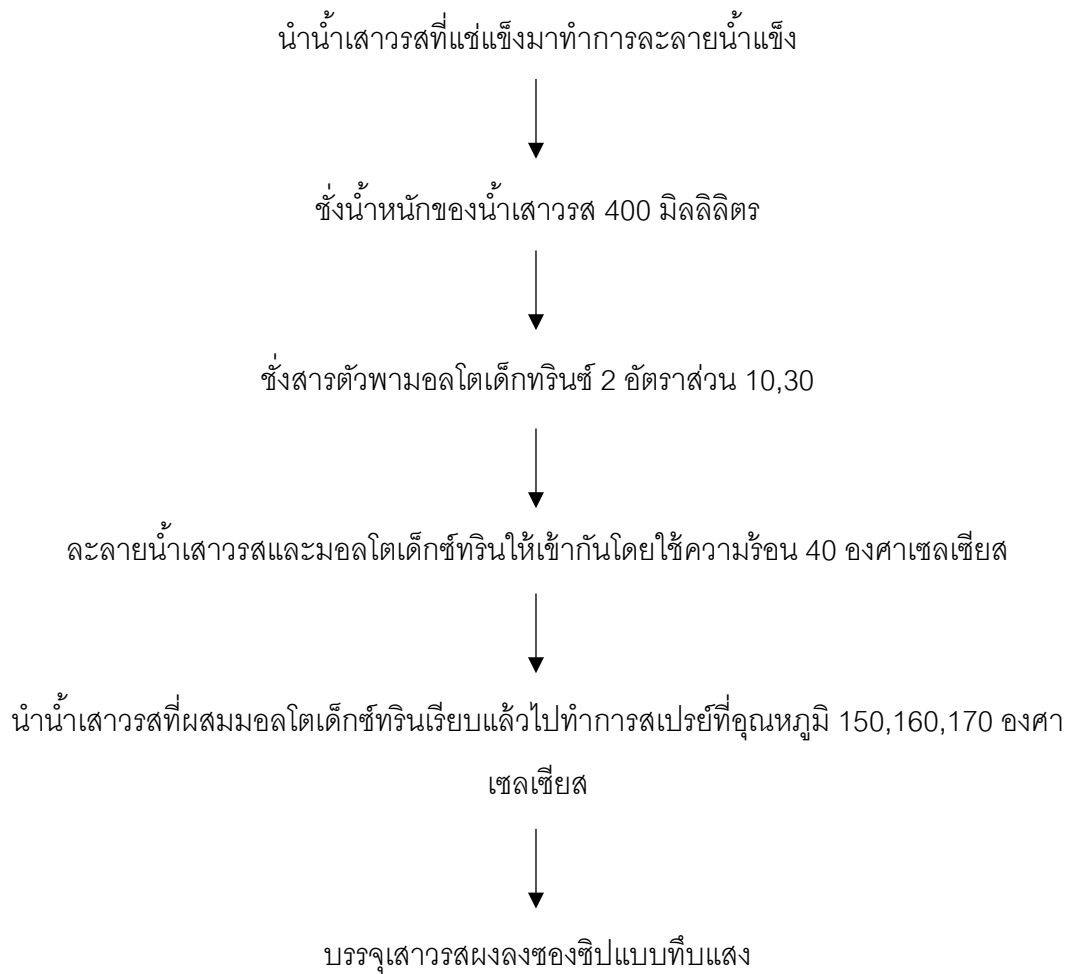
3.5.2 ศึกษาผลของตัวพาและสภาวะการทำแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์น้ำแตงวรสผง โดยศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำแตงวรสผงน้ำแตงวรสผง ด้วยวิธีทำแห้งแบบฉีดพ่นฝอยโดยนำน้ำแตงวรสเข้มข้นมาผสมกับตัวพา ได้แก่ มอลโตเดกซ์ทริน

กำหนดสภาวะต่าง ๆ เพื่อเป็นปัจจัยศึกษา ได้แก่ ความเข้มข้นของตัวพา และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า โดยออกแบบการทดลองแบบ 2 x 4 factorial in CRD ค่าของแต่ละปัจจัยกำหนด แล้วทำการวิเคราะห์ลักษณะคุณภาพของน้ำเสาวรสมงทางด้านกายภาพ

3.5.2.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- 1) ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)
- 2) ความหนาแน่นปรากฏ ตามวิธีของ Santhalashmy (2015)
- 3) ขนาดอนุภาค ตามวิธีของ Santhalashmy (2015)
- 4) การละลาย
- 5) วัดสี โดยเครื่อง Minolta CR400
- 6) อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Tg) ตามวิธีของ Santhalashmy (2015)
- 7) การดูดความชื้น (hygroscopicity) ตามวิธีของ Santhalashmy (2015)
- 8) ดูการห่อหุ้ม ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

นำผลการทดสอบจำนวน 2 ซ้ำ มาวิเคราะห์ทางสถิติ ตามแผนการทดลองแบบ factorial in CRD และหาความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูล ด้วยวิธี Duncan's multiple range test ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SPSS)



ภาพที่ 3.2 การเตรียมน้ำเสาวรสสำหรับการผลิต

3.5.3 ศึกษาความคงตัวของปริมาณวิตามินซีและสารแคโรทีนอยด์ในผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรผง

ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรผง ในบรรจุภัณฑ์ถุงออลูมิเนียมฟลอยด์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีและแคโรทีนอยด์ในระหว่างการเก็บรักษา เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีด้วยวิธี 2,6-dichlorophenolindophenol titrimetric (AOAC, 2000) และปริมาณสารแคโรทีนอยด์ด้วยเครื่อง HPLC

3.5.4 สรุปและจัดทำรายงานผลการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 คุณภาพน้ำเสาวรสีที่ใช้ในการผลิตน้ำเสาวรสมง

