รายงานการวิจัย

ผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดพร้อมชงเพื่อสุขภาพ

Health Food Products from Sangyod Rice-Tea

พงษ์เทพ เกิดเนตร Pongthep Kertnat

วิชชุลฎา ถาวโรจน์ Wichulada Thavaroj

คณะศิลปศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ. 2558

ผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดพร้อมชงเพื่อสุขภาพ

พงษ์เทพ เกิดเนตร Pongthep Kertnat[1]
วิชชุลฎา ถาวโรจน์ Wichulada Thavaroj[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตชาข้าวสังข์หยดด้วยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยหากรรมวิธีที่เหมาะสมในการสกัดสารสีแอนโธไซยานินจากข้าว และปริมาณสารช่วยจับที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส จากการศึกษาหากรรมวิธีที่ใช้ในการสกัดสารสีแอนโธไซยานินจากข้าว 3 วิธี คือวิธีโม่ ปั่น และบดละเอียด ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารช่วยจับความเข้มข้น 3 ระดับ คือร้อยละ 4, 7 และ 10 ของน้ำข้าว พบว่า ข้าวสังข์หยดก่อนและหลังคั่วมีความชื้นลดลงจากร้อยละ 11.00 เป็นร้อยละ 7.19 ผลผลิตน้ำข้าวที่ได้จากกรรมวิธีการโม่ การปั่น และบดละเอียดข้าวมีค่าร้อยละ 53, 42 และ 18 ตามลำดับ และผลผลิตผงชาข้าวที่สกัดได้จากวิธีการโม่ ปั่น และบดละเอียดมีค่าร้อยละ 12.34, 9.99 และ8.67 ตามลำดับ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำข้าวก่อนทำแห้งจากทุกชุดการทดลอง อยู่ในช่วงร้อยละ 4.10-10.50 ผลการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ พบว่าชาข้าวที่ผ่านกรรมวิธีการคั่วและบดละเอียดโดยเครื่องบดละเอียด และใช้สารมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 ได้รับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับสูงสุดทั้งด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ที่ระดับคะแนน 7.40, 7.25, 7.48, 7.53 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดร้อยละ 8.2 , ค่าสี L*, a*, b* เท่ากับ 34.51, 5.09 และ 7.22 ตามลำดับ, ความเป็นกรด-ด่าง5.58 ความชื้นของผงชาร้อยละ 5.64 และค่าน้ำอิสระของผงชา 0.31 โดยชาข้าวสังข์หยดพร้อมดื่มมีสีน้ำตาลอ่อนอมแดง และมีกลิ่นหอมของข้าวสังข์หยด

คำสำคัญ: ข้าวสังข์หยด, ชา, อาหารสุขภาพ

---

[1] คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ. เมือง จ. สงขลา

Health Food Products from Sangyod Rice–Tea

Pongthep Kertnat[1] **and Wichulada Thavaroj**[1]

Abstract

The purpose of this research was to produce freeze-dried Sangyod Rice –Tea. Method for extraction of anthocyanin an concentation of chelating agent for improving Sangyod rice-tea quality, quality of product and organoleptic test were studied. Three methods, namely milling, grinding and finely grinding, maltodextrin were used at the concentration 4, 7 and 10 % W/V. It was found that Sangyod-rice was roasted from moisture content 11.00 to 7.19 %. The Sangyod-rice liquid from three methods of reduced particle (milling, grinding and finely grinding) were 53, 42 and 18 % (yield) respectively, The instant Sangyod rice-tea from three methods of reduced particle (milling, grinding and finely grinding) were 12.34, 9.99 and 8.67 %(yield) respectively. Total soluble solid of Sangyod-rice liquid before drying were 4.10-10.50 %. Sangyod rice tea processed by finely grinding with 10 percent maltodextrin had the most preference with scores of 7.40, 7.25, 7.48 and 7.53 respectively, total soluble solid 8.2%, pH 5.58, moisture of instant tea 5.64 %, water activity of instant tea 0.31, redish brown color and fragrance of Sangyod Rice.

Keywords : rice , tea, health food

Faculty of Liberal Arts. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Muang, Songkhla 90000

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การวิจัยเรื่องผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดพร้อมชงเพื่อสุขภาพ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยมีบุคคลต่างๆให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแนะนำ รวมไปถึงการให้แนวคิดที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณหลักสูตรสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ในการใช้ห้องปฏิบัติการ ตลอดจนอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาคหกรรมศาสตร์ทุกท่านที่ให้กำลังใจ และให้คำปรึกษาต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัยจากคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ. 2558

คณะผู้วิจัย

กุมภาพันธ์ 2559

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	4
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	18
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	21
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	35

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยด ต่อน้ำหนัก 100 กรัม 5

2.2 การใช้มอลโตเด็กซ์ตรินในอาหารประเภทต่างๆ 11

3.1 ชุดการทดลองหากรรมวิธีการบดข้าว และปริมาณสารมอลโตเดรกซ์ตรินที่เหมาะสมในการทำชาข้าวสังข์หยด 19

4.1 คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของข้าวสังข์หยด ก่อนคั่วและหลังคั่วที่ผ่านการบดแบบต่างๆ 21

4.2 น้ำข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดละเอียดแบบต่างๆ โดยใช้น้ำต่อข้าวบดในอัตราส่วน1:1 23

4.3 คุณสมบัติน้ำข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดละเอียดแบบต่างๆ โดยใช้น้ำต่อข้าวบดในอัตราส่วน1:1 และใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ร้อยละ 4, 7 และ10 ของน้ำข้าว 24

4.4 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผงชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง 25

4.5 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ 27

4.6 ผลผลิตของชาข้าวสังข์หยดแต่ละขั้นตอน(ร้อยละผลผลิต) 28

4.7 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และใช้ปริมาณมอลโตเดรกซ์ตรินระดับต่างๆกัน 29

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

3.1 เครื่องทำแห้งแบบ FREEZE DRYER 20

4.1 ข้าวสังข์หยดก่อนคั่ว 22

4.2 ข้าวสังข์หยดหลังคั่วและผ่านการลดขนาดแบบต่างๆ T_1 (โม่), T_2 (ปั่น) และ T_3 (บดละเอียด) 22

4.3 ลักษณะทางกายภาพของผงชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง 25

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มา และความสำคัญของปัญหา

ข้าวสังข์หยดเป็นพันธ์ข้าวพื้นเมืองของจังหวัดพัทลุง จัดเป็นข้าวจ้าวพันธุ์เบามีลักษณะเมล็ดเล็ก เรียวยาว มีลักษณะพิเศษคือข้าวกล้องมีสีแดงเข้ม ปริมาณอะมิโลสร้อยละ 15±2 มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่สารไนอะซิน หรือวิตามินบี 3 ซึ่งพบในข้าวซ้อมมือ 3.97 มิลลิกรัม(กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2547) พบในข้าวกล้อง 6.46 มิลลิกรัม(กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2549) สารไนอะซินมีส่วนช่วยในการทำงานของระบบประสาทและผิวหนัง วิตามินบี 1 (0.18 กรัม)ช่วยในการป้องกันโรคเหน็บชา วิตามินบี 2 (0.06 กรัม)ช่วยในการป้องกันโรคปากนกกระจอก นอกจากนั้นยังมีสารแคลเซียมและฟอสฟอรัส ช่วยในการป้องกันโรคกระดูกเสื่อม

สารสีแดงของข้าวสังข์หยดเป็นรงควัตถุประเภทฟลาโวนอยด์ ชนิดแอนโทไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความชรา และลดความเสี่ยงการเป็นโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคมะเร็ง และโรคระบบภูมิคุ้มกันทำงานผิดปกติ อีกทั้งยังมีสีและกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ ดังนั้นข้าวสังข์หยดเป็นข้าวที่มีศักยภาพสูงในการผลิตเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ ทำให้มีผู้ประกอบการได้นำข้าวสังข์หยดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่นแป้งข้าวสังข์หยด ขนมปังกรอบ (ทองพับ) ไอศกรีม ขนมปั้นขลิบ โรตีกรอบ ข้าวเกรียบ น้ำข้าวกล้องงอก ไอศกรีม ขนมไข่มดแดง และเครื่องดื่มจากรำข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยด เป็นข้าวที่ทางเกษตรกรในจังหวัดพัทลุงมีแปลงปลูกอยู่แล้ว และได้มีผลิตผลข้าวสังข์หยดในปริมาณมากพอที่จะทำการแปรรูปเพื่อจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ได้ ทั้งนี้ทางผู้ประกอบการเช่นวิสาหกิจชุมชนบ้านเขากลาง หน่วยวิจัยอาหารท้องถิ่นภาคใต้ บริษัทบ้านไทยเฮิร์บจำกัด เห็ดทอดนาโหนดฟูดส์ วิสาหกิจชุมชนบ้านเรียนรู้เกษตรธรรมชาติบางแก้ว และห้างหุ้นส่วนสามัญหมอแผนไทย ได้มีผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากข้าวสังข์หยดที่จำหน่ายอยู่ในท้องตลาดอยู่แล้ว ดังนั้นการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์จากข้าวสังข์หยดจะเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพมากขึ้น และเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้ประกอบการอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำข้าวสังข์หยดมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดพร้อมชงเพื่อสุขภาพ โดยนำข้าวสังข์หยดมาคั่วจนหอม จากนั้นนำมาบดให้ละเอียด และสกัดน้ำข้าวสังข์หยด นำน้ำข้าวที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกตะกอนออก และแยกส่วนใสมาเติมมอลโตเด็กซ์ตรินความเข้มข้นที่เหมาะสม และนำไปทำเป็นผงแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง(Freeze dry) ผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดพร้อมชงเพื่อสุขภาพที่ได้สามารถสนองความต้องการด้านเทคโนโลยีให้กับผู้ประกอบการ และเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ข้าวสังข์หยดซึ่งเป็นการเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดพร้อมชงเพื่อสุขภาพ

1.2.2 เพื่อหากรรมวิธีสกัดน้ำชาข้าวสังข์หยด

1.2.3 เพื่อหาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในการทำแห้ง

1.2.4 เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

1.2.5 เพื่อศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ต่อผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตการทำแผนงาน

หากรรมวิธีสกัดน้ำชาข้าวสังข์หยดที่เหมาะสม 3 วิธีได้แก่ วิธีโม่ด้วยเครื่องโม่แป้ง วิธีปั่นด้วยเครื่อง COMMERCIAL BLENDER และวิธีบดด้วยเครื่องบดละเอียด (MULTI-FUNCTIONAL HIGH-SPEED) ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารช่วยจับในการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง 3 ระดับ (ร้อยละ 4, 7 และ 10 ของน้ำข้าว) วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ และศึกษาการยอมรับของผลิตภัณฑ์ต่อผู้บริโภค

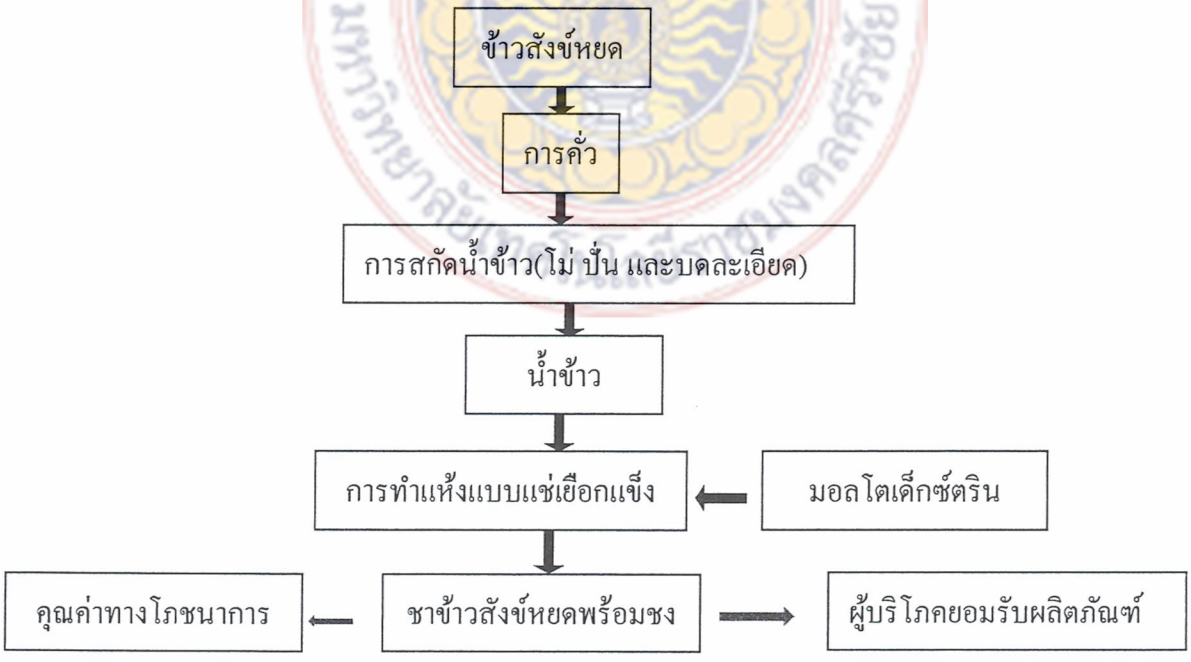
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เผยแพร่ผลงานวิจัยโดยการตีพิมพ์เอกสารลงในวารสารทางวิชาการ เช่นวารสารอาหารหรือวารสารคหเศรษฐศาสตร์ หรือวารสารอุตสาหกรรมเกษตร เป็นต้น

1.4.2 เผยแพร่กรรมวิธีการผลิตให้กับหน่วยงานต่างๆที่มีความประสงค์ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน หรือถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชนโดยตรง

1.4.3 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ เช่นสถาบันการศึกษา เกษตรกรและชุมชน ผู้ประกอบการ

1.5 กรอบแนวความคิด



1.6 **นิยามศัพท์**

ชา ชาเป็นเครื่องดื่มที่เก่าแก่ของโลกแพร่หลายมานานกว่า 2,000 ปี ชาจะเรียกตามกรรมวิธีในการแปรรูป เช่น ชาเขียว ชาดำ ชาอู่หลง ชาเมี่ยง ฯลฯ ต่อมามีการนำพืชชนิดอื่น เช่น ใบหม่อน ใบเตย ว่านหางจระเข้ ดอกคำฝอย มาทำเป็นเครื่องดื่มเช่นเดียวกับใบชา จึงใช้คำว่า "ชา" นำหน้าชื่อพืชนั้นๆ อาทิเช่น ชาใบหม่อน ชาใบเตย ชาดอกคำฝอย เป็นต้น จัดเป็นชาสมุนไพร สำหรับข้าวและธัญพืชก็มีการนำมาทำชา และจัดเป็นชาสมุนไพรเช่นกัน ได้แก่ ชาเขียวจากต้นอ่อนข้าวหอม ชาเขียวจากต้นอ่อนข้าวสาลี ชาเขียวจากใบอ่อนข้าวบาร์เลย์ และชาข้าวบาร์เลย์สำหรับเด็กจากเกาหลี เนื่องจากในใบข้าวและธัญพืชเหล่านี้ต่างก็มีสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด

ข้าวสังข์หยด ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง เป็นข้าวจากพันธุ์สังข์หยดพัทลุง เป็นข้าวจ้าวพันธุ์เบา มีลักษณะเมล็ดเล็ก เรียวยาว ข้าวกล้องมีสีแดงเข้ม ที่เปี่ยมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร ลักษณะข้าวนุ่ม ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุงเป็นข้าวที่มีลักษณะเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มสีแดง เป็นข้าวซ้อมมือสีแดงปนขาว ข้าวซ้อมมือหรือข้าวกล้อง เมื่อหุงสุกจะมีความนุ่ม เนื่องจากผลจากการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ พบว่าแอนโทไซยานินมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) สามารถยับยั้งการกระตุ้นฤทธิ์ของสารก่อมะเร็ง (carcinogenic activity) และป้องกันภาวะหลอดเลือดอุดตันหรือหลอดเลือดแดงแข็ง (atherosclerosis) (Tsai et al., 2002)

มอลโตเด็กซ์ตริน (maltodextrin) คือ สารพอลิเมอร์ของแซกคาร์ไรด์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์แป้ง ประกอบด้วย แอลฟาดีกลูโคสยูนิตหลายๆยูนิต ต่อกันด้วยพันธะ (1-4) ไกลโคซิดิก มีค่าสมมูลเด็กซ์โตรส ต่ำกว่า 20 โดยทั่วไปนิยมผลิตจะมีค่าสมมูลเด็กซ์โตรสเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในน้ำเชื่อมโดยคำนวณจากเดรกซ์โตรสของปริมาณน้ำหนักแห้ง มอลโตเด็กซ์ตรินจัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกับกลูโคสไซรัป (Macrae et al., 1993)

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

(เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง)

2.1 ประวัติข้าวสังข์หยด

ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง เป็นข้าวจากพันธุ์สังข์หยด พัทลุง เดิมเป็นพันธุ์พื้นเมืองปลูกกันมาไม่น้อยกว่า 100 ปี ชาวนาเมืองพัทลุงดั้งเดิมปลูกไว้สำหรับใช้ในโอกาสพิเศษ เช่น งานบุญ เทศกาลต่าง ๆ ตามประเพณี ไว้หุงต้อนรับแขกบ้านแขกเมือง ผู้มาเยี่ยมเยือนหรือไว้มอบเป็นของกำนัลผู้ใหญ่ที่เคารพนับถือตั้งแต่ปี 2530 ข้าวพันธุ์นี้ได้พัฒนาปรับปรุงพันธุ์ ให้บริสุทธิ์โดยนักปรับปรุงพันธุ์ข้าวแห่ง ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ซึ่งได้พัฒนาปรับปรุงพันธุ์เรื่อยมา จนได้รับพันธุ์ที่ดีที่สุด ชื่อ "ข้าวเจ้าพันธุ์สังข์หยดพัทลุง" ในปี 2550 เป็นข้าวจ้าวพันธุ์เบามีลักษณะเมล็ดเล็ก เรียวยาว ข้าวกล้องมีสีแดงเข้ม ที่เปี่ยมไปด้วยคุณค่าทางอาหาร ลักษณะข้าวนุ่ม เมื่อหุงจากข้าวกล้องหรือข้าวซ้อมมือ รสชาติอร่อย กลิ่นหอมอ่อน ๆ ในข้าวใหม่ ข้าวสังข์หยดพัทลุงเป็นข้าวพันธุ์แรกของไทยที่ได้รับการ ขึ้นทะเบียนเป็นสินค้าสิ่งบ่งชี้ ทางภูมิศาสตร์ GI เป็นความภาคภูมิใจ ของชาวนา เมืองพัทลุง เป็นข้าวที่ผ่านระบบจัดการคุณภาพ GAP ข้าวควบคู่ระบบ GI ใส่ใจต่อสุขภาพผู้บริโภค ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง เป็นการผลิตข้าวกล้องและข้าวซ้อมมือที่ผลิตภายใต้การควบคุมคุณภาพ ของคณะกรรมการรับรองคุณภาพข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง จังหวัดพัทลุง โดยมีตราสัญลักษณ์ GI (Geographical Indication) รับรองคุณภาพ และเป็นข้าวดีเมืองพัทลุง หอมนุ่ม รสชาติอร่อย ลักษณะของข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง เป็นข้าวที่มีลักษณะเมล็ดที่มีเยื่อหุ้มสีแดง ข้าวซ้อมมือสีแดงปนขาว ข้าวซ้อมมือหรือข้าวกล้อง เมื่อหุงสุกจะมีความนุ่ม เนื่องจากผลจากการศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์พบว่า แอนโธไซยานินเป็นไฟโตเคมิคอล (phytochemical) ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งมีประโยชน์เชิงคุณภาพ ได้แก่ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ซึ่งเป็นกลไกการทำงานของสารแอนติออกซิแดนท์ที่จะยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่นของลิปิด คุณสมบัติต่อต้านการเกิดมะเร็ง (anticancer activity) คุณสมบัติต่อต้านการอักเสบของเนื้อเยื่อ (antiflammatory activity) และคุณสมบัติลดความเปราะของเส้นเลือดและการเกิดโรคหัวใจ (Bridle และTimberlake,1996; Harbone และ grayer,1988; Wang และคณะ1999) ดังนั้นข้าวที่มีรงควัตถุจึงมีศักยภาพสูงในการพัฒนาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ

2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยดต่อน้ำหนัก 100 กรัม

ข้าวสังข์หยดเป็นข้าวเจ้า เป็นข้าวนาปีที่ปลูกได้ปีละ 1 ครั้ง เป็นข้าวที่ปลูกยากมีความไวต่อแสงน้อย จะออกดอกในช่วงที่รับแสงได้ 11 ชม. 45 นาที/วัน มีเมล็ดเรียวยาวเปลือกสีฟาง รสชาติ นุ่ม มัน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เยื่อหุ้มเมล็ดมีแดงที่อุดมไปด้วย ธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส และไนอาซีน และมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยด ต่อน้ำหนัก 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ	กรัม
พลังงาน	364.2	กิโลแคลอรี่
โปรตีน	73	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	78.31	กรัม
ใยอาหาร	4.81	กรัม
ฟอสฟอรัส	317	กรัม
ธาตุเหล็ก	0.52	กรัม
วิตามินบี1	0.32	กรัม
ไนอาซีน	6.46	กรัม
เถ้า	1.26	กรัม

ที่มา: กองโภชนาการกรมอนามัย (2547)

2.3 คุณสมบัติทางกายภาพของข้าวสังข์หยดพัทลุง

คุณสมบัติทางกายภาพของข้าวสังข์หยดพัทลุง เมล็ดเรียวยาว เปลือกสีฟาง ขนาดเมล็ดข้าวเปลือกยาว 9.33 มิลลิเมตร หนา1.77มิลลิเมตร ข้าวกล้องยาว 6.70 มิลลิเมตร หนา 1.64 มิลลิเมตร น้ำหนัก (1,000 เมล็ด) 17.64 กรัม คุณสมบัติทางเคมีของเมล็ดข้าวกล้อง ปริมาณอะมิโลสร้อยละ 15±2 อุณหภูมิแป้งสุก 70 องศาเซลเซียส ความคงตัวของแป้งสุก 94 มิลลิเมตร การสลายเมล็ดในด่าง (KOH ร้อยละ1.7) 5.0 ส่วนคุณค่าทางโภชนาการของข้าวกล้องให้พลังงาน 366 แคลอรี่ โปรตีน 8.30 กรัม ไขมัน 1.40 กรัม กากใย 0.90 กรัม เถ้า 0.90 กรัม วิตามิน B_1 0.18 กรัม วิตามิน B_2 0.06 กรัม ฟอสฟอรัส 165 มล. ธาตุเหล็ก 0.52 กรัม คาร์โบไฮเดรท 80 กรัม น้ำ 9.40 กรัม ไนอะซีน (วิตามินB_3) ในข้าวซ้อมมือ 3.97 มก. (กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2547) ไนอะซินในข้าวกล้อง 6.46 มก.(กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2549)

2.4 ประโยชน์จากข้าวสังข์หยด (กองโภชนาการกรมอนามัย, 2547)

2.4.1 ช่วยชะลอความชรา

24.2 เป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ

2.4.3 ช่วยลดความเสี่ยงการเป็นโรคต่างๆ

2.4.4 แปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ข้าวพอง ขนมปังกรอบ ข้าวเกรียบ ฯลฯ

ปัจจุบันได้มีการนำข้าวสังข์หยดมาแปรรูปเป็นอาหารเพื่อสุขภาพหลายผลิตภัณฑ์ ได้แก่คุกกี้ ข้าวสังข์หยดกาบาและน้ำมันรำข้าวสังข์หยด ผลิตโดยบริษัทบ้านไทยเฮิร์บจำกัด ไอศกรีมข้าวสังข์หยดผลิตโดยหน่วยวิจัยอาหารท้องถิ่นภาคใต้ ขนมปังกรอบข้าวสังข์หยด(ขนมทองพับ) จมูกข้าวสังข์หยด/เครื่องดื่มจากรำข้าวและแป้งข้าวสังข์หยดผลิตโดยวิสาหกิจชุมชนบ้านเขากลาง น้ำข้าวกล้องงอกผลิตโดยวิสาหกิจชุมชนบ้านเรียนรู้เกษตรธรรมชาติบางแก้ว นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นอีกเช่นขนมปั้นขลิบ โรตีกรอบ ข้าวเกรียบขนมไข่มดแดงและชาชงพร้อมดื่มข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง

2.5 ความเป็นมาของชา

ชาเป็นเครื่องดื่มที่เก่าแก่ของโลกแพร่หลายมานานกว่า 2,000 ปี โดยชาวจีนเป็นชาติแรกที่รู้จักดื่มชา และมีการนำไปใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรมตั้งแต่ศตวรรษที่ 4 (ศุภนารถ, 2538) การเรียกชื่อชาจะเรียกตามกรรมวิธีในการแปรรูป เช่น ชาเขียว ชาดำ ชาอู่หลง ชาเมี่ยง ฯลฯ ชาเขียวเป็นชาที่ไม่ได้ผ่านขั้นตอนการหมัก สีค่อนข้างเขียวและมีสีเหลืองเล็กน้อย ทำโดยเลือกใบอ่อน ผึ่งไว้ให้แห้ง 2-3 ชั่วโมง แล้วคั่วในกระทะใบใหญ่ ใช้ไฟอ่อนคั่วกลับไปกลับมาจนใบชาแห้ง หรือจะใช้เตาอบก็ได้ (ปรัชนันท์, 2546) ชาดำ คือชาที่ผ่านการหมักอย่างสมบูรณ์ขั้นตอนการทำเหมือนชาเขียว แต่จะได้ชาที่มีสีและรสเข้ม คนไทยเรียกว่า ชาฝรั่ง ชาวตะวันตกเรียกว่า Black tea (Koa, 2546) ต่อมามีการนำพืชชนิดอื่น เช่น ใบหม่อน ใบเตย ว่านหางจระเข้ ดอกคำฝอย มาทำเป็นเครื่องดื่มเช่นเดียวกับใบชา จึงใช้คำว่า **"ชา"** นำหน้าชื่อพืชนั้น ๆ อาทิเช่น ชาใบหม่อน ชาใบเตยชาดอกคำฝอย เป็นต้น จัดเป็นชาสมุนไพร สำหรับข้าวและธัญพืชก็มีการนำมาทำชาและจัดเป็นชาสมุนไพรเช่นกัน ได้แก่ ชาเขียวจากต้นอ่อนข้าวหอม ชาเขียวจากต้นอ่อนข้าวสาลี ชาเขียวจากใบอ่อนข้าวบาร์เลย์ และชาข้าวบาร์เลย์สำหรับเด็กจากเกาหลี เนื่องจากในใบข้าวและธัญพืชเหล่านี้ต่างก็มีวิตามินต่างๆ และมีสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิด

ชาข้าวบาร์เลย์สำหรับเด็กจากเกาหลี เป็นการนำเอายอดอ่อนและเมล็ดของข้าวบาร์เลยมาสกัดและอบแห้งในรูปแบบของชา โดยบรรจุไว้ในห่อไม่มีส่วนผสมใดๆ นอกจากยอดอ่อนของข้าวบาร์เลย์แท้ร้อยละ 100 แต่เหตุผลที่เรียกว่า **"ชา"** เพราะชาวเกาหลีนิยมนำพืชผักสมุนไพรมาแปรรูป เพื่อให้ได้รับวิตามินจากการรับประทานสูงสุด โดยอบแห้งและบรรจุห่อในรูปแบบของ"ชา"เพื่อให้ง่ายต่อการชงดื่ม ดังนั้น ที่ประเทศเกาหลีใต้จึงมีชาสมุนไพรหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น ชาแอปเปิล ชาลูกพีช ชาข้าวโพด ชาจัสมิน ชาโสม ชาข้าวบาร์เลย์ ฯลฯ ชาวเกาหลี นิยมนำน้ำชาข้าวบาร์เลย์มาให้เด็กดื่ม เนื่องจากเป็นยอดอ่อนของข้าวบาร์เลย์ จึงไม่มีส่วนผสมของคาเฟอิน ไม่ทำให้ท้องผูก นอกจากนี้ในชาข้าวบาร์เลย์ยังประกอบไปด้วยวิตามินบี 6 และ บี 12 ซึ่งช่วยสร้างภูมิต้านทานให้ร่างกาย ชาข้าวบาร์เลย์ไม่มีรสแต่จะมีกลิ่นหอมอ่อนๆ ของข้าวบาร์เลย์ ทำให้เด็กๆ ดื่มได้ง่าย เด็กจะชอบ ในเด็กรายที่ดื่มน้ำหรือนมน้อยหรือรับประทานอาหารยาก เมื่อดื่มชาข้าวบาร์เลย์ก็จะช่วยให้ดื่มนมและรับประทานอาหารได้มากขึ้น เนื่องจากข้าวบาร์เลย์มีส่วนช่วยในเรื่องระบบการย่อยอาหารของร่างกายให้ทำงานได้ดีขึ้น เด็กจะรู้สึกหิวเร็ว รวมทั้งกลิ่นที่หอมอ่อนๆของของชาข้าวบาร์เลย์จะช่วยกระตุ้นให้เด็กดื่มนมได้มากขึ้น

2.6 ประเภทของชา

ประเภทของชาถูกแบ่งได้เป็น 6 ประเภท

2.6.1 ชาขาว: ตูมชาและยอดอ่อนชาที่ถูกทิ้งให้สลดแต่ไม่ได้บ่ม ชงชาแล้วจะได้เครื่องดื่มสีเหลืองอ่อน

2.6.2 ชาเหลือง: ใบชาที่ไม่ได้ถูกทิ้งให้สลด และไม่ได้บ่ม แต่ทิ้งใบชาให้เป็นสีเหลือง