สี (color) เป็นสมบัติทางกายภาพของอาหาร ด้านสมบัติเชิงทัศนศาสตร์ (optical properties) ที่มีผลต่อคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภค สีของอาหารและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นคุณสมบัติทางกายภาพอย่างหนึ่ง ซึ่งแตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น คุณสมบัติเชิงเรขาคณิต คุณสมบัติทางกล คุณสมบัติทางความร้อน ทั้งนี้เนื่องจากสีเป็นคุณสมบัติที่เกิดจากการรับรู้สัญญาณในรูปของคลื่นแสงที่ตกกระทบดวงตาของมนุษย์ซึ่งมีเซลล์รับและส่งสัญญาณผ่านไปยังสมอง และแปลค่าเป็นค่าสีต่าง ๆ ตามที่แต่ละบุคคลมีอยู่ในระบบความทรงจำ สีของอาหารและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่ส่งผลต่อคุณภาพการยอมรับและไม่ยอมรับของผู้บริโภค ถ้าสีของอาหารหรือผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรผิดปกติไป ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะไม่ยอมรับ โดยอาจไม่คำนึงถึงคุณภาพด้านอื่น เช่น กลิ่น รสชาติ หรือเนื้อสัมผัสเลย ในส่วนของค่าสี (L^* a^* และ b^*) ที่เป็นค่าที่นิยมในการประเมินลักษณะปรากฏของตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยค่า L^* ที่เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L^* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำ ส่วนค่า a^* ที่เป็นบวก แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีแดง แต่ค่า a^* ที่เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และในค่า b^* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง แต่ถ้าค่า b^* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน (สุนทร, 2550)

จากการวัดคุณภาพทางด้านสีของน้ำเสาวรสด ดังตารางที่ 4.1 พบว่าค่า L^* มีค่า 38.44 ± 0.81 ค่า a^* มีค่า 1.89 ± 0.02 และ b^* มีค่า 28.73 ± 0.06 ซึ่งจะสามารถทราบได้ว่าสีของน้ำเสาวรสดมีความสว่างไม่มากนักและเฉดสีมีค่าออกทางสีแดง เนื่องจากค่า a^* มีค่าเป็นบวก รวมทั้งยังมีเฉดสีออกไปทางเหลืองเนื่องจากค่า b^* มีค่าเป็นบวกเช่นกัน จากผลการทดลองเบื้องต้นนี้จะสามารถนำไปเปรียบเทียบกับน้ำเสาวรสมงในผลการทดลองขั้นถัดไปได้

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางกายภาพของน้ำเสาวรส

คุณภาพทางด้านสี	ค่าสี
L*	38.44±0.81
a*	1.89±0.02
b*	28.73±0.06

นอกจากคุณภาพทางด้านกายภาพแล้ว คุณภาพทางด้านเคมี หรือส่วนประกอบทางเคมีของอาหารก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยเฉพาะสารที่ให้พลังงานกับสิ่งมีชีวิต ได้แก่ น้ำ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และ ลิพิด รวมทั้งสารเคมีที่ไม่ให้พลังงาน สารเคมีในอาหารซึ่งมีผลต่อคุณภาพด้านต่าง ๆ เช่น สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัสของอาหาร รวมทั้งปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงของอาหารระหว่างการเก็บเกี่ยว การแปรรูปอาหาร และการเก็บรักษา ดังนั้นจึงทำการศึกษาคุณภาพทางด้านเคมีเพื่อใช้ในการอ้างอิงผลการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการผลิตและระหว่างการเก็บรักษา พบว่า มีความชื้น ร้อยละ 85.21±1.41 เถ้า ร้อยละ 0.39±0.08 โปรตีน ร้อยละ 0.59±0.18 ไขมัน ร้อยละ 0.15±0.07 เส้นใย ร้อยละ 0.14±0.02 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 13.52±0.85 และ ปริมาณวิตามินซี 16.82±1.04 มิลลิกรัม ซึ่งน้อยกว่าปริมาณวิตามินซีที่นักวิจัยท่านอื่นได้ทำการทดลองไว้ ซึ่งสาเหตุนี้มาจากการเสื่อมสลายได้ง่ายของวิตามินซีเมื่อระยะเวลาผ่านไปและเมื่อได้รับความร้อน วิตามินซีเป็นสารรีดิวซิงเอเจนอย่างแรงจึงถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายโดยแสงอากาศ ความร้อน เมื่อถูกออกซิไดซ์จะเปลี่ยนเป็นดีไฮโดรแอสคอบิกแอซิด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ทวนกลับได้ แต่ถ้าถูก ออกซิไดซ์ต่อเป็นไดคิโต-แอล-กลูโคนิกแอซิดจะสูญเสียคุณค่าทางชีวภาพอย่างสิ้นเชิง วิตามินซีเป็นวิตามินที่สลายหรือถูกทำลายได้ง่ายกว่าวิตามินชนิดอื่น ๆ วิตามินจะถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน แสงสว่าง สภาพที่เบส เอนไซม์ โลหะที่ช่วยให้วิตามินซีถูกทำลายได้ดี ได้แก่ เหล็กและทองแดง กระบวนการใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจนในระหว่างกระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เป็นต้นเหตุสำคัญในการทำลายวิตามินซี ดังตาราง 4.2 จากผลการหาคุณภาพทางเคมีของน้ำเสาวรสดนี้จะได้นำไปใช้ในการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางเคมีของน้ำเสาวรสด

คุณภาพทางด้านเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	85.21±1.41
เถ้า	0.39±0.08
โปรตีน	0.59±0.18
ไขมัน	0.15±0.07
เส้นใย	0.14±0.02
คาร์โบไฮเดรต	13.52±0.85
ปริมาณวิตามินซี	16.82±1.04

4.2 ผลของตัวพาและสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมของน้ำเสาวรสดต่อคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพ

จากการศึกษาอุณหภูมิและศึกษาปริมาณของมอลโตเดกซ์ทรินต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในการทำแห้งแบบพ่นฝอยของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสดที่อุณหภูมิ 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส ปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 10 และ 30 แล้วนำผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสดที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพต่าง ๆ ประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณของวิตามินซีในน้ำเสาวรสด การวิเคราะห์คุณสมบัติการละลาย ดังตารางที่ 4.3 และ 4.4 โดยอุณหภูมิของลมร้อนในการอบแห้งทั้งขาเข้าและขาออกมีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ เมื่ออุณหภูมิขาเข้าเพิ่มขึ้น โดยที่อัตราการไหลคงที่ จะส่งผลให้เกิดการระเหยน้ำออกไปได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้อุณหภูมิขาเข้าที่สูง ยังมีผลให้ความหนาแน่นปรากฏรวมมีค่าลดลง ทำให้เกิดโครงสร้างที่มีรูพรุน ในอนุภาคผงมากกว่า ในขณะที่อุณหภูมิขาออกจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อเพิ่ม อุณหภูมิขาออกให้สูงขึ้น มีผลให้ปริมาณความชื้นที่เหลือลดลง ดังนั้นการกำหนดอุณหภูมิลมร้อนขาออก จึง ขึ้นกับปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นสำคัญ ผลของความชื้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะส่งผลต่อ คุณภาพในด้านต่างๆ เช่น การละลาย (solubility) ความหนาแน่นปรากฏ (bulk density) ขนาด (particle size) การดูดความชื้น (hygroscopicity) และ อายุการเก็บรักษา (shelf life)

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำเสาวรสมง

สิ่งที่ทดลอง		ปริมาณความชื้น	ปริมาณน้ำอิสระ
Maltodextrin	Temperature	(ร้อยละ)	(water activity, a_w)
10	150	10.69 ^a ±0.86	0.17 ^a ±0.00
10	160	10.54 ^a ±0.18	0.15 ^b ±0.00
10	170	12.08 ^b ±0.29	0.15 ^c ±0.00
30	150	3.97 ^b ±0.14	0.16 ^a ±0.00
30	160	3.66 ^b ±0.10	0.0.12 ^d ±0.00
30	170	5.24 ^b ±1.45	0.14 ^c ±0.01

หมายเหตุ: ^{a,b,c,d,e,f} ในแนวแถวแนวดิ่งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (p≥0.05)

จากผลการปรับอุณหภูมิของลมร้อนในการอบแห้งทั้งขาเข้าเป็น 3 ระดับ คือ 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส มีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ คือเมื่ออุณหภูมิขาเข้าเพิ่มขึ้น โดยที่อัตราการไหลคงที่ จะส่งผลให้เกิดการระเหยนํ้าออกไปได้อย่างรวดเร็ว ดังแสดงในตารางที่ 4.3 แต่การทดลองนี้ไม่ได้มีการเปลี่ยนอุณหภูมิขาออก ซึ่งอุณหภูมิขาออกจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อเพิ่ม อุณหภูมิขาออกให้สูงขึ้น มีผลให้ปริมาณความชื้นที่เหลืลดลง ดังนั้นการกำหนดอุณหภูมิลมร้อนขาออก จึง ขึ้นกับปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นสำคัญ ผลของความชื้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะส่งผลต่อ คุณภาพในด้านต่างๆ เช่น การละลาย (solubility) ความหนาแน่นปรากฏ (bulk density) ขนาด (particle size) การดูดความชื้น (hygroscopicity) และ อายุการเก็บรักษา (shelf life) ดังนั้นความชื้นจึงมีค่าลดลง นอกจากนี้อุณหภูมิขาเข้าที่สูง ยัง มีผลให้ความหนาแน่นปรากฏรวมมีค่าลดลง ทำให้เกิดโครงสร้างที่มีรูพรุน ในอนุภาคผงมากกว่า ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำเสาวรสมัง

สิ่งที่ทดลอง		ความหนาแน่นปรากฏ (ร้อยละ)
Maltodextrin	Temperature	
10	150	10.69 ^a ±0.86
10	160	10.54 ^a ±0.18
10	170	12.08 ^b ±0.29
30	150	3.97 ^b ±0.14
30	160	3.66 ^b ±0.10
30	170	5.24 ^b ±1.45

จากการทดสอบทางเคมีด้านความหนาแน่นปรากฏ พบว่า เมื่ออุณหภูมิเข้าสูงขึ้น ค่าความหนาแน่นปรากฏจะมีค่าลดลง ตามลำดับจากอุณหภูมิเข้าที่ 150 องศาเซลเซียส มีค่าความหนาแน่นปรากฏอยู่ที่ และมีค่าลดลงมาเมื่ออุณหภูมิเข้าเพิ่มขึ้นเป็น 160 และ 170 องศาเซลเซียส ตามลำดับ นอกจากนี้อัตราการพ่นกระเจายนั้มีผลต่อโครงสร้างและอนุภาคที่ได้ โดยเมื่ออัตราการป้อนของเหลวคงที่ การเพิ่มความเร็วในการพ่นกระเจายมีผลให้ขนาดของอนุภาคที่ได้เล็กลง ความหนาแน่นปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความหนาแน่นที่สูงกว่า เนื่องจากขนาดเล็กกว่าสามารถแทนที่ในช่องว่างระหว่างอนุภาคที่ใหญ่ได้ นอกจากนี้คุณสมบัติในการป้อน (feed properties) ปริมาณของแข็งของสารละลายมีผลต่อลักษณะและขนาดของอนุภาคผงที่ได้ในด้านความหนาแน่นปรากฏ นอกจากนี้การป้อนสารละลายด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นหรือการลดอุณหภูมิลมร้อนเข้าจะส่งผลให้อนุภาคที่ได้มีความหยาบ และทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น รวมถึงขนาดของอนุภาคใหญ่ขึ้น ทำให้การระเหยน้าช้ากว่าในสารละลายที่มีปริมาณของแข็งน้อยกว่า จากการวิเคราะห์ความชื้นของน้ำเสาวรสมังมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้อุณหภูมิลมร้อนเข้าที่สูงขึ้นทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนมวลและความร้อนได้มากขึ้นและการใช้สารที่ช่วยทำให้แห้งเพิ่มมากขึ้นจะเป็นการเพิ่มปริมาณของแข็งให้กับน้ำเสาวรสมัง ปริมาณน้ำเสาวรสมังที่ระเหยได้น้อยลง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสมังมีค่าความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.1 ส่วนในค่า a_w เนื่องจากเป็น