2.6.3 ชาเขียว: ใบชาที่ไม่ได้ถูกทิ้งให้สลด และไม่ได้บ่ม เมื่อชงจะได้เครื่องดื่มสีเขียวอ่อน

2.6.4 ชาแดง: ใบของชาเขียวที่ผ่านกระบวนการออกซิเดชั่นหรือการหมัก จนได้เป็นใบชาสีเข้ม เมื่อชงจะได้เครื่องดื่มสีน้ำตาลแดง

2.6.5 ชาอูหลง: ใบชาที่ทิ้งให้สลด นวด และบ่มเล็กน้อยเรียกได้ว่าเป็นชาประเภทกึ่งหมักหรือชาที่ผ่านการหมักเพียงบางส่วน ทำให้มีสี กลิ่นหอม และรสชาติอยู่ระหว่างชาเขียวและชาดำ

2.6.6 ชาดำ: ใบชาที่ทิ้งให้สลด (อาจมีการนวดอย่างแรง) และผ่านการบ่มเต็มกระบวนการ เครื่องดื่มที่ได้มีสีแดงเข้มจนถึงสีดำ (Alan, 2004)

2.7 การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เป็นกรรมวิธีการแปรรูปอาหาร เพื่อถนอมอาหารด้วยการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำกว่า -18 °ซ. ใช้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งเป็นกรรมวิธีการถนอมอาหารที่คงความสดและรักษาคุณภาพอาหารได้ดีกว่าการถนอมอาหารด้วยวิธีอื่น ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เยือกแข็ง มีหลากหลายรูปแบบและใช้ได้ดีกับอาหารแทบทุกชนิด เช่น ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ หรืออาหารที่ผ่านการปรุงสุก (Cooking) เพื่อเป็นอาหารพร้อมรับประทาน เช่น ติ่มซำ ผลิตภัณฑ์ไก่แปรรูป การแช่เยือกแข็งสามารถใช้ร่วมกับกรรมวิธีการแปรรูปอาหารวิธีอื่น เช่น การพาสเจอร์ไรซ์ (Pasteurization) การทำให้เข้มข้น การฉายรังสี (Food Irradiation) การหมัก (Fermentation) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารให้ยาวขึ้น

2.8 หลักการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งโดยเครื่อง Freeze Dryer

เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งเป็นเครื่องสำหรับทำแห้งโดยอาศัยหลักการแช่แข็งและระเหิดเอาน้ำออกจากตัวอย่างภายใต้ภาวะสุญญากาศ ประกอบด้วย ส่วนควบแน่นไอของสาร (Ice Condenser) ปั๊มสุญญากาศ (Vacuum Pump) และอุปกรณ์ประกอบสำหรับทำแห้งตัวอย่าง (Drying Chamber with Manifold) ส่วนควบแน่นไอของสาร (Ice Condenser) สามารถดักจับไอของสารได้ 4 กิโลกรัมต่อ 24 ชั่วโมงมีความจุของน้ำแข็งสูงสุด 4 กิโลกรัม และทำความเย็นได้ที่อุณหภูมิ -85 องศาเซลเซียส สามารถทำแห้งตัวอย่างทั้งแบบถาด (Shelf)และในฟลาสก์ (Manifold) ใช้ประโยชน์ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร และยา เช่นการเตรียมผลิตภัณฑ์ ยาฉีดชนิดผงสำหรับละลายน้ำ การเตรียมผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรให้อยู่ในรูปผงแห้ง การเก็บรักษาผัก ผลไม้ และเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารในรูปของแห้ง เช่น กาแฟ รวมถึงเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทางชีวภาพ เช่น เอนไซม์ ฮอร์โมน ยาปฏิชีวนะ วิตามิน เลือด วัคซีน และแอนติไบโอติก รวมทั้งการเก็บรักษาเชื้อจุลินทรีย์ การทำแห้งวิธีนี้ทำให้

สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้เป็นเวลานานหลายปีโดยไม่เกิดการเสียหาย และสามารถนำกลับละลายน้ำใช้ใหม่ได้ง่ายโดยที่คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ยังอยู่ครบถ้วน ใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาน้อย ง่ายต่อการขนส่ง

2.9 ขั้นตอนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

2.9.1 การแช่เยือกแข็ง เป็นการลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง (freezing point) เพื่อให้เกิดผลึกน้ำแข็ง (ice crystal formation) อัตราเร็วของการแช่เยือกแข็ง (freezing rate) ควรเป็นการแช่เยือกแข็งแบบเร็ว เพื่อให้เกิดผลึกและผลที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็ก การแช่เยือกแข็งแบบเร็ว ที่นิยมใช้มีหลายวิธี เช่นการแช่เยือกแข็งแบบใช้ลมเย็นเป่า (air blast freezing) การแช่เยือกแข็งแบบจุ่มในของเหลวเย็นจัด (immersion freezing) เป็นต้น

2.9.2 การทำแห้งขั้นต้น (Primary Drying) เป็นการลดปริมาณน้ำโดยการระเหิดน้ำแข็งให้เป็นไอ โดยการลดความดันบรรยากาศ เพื่อให้ผลึกน้ำแข็งที่อยู่ภายในเกิดการระเหิดเป็นไอออกไปจากผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ระดับของสุญญากาศ (vacuum) ควรอยู่ต่ำกว่า 132 Pa และ 132 mpa ตามลำดับ การระเหิดของผลึกน้ำแข็งจึงเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ การระเหิดของชั้นน้ำแข็ง (ice layer) จะเริ่มจากชั้นน้ำแข็งบริเวณผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ระเหิดไปเป็นไอทำให้บริเวณนี้กลายเป็นชั้นแห้ง (dry layer) จากนั้นเป็นการระเหิดของชั้นน้ำแข็งที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์ ระเหิดชั้นแห้ง ออกไปสู่ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาการระเหิดขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง และโครงสร้างของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

2.9.3 การทำแห้งขั้นที่สอง (Secondary Drying) เมื่อการทำแห้งขั้นต้นเสร็จสมบูรณ์ น้ำแข็งจะละลายไปหมด จะมีความชื้นที่หลงเหลืออยู่ จึงต้องมีการทำแห้งด้วยการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเพื่อดึงเอาความชื้นที่เหลืออยู่ออกถึงระดับความชื้นที่ปลอดภัย สำหรับการเก็บรักษา

2.10 คุณสมบัติผลิตภัณฑ์ผงที่ได้จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

พิมพ์เพ็ญ (2556) กล่าวว่าผลิตภัณฑ์ผงสำเร็จรูปที่ได้จากการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งที่ดีจะต้องสามารถกระจายตัวและละลายได้อย่างรวดเร็วในน้ำ การที่จะมีสมบัติเช่นนี้ผลิตภัณฑ์ผงจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

2.10.1 คุณสมบัติของการเปียก (wettability) อนุภาคผงต้องมีความสามารถในการดูดซับน้ำบริเวณพื้นผิวที่ดี เพื่อให้น้ำสามารถแทรกซึมผ่านได้

2.10.2 คุณสมบัติของการจม (sinkability) อนุภาคผงต้องมีความสามารถในการจมลงในน้ำหลังจากที่ทำให้เปียกแล้วได้

2.10.3 คุณสมบัติของการแพร่กระจาย (dispersibility) ผลิตภัณฑ์ผงจะต้องมีความสามารถในการกระจายตัวได้ดีในน้ำ ซึ่งสมบัติของการแพร่กระจายที่ดีนั้นจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวในการสัมผัสกับน้ำต้องสูง อนุภาคผงต้องไม่ลอยตัวอยู่บนผิวน้ำ อนุภาคผงต้องมีการละลายน้ำที่ดีและมีการต้านทานต่อการจม

2.10.4 สมบัติการละลาย (solubility) ผลิตภัณฑ์ผงมีการละลายน้ำที่ดีหรือไม่นั้นสามารถบอกได้ 2 ลักษณะคือ อัตราเร็วในการละลาย และความสามารถในการละลายทั้งหมด (total solubility)

2.11 ข้อดีของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เป็นการทำแห้งขณะที่อาหารมีอุณหภูมิต่ำ จึงลดการสูญเสียของอาหารเนื่องจากความร้อน ลดการทำลายเนื้อเยื่อและโครงสร้างอาหาร ทำให้ได้อาหารแห้งที่ได้มีคุณภาพสูง มีการคืนตัว (rehydration) ที่ดี รักษาคุณภาพอาหาร เช่น สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทำแห้งแบบอื่น เช่น การทำแห้งแบบพ่นละออง (spray drier) การทำแห้งด้วยลมร้อน เช่น ตู้อบลมร้อน (tray drier, cabinet drier) แต่มีค่าใช้จ่ายสูงเมื่อเปรียบเทียบกับการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งที่ใช้ลมร้อนทั่วไป (นิธิยา, 2550)

2.12 ตัวพา (Carrier)

ตัวพาที่ใช้ในการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง หมายถึง สารเคมีที่มีหน้าที่เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร ทำหน้าที่เป็นตัวขนส่งและกระจายสารเคมีบางอย่างในอาหารซึ่งถูกทำลายได้ง่ายโดยความร้อนหรือสารที่ระเหยได้ง่าย เช่น สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของกลิ่น รส สี วิตามิน หรือสารอื่นๆในอาหาร โดยสารตัวพาทำหน้าที่ดักจับและกักเก็บสารเหล่านี้ไว้แทน ทำให้ถูกทำลายด้วยความร้อนหรือระเหยได้น้อย และเมื่อนำอาหารผงนั้นไปคืนตัวด้วยการผสมน้ำ สี หรือกลิ่น รส ของอาหารเหล่านี้จะถูกปลดปล่อยออกมาทำให้สี กลิ่น รส ของอาหารหลังการคืนตัวมีลักษณะคล้ายวัตถุดิบสดก่อนนำมาทำแห้ง นอกจากตัวพายังทำหน้าที่เพิ่มปริมาณของแข็งให้กับอาหารก่อนเข้าเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อประหยัดเวลาในการทำแห้ง เช่น น้ำผลไม้ซึ่งมีปริมาณของแข็งต่ำ และของแข็งเหล่านั้นคือน้ำตาล หากทำแห้งจนเป็นผงแห้ง น้ำตาลเหล่านี้จะมีความเข้มข้นสูงขึ้นมาก และดูดความชื้นกลับได้อย่างรวดเร็วเหนียวติดภาชนะ หรือไม่สามารถทำให้เป็นผงได้เนื่องจากมีการเกาะติดบริเวณผนังห้องทำแห้ง และดูดความชื้นกลับจนเหนียวเยิ้ม ดังนั้นถ้ามีตัวพาอยู่ด้วย ตัวพาจะทำหน้าที่เจือจางปริมาณน้ำตาลในผงให้มีความเข้มข้นลดลง (กัลยาณี, 2540)

สารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวพา ได้แก่ มอลโตเด็กซ์ตริน กัมอะราบิกเด็กซ์โตรส น้ำตาลสตาร์ช เจลาติน กัมทากาแคน และการผสมสารเหล่านี้จะใช้เป็นตัวพาและสารห่อหุ้มเพื่อช่วยรักษาสีและกลิ่น รส ในการทำแห้งแบบพ่นฝอย มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นตัวหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการใช้เป็นสารห่อหุ้มเพื่อช่วยรักษาสี และกลิ่นรสที่ถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน สามารถหาซื้อได้ง่ายและราคาไม่แพง (Cai and Corke, 2000)

2.12.1 มอลโตเด็กซ์ตริน

มอลโตเด็กซ์ตริน(Maltrodextrin) คือสายพอลิเมอร์ของแซกคาร์ไรด์ ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์แป้ง ประกอบด้วย แอลฟาดีกลูโคส ยูนิต หลายๆยูนิต ต่อกันด้วยพันธะ (1-4) ไกลโคซิดิก มีค่าสมมูลเดรกซ์โตรส ต่ำกว่า 20 โดยทั่วไปนิยมผลิตจะมีค่าสมมูลเด็กซ์โตรสเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ในน้ำเชื่อมโดยคำนวณจากเด็กซ์โตรสของปริมาณน้ำหนักแห้ง มอลโตเด็กซ์ตรินจัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเดียวกับกลูโคสไซรัป (Macrae et al., 1993)

2.12.2 สมบัติบางประการของมอลโตเด็กซ์ตริน

1) ความสามารถในการดูดความชื้น (Hygroscopicity)มอลโตเด็กซ์ตรินมีความสามารถในการดูดความชื้นจากอากาศได้ต่ำ เนื่องจากมีน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวอยู่น้อย จึงมีลักษณะเป็นผงแห้งที่ไหลได้ดี เหมาะสำหรับ

การนำไปใช้ในผลิภัณฑ์ที่แห้ง ซึ่งความสามารถในการดูดความชื้นของมอลโตเด็กซ์ตรินจะเพิ่มตามค่าสมมูลเด็กซ์โตรสที่สูงขึ้น (Kenyon and Anderson, 1988)

2) ความหนืด (Viscosity) มอลโตเด็กซ์ตรินจะแสดงลักษณะความหนืดเป็นแบบ Newtonian กล่าวคือ เมื่อสารละลายได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ความหนืดมีค่าลดลง โดยระดับสมมูลเด็กซ์โตรสนั้น เมื่อสารละลายมอลโตเด็กซ์ตรินที่สมมูลเด็กซ์โตรสต่ำจะมีความหนืดสูง ความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตรินมีผลต่อความหนืดเช่นกัน

3) ความสามารถในการละลาย (Solubility) มอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลเด็กซ์โตรสสูงจะละลายน้ำได้ดีกว่าชนิดที่มีค่าสมมูลเด็กซ์โตรสต่ำ

4) การควบคุมการเกิดผลึก (Crystallization Control) มอลโตเด็กซ์ตรินมีคุณสมบัติควบคุมการตกผลึกของน้ำตาลในอาหารได้โดยการขัดขวางไม่ให้มีน้ำตาลที่มีปริมาณมากเกินจุดอิ่มตัวเกิดการรวมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างผลึกแข็งแรง

5) การทำให้อิมัลชันคงตัว (Emulsion Stability) มอลโตเด็กซ์ตริน ไม่มีคุณสมบัติเป็นอิมัลซิไฟเออร์อย่างแท้จริง เนื่องจากขาดสมบัติของการเป็นการชอบน้ำ/ไม่ชอบน้ำ แต่สามารถทำให้อิมัลชันคงตัวอยู่ได้เนื่องจากส่วนที่เป็นโมเลกุลแซ็กคาไรด์สายยาว ทำให้เกิดความหนืดขึ้น ซึ่งจะช่วยรักษาสภาพอิมัลชันไว้ได้

6) การเกิดแผ่นฟิล์ม (Film-Forming Properties) มอลโตเด็กซ์ตรินสามารถเกิดเป็นแผ่นฟิล์มที่มีลักษณะมันวาว และมีสมบัติสามารถป้องกันการผ่านเข้าออกของออกซิเจนได้ จึงเป็นที่นิยมนำมาใช้ในการกักเก็บกลิ่นรสของสารที่ให้กลิ่นรส เพราะช่วยลดการสูญเสียของสารให้กลิ่นรส เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยพบว่ามอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลเด็กซ์โตรสสูงจะเกิดเป็นแผ่นพิล์มดีกว่ามอลโตเด็กซ์ตรินที่มีค่าสมมูลเด็กซ์โตรสต่ำ (Kenyon and Anderson, 1998)

2.13 การใช้ประโยชน์จากมอลโตเด็กซ์ตรินในผลิตภัณฑ์อาหาร

เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินมีสมบัติที่ดีหลายประการ จึงมีการนำมอลโตเด็กซ์ตรินไปใช้ในอาหารประเภทต่างๆ เช่นในกระบวนการทำแห้งแบบพ่นฝอย นิยมใช้มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารตัวกลางสำหรับห่อหุ้มสารให้กลิ่นรสต่างๆ ในอุตสาหกรรมสารให้กลิ่นรสและสารให้ความหวานสังเคราะห์ นิยมใช้มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารเพิ่มปริมาณ มอลโตเด็กซ์ตรินจะช่วยป้องกันการเกิดผลึกน้ำตาล ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัส รักษาความชุ่มชื้น และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ขนมหวาน มอลโตเด็กซ์ตรินช่วยควบคุมการเพิ่มขนาดของเกล็ดน้ำแข็งในผลิตภัณฑ์แช่แข็ง และมอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารตัวกลางพากลิ่นรส (flavor carrier) ที่ดี จึงนิยมใช้เป็นสารเชื่อม (binder) และสารเคลือบ โดยใช้เป็นตัวกลางให้กับสารให้ความหวาน สารให้กลิ่นรส และเครื่องเทศในผลิตภัณฑ์จากธัญพืชและอาหารว่าง นอกจากนี้ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารทดแทนไขมันในอาหารประเภทไขมันต่ำ เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตริน ให้พลังงานเพียง 3.8 กิโลแคลอรีกรัม (Macrae et al., 1993) ตัวอย่างการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินในอาหารประเภทต่างๆดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การใช้มอลโตเด็กซ์ตรินในอาหารประเภทต่างๆ

ผลิตภัณฑ์	ค่าสมมูลเด็กซ์โตรส	เหตุผลในการเลือกใช้
เครื่องดื่มผง	1, 510, 15	ไม่จับตัวเป็นก้อน ละลายน้ำดีช่วยให้กลิ่นรสคงที่ และทำให้แห้งง่าย
อาหารเด็กอ่อน	15	กระจายตัวและละลายน้ำได้ดี มีคุณค่าทางอาหาร
สารให้ความหวานสังเคราะห์	5, 10, 15	เป็นสารเพิ่มความหวาน ไม่จับตัวเป็นก้อน ไม่มีกลิ่นรสและละลายน้ำ
ครีมเทียม	10, 15	เพิ่มปริมาณเนื้ออาหาร
เนยแข็งเทียม	10	ป้องกันการเกิดสีน้ำตาล ปรับปรุงเนื้อสัมผัส
ไส้ขนมครีมเทียม	10	ละลายได้ง่ายให้เนื้อสัมผัสเนียนกระจายตัวในไขมันและช่วยกลิ่นรส
สารเคลือบผิวหน้า	5, 10 15	ป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล ควบคุมความชื้น ให้ความหนืด
อาหารว่าง	10	เชื่อมเนื้ออาหาร ไม่เหนียวติดกัน และไม่มีกลิ่นรส
ขนมหวานชนิดอัดตัว	10, 15	เป็นสารยึดเกาะ มันวาวเป็นตัวเชื่อมชิ้นอาหารและสามารถบีบอัดได้
ขนมหวานชนิดเคี้ยวได้นาน	5, 10	ละลายได้ดี ความหนืดสูง และไม่มีผลต่อกลิ่นรส
สารเคลือบ	5, 10	เกิดแผ่นฟิล์ม เป็นสารยึดเกาะ เป็นสารเชื่อม และไม่มีกลิ่นรส
ลูกกวาดชนิดแข็ง	10	ดูดความชื้นจากอากาศได้น้อย และทำให้ลูกกวาดละลายช้า
อาหารแช่แข็ง	10	ให้ความหนืด ป้องกันการเกิดผลึกน้ำแข็ง และควบคุมความชื้น
สารตัวกลางพากลิ่นรส	1, 5, 10, 15	ช่วยเพิ่มปริมาณ เป็นสารกักเก็บกลิ่นรส

ที่มา : Macrae et al. (1993)

นรากร (2550) ศึกษาการผลิตโยเกิร์ตผง โดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารคงตัวที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์และโยเกิร์ตผงคืนรูป และศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผงทั้งหมดก่อนและหลังการคืนรูปในระหว่างการเก็บรักษา จากการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารคงตัว 2 ชนิด คือ gelatin และ modified starch ที่ความเข้มข้นร้อยละ 00.2 0.4 0.6 0.8 และ 1 w/w พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารคงตัวทั้งสองชนิด ความหนืดและปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณความชื้นและปริมาณการแยกตัวของหางนมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนค่าสี L a b ค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณกรดในรูปกรดแลคติกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และพบว่า gelatin สามารถเพิ่มความหนืด และลดการแยกตัวของหางนมในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตได้ดีกว่า modified starch โดยการเติม gelatin ร้อยละ 0.8 w/w ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตโดยวิธีการแช่เยือกแข็ง พบว่าโยเกิร์ตผงคืนรูป จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทำให้ปริมาณความชื้นและการแยกตัวของหางนมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าสี L a b ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณ acetaldehydeแบคทีเรียแลคติก และแบคทีเรียทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อผ่านกระบวนการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จากการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาโยเกิร์ตผงที่บรรจุในถุง aluminiumlaminated polyethylene เก็บรักษาที่

อุณหภูมิแช่เย็นและที่อุณหภูมิห้อง พบว่าผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ ปริมาณความชื้น และการเปลี่ยนแปลงของค่าสี L a b มากกว่าโยเกิร์ตผงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเก็บเป็นระยะเวลานานขึ้น และจากการศึกษาผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผลคืนรูป พบว่า โยเกิร์ตผงคืนรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น จะมีคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีกว่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เมื่อพิจารณาคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่า ผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตผงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บนาน 4 สัปดาห์ ส่วนที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น มีอายุการเก็บนานถึง 6 สัปดาห์

สุนัน (2556) ศึกษาการทำแห้งด้วยลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็งต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำคั้นจากต้นข้าวหอมมะลิผง ผลิตจากวิธีการทำแห้งด้วยลมร้อน (40 degree Celsius และ 60 degree Celsius) และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี จุดเยือกแข็ง ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และทั้งหมด ปริมาณน้ำอิสระ และค่าสี (L*, a*, b*) กับน้ำคั้นต้นข้าวอ่อนสด และน้ำคั้นต้นข้าวอ่อนผงที่ทำละลายแล้ว จากการศึกษาพบว่าการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งให้ผลิตภัณฑ์ผลมีคุณภาพดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอบแห้งด้วยลมร้อน เนื่องจากหลังการทำละลายผลิตภัณฑ์ผงให้คุณสมบัติเทียบเคียงได้กับน้ำคั้นต้นข้าวอ่อนสด ซึ่งน้ำคั้นต้นข้าวอ่อนสดมีจุดเยือกแข็งประมาณ -1 degree Celsius ให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดต่ำสุด (0.08 มก./ก) และหลังการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นในช่วง 0.910-0.990 มก./ก ที่อุณหภูมิการทำแห้ง 60 degree Celsius c]t 40 degree Celsius ตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดลดลงหลังการทำละลาย (0.116 มก./ก) ผลิตภัณฑ์ผลที่ได้มีปริมาณน้ำอิสระ (a]subscript w]) น้อยกว่า 0.6 ซึ่งเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารผง การเปลี่ยนแปลงค่าสีของน้ำต้นอ่อนผงอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 degree Celsius และ 60 degree Celsius มีค่า L*, b* และ a* เพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับน้ำคั้นต้นข้าวอ่อนสดในขณะที่เมื่ออบแห้งแบบแช่เยือกแข็งค่าสี L*, b* และ a* มีแนวโน้มลดลง จากการศึกษานี้พบว่าหลังการทำละลายผลิตภัณฑ์น้ำคั้นต้นอ่อนข้าวหอมมะลิผงที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิต่ำทั้งแบบลมร้อน 40 degree Celsius และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง สามารถรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์ และคุณภาพของสีได้ใกล้เคียงกับน้ำคั้นต้นข้าวอ่อนสด

สุนันทา (2545) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้อง ซึ่งจัดเป็นเครื่องดื่มสุขภาพข้าว ได้ทำการศึกษาคัดเลือกข้าว และกระบวนการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องที่เหมาะสม ในปี 2547-2548 ที่ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี พบว่าสามารถผลิตได้จากข้าวกล้องพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 และปทุมธานี 1 โดยมีการนำส่วนรวงข้าวกับธงในระยะน้ำนมของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มาใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องมีลักษณะของกลิ่นและสีดีขึ้น ใช้รวงข้าวกับธงในปริมาณ 30 กรัมต่อข้าวกล้องบดหยาบ 100 กรัม นำรวงข้าวกับใบธงมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วปั่นกับน้ำเล็กน้อย คั้นเอาแต่น้ำ จากนั้นนำน้ำรวงข้าวที่คั้นได้ไปต้มพร้อมกับข้าวกล้องบดหยาบ น้ำในอัตราส่วน 1 : 20 เท่าเป็นเวลา 20 นาที ทำการกรอง แล้วนำมาปรุงแต่งรสชาติเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องด้วยเกลือในปริมาณร้อยละ 0.16 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร น้ำเชื่อมที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ในปริมาณร้อยละ 15 โดยปริมาตร และปรับปรุงคุณภาพน้ำข้าวกล้องไม่ให้มีการตกตะกอน หรือแยกชั้น

ด้วยการเติมสารคาราจีแนน ในปริมาณร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer เพื่อให้เครื่องดื่มน้ำข้าวก้องเป็นเนื้อเดียวกัน ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเขียวอ่อน และมีกลิ่นหอมของข้าว

เกศรินทร์ (2555) ศึกษาการวิจัยการประยุกต์ใช้ข้าวกล้องงอกในผลิตภัณฑ์ขนมหวานแบบแช่เยือกแข็งได้ดำเนินการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตขนมหวานจำนวน 3 ชนิด ผลการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตขนมหวานแต่ละชนิดพบว่า การพัฒนาบัวลอยข้าวกล้องงอกแช่แข็ง โดยศึกษาอัตราส่วนของข้าวกล้องงอกต่อน้ำในการพรีเจล กับปริมาณแป้งข้าวเหนียวในกระบวนการผลิตบัวลอยข้าวกล้องงอก โดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in Rcbd โดยศึกษาอัตราส่วนของข้าวกล้องงอกต่อน้ำในการพรีเจล 2 ระดับที่ 2:3 และ 2:4 กับปริมาณแป้งข้าวเหนียวระดับที่ 25, 30 และ 35 กรัม ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบบัวลอยข้าวกล้องงอกระดับปานกลางที่อัตราส่วนของข้าวกล้องงอกต่อน้ำในการพรีเจลกับปริมาณแป้งข้าวเหนียวในกระบวนการผลิตบัวลอยข้าวกล้องงอกที่ 2:3 กับปริมาณแป้งข้าวเหนียว 3 ระดับ ที่ 30 กรัม เมื่อจะรับประทานนำบัวลอยข้าวกล้องงอกแช่แข็ง -18 องศาเซลเซียส ทำการละลายหลังการแช่แข็งที่ระดับความร้อนของเตาไมโครเวฟ 70 เป็นเวลา 2 นาที เต้าฮวยข้าวกล้องงอก ศึกษาอัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอกต่อนมสดในเต้าฮวย โดยศึกษาอัตราส่วนของน้ำข้าวกล้องงอกต่อนมสด จากผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเต้าฮวยข้าวกล้องงอกที่อัตราส่วนข้าวกล้องงอกต่อนมสด 100:0 และใช้สารให้ความคงตัวผงวุ้น อยู่ในระดับความชอบมาก โดยเต้าฮวยมีลักษณะสีขาวอมเหลืองเล็กน้อย มีความเนียนลอดช่องข้าวกล้องงอก จากการศึกษาร้อยละข้าวกล้องงอกต่อแป้งข้าวเจ้าในกระบวนการผลิตลอดช่องข้าวกล้อง 3 ระดับที่ร้อยละ 50 60 และ 70 จากผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลอดช่องข้าวกล้องงอกกับปริมาณข้าวเจ้าที่ร้อยละ 60 โดยใช้ระยะเวลาในการกวนส่วนผสมที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตลอดช่องข้าวกล้อง 30 นาที จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมหวานพบว่า บัวลอยข้าวกล้องงอกมีอายุการเก็บรักษา 4 เดือน เต้าฮวยข้าวกล้องงอกอายุการเก็บรักษา 1 เดือน และลอดช่องข้าวกล้องงอก มีอายุการเก็บรักษา 2 สัปดาห์ โดยเต้าฮวยเริ่มมีการแยกชั้น ส่วนลอดช่องก็มีกลิ่นหื่น และเส้นยุ่ย ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ยอมรับ

ธีรพงษ์ (2550) ศึกษางานวิจัยนี้การเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณโพลิฟีนอล ในระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียว (ชาไม่หมัก) และชาอู่หลง (ชากึ่งหมัก) ของจังหวัดเชียงราย ประเทศไทย ทำการเก็บใบชาสดพันธุ์อัสสัม และชาจีน 2 สายพันธุ์ คือ อู่หลงเบอร์ 17 และอู่หลงเบอร์ 12 นำมาเข้ากระบวนการผลิตชา ทำการเก็บตัวอย่างชาในระหว่ากระบวนการผลิต จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมด ประเมินความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) วิเคราะห์ปริมาณคาเฟอีน และคาเทชินแต่ละชนิดได้แก่ epigallocatechin-3-gallate (EGCG), epigallocatechin (EGC), epicatechin-3-gallate (ECG), epicatechin (EC), gallocatechin (GC), catechin (C), gallocatechingallate (GCG) และ catechingallate (CG) โดยโครมาโทรกราฟีเหลวสมรรถนะสูง จากการศึกษาพบว่าขั้นตอนการอบแห้งและการคั่วชา ทำให้ปริมาณความชื้นลดลงอย่างเห็นได้ชัดในกระบวนการผลิตชาเขียวและชาอู่หลงตามลำดับ ในกระบวนการผลิตชาเขียวและชาอู่หลงพบว่า ปริมาณคาเฟอีนความสามารถในการจับอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณโพลิฟีนอลทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงคาเทชินในระหว่างกระบวนการผลิตพบว่า ในกระบวนการผลิตชาเขียวขั้นตอนการผึ่งชา ทำให้ปริมาณ EGC และ EGCG เพิ่มขึ้น