อาหารที่แห้งที่อยู่ในรูปแบบของผง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำมาก เป็นอาหารที่มีค่า water activity น้อยกว่า 0.6 มีความชื้นน้อย (moisture content) น้อยต่ำกว่าร้อยละ 15 เพื่อป้องกันและควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย ทั้ง รา ยีสต์ และแบคทีเรีย

ผลการทดลองมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาการผลิต ขนุนผงโดยวิธีการทำแห้งแบบลูกกลิ้งและการผลิตน้ำแตงโมผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบเยือกแข็งและการทำแห้งแบบพ่นฝอย (Pua et al, 2010; Oberoi and Sogi 2015)

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการละลายและปริมาณผลผลิตของน้ำเสาวรสมง

สิ่งที่ทดลอง		ค่าความสามารถการละลาย	ปริมาณผลผลิต
Maltodextrin	Temperature		
		Solubility (ร้อยละ)	(ร้อยละ yield)
30	150	82.22 ^a ±1.59	20.37 ^a ±0.63
30	160	79.74 ^a ±1.71	18.55 ^a ±1.23
30	170	78.15 ^a ±1.95	78.15 ^b ±0.00
40	150	84.93 ^c ±1.11	84.93 ^b ±0.60
40	160	85.97 ^c ±1.22	85.97 ^b ±0.42
40	170	82.18 ^c ±2.88	82.18 ^b ±0.48

หมายเหตุ: a,b,c,d,e,f ในแนวแถวแนวดิ่งเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ค่าความสามารถในการละลายของน้ำเสาวรสมงมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 78.15-85.97 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการละลายมากที่สุด คือ ปริมาณของมอลโตเด็คซ์ทรีนในน้ำเสาวรสมงและอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ใช้ในการทำแห้ง อุณหภูมิในการอบแห้งทั้งขาเข้าและขาออกมีผลต่อลักษณะของผลิตภัณฑ์ เมื่ออุณหภูมิขาเข้าเพิ่มขึ้นโดยที่อัตราการไหลคงที่ จะส่งผลให้เกิดการระเหยนํ้าออกไปได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้อุณหภูมิขาเข้าที่สูงยังมีความหนาแน่นปรากฏรวมมีค่าลดลง ทำให้เกิดโครงสร้างพื้นฐานที่มีรูพรุนในอนุภาคผงมากกว่าในขณะที่ยุณหภูมิขาออกจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อเพิ่มอุณหภูมิขาออกให้สูงขึ้นมีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์สุดท้ายเป็นสำคัญ ผลของความชื้นในผลิตภัณฑ์สุดท้ายจะส่งผล

ต่อคุณภาพในด้านต่าง ๆ เช่น การละลาย จึงทำให้ค่าความสามารถในการละลายของน้ำเสาวรสมสูงสูงขึ้นค่าความสามารถในการละลายของน้ำเสาวรสมมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 78.15-85.97 ปัจจัยที่มีผลต่อค่าการละลายมากที่สุด คือ ปริมาณของมอลโตเด็คซ์ทรินในน้ำเสาวรสมและอุณหภูมิความร้อนที่ใช้ในการทำแห้ง จึงทำให้ค่าความสามารถในการละลายของน้ำเสาวรสมสูงขึ้น ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาการผลิตเครื่องเทศผงและน้ำมันเบอรี่ผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย เนื่องจากสารมอลโตเด็คซ์ทรินและมีสมบัติการละลายน้ำที่ดี การใช้อุณหภูมิการทำแห้งที่สูง ทำให้ผลิตภัณฑ์ผงมีลักษณะพูนมากขึ้น ช่วยเพิ่มพื้นที่สัมผัสน้ำมากขึ้น การละลายจึงมากขึ้น ปริมาณผลผลิตที่ได้มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 18.55-40.83 ซึ่งปริมาณของผลผลิตที่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของมอลโตเด็คซ์ทรินที่ใช้และอุณหภูมิความร้อนเข้า การเพิ่มปริมาณมอลโตเด็คซ์ทรินจะให้ผลผลิตสูงสุดร้อยละ 40.83 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า อุณหภูมิความร้อนเข้าและปริมาณของมอลโตเด็คซ์ทรินมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตที่ได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$)

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ค่าสี L^* , a^* , b^* น้ำเสาวรสม

สิ่งที่ทดลอง		ค่าสี		
Maltodextrin	Temperature	L^*	a^*	b^*
30	150	92.05 ^d ±0.19	-0.29 ^c ±0.00	8.93 ^c ±0.00
30	160	92.70 ^c ±0.06	0.47 ^e ±0.00	10.63 ^b ±0.00
30	170	92.03 ^d ±0.02	-0.04 ^d ±0.01	10.70 ^a ±0.00
40	150	94.46 ^b ±0.02	-0.38 ^b ±0.00	5.77 ^f ±0.00
40	160	94.86 ^a ±0.05	-0.41 ^a ±0.00	7.09 ^d ±0.00
40	170	94.49 ^a ±0.00	-0.39 ^a ±0.00	6.23 ^e ±0.00

หมายเหตุ: a,b,c,d,e,f ในแถวแนวดังเดียวกันที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

L^* คือ ความสว่าง (มีค่าระหว่าง 0-100 โดย 0 แสดงถึงสีดำ, 100 แสดงถึงสีขาว)

a^* คือ สีแดง-เขียว ($-a^*$ แสดงถึงสีเขียว, $+a^*$ แสดงถึงสีแดง)

b^* คือ สีเหลือง-น้ำเงิน ($-b^*$ แสดงถึงสีน้ำเงิน, $+b^*$ แสดงถึงสีเหลือง)