ปริมาณคาเทชินแต่ละชนิดไม่เปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดในขั้นตอนการคั่วชา ในขั้นตอนอบแห้งพบว่า ปริมาณ EGCG ลดลง และปริมาณ GCG ซึ่งเป็นคู่อีพิเมอร์เพิ่มสูงขึ้น ส่วนในกระบวนการผลิตชาอู่หลงพบว่า ขั้นตอนการหมักชาไม่ทำให้คาเทชินเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด ขั้นตอนการคั่วชาทำให้คาเทชินชนิด EGC และ EGCG เพิ่มสูงขึ้นอย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณคาเทชินทั้งสองลดลง ในขณะที่คู่อีพิเมอร์(GC และ GCG) เพิ่มสูงขึ้นในขั้นตอนการนวดชา ขั้นตอนการทำแห้งไม่ทำให้คาเทชินเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าในกระบวนการผลิตชาเขียวขั้นตอนการผึ่งชา และอบแห้งชา ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณคาเทชิน ส่วนในกระบวนการผลิตชาอู่หลง ขั้นตอนการคั่วชา และนวดชา เป็นขั้นตอนสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงคาเทชิน

วีรเชษฐ์และคณะ (2553) ศึกษาการผลิตมะขามผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยใช้มอลโตเด็กซ์ตรินและอาราบิกกัม เป็นสารตัวพาโดยโครงงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการแปรรูปมะขามเปียกที่ใช้ในการประกอบอาหารให้มีลักษณะที่เป็นผงโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยมีตัวแปรที่ศึกษาคือ อุณหภูมิ (120 และ140 องศาเซลเซียส) ชนิดของสารตัวพา (มอลโตเด็กซ์ตริน และอารบิกกัม) และอัตราส่วนของน้ำมะขามเปียกต่อสารตัวพาที่ใช้ในการทำแห้ง (1:0.4, 1:0.8 และ 1:1.4) จากผลการทดลองพบว่าทั้งอุณหภูมิ ชนิดและปริมาณของสารตัวพาล้วนมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มะขามผง โดยกรณีที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารตัวพา อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งคือ 140 องศาเซลเซียส หากใช้อัตราส่วนของน้ำมะขามเปียกต่อสารตัวพาเท่ากับ 1:0.8 หรือในช่วงระหว่าง 120-140 องศาเซลเซียส หากใช้อัตราส่วนของน้ำมะขามเปียกต่อสารตัวพาเท่ากับ 1:1.4 และในกรณีที่ใช้อารบิกกัมเป็นสารตัวพา อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 120-140 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราส่วนของน้ำมะขามเปียกต่อสารตัวพาเท่ากับ 1:0.4 หรือ 1:0.8 นอกจากนี้จากผลการทดลองทางประสาทสัมผัสพบว่า มะขามผงคืนรูปที่ใช้สารตัวพาเป็นมอลโตเด็กซ์ตริน ได้รับความพึงพอใจในด้านสี, ลักษณะปรากฏและความชอบโดยรวมมาก

วันเพ็ญ (2546) ศึกษาผลของมอลโตเด็กซ์ตริน ต่อคุณภาพมะนาวผงผลิตโดยกระบวนการทำแห้งแบบระเหิด โดยมะนาวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญแต่มีราคาไม่คงที่ โดยแปรตามฤดูกาล การแปรรูปเป็นมะนาวผงจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้ผลิตผลในช่วงที่มีราคาถูก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปน้ำมะนาวด้วยเครื่องทำแห้งแบบระเหิด โดยใช้มอลโตเด็กซ์ตริน D.E17 เป็นสารช่วยในการทำแห้งและเพิ่มมวลของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษามอลโตเด็กซ์ตรินD.E17 ที่ความเข้มข้น 6 ระดับ (15, 20, 25, 30, 35 และ 40% w/w) เวลาที่ใช้ตั้งแต่แช่เยือกแข็งถึงทำแห้งรวม 14 ชั่วโมงพบว่า ที่สภาวะความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตริน 35ให้เนื้อสัมผัสของมะนาวผงไม่เกาะตัวเป็นก้อน มีร้อยละของผลผลิตจากการทำแห้ง 36.84

ชุติมา และคณะ (2553) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงสำเร็จรูปจากตะไคร้ด้วยการทำแห้งแบบโฟม-แมท โดยหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตและประเมินคุณภาพของผงจากตะไคร้(Cymbopogon citrates Stapf.) ที่ได้จากการทำแห้งแบบโฟมแมท การทำแห้งแบบโฟมแมท ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินความเข้มข้นร้อยละ 25 (โดยน้ำหนัก) และสารที่ก่อให้เกิดโฟมมี 3 ชนิด คือ เมโทเซล เมโทเซลร่วมกับคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (1:1) และเมโทเซลร่วมกับซอยโปรตีนไอโซเลท(1:1) ปริมาณร้อยละ 50 (โดยน้ำหนัก) ผสมลงในส่วนสกัดจากใบ

ตะไคร้ ความเข้มข้นของสารที่ก่อให้เกิดโฟม 3 ระดับ คือร้อยละ 0.5, 1.0 และ 1.5 (โดยน้ำหนัก) ตีให้เป็นโฟมและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 2ระดับคือ 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที พบว่าการใช้เมโทเซลร่วมกับคาร์บอกเมทิลเซลลูโลส ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 และอุณหภูมิอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส เป็นภาวะที่เหมาะสมในการผลิต ผลิตภัณฑ์ผงสำเร็จรูปจากตะไคร้ที่ได้มีคุณภาพดังนี้ ความชื้นร้อยละ 4.50 ปริมาณน้ำอิสระ 0.49 ค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 78.40, -1.82 และ 20.89 ตามลำดับ จุลินทรีย์ทั้งหมด 26.6 cfu/g ยีสต์และราน้อยกว่า 10 cfu/g ไม่พบ E.coli และโคริฟอร์มน้อยกว่า 2 MPN/g

สโรบล และชัยรัตน์ (2554) ศึกษาผลของอุณหภูมิการอบแห้งและสารช่วยอบแห้งต่อคุณภาพของสับปะรดผงและน้ำสับปะรดคืนรูปที่มีความเข้มข้น12.8 brix โดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย แปรอุณหภูมิลมร้อนที่ 130 150 และ 170 องสาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 37, 40 และ 43 ของน้ำหนักแห้ง พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นร้อยละ 2.04-3.64 มาตรฐานแห้ง และความสามารถในการละลายมากกว่าร้อยละ 90 การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนทำให้ได้ร้อยละผลผลิตลดลงและอุณหภูมิที่สูงเกินไป (170°ซ) ทำให้ปริมาณสารฟีนอลิกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังนั้น หากพิจารณาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตและปริมาณของสารฟีนอลิกเป็นเกณฑ์สภาวะอบแห้งที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิลมร้อนควรอยู่ระหว่างช่วง 130-150°ซ. และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 37-40 มาตรฐานแห้ง

สมฤดี (2555) ศึกษาผลของการใช้เอนไซม์เพกติเนสในกระบวนการผลิตไซรัปและผลของการทำแห้งแบบพ่นฝอยของไซรัปขนุนชนิดผงจากเนื้อขนุนสุกพันธุ์ทองประเสริฐ ผลการวิจัยพบว่าภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทำไซรัปขนุนชนิดผง ณ ภาวะที่ศึกษาคือ การใช้เอนไซม์เพกติเนสความเข้มข้นร้อยละ 0.06 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก บ่มนา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยมีการกวนผสมด้วยความเร็ว 100 รอบต่อนาที และนำไซรัปขนุนที่ได้ไปทำแห้งแบบพ่นฝอยที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 องศาเซลเซียส โดยใช้ความเข้มข้นของมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 38 ผลิตภัณฑ์ไซรับขนุนผงที่ได้มีคุณสมบัติในการละลายดี การประเมินคุณภาพลักษณะทางประสาทสัมผัสหลังจากละลายไซรัปขนุนผงโดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อไซรัปขนุนผงเท่ากับ 1:0.65 โดยปริมาตรน้ำต่อน้ำหนักพบว่ามีคะแนนความชอบอยู่ในระดับปานกลางมีสีเหลืองแบบสีของน้ำขนุนและมีกลิ่นหอมของน้ำตาลไหม้เล็กน้อย

จิรวัฒน์ และคณะ(2549) ศึกษาการผลิตน้ำมะตูมผงโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย พบว่าเมื่อนำน้ำมะตูมทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นกระจาย ที่อุณหภูมิขาเข้า 110, 120, 130 และ140 องศาเซลเซียส พบว่ามะตูมผงที่ได้ มีปริมาณความชื้น การละลาย การแพร่กระจายของผง ความหนาแน่นปรากฏและค่า Aw ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีปริมาณความชื้นค่าเฉลี่ยร้อยละ 11.20_+0.77 มีค่าการละลายคิดเป็นร้อยละ 3.13_+0.56 ของตะกอนที่เหลือ มีค่าการแพร่กระจายของผงเฉลี่ย 1.47_+ 0.02 มีค่าความหนาแน่นปรากฏเฉลี่ย 0.52_+ 0.02 กรัม/มิลลิลิตร และมีค่าAw เฉลี่ย 0.36_+0.04 น้ำมะตูมสกัดที่ไม่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นกระจายจะมีความสว่างน้อยกว่าและลักษณะสีที่อ่อนกว่าน้ำมะตูมสกัดที่ผ่านการอบแห้งแบบพ่นกระจาย ส่วนการประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่าน้ำมะตูมที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นกระจายจะมีสีเข้มกว่าน้ำมะตูมสกัดที่ไม่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นกระจาย น้ำมะตูมที่มีลักษณะใสและมีกลิ่นมะตูมมากที่สุดคือ น้ำมะตูมที่ไม่ผ่านการทำแห้งแบบพ่น

กระจาย และเมื่อพิจารณาลักษณะความชอบรวม พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบน้ำมะตูมคืนรูปที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นกระจาย และน้ำมะตูมสกัดที่ไม่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นกระจายไม่แตกต่างกันทางสถิต

ทศพร (2550) ศึกษาสภาวะการทำแห้งส่วนผสมของน้ำแครอทและหางนมผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าความแตกต่างของอุณหภูมิขาเข้าและขาออกที่มากขึ้นส่งผลให้ความชื้นในอาหารผงมากขึ้น เมื่อปริมาณของแข็งรวมพบว่าผลผลิตอาหารผงที่ดีที่สุดได้จากส่วนผสมที่มีปริมาณของแข็งรวมร้อยละ 30 และเมื่อแปรอัตราส่วนน้ำหนักแห้งของแครอทต่อหางนมผงพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดเท่ากับ 30 : 70 (น้ำหนักแห้ง) อุณหภูมิทำแห้งที่เหมาะที่สุดที่อุณหภูมิขาเข้า/ขาออกเท่ากับ 180/85 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าถ้าอัตราส่วนของแครอทในส่วนผสมเกินร้อยละ 40 ไม่สามารถทำแห้งได้อย่ามีประสิทธิภาพ

พรรณจิรา และคณะ (2545) ศึกษากระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจายและไมโครเวฟสุญญากาศ ใช้น้ำผักผลไม้รวมที่มีอัตราส่วนโดยปริมาตรระหว่างน้ำส้ม น้ำแครอท และน้ำมะนาว เท่ากับ 49:34:17 และที่ระดับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 16 องศาบริกซ์ พบว่าการใช้อุณหภูมิลมร้อนข้าเข้า 110 องศาเซลเซียสและปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 16 โดยน้ำหนัก จะให้ผลิตภัณฑ์ผงที่มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีและประสาทสัมผัสที่ดีที่สุด

ณัฐรีพร (2549) ศึกษาการผลิตน้ำบ๊วยผง โดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย พบว่าสภาวะที่เหมาะสมกับการผลิตเครื่องดื่มบ๊วยผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย คือปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 180 องศาเซลเซียส จะได้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มบ๊วยผงที่มี คุณภาพทางเคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสดีที่สุดสำหรับอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มบ๊วยผงสำเร็จรูป คือ อัตราส่วนของเครื่องดื่มบ๊วยผงต่อน้ำตาลเท่ากับร้อยละ 21.74 ต่อ 78.26 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และอัตราส่วนที่เหมาะสมในการชงละลายของเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปต่อน้ำอุ่นเท่ากับ 1 ต่อ 5 ซึ่งให้ค่าการประเมินผลทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับสูงสุด เครื่องดื่มบ๊วยผงสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้นเท่ากับ 0.51 และค่า a_w เท่ากับ 0.42 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ผลิตภัณฑ์อาหารแห้งประเภทเครื่องดื่มผงสำเร็จรูป

ปัทมา และคณะ (2547) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปปลาผงเชิงธุรกิจ พบว่าสภาวะการห่อหุ้มน้ำมันหอมละเหยให้อยู่ในรูปผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย คือใช้อุณหภูมิลมเข้า 180 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิลมออก 120 องศาเซลเซียส อัตราการป้อนสารละลายเข้า 4 มิลลิลิตรต่อนาที ชนิดของสารห่อหุ้มที่เหมาะสมคือ Modified starch 1604 ซึ่งจะทำให้ได้ร้อยละของน้ำมันหอมระเหยที่ถูกห่อหุ้มเฉลี่ยเท่ากับ 6.09 คุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดที่ถูกห่อหุ้มมีค่า a_w เฉลี่ย 0.475 ความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 4.99 และการละลายเฉลี่ยร้อยละ 99.24 ลักษณะปรากฏผงร่วนสีขาวไม่เหนียวติดกัน เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของกลิ่นจะให้ค่าคะแนนระดับความแรงของกลิ่นมากที่สุดโดยแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ Profile ของสารให้กลิ่นในน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูดที่ถูกห่อหุ้มด้วยเครื่อง GC เมื่อทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำนึ่งปลาผงที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย ใบตะไคร้ และผิวมะกรูดที่ห่อหุ้มด้วย Modified starch 1604 ในปริมาณร้อยละ 0.5 พบว่า สูตรที่มีการยอมรับจากผู้บริโภคคือสูตรที่มีการเติมน้ำมันหอมระเหยที่ถูกห่อหุ้มจากกระชาย ใบตะไคร้ และ ผิวมะกรูด ใน

อัตราส่วนร้อยละ 45:45:10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนึ่งปลาผงที่ผสมสารให้กลิ่นที่ห่อหุ้ม พบว่ามีค่า a_w เฉลี่ย 0.18 ความชื้นร้อยละ 3.40 ไขมันร้อยละ 0.006 และปริมาณโปรตีนร้อยละ 26.56 ผลการศึกษาข้อมูลด้านการตลาดของผลิตภัณฑ์ซุปปลาผงที่ผสมน้ำมันหอมระเหยจากกระชาย ใบตะไคร้ และผิวมะกรูด ที่ถูกห่อหุ้มแล้วโดยการทำการอภิปรายกลุ่ม พบว่าผลิตภัณฑ์ซุปปลาผงสูตรที่ผ่านการพัฒนากลิ่นรสนี้เหมาะที่จะนำไปผสมปรุงแต่งกับอาหารชนิดต่างๆ ที่เป็นประเภทรสจัด