จากการวัดค่าสีของน้ำเสาวรสมง พบว่าการเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินทำให้มีค่าความสว่าง (L) และค่าน้ำเงิน(b*) ลดลง ส่วนค่าสีแดง(a*)ลดลง โดยการใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่มากขึ้นจะทำให้สีของน้ำเสาวรสมงที่ได้มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น เนื่องจากมอลโตเด็กซ์มีลักษณะของผงที่มีสีขาว

ตารางที่ 4.7 สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของน้ำเสาวรสมง

องค์ประกอบ	ค่าเฉลี่ย ^a ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความเป็นกรด-ด่าง	3.20±0.00
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (° Brix)	14.10±0.00
L*	30.06±0.07
a*	-0.31±0.12
b*	2.27±0.55

จากตารางที่ 4.7 น้ำเสาวรสมง มีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 3.20 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 14.1Brix สำหรับค่าสีในตัวอย่งน้ำเสาวรสมง พบว่ามีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 30.60 ค่าความเป็นสีแดง (a*) เท่ากับ -0.43 และมีค่าความเป็นสีเหลือง เท่ากับ 2.91

4.3 ความคงตัวของปริมาณวิตามินซีและสารแคโรทีนอยด์ในผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสมง

ตารางที่ 4.8 ความคงตัวของปริมาณวิตามินซีและแคโรทีนอยด์ในน้ำเสาวรสมง

ระยะเวลา เดือน	ปริมาณวิตามินซี	ปริมาณแคโรทีนอยด์
1	10.69 ^a ±0.86	0.17 ^a ±0.00
2	10.54 ^a ±0.18	0.15 ^b ±0.00
3	12.08 ^b ±0.29	0.15 ^c ±0.00
4	3.97 ^b ±0.14	0.16 ^a ±0.00
5	3.66 ^b ±0.10	0.12 ^d ±0.00
6	5.24 ^b ±1.45	0.14 ^c ±0.01

การสลายตัวของแคโรทีนอยด์ธรรมชาติเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ลักษณะและองค์ประกอบของอาหาร กระบวนการผลิต การบรรจุและสภาพแวดล้อมในการเก็บรักษาการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซิจีเนส (lipoxygenase) และเอนไซม์อื่น ๆ และการเกิดออกซิเดชันของ ไขมัน ความเป็นไปได้ที่แคโรทีนอยด์ถูกทำลายโดยโพลิเอน (polyenes) เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่อิ่มตัวซึ่งเป็นสาเหตุของความไม่คงตัวของแคโรทีนอยด์รวมทั้งต่อปฏิกิริยา ออกซิเดชันและสามารถในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากไอโซเมอร์หนึ่งไปเป็นอีกไอโซเมอร์หนึ่ง โดยมีความร้อน แสงและกรดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปจาก trans-form ไปเป็น cis-form การเกิดออกซิเดชันขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซิเจน แคโรทีนอยด์และลักษณะของ สภาพแวดล้อม แคโรทีนอยด์ที่ถูกทำลายจะกระจายตัวเป็นสารโมเลกุลต่ำคล้ายกับกรดไขมันเกิดจากการออกซิเดชัน ซึ่งผลที่ได้อาจนำไปสู่ความพึงพอใจต่อกระบวนการผลิตไวน์และชาแต่ให้ผล ในทางตรงกันข้ามกับผักหรือผลไม้ที่ผ่านการทำแห้ง Tang และคณะ (2000) ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ใช้การเก็บรักษาสารสกัดแคโรทีนอยด์ที่อุณหภูมิ 4, 25 และ 45 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลง สอดคล้องการศึกษา ของ Chen และ Tang (1998) นอกจากนี้ Cinar (2004) ได้ศึกษาผลการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันในสภาวะที่มีแสงและไม่มีแสง ต่อปริมาณของแคโรทีนอยด์ที่ สกัดจากเปลือกส้ม มันทะและแครอทที่ทำการแช่เยือกแข็งก่อนนำมาสกัด พบว่าการแช่เยือกแข็งช่วยให้แคโรทีนอยด์มีความคงตัวมากขึ้น และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะมีอัตราการลดลงของแคโรทีนอยด์น้อยกว่าการเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงเมื่อเปรียบเทียบการเก็บรักษาในที่มืดและสว่างพบว่าปริมาณของแคโรทีนอยด์ที่ลดลงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในกรณีนี้เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาอุณหภูมิความร้อนขาเข้าที่อุณหภูมิ 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส และปริมาณของมอลโตเดกซ์ทรินร้อยละ 10 และ 30 ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสผง ออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล ทำการทดลอง 2 ซ้ำ ผลจากการทดลองพบว่า ร้อยละผลผลิตที่ได้มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 18.55-85.97 ความชื้นร้อยละ 3.66-12.08 ในส่วนของค่าสีของเสาวรสผงนั้นจากการเปรียบเทียบค่าสีน้ำเสาวรสสดกับน้ำเสาวรสผงมีค่าลดลงโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.77-10.70 และค่าความสว่างของน้ำเสาวรสผงมีค่าเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่างร้อยละ 92.03-94.86 ผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิความร้อนขาเข้าเพิ่มขึ้น แม้จะทำให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสผงลดลง แต่กลับส่งผลให้ร้อยละผลผลิตที่ได้มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \geq 0.05$) ในขณะที่เพิ่มปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินช่วยเพิ่มร้อยละผลผลิตที่ได้และลดความชื้นของผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสผง แต่กลับส่งผลให้ค่าการดูดความชื้นเพิ่มขึ้น เนื่องจากความชื้นเริ่มต้นต่ำ การเพิ่มอุณหภูมิความร้อนขาเข้าช่วยทำให้น้ำเสาวรสผงสามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น ซึ่งมีค่าการละลายของน้ำเสาวรสผงอยู่ในช่วงร้อยละ 78.15-85.97 ซึ่งตรงข้ามกับการเพิ่มปริมาณมอลโตเดกซ์ทริน แต่อย่างไรก็ตามอุณหภูมิความร้อนขาเข้า (170 องศาเซลเซียส) และปริมาณมอลโตเดกซ์ทรินที่มากเกินไป แม้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสผงที่มีความชื้นต่ำๆ แต่ก็ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ปริมาณของสารวิตามินซีมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-0.15 มก.

บรรณานุกรม

- คณิตนันท์ เอชเอ็น. 2557. การศึกษาผลของสภาวะการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่มีต่อคุณภาพ และลักษณะทางกายภาพน้ำตาลมะพร้าวผง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐริพร จันทพันธ์. 2548. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มบิวยผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- ธนากร ศรีรัตนธรรม. 2555. การกักเก็บแอนโทไซยานินจากผลมะม่วงด้วยการอบแห้งแบบพ่นฝอยภายใต้สุญญากาศ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิรัชชัย อารีกุลม, มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, ศดานันท์ นรินทรสุขสันติ และ สุวรรณ ทาเขียว. 2557. การพัฒนาชาเขียวกู่หลานผงสำเร็จรูปด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยและความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา.
- วิภาพรรณ ผจญวิริยาทร. 2555. “เสาวรส”. กรุงเทพฯ : กลุ่มวิจัยมาตรฐานสมุนไพร สถาบันวิจัยและพัฒนา องค์การเภสัชกรรม. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.gpo.or.th/rdi/html/passionfruit.html> (10 กันยายน 2560).
- อัจริยา สอากชัย. 2551. การผลิตน้ำเสาวรส *Passiflora edulis*, var. *flavicarpa* เสริมเวย์โปรตีนเข้มข้น. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- AOAC. (2000). Official Method of Analysis. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.
- Jafari, S.M., Ghalenoei, M.G. and Dehnad D. “Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice powder” Powder Technology. 311, 59-65.
- Masters, K. 1979. Spray drying handbook. 3rd ed. London: George Godwin Ltd. 687 p.

Tontul. I. and Topuz. A. 2017. "Spray-drying of fruit and vegetable juices: Effect of drying conditions on the product yield and physical properties" Trends in Food Science and Technology. 63, 91-102.

Santhalakshmy, S., Bosco, S.J.D., Francis, S. and Sabeena M. 2015. "Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder" Powder Technology. 274, 37-43.

Shishir, M.R.I. and Chen W. 2017. "Trends of spray drying: A critical review on drying of fruit and vegetable juices" Trends in food science and technology. 65, 49-67.

ภาคผนวก ก

ภาพวัตถุดิบและขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำเสาวรสมง



ภาคผนวก ก1 ตวงน้ำเสาวรสมง โดยการตวงน้ำเสาวรสมลงในกระบอกตวง



ภาคผนวก ก2 การผสมมอลโตเด็กซ์ทรินลงในน้ำเสาวรสม



ภาคผนวก ก3 การละลายน้ำเสาวรสและมอลโตเด็คซ์ทรีนให้เข้ากันโดยใช้ความร้อน 40 องศาเซลเซียส



ภาคผนวก ก4 นำน้ำเสาวรสที่ผสมมอลโตเด็คซ์ทรีนเรียบร้อยแล้วไปทำการสเปรย์ที่อุณหภูมิ 150,160,170 องศาเซลเซียส



ภาคผนวก ก5 บรรจุเสาวรสผงลงซองซีปแบบที่บแสง

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

ข1. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยใช้วิธีอบในตู้อบไฟฟ้า (A.O.A.C/.,2000)

อุปกรณ์

1. ตู้อบอุณหภูมิปรับอุณหภูมิได้
2. ภาชนะหาความชื้น (ถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝา)
3. โถดูดความชื้น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบภาชนะสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนกระทั่งอุณหภูมิของภาชนะลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนัก
2. กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1 ซ้ำ จนได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.
3. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ต้องการหาความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 1-5 กรัม ใส่ลงในภาชนะหาความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5-6 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักภาชนะพร้อมตัวอย่างนั้น จากนั้นนำกลับไปเข้าตู้อบอีก และกระทำซ้ำเช่นเดิมจนได้ผลต่างของน้ำหนักแห้งที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

การคำนวณ

$$M = \frac{(w1-w2)*100}{W1}$$

โดยที่ M= ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)

W1= น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ

W2 น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

ข2. การวัดของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

อุปกรณ์

Hand refractometer

วิธีการ

1. นำน้ำเสารสหยดลงบน Hand refractometer ปิดฝา อ่านปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในหน่วย องศาบริกซ์

ข3. การวัดค่าสี

เครื่องมือ เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ KONICA MINOLTA

วิธีการ

1. Calibra ตัวเครื่องวัดสี ด้วยแผ่นเทียบสีขาวมาตรฐาน
2. เทม่งตัวอย่างที่ต้องการวัดค่าสีลงในคิวเวต เกลี่ยผงในคิวเวตให้เต็ม อย่าให้เกินคิวเวตมีช่องว่าง
3. ทำการกดวัดค่าสี โดยค่าของเครื่องวัดสี จะแสดงออกมาในค่า L*,a*,b*

โดยค่าสีดังกล่าวสามารถอ่านได้ ดังนี้

L^* คือ ความสว่าง (มีค่าระหว่าง 0-100 โดย 0 แสดงถึงสีดำ, 100 แสดงถึงสีขาว)

a^* คือ สีแดง-เขียว ($-a^*$ แสดงถึงสีเขียว $+a^*$ แสดงถึงสีแดง)

b^* คือ สีเหลือง-น้ำเงิน ($-b^*$ แสดงถึงสีน้ำเงิน $+b^*$ แสดงถึงสีเหลือง)