ศุภมาส (2550) วิจัยและพัฒนาการแปรรูปทุเรียนผงแบบพ่นฝอย พบว่าทุเรียนผงที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 และ180 องศาเซลเซียส จะได้คะแนนการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคสูงสุดไม่แตกต่างทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เนื่องจากความสามารถในการละลายของทุเรียนผงที่อุณหภูมิการทำแห้ง 170 องศาเซลเซียส สูงกว่าจึงเลือกสภาวะของการผลิตทุเรียนผงที่ใช้มอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 20 และอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าของการทำแห้งเป็น 170 องศาเซลเซียส โดยทุเรียนผงที่ผลิตได้มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 0.01-700 ไมโครเมตร จากนั้นศึกษาระยะการสุกที่เหมาะสมในการทะแห้งของทุเรียน 3 พันธุ์ได้แก่ พันธุ์หมอนทอง ชะนี และก้านยาว ที่ 3 ระยะการสุกคือ สุก สุกกำลังรับประทาน และสุกงอมจัด พบว่าทุเรียนผงที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์หมองที่ระยะสุกงอมจัด ทุเรียนพันธุ์ชะนี และทุเรียนพันธุ์ก้านยาวระยะสุกกำลังรับประทานได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคต่อทุเรียนผงที่ผลิตจากทุเรียนพันธุ์ชะนีมีคะแนนของการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด สำหรับอายุการเก็บรักษาทุเรียนผงที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอล์ยลามิเนตจะมีอายุการเก็บรักษามากกว่า 9 เดือน ยังคงสภาพทุเรียนผงที่ดี ไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง และไม่มีกลิ่นหืนแต่ทุเรียนที่บรรจุถุงพลาสติก PO จะมีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 6 เดือน

จากการศึกษาจากผลงานวิจัยดังกล่าวที่เกี่ยวข้องกับการทำเครื่องดื่มผงและน้ำผลไม้ผงพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงเหล่านี้ได้แก่ กรรมวิธีการเตรียมน้ำสกัด กรรมวิธีการสกัดน้ำ สารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวจับและเพิ่มปริมาณ โดยสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ผงแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป สำหรับผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดพร้อมชงก็เช่นเดียวกันที่มีความจำเป็นต้องศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

- ข้าวสังข์หยด (ตราสหกรณ์บ้านบางกล่ำ)

3.1.2 สารเคมีที่ใช้

- มอลโตเด็กตรินซ์
- สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์โปรตีน ไขมัน

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อุปกรณ์งานครัว ได้แก่

-กระทะ

-ตะหลิว

-อ่างผสมสแตนแลส

-กระชอน

-ผ้าขาวบาง

3.2.2 อุปกรณ์แปรรูป ได้แก่

-เครื่องโม่แป้ง

-เครื่องปั่น เครื่อง COMMERCIAL BLENDER

-เครื่องบดละเอียด เครื่อง MULTI-FUNCTIONAL HIGH-SPEED

3.2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่

- เทอร์โมมิเตอร์
- เครื่องวัดค่าสี Colorimeter ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น ColorFlex
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ยี่ห้อ ATAGO รุ่นPR-201α
- เครื่อง pH meter ยี่ห้อ SCHOTT Instruments รุ่นLab 850
- เครื่องวัดความชื้น ยี่ห้อ Satorius รุ่น MA 150
- เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อรุ่น AQUA LAB รุ่น4TE

3.3 วิธีวิจัย

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ นำข้าวสังข์หยดมาคั่วจนหอมหลังจากนั้นนำมาโม่ โดยครกโม่แป้ง ปั่นโดยเครื่อง COMMERCIAL BLENDER และบดละเอียดโดยเครื่อง MULTI-FUNCTIONAL HIGH-SPEE ให้ละเอียดเพื่อสกัดสารสีจากข้าวสังข์หยด โดยการเติมน้ำในอัตราส่วนระหว่างข้าวและน้ำเท่ากับ 1:1 จากนั้นกรองแยกน้ำออก โดยใช้ผ้าขาวบาง นำน้ำข้าวที่ได้ไปวิเคราะห์ความชื้น ค่าสี และปริมาณไขมัน

3.3.2 ทดลองหากรรมวิธีการบดข้าว และปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในการทำชาข้าวสังข์หยด

3.3.2.1 การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (RCBD) โดยศึกษา 2 ปัจจัยได้แก่ ปัจจัยที่ 1 ปริมาณสารมอลโตเด็กซ์ตริน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 4, 7 และ 10 ของน้ำข้าว ปัจจัยที่ 2 กรรมวิธีการบดข้าว 3 วิธี คือ โม่โดยครกโม่แป้ง ปั่นโดยเครื่องCOMMERCIAL BLENDER และบดละเอียดโดยเครื่องMULTI-FUNCTIONAL HIGH-SPEED จัดชุดการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factonial Expeniment) ได้ชุดการทดลอง 9 ชุดการทดลอง ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ชุดการทดลองหากรรมวิธีการบดข้าว และปริมาณสารมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในการทำชาข้าวสังข์หยด

ชุดการทดลองที่*	ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน (ร้อยละของน้ำข้าว)	กรรมวิธีบดข้าว
1 (T_1M_1)	4	โม่
2 (T_1M_2)	7	ปั่น
3 (T_1M_3)	10	บด
4 (T_2M_1)	4	โม่
5 (T_2M_2)	7	ปั่น
6 (T_2M_3)	10	บด
7 (T_3M_1)	4	โม่
8 (T_3M_2)	7	ปั่น
9 (T_3M_3)	10	บด

* T_1 : โม่ โดยครกโม่แป้ง T_2 : ปั่นโดยCOMMERCIAL BLENDER

T_3 : บดบดละเอียดโดยเครื่องMULTI-FUNCTIONAL HIGH-SPEED)

M_1 : มอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับร้อยละ 4

M_2 : มอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับร้อยละ 7

M_3 : มอลโตเด็กซ์ตรินที่ระดับร้อยละ 10

3.3.2.2 การทำแห้งชาข้าว

นำน้ำข้าวที่ได้จากชุดการทดลองต่างๆ จากขั้นตอนที่ 3.3.2.1 มาทำแห้งโดยวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งด้วยเครื่องทำแห้ง FREEZE DRYER รุ่น HETO POWERDRY LL3000 (ภาพที่ 3.1) ที่อุณหภูมิ-55 องศาเซลเซียส สุญญากาศ 20 นิ้วปรอท บันทึกปริมาณผลผลิตชาข้าวที่ได้

3.3.2.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ

นำผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดจากทุกชุดการทดลองในขั้นตอน 3.3.2.3 มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพได้แก่

1) คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่
   - ค่าสี โดยเครื่องวัดค่าสี Colorimeter ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Flex
   - การละลาย (Solubility) โดยวิธีของCona - Chauca et al. (2004)
2) คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่
   - ความชื้น (moisture content) โดยเครื่องวัดความชื้นรุ่น MA 150
   - ของแข็ง โดยเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ยี่ห้อ ATAGO รุ่นPR-201α
   - ความเป็นกรด – ด่าง โดยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ SCHOTT Instruments รุ่น Lab 850
   - น้ำอิสระ (a_w) โดยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ รุ่น AQUA LAB 4TE

3.3.3 การทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์จากขั้นตอนที่ 3.3.2 ทุกชุดการทดลองมาทดสอบการยอมรับโดยวิธี 9-Points Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบ จำนวน 40 คน และนำผลการทดสอบไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ

ภาพที่ 3.1 เครื่องทำแห้งแบบ FREEZE DRYER

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตชาข้าวสังข์หยด โดยศึกษาปัจจัยปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน และกรรมวิธีสกัดสารสีแอนโธไซยานินจากน้ำข้าว และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ได้ผลดังนี้

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพของวัตถุดิบ

จากการวิเคราะห์คุณภาพของข้าวสังข์หยดก่อนคั่วและหลังคั่ว ซึ่งผ่านการบดลดขนาดโดยวิธีการต่างๆ มีคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของข้าวสังข์หยดก่อนคั่วและหลังคั่วที่ผ่านการบดแบบต่างๆ

ข้าวสังข์หยด	Moisture	ค่าสี			Fat
	(ร้อยละ)	L*	a*	b*	(ร้อยละ)
ก่อนคั่ว	11.00±0.20	42.95±0.67	17.99±0.41	24.59±0.55	-
หลังคั่ว	7.19±0.13	44.55±0.55	18.22±0.45	24.62±0.80	-
T_1	8.34±0.74	51.65±0.76	14.61±0.25	18.52±0.26	4.20±0.04
T_2	9.43±0.69	63.77±0.37	11.44±0.78	15.11±0.92	3.34±0.91
T_3	7.68±0.13	70.47±0.40	10.56±0.26	14.15±0.18	3.02±0.05

หมายเหตุ T_1: โม่โดยครกโม่แป้ง T_2: ปั่นโดยเครื่อง COMMERCIAL BLENDER

T_3: บดละเอียดโดยเครื่อง MULTI-FUNCTIONAL HIGH-SPEED

$\bar{x}$±SD จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

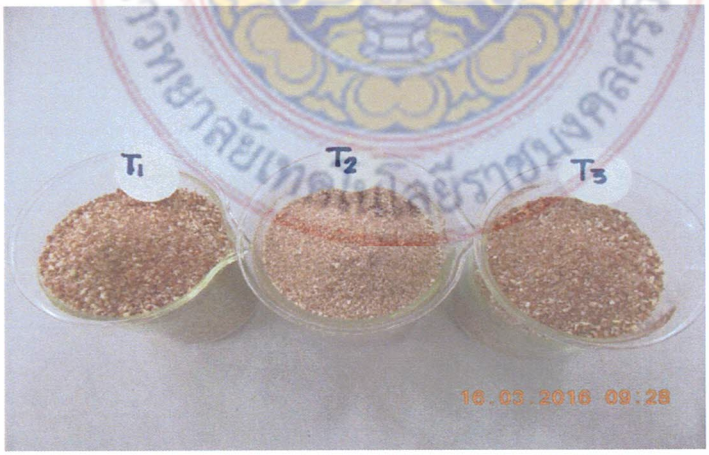
4.1.1 ความชื้น

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ความชื้นของข้าวสังข์หยดก่อนคั่วพบว่ามีค่าความชื้นร้อยละ 11.00 เมื่อนำมาคั่วพบว่าความชื้นลดลงมากเป็นร้อยละ 7.19 จากนั้นนำข้าวคั่วมาบดด้วยวิธีการต่างๆ พบว่าความชื้นมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยการปั่น (T_2) ความชื้นเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 9.43 รองลงมาการโม่ (T_1) ความชื้นเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 8.34 ส่วนการบดละเอียด (T3) ความชื้นต่ำสุดเป็นร้อยละ 7.68 ใกล้เคียงกับหลังการคั่ว การเพิ่มขึ้นของความชื้นเกิดขึ้นจากการสัมผัสของไอน้ำในอากาศขนาดทำการบดสำหรับ ลักษณะของข้าวบด (T_1) มีลักษณะเมล็ดข้าวแตกแต่ไม่ละเอียด (T_2) มีลักษณะเมล็ดข้าวแตกละเอียดและ (T_3) มีลักษณะเมล็ดข้าวแตกละเอียดคล้ายแป้ง

4.1.2 ค่าสี

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสีของข้าวสังข์หยดก่อนคั่ว(ภาพที่ 4.1) พบว่า ค่าL*(ความสว่าง) มีค่า 42.95 เมื่อนำมาคั่วพบว่าค่า L*(ความสว่าง) มีค่าเป็น 44.55 จะเห็นว่าการคั่วไม่ทำให้สีของข้าวเข้มขึ้น จากนั้นนำข้าวคั่วมาบดด้วยกรรมวิธีต่างๆ พบว่า T_3 (บดละเอียด) ค่าL*(ความสว่าง) มากสุดเป็น 70.47 เนื่องจากเมล็ดข้าวแตกละเอียดเป็นแป้งทำให้ข้าวที่ได้มีความสว่างมากขึ้น รองลงมา T_2 (ปั่น) ค่าL*(ความสว่าง) ต่ำลงเป็น 63.77 เนื่องจากเมล็ดข้าวแตกละเอียดทำให้ข้าวมีความสว่างลดลง ส่วนT_1 (โม่) ค่าL*(ความสว่าง) ต่ำสุดเป็น 51.65 เนื่องจากเมล็ดข้าวแตกแต่ไม่ละเอียดทำให้ข้าวมีความสว่างน้อยลง สำหรับค่าa*(ค่าสีแดง) พบว่าก่อนคั่ว มีค่าเป็น 17.99 และหลังคั่วมี ค่าa* เป็น 18.22 ส่วนการโม่ มีค่าa* มากสุดเป็น 14.61 รองลงมาเป็น การปั่น มีค่าa* เป็น 11.44 ส่วนการบดละเอียด มีค่าa* ต่ำสุดเป็น 10.56 ค่าb* (สีเหลือง) ก่อนคั่วพบว่ามีค่าเป็น 24.59 และหลังคั่วมีค่าเป็น 24.62 ส่วน (โม่) มีค่าb* มากที่สุดเป็น 18.52 รองลงมา (ปั่น) มีค่าเป็น 15.11 ส่วน (บดละเอียด) มีค่าb* ต่ำสุดเป็น 14.15 (ภาพที่ 4.2)

ภาพที่ 4.1 ข้าวสังข์หยดก่อนคั่ว



ภาพที่ 4.2 ข้าวสังข์หยดหลังคั่วและผ่านการลดขนาดแบบต่างๆT_1 (โม่), T_2 (ปั่น) และ T_3 (บดละเอียด)

4.1.3 ปริมาณไขมัน

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ไขมันของข้าวสังข์หยดพบว่าไขมันของข้าวสังข์หยดที่ผ่านการโม่ ปริมาณไขมันร้อยละ 4.20 ซึ่งมากที่สุด รองลงมาข้าวสังข์หยดที่ผ่านกรรมวิธีการปั่นและวิธีการบดละเอียด ปริมาณไขมันอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 3.02-3.34

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำข้าวสังข์หยด

จากการวิเคราะห์น้ำข้าวสังข์หยดที่ได้จากกรรมวิธีการทำให้ละเอียดโดยวิธีการโม่ การปั่น และวิธีบดละเอียดโดยเติมน้ำสะอาดในแต่ละวิธีในสัดส่วนข้าวบดต่อน้ำสะอาดเท่ากับ 1:1 พบว่าน้ำข้าวที่ได้จากกรรมวิธีการสกัดที่ต่างกันและใช้ปริมาณสารช่วยจับที่ต่างกันทำให้น้ำข้าวก่อนการทำแห้งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่างกันดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.2 น้ำข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดละเอียดแบบต่างๆ โดยใช้น้ำต่อข้าวบดในอัตราส่วน 1:1

กรรมวิธีเตรียมน้ำข้าว	ร้อยละน้ำข้าว (ร้อยละผลผลิต)	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ร้อยละTSS (Total Soluble Solid))
โม่	53	1.2
ปั่น	42	1.0
บดละเอียด	18	1.3

ร้อยละผลผลิต : ปริมาณน้ำข้าวที่ได้ต่อปริมาณข้าวบด

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์น้ำข้าวสังข์หยดพบว่าคุณสมบัติน้ำข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดละเอียดแบบต่างๆ โดยใช้น้ำต่อข้าวบดในอัตราส่วน 1:1 พบว่า ร้อยละ น้ำข้าวที่ได้จากการโม่ มีค่า ร้อยละผลผลิต ร้อยละ 53 การปั่น มีค่าร้อยละผลผลิตร้อยละ 42 และการบดละเอียดมีค่าร้อยละผลผลิตร้อยละ 18ซึ่งมีปริมาณ น้ำข้าวที่แตกต่างกันเนื่องจากกรรมวิธีในการผลิตที่แตกต่างกัน ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดละเอียดแบบต่างๆ โดยใช้น้ำต่อข้าวบดในอัตราส่วน 1:1 พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำข้าวสังข์หยด การโม่มีค่าร้อยละ 1.2 การปั่นมีค่าร้อยละ 1.0 และการบดละเอียดมีค่าร้อยละ 1.3 ซึ่งมีปริมาณร้อยละของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำข้าวสังข์หยดแตกต่างกันเนื่องจากการบดละเอียดมีค่าที่ได้มากกว่าการโม่และการปั่นเพราะปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำข้าวสังข์หยดโดยวิธีการบดละเอียดละลายได้ในน้ำดีกว่าการโม่และการปั่น

ตารางที่ 4.3 คุณสมบัติน้ำข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดละเอียดแบบต่างๆ โดยใช้น้ำต่อข้าวบดในอัตราส่วน1:1 และใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ร้อยละ 4, 7 และ10 ของน้ำข้าว

น้ำข้าว	ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ที่ใช้เติม (กรัม)	ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดก่อนทำแห้ง (ร้อยละTotal Solble Solid)
T_1M_1	28	4.10
T_1M_2	49	8.30
T_1M_3	70	10.50
T_2M_1	24	5.30
T_2M_2	33.6	6.90
T_2M_3	48	5.20
T_3M_1	18.4	4.30
T_3M_2	32.2	7.50
T_3M_3	46	10.40

* ชุดการทดลองที่1-9 มีความหมายเช่นเดียวกับตารางที่ 3.1

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชาข้าวสังข์หยด (ผงชา)

จากการนำน้ำข้าวที่ผ่านการบดละเอียดโดยวิธีการต่างๆ นำมาเติมมอลโตเด็กซ์ตรินในอัตราร้อยละ 4,7 และ 10 ของน้ำข้าวและนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งได้ผลผลิตชาข้าวผงพร้อมดื่มที่มีคุณลักษณะด้านต่างๆ ดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.1

4.3.1 ความชื้น

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความชื้นของผงชาจากข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และใช้สารมอลโตเด็กซ์ตรินในปริมาณต่างกันพบว่าชุดการทดลองที่ 7 มีค่าความชื้นสูงสุด (8.15) มีความแตกต่างกันทั้ง 8 ชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนสูตรที่ได้คะแนนรองลงมาคือสูตรที่ 6 (6.86) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสูตรที่ได้คะแนนรองลงมาคือสูตรที่ 1,8 และสูตรที่ 9 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 5.49-5.73 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสูตรที่ได้คะแนนรองลงมาคือสูตรที่ 5 และ 1 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.4 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผงชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

ชาข้าวสังข์หยด (ผงชา) ชุดการทดลองที่	Mc (ร้อยละ)	a_w	ค่าสี		
			L*	a*	b*
1	5.49±0.42^{cd}	0.32±0.03^{b}	58.54±0.37^{f}	12.38±0.20^{a}	17.54±0.07^{a}
2	4.27±0.09^{f}	0.20±4.82^{c}	64.65±0.84^{e}	9.88±0.20^{bc}	15.06±0.27^{c}
3	4.07±0.06^{f}	0.13±0.03^{d}	67.93±0.29^{c}	9.72±0.21^{c}	15.04±0.41^{c}
4	5.00±0.17^{e}	0.18±0.03^{c}	65.04±0.41^{d}	10.11±0.26^{b}	16.59±0.11^{b}
5	5.23±0.20^{de}	0.23±0.03^{c}	72.04±0.11^{b}	9.08±0.15^{b}	15.24±0.05^{c}
6	6.86±0.24^{b}	0.35±0.02^{b}	70.52±0.09^{c}	9.02±0.15^{d}	15.04±0.19^{c}
7	8.15±0.21^{a}	0.49±0.02^{a}	71.90±0.09^{b}	9.14±0.09^{d}	15.21±0.04^{c}
8	5.73±0.15^{c}	0.36±0.05^{b}	74.71±0.19^{a}	8.09±0.06^{f}	14.39±0.37^{d}
9	5.64±0.21^{c}	0.31±4.28^{b}	75.09±0.23^{a}	8.53±0.23^{e}	14.76±0.38^{d}

หมายเหตุ : ชุดการทดลองที่1-9 มีความหมายเช่นเดียวกับตารางที่ 3.1

$\bar{x}$±SD จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ภาพที่ 4.3 ลักษณะทางกายภาพของผงชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

4.3.2 น้ำอิสระ(a_w)

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์น้ำอิสระ (a_w)ของชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และใช้สารมอลโตเด็กตรินซ์ปริมาณต่างกันพบว่าชุดการทดลองที่ 7 มีค่าน้ำอิสระ สูงสุดเป็น 0.49 มีความแตกต่างกันทั้ง 8 ชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนสูตรที่มีค่าน้ำอิสระรองลงมาคือสูตรที่ 1, 6, 8 และสูตรที่ 9 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 0.31 – 0.36 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสูตรที่มีค่าน้ำอิสระต่ำคือสูตรที่ 2, 4 และสูตรที่ 5 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 0.18 – 0.23 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสูตรที่มีค่าน้ำอิสระต่ำสุด คือสูตรที่ 3 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดที่ได้จากทุกสูตรมีปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.6 ซึ่งเหมาะสมกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารผง

4.3.3 ค่าสี

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าสี L* ของชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และใช้สารมอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณต่างกัน พบว่าชุดการทดลองที่ 9 และ 8 มีค่า L* สูงสุด (74.71, 75.09) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) สูตรที่ 5 และสูตรที่ 7 มีค่าสี L*รองลงมา 71.09 และ 72.04 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สูตรที่ 3, 6 มีค่าสี L*รองลงมา(67.93,70.52) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สูตรที่ 4 และ2 มีค่าค่าสี L* รองลงมา (67.93,70.52)ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสูตรที่มีค่าสีต่ำสุดคือสูตรที่ 1(58.54) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกสูตร ค่าสี a* ของชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และใช้มอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณต่างกัน พบว่าชุดการทดลองที่ 1 มีค่าสี a* สูงสุด 12.38 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) กับสูตรอื่น สูตรที่มีค่าสี a* รองลงมาคือสูตรที่ 2,4 และ 5 (10.11,9.88 และ9.08)ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสูตรทีสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่าสี a* 9.88และ 9.72 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สูตรที่ 6 และ 7 ค่าสี a* 9.14 และ 9.02 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสูตรที่ 8, 9 มีค่าสี a* ต่ำสุด (8.53 และ8.09) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับค่าสี b* ของชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และใช้มอลโตเด็กซ์ตรินปริมาณต่างกันพบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีค่าสี b* สูงสุดเป็น17.54 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) กับสูตรอื่น ส่วนสูตรที่มีค่าสี b* รองลงมาคือสูตรที่ 4 (16.59) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สูตรที่มีค่าสีต่ำคือสูตรที่ 2, 3, 5, 6 และสูตรที่ 7 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 15.04 – 15.24 และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนสูตรที่มีค่าสีต่ำสุดคือสูตรที่ 8 และสูตรที่ 9 ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 14.39 – 14.76 โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 4.3)

4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชาข้าวสังข์หยด

จากการนำน้ำข้าวที่ผ่านการบดละเอียดโดยวิธีการต่างๆ นำมาเติมมอลโตเด็กซ์ตรินในอัตราร้อยละ 4, 7 และ 10 ของน้ำข้าวและนำไปทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งได้ผลผลิตชาข้าวผงพร้อมดื่มที่มีคุณลักษณะด้านต่างๆ ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ (น้ำชาข้าวสังข์หยด)

น้ำชาข้าวสังข์หยด	ค่าสี			ร้อยละTSS		pH
ชุดการทดลองที่	L*	a *	b*	ก่อนทำแห้ง	หลังทำแห้ง	
T_1M_1	35.50±0.53	12.18±0.30	15.68±1.13	6.5±0.15	4.1±0.12	5.60±0.06
T_1M_2	34.03±0.28	12.16±0.76	14.01±0.13	7.5±0.21	8.3±0.18	5.60±0.02
T_1M_3	30.29±1.12	9.34±0.14	11.05±0.65	8.8±0.12	10.5±0.09	5.60±0.03
T_2M_1	40.96±0.44	9.62±0.42	12.72±0.41	7.1±0.08	5.3±0.05	5.73±0.04
T_2M_2	40.92±1.63	8.33±0.44	10.78±0.22	7.5±0.02	6.9±0.01	5.63±0.18
T_2M_3	37.47±1.35	6.43±0.43	8.64±0.28	7.7±0.10	5.2±0.12	5.61±0.16
T_3M_1	40.00±0.54	9.21±0.68	11.83±0.37	6.4±0.14	4.3±0.10	5.58±0.20
T_3M_2	37.25±0.81	7.02±0.60	9.17±0.69	7.9±0.12	7.5±0.18	5.53±0.19
T_3M_3	34.51±0.79	5.09±0.20	7.22±0.28	8.2±0.12	7.5±0.18	5.58±0.20

หมายเหตุ : ชุดการทดลองที่1-9 มีความหมายเช่นเดียวกับตารางที่ 3.1

$\bar{x}$±SD จากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง

4.4.1 ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (ก่อนทำแห้ง) อยู่ในช่วงร้อยละ 6.4 – 8.8 โดยพบว่าชุดการทดลองที่ 7 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (ก่อนทำแห้ง) ร้อยละ6.4 ซึ่งน้อยสุดทั้ง 9 ชุดการทดลอง และชุดการทดลองที่ 3 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (ก่อนทำแห้ง) ร้อยละ8.8 ซึ่งมีค่ามากที่สุด ทั้ง 9 ชุดการทดลอง

4.4.2 ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (หลังทำแห้ง) อยู่ในช่วงร้อยละ 4.1 – 10.50 โดยชุดการทดลอง 1 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (หลังทำแห้ง) ร้อยละ4.1 ซึ่งน้อยสุดทั้ง 9 ชุดการทดลอง และชุดการทดลอง 3 มีค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (หลังทำแห้ง) ร้อยละ10.56 ซึ่งมีค่ามากที่สุด ทั้ง 9 ชุดการทดลอง

4.4.3 ค่า pH ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง พบว่า ค่า pH อยู่ในช่วงระหว่าง 5.50 – 5.73 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 9 ชุดการทดลอง

4.5 ผลผลิตชาข้าวสังข์หยดแต่ละขั้นตอน

จากการทำผลิตภัณฑ์ชาผงคิดเป็นร้อยละน้ำข้าว และร้อยละผงชาได้ผลดังตาราง 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ผลผลิตของชาข้าวสังข์หยดแต่ละขั้นตอน (ร้อยละผลผลิต)

	ร้อยละผลผลิตน้ำข้าว (ร้อยละ) (น้ำข้าว/ข้าวดิบ)	ร้อยละผลผลิตผงชาข้าว (ร้อยละ) (ผงชา/น้ำข้าว)
ข้าวที่ผ่านการโม่	53	12.34
ข้าวที่ผ่านการปั่น	42	9.99
ข้าวที่ผ่านการบด	18	8.67

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผงชาจากข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง พบว่าผลผลิตของชาข้าวสังข์หยดแต่ละขั้นตอนในน้ำข้าวที่ผ่านการโม่มี ร้อยละผลผลิต 53 ผงชาข้าวที่ได้ร้อยละ 12.34 ในน้ำข้าวที่ผ่านการปั่นได้ร้อยละผลผลิต 42 ผงชาข้าวที่ได้ร้อยละ 9.99 และในน้ำข้าวที่ผ่านการลดละเอียดมีร้อยละผลผลิตร้อยละ 18 ผงชาข้าวที่ได้ร้อยละ 8.67 ซึ่งร้อยละและผงชาข้าวแต่ละขั้นตอนมีความแตกต่างกัน

4.6 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดแต่ละสูตร โดยใช้คะแนนความชอบ 1-9 โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 40 คน ทดสอบคุณลักษณะด้าน สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมผลดังแสดงในตารางที่ 4.6 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการบดแบบต่างๆและใช้ปริมาณมอลโตเด็กตรินซ์ต่างๆกัน

สูตรที่	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
1	6.53±1.34^{b}	6.58±1.32^{b}	6.65±1.17^{b}	6.75±1.19^{b}
2	6.50±0.96^{b}	6.35±1.10^{bcd}	6.55±1.15^{b}	6.73±0.93^{b}
3	6.70±1.11^{b}	6.45±1.11^{bcd}	6.58±1.06^{b}	6.70±1.18^{b}
4	5.88±0.99^{c}	6.00±1.06^{cd}	6.10±0.98^{c}	6.48±0.93^{b}
5	5.85±1.19^{c}	5.95±1.06^{d}	6.10±1.17^{c}	6.25±1.35^{b}
6	6.70±1.57^{c}	6.50±1.25^{bc}	6.70±1.36^{b}	6.68±1.50^{b}
7	6.35±0.95^{b}	6.58±1.17^{b}	6.25±1.06^{b}	6.73±1.11^{b}
8	6.50±1.24^{b}	6.40±1.26^{bcd}	6.25±1.26^{b}	6.35±1.08^{b}
9	7.65±0.95^{a}	7.80±1.09^{a}	7.80±1.11^{a}	8.13±1.09^{a}

หมายเหตุ : ให้ตัวอักษร a แทนค่าเฉลี่ยที่มากที่สุด และให้ตัวอักษร d แทนค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุด

ชุดการทดลองที่1-9 มีความหมายเช่นเดียวกับตารางที่ 3.1

จากตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบรวมของผู้ทดสอบชิมต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของชาข้าวสังข์หยดในแต่ละด้านดังนี้

4.6.1 ด้านสี

คะแนนเฉลี่ยผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชาข้าวสังข์หยดผงด้านสี พบว่า สูตรที่ 9 มีคะแนนการยอมรับสูงสุด (7.65) ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้ง 8 ชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนสูตรที่ได้รับคะแนนรองลงมาคือสูตรที่ 1, 2, 3, 7 และสูตรที่ 8 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยผลการยอมรับอยู่ในช่วงระหว่าง 6.36-6.70 และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนสูตรที่ได้คะแนนยอมรับต่ำสุดคือสูตรที่ 4, 5 และสูตรที่ 6 โดยมีคะแนนเฉลี่ยผลการยอมรับช่วง5.85-6.70 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.6.2 ด้านกลิ่น

คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาข้าวสังข์หยดผงด้านกลิ่น พบว่าสูตรที่ 9มีคะแนนการยอมรับสูงสุด (7.80) ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้ง 8 ชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนสูตรที่ได้รับคะแนนรองลงมาคือ สูตรที่ 1, 2, 3, 6, 7 และสูตรที่ 8 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยผลการยอมรับอยู่ในช่วงระหว่าง 6.35-6.58 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนสูตรที่ได้คะแนนยอมรับต่ำคือสูตร

ที่ 2, 3, 4, 6 และสูตรที่ 8 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในช่วงระหว่าง 6.35-6.50 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับต่ำสุดคือสูตรที่ 5, 2, 3, 4 และสูตรที่ 8 คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในช่วง 5.95-6.40 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.6.3 ด้านรสชาติ

คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาข้าวสังข์หยดผงด้านรสชาติพบว่าสูตรที่ 9 มีคะแนนการยอมรับสูงสุด (7.80) มีความแตกต่างกันทั้ง 8 ชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนสูตรที่ได้รับคะแนนรองลงมาคือ สูตรที่ 1, 2, 3, 6, 7 และสูตรที่ 8 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในช่วง 6.25-6.70 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนสูตรที่ได้คะแนนยอมรับต่ำสุดคือสูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.6.4 ความชอบรวม

คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาข้าวสังข์หยดผงด้านความชอบรวมพบว่าสูตรที่ 9 มีคะแนนการยอมรับสูงสุด(8.13) มีความแตกต่างกันทั้ง 8 ชุดการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ส่วนสูตรที่ได้รับคะแนนรองลงมาคือสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และสูตรที่ 8 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในช่วง 6.25-6.75 โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การพัฒนาข้าวสังข์หยดให้เป็นผลิตภัณฑ์ชาพร้อมชงเพื่อสุขภาพและศึกษากรรมวิธีสกัดน้ำชาข้าวสังข์หยดโดยการใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินในการทำแห้งที่เหมาะสมพร้อมประเมินการยอมรับของผลิตภัณฑ์ต่อผู้บริโภค จากการประเมินทางประสาทสัมผัสชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการทดสอบทั้ง 9 ชุดการทดลอง สรุปได้ว่าสูตรการทดลองที่ 9 ได้รับคะแนนเฉลี่ยการยอมรับจากการประเมินทางประสาทสัมผัส ด้านสี มีสีน้ำตาลอ่อนอมแดง มีกลิ่นหอมของข้าวสังข์หยด รสชาติหวานอ่อนและได้รับความชอบรวมสูงสุด จึงได้เป็นสูตรที่ผ่านการยอมรับจากผู้บริโภคเป็นสูตรที่ดีที่สุดของชาข้าวสังข์หยด ผลการทดลองพบว่า ชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการคั่วและบดละเอียดโดยเครื่องบดละเอียด และใช้สารมอลโตเด็กซ์ตริน ร้อยละ 10 ได้การยอมรับค่าเฉลี่ยสูงสุดทั้งด้านสี (7.65) กลิ่น (7.80) รสชาติ (7.80) และความชอบรวม (8.13) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 8.2 pH 5.50 ความชื้นร้อยละ 5.64 และค่า a_w 0.31 ด้านสี มีสีน้ำตาลอ่อนอมแดง มีกลิ่นหอมของข้าวสังข์หยด รสชาติหวานเล็กน้อย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ความชื้นของข้าวสังข์หยดก่อนคั่วและหลังคั่วพบว่ามีความชื้นร้อยละ 11.00 และ 7.19 ตามลำดับ ข้าวที่ผ่านการบดด้วยกรรมวิธีต่างๆ มีค่าความชื้นอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 7.68-9.43 ค่าสีของข้าวสังข์หยดก่อนคั่วค่า L* 42.95 ค่า a* 17.99 และค่า b* 24.56 ข้าวสังข์หยดหลังคั่วค่า L* 44.55 ค่า a* 18.22 และค่า b* 24.62 เมื่อผ่านการบดด้วยวิธีต่างกัน ค่า L* อยู่ในช่วงระหว่าง 51.65-70.47 ค่า a* อยู่ในช่วงระหว่าง 10.56-14.61 ส่วนค่า b* อยู่ในช่วงระหว่าง 14.15-18.52 ปริมาณไขมันของข้าวสังข์หยดอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 3.02-4.20

ผลผลิตปริมาณน้ำข้าวที่ได้ต่อปริมาณข้าวบดโดยกรรมวิธีการโม่ปริมาณน้ำข้าวที่ได้เป็นร้อยละ 53 ส่วนการปั่นร้อยละ 42 และการบดละเอียดได้ผลผลิตร้อยละ 48 ส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 1.0-1.3

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชาข้าวสังข์หยดผง ความชื้นที่ผ่านการบดแบบต่างๆ และใช้สารปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินในปริมาณต่างกัน พบว่าความชื้นอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 4.07-8.15 น้ำอิสระอยู่ในช่วงระหว่าง 0.13-0.49 ค่าสี L* (ความสว่าง) อยู่ในช่วงระหว่าง 15.04-75.09 ค่า a* อยู่ในช่วงระหว่าง 8.09-12.38 ค่า b* อยู่ในช่วงระหว่าง 14.39-17.54

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำชาข้าวสังข์หยดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดก่อนทำแห้งอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 6.4-8.8 หลังทำแห้งอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 4.1-10.5 และค่า pH อยู่ในช่วงระหว่าง 5.50-5.73

ผลผลิตชาข้าวสังข์หยดปริมาณน้ำข้าวต่อปริมาณข้าวดั่วพบว่าข้าวที่ผ่านการโม่มีร้อยละผลผลิตร้อยละ 53 ผงชาข้าวที่ได้ ร้อยละ12.34 ข้าวที่ผ่านการปั่นมีร้อยละผลผลิต 42 ผงชาข้าวที่ได้ร้อยละ 9.99 และข้าวที่ผ่านการบดละเอียดมีร้อยละผลผลิต 18 ผงชาข้าวที่ได้ร้อยละ 8.67

ชาข้าวสังข์หยดที่ผ่านการคั่วและบดละเอียดโดยเครื่องบดละเอียด และใช้สารมอลโตเด็กซ์ตริน ร้อยละ 10 ได้การยอมรับค่าเฉลี่ยสูงสุดทั้งด้านสี (7.65) กลิ่น (7.80) รสชาติ (7.80) และความชอบรวม (8.13) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 8.2 pH 5.50 ความชื้นร้อยละ 5.64 และค่า a_w 0.31 ด้านสีมีสีน้ำตาลอ่อนอมแดง มีกลิ่นหอมของข้าวสังข์หยด รสชาติหวานเล็กน้อย

เอกสารอ้างอิง

กัลยาณี โสมนัส.2540. การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโมและแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.146หน้า. สืบค้นวันที่ 26 กรกฎาคม 2556.

กฤษณา สุดทะสาร สุภาณี จงดี และรานี เคนเหลื่อม. 2551. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเขียวจากต้นอ่อนข้าวหอม. *ใน* เอกสารการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ประจำปี 2551 เล่มที่ 2/2 วันที่ 8-10 เมษายน 2551 ณ โรงแรมชลจันทร์พัทยารีสอร์ท จังหวัดชลบุรี. หน้า 398-406.

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์ และคณะ. 2549. การผลิตน้ำมะตูมผงโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. หน้า 321-324.

ตัวเล็ก(นามปากกา). 2545. วิทยาการก้าวหน้า : ชาเขียวข้าวบาร์เลย์. ว.แม่บ้าน. 26(392) :130-131.

ณัฐภูมิ เครือพงษ์ศักดิ์, จินดาพร จำรัสเลิสลักษณ์ และชลิดา เนียมนุ้ย.2554. อิทธิพลของสภาวะในการอบแห้งแบบพ่นฝอยที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะของผงซิรินจากน้ำต้มรังไหมพันธ์ดั้งเดิมของไทย.วารสารและวิจัย มจธ.หน้า813-824.

ณัฐรีพร จันทพันธ์. 2549. การผลิตน้ำบ๊วยผงโดยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://webpac.library.mju.ac.th:8080/mm/fulltext/thesis/2549/NatareepornChantapun/fulltext.pdf. สืบค้นวันที่ 13 มกราคม 2556.

ทศพร นามโฮง. 2550. การศึกษาสภาวะการทำแห้งส่วนผสมของน้ำแครอทและหางนมผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

ปัทมา เล้าประเสริฐ และคณะ.2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซุปปลาผงเชิงธุรกิจ. เข้าถึงได้จาก :http://www.bus.rmutt.ac.th/htdocs/public_html/busecoreview/july2008/ article_5.pdf. สืบค้นวันที่ 15 กรกฎาคม 2556.

ปรัชนันท์. 2546. รินใจใส่ชา คู่มือคนรักชา. อีกหนึ่งสำนักพิมพ์. กรุงเทพฯ. 144 หน้า.

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ และคณะ.2554. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยและไมโครเวฟสุญญากาศ. วารสารและวิจัย มจธ. หน้า 257-277

ไพโรจน์ วิริยจารี.2535. เครื่องดื่ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 354 หน้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www//202.28.199.3/tdc/browse. สืบค้นวันที่ 26 กรกฎาคม 2556.

ศุภนารถ เกตุเจริญ. 2538. ชา. กองเกษตรสัมพันธ์ กรมส่งเสริมการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 65 หน้า.

สมฤดี ไทพาณิชย์.2555. กระบวนการแปรรูปด้วยเอนไซม์และการทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยของไซรับขนุนชนิดผง. ว.เทคโนโลยีการอาหาร.

สโรบล ชโรวิกสิต และชัยรัตน์ ตั้งด้วงดี. 2554. วิจัยผลของอุณหภูมิการอบแห้งและสารช่วยอบแห้งต่อคุณภาพของของน้ำสับปะรดผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www//202.28.199.3/tdc/browse. สืบค้นวันที่ 13 มกราคม 2556.

สุนันทา วงศ์ปิยชน และคณะ .2540. การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวกล้อง. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว

อภิญญา จันทะเบี้ยว และเจือใจ กุลพธ์. 2541. สภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการผลิตกระเจี๊ยบผง. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2541

วันเพ็ญ สีหวงษ์ .2546. ผลของมอลโตเดรกซ์ตรินต่อคุณภาพมะนาวผงผลิตโดยกระบวนการทำแห้งแบบระเหิด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 286-293

ธีรพงษ์ เทมกรณ์ .2550. การเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณโพลิฟีนนอลในระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียว. สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

นรากร ศรีสุข และคณะ. 2550. การผลิตโยเกิร์ตผงโดยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/40261. สืบค้นวันที่ 2 มกราคม 2558

วีรเชษฐ์ จิตาณิชย์ และคณะ. 2553. การผลิตมะขามผงด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งโดยใช้มอลโตเดรกซ์ตรินและอาราบิกกัมเป็นสารตัวพา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชุติมา และคณะ. 2553. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงสำเร็จรูปจากตะไคร้ด้วยการทำแห้งแบบโฟม. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์. 2554. การประยุกต์ใช้ข้าวกล้องงอกในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

สุนัน ปานสาคร และคณะ. 2556. ผลของการทำแห้งด้วยลมร้อนและแบบแช่เยือกแข็งต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำคั้นจากต้นข้าวหอมมะลิผง. (ออนไลน์). เข้าถึงได้จาก

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และคณะ. 2556. การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง. สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

AACC, 1995, Approved method of the American Association of Cereal Chemists, 9th ed, American Association of Cereal Chemists St, Paul, MN.

Alan Macfarlane; lris Macfarlane (2004).The Empire of Tea. The Over look Press.p.32. lsbn 1-58567-493-1

Birchal, V.S., Passos, M.L., Wildhagen, G.R.S. and Mujumdar, A.S. 2005. Effect of spray-dryer operating variables on the whole milk powder quality. Drying Technology. 23: 611-636.

Chegini, G.R. and Ghobadian, B. 2005. Effect of spray-drying conditions on physical properties of Orange juice powder. Drying Technology. 23: 657-68.

Goula, A.M., Adamopoulos, K.G. and Kazakis, N.A. 2004. Influence of spray drying conditions on tomato

powder properties. Drying Technology. 22: 1129-1151.

Grabowski, J.A., Truong, V.D. and Daubert, C.R. Nutritional and rheological characterization of spray dried sweet potato powder. LWT-Food Science and Technology. In Press

Koa Joseph S.P. 2546. ชา...เลือกชาดื่ม ซื้อชาเป็น. The Knowledge Center. เชียงใหม่. 152 หน้า.

Macrae, R.,R.K. Robinson, and Sadler. 1993. Eneyclopaedia of food Technology and Nutrition Vol2.

Mccutcheon&Schnoor 2003, Phytoremediation.New Jersey, John Wiley & Sons pg 891.

Malik, D.D. 1995. Effects of processing conditions on the quality of spray-dried coconut milk and skim milk. Dissertation. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology.

Nijdam, J.J. and Langrish, T.A.G. 2005. An investigation of milk powders produced by a laboratory-scale spray dryer. Drying Technology. 23: 1043-1056.

Roustapour, O.R., Hosseinalipour, M. and Ghobadian, B. 2006. An experimental investigation of lime juice drying in a pilot plant spray dryer. Drying Technology. 24: 181-188.

Spicer, A.1974. advance in Preconcentration and Dehydration of food. London: Applied Science Publishers LTD. 526 p. สืบค้นวันที่ 26 กรกฎาคม 2556.

Truong, V. 1994. Spray drying of tamarind concentrate and its quality evaluation. Master Thesis. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology.

Tsai, P.J., McIntosh, J., Pearce, P., Camden, B. and Jordan, B.R. 2002. Anthocyanin and antioxidant Capacity in Roselle (*Hibiscus Sabdariffa* L.) extract. Food Research International. 35: 351-356.

ภาคผนวก ก

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาข้าวสังข์หยด

แบบประเมินผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์: ชาข้าวสังข์หยดพร้อมชงเพื่อสุขภาพ

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัส ในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด
8 = ชอบมาก
7 = ชอบปานกลาง
6 = ชอบเล็กน้อย
5 = เฉยๆ
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย
3 = ไม่ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

หมายเหตุ: ผลิตภัณฑ์ชาข้าวสังข์หยดที่ดีควรมีสีคล้ายโอวัลติน มีกลิ่นหอมของข้าวคั่ว รสชาติหวานเล็กน้อย

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง								
	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส .....
กลิ่น									
สี									
รสชาติ									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดสอบชิมเป็นอย่างดี

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติคุณภาพทางกายภาพ

Homogeneous Subsets

กลิ่น

	ตัวอย่าง