ข4. การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ

1. การเตรียมเครื่องก่อนการใช้งาน
2. วางเครื่องวัดลงบนโต๊ะที่เรียบ
3. การเตรียมตัวอย่าง
4. ใส่ตัวอย่างผงไม่เกินครึ่งหนึ่งของความสูงของถ้วยใส่ตัวอย่าง (ประมาณ 7 มล.)
 - a. การใส่ตัวอย่างเข้าไปในเครื่อง
5. เปิดฝาเครื่อง
6. วางถ้วยใส่ตัวอย่างที่เตรียมไว้บนแผ่นรอง
7. วางเครื่องบนถ้วยวัดตัวอย่าง
8. กดปุ่ม I ด้านซ้ายเพื่อเริ่มวัดค่า a_w ของตัวอย่างผง

ข5. การวัดค่า pH

วิธีการใช้งานเครื่องวัด pH ยี่ห้อ METTLER TOLEDO

1. กดปุ่ม Calibrate แล้วจุ่มอิเล็กโทรดลงใน Standard Buffer เมื่อหน้าจอปรากฏ Ready กดปุ่ม Yes เพื่อยอมรับค่า
2. วางอิเล็กโทรดในตัวอย่างและกด Read เพื่อเริ่มการวัดค่า ในระหว่างการวัดค่า เลขบนหน้าจอของเครื่องวัดจะกระพริบ และเมื่อทำการวัดค่าเรียบร้อยแล้วหน้าจอจะแสดงผล pH ของสารละลาย

ข6 ความสามารถในการละลาย

ค่าความสามารถในการละลายโดยวิธีของ Shittu and Lawal (2007) ใช้ปริมาณ 1 กรัม ใส่ในหลอดเหวี่ยงเติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ผสมให้ละลายที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แล้วนำไปเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เทของเหลวส่วนที่ใส (supernatant) ใส่ลงในกระป๋องอะลูมิเนียมอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลานาน 24 ชั่วโมง คำนวณหา

$$\text{ความสามารถในการละลาย} = \frac{\text{มวลแห้งของตัวอย่างที่ละลายได้ใน supernatant (กรัม)} * 100}{\text{มวลแห้งของตัวอย่างทั้งหมด(กรัม)}}$$

ข7. การวิเคราะห์วิตามินซี

การวิเคราะห์หาปริมาณวิตามินซีโดยวิธีการไทเทรต

หลักการ

วิตามินซี (Ascorbic acid) ถูกสังเคราะห์ได้ในพืชและสัตว์ชั้นสูง แต่ในสำหรับคนที่ขาดเอนไซม์ L-glulonooxidase ซึ่งสามารถเปลี่ยน L-glulonolactone ไปเป็น L-ascorbic acid นั้นจึงต้องรับประทานวิตามินซีเพื่อไม่ให้ร่างกายขาดวิตามินซี

กรดแอสคอร์บิก(pKa=4.17) สามารถละลายน้ำได้ดี จึงถูกชะล้างหรือสูญเสียไปในระหว่างกรรมวิธีการแปรรูปได้ง่าย เมื่อละลายน้ำมีฤทธิ์เป็นกรดมากกว่ากรดอะซีติก(pKa=4.75) นอกจากนี้ยังสูญเสียไปเนื่องจากการเกิดออกซิเดชันโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น แสง โลหะ หรือ เอนไซม์ เป็นต้น

จะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับรีดักชันกับสาร 2,6-dichlorophenolindophenol (dye) ดังสมการ 2,6-dichlorophenolindophenol จะให้สีชมพูในสารละลายกรดแต่จะให้สีน้ำเงินในสารละลายด่างอ่อน เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดแอสคอร์บิกจะได้สารละลายใสไม่มีสี

วิตามินซีในอาหารจะถูกสกัดออกมาในสภาพสารละลายที่เป็นกรด เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ pH สูง ๆ แล้วนำไปไทเทรตกับ 2,6-dichlorophenolindophenol ที่มากเกินไปจะให้สีชมพู ซึ่งรบกวน (Interference) หลายอย่างที่มีผลต่อการวิเคราะห์ ได้แก่ ตัวรีดิวซ์

(reducing agent) เช่น sulfites(SO_2 -3) ferrous(Fe^{2+}) cuprous(Cu^+) ซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาได้ เช่นเดียวกับกรดแอสคอร์บิก ดังนั้นเราจะสามารถกำจัดสิ่งรบกวนที่เกิดจากตัวรีดิวซ์ได้โดยการควบคุมสภาวะการไทเทรตให้อยู่ในสภาวะที่เป็นกรด pH 1-3 และการไทเทรตต้องทำอย่างรวดเร็ว ส่วนการสกัดโดยใช้ metaphosphoric acid- acetic acid นอกจากจะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดออกซิเดชันแล้ว metaphosphoric acid ยังช่วยจับกับโลหะตัวอื่นๆ ที่เป็นสิ่งรบกวนต่อผลการวิเคราะห์อีกด้วย

ในตัวอย่างบางชนิดซึ่งถ้ามีปริมาณวิตามินซีน้อยมาก การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ไม่เหมาะสม ควรเลือกใช้วิธีอื่น เช่น

Colorimetric method (A.O.A.C.967.22) โดยหลักการของวิธีการวิเคราะห์นี้คือ เปลี่ยนกรดแอสคอร์บิกให้อยู่ในรูปของกรดดีไฮโดรแอสคอร์บิก แล้วให้ทำปฏิกิริยากับ o-phenylenediamine ได้สารประกอบที่เรืองแสงฟลูออเรสเซนส์(fluorescence) ในช่วงคลื่นสูงสุด 430 นาโนเมตร แล้ววัดหาปริมาณความเข้มของแสงฟลูออเรสเซนส์โดยใช้ fluorometer เป็นต้น

สารเคมี

Metaphosphoric acid- Acetic acid solution

ซึ่งเมตาฟอสฟอริก 60 กรัม เติมน้ำกลั่น 800 มล. และ glacial acetic acid 160 มล. ตามลำดับ

ปรับปริมาตรเป็น 2 ลิตร แล้วกรองผ่านกระดาษกรอง เก็บสารละลายในตู้เย็นอย่างน้อย 7 วัน ก่อนนำออกมาใช้เพื่อให้แน่ใจว่า HPO_3 เปลี่ยนเป็น H_3PO_4

Indophenol standard solution

ซึ่ง 2,6 dichlorophenolindophenol sodium salt 250 มก. และ sodium bicarbonate 210 มก.

เติม

น้ำกลั่น 250 มล. แล้วคนให้ละลายเทลงในขวดปริมาตรขนาด 1000 มล. ปรับปริมาตรแล้วกรองผ่านกระดาษกรอง เก็บในขวดสีชา ในตู้เย็น

Ascorbic acid standard solution

ชั่ง Ascorbic acid น้ำหนักแน่นอนประมาณ 10 มิลลิกรัม ละลายด้วยสารละลายข้อ 1 (HPO3-HOAc) เทสารละลายที่ได้ใส่ขวดปริมาตรขนาด 25 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายข้อ 1 (ควรใช้สารละลายมาตรฐานที่เตรียมใหม่ทุกครั้ง)

วิธีการทดลอง

Standardisation of Indophenol Solution

1. ใช้ volumetric pipet ขนาด 2 มล. ดูดสารละลาย Ascorbic acid standard solution ใส่ในขวด
2. รูปผสมพู่ขนาด 125 มล. เติมสารละลาย HPO3-HOAc จำนวน 5 มล. แล้วไทเทรตทันทีกับสารละลาย
3. Indophenol solution จนกระทั่งถึงจุดยุติ (เปลี่ยนเป็นสีชมพูนาน 3 นาที)
4. ไทเทรต blank โดยปิเปตสารละลาย HPO3-HOAc จำนวน 7 มล. เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรสุดท้ายของการไทเทรตในข้อ 1 แล้วทำการไทเทรตเช่นเดียวกับ Standard solution
5. คำนวณหาความเข้มข้นของ Indophenol standard ในเทอมของ Ascorbic acid เป็น มิลลิกรัมที่สมมูลกับ 1 มล. ของ Indophenol standard

การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างผลไม้ประมาณ 5 กรัม (น้ำหนักที่แน่นอน) เติมสารละลาย HPO3-HOAc จำนวน 50 มล. แล้วบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด (Blender)
2. กรองสารละลายที่ได้ผ่านกระดาษกรองหรือสำลี เทสารละลายใส่ลงในขวดปริมาตรขนาด 50 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วย HPO3-HOAc

การวิเคราะห์

1. ใช้ volumetric pipet ดูดสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ ข. จำนวน 10 มล.
ใส่ในขวดรูปชมพูนขนาด 125 มล. เติมสารละลาย HPO₃-HOAc 5 มล. แล้ว
ไทเทรตทันทีกับ Indophenol standard
2. ทำการไทเทรตกับ blank เพื่อเปรียบเทียบ โดยดูดสารละลาย HPO₃-HOAc แทน
สารละลายตัวอย่าง แล้วไทเทรตเช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่าง
3. คำนวณหาปริมาณวิตามินซี ในตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{Mg. ascorbic acid/sample} = (X-B) * F/E \times v/y$$

เมื่อ X= ปริมาณของ Indophenol standard ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง(มล.)

B= ปริมาณของ Indophenol standard ที่ใช้ในการไทเทรต blank (มล.)

F= จำนวน มก. ของกรดแอสคอร์บิกที่สมมูลกับ Indophenol standard 1 มล.

E= จำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ (กรัม)

V= ปริมาตรเริ่มต้นของสารละลายตัวอย่างที่เตรียม (มล.)

Y= ปริมาณของสารละลายตัวอย่างที่ดูมาใช้ในการไทเทรต (มล.)

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวณิษฐา ศรีนวล

Miss Khanittha Srinual

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 35499 00008 60 0

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. ตำแหน่งทางวิชาการ -

5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 76000

โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1410, 086-5867946

E-mail : nittha_real@hotmail.com

6. ประวัติการศึกษา

วทม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร)

มหาวิทยาลัยพายัพ

วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

การวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผึ้งโดยใช้เครื่อง
DSC หาจุดหลอมเหลว

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

- วิทยานิพนธ์ เรื่อง “ปัจจัยที่มีผลต่อการตกผลึกและการเปลี่ยนแปลง
สมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้งไทย”

- งานวิจัย เรื่อง “Effects of crystallization and processing on
sensory and physicochemical qualities of Thai sunflower honey”

- งานวิจัยในชั้นเรียน ปีการศึกษา 2552 เรื่อง “การศึกษาพฤติกรรมกา
เรียนของนักศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารในระดับชั้นปีที่ 3 ที่มีต่อรูปแบบการจัด
กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในรายวิชา การแปรรูปอาหาร 1 ”

- ทุนวิจัยภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี 2552 เรื่อง “การ
พัฒนาเค้กเนยสดผสมแพรวแดง”

- งานวิจัยในชั้นเรียน ปีการศึกษา 2553 เรื่อง “การศึกษากระบวนการ
ทำงานกลุ่มของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 เรื่อง สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ในรายวิชา
สิ่งแวดล้อมและชีวิต โดยการสอนแบบแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มและการคิดสร้างสรรค์”

- ทุนวิจัยภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี 2554 เรื่อง “การผลิต
แป้งทนต่อการย่อยจากแป้งข้าวกล้องโดยใช้ความร้อน”

- ทุนวิจัยภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี 2556 เรื่อง “การ
พัฒนาบะหมี่สดเสริมวีซีเอสแทนที่สตาร์ช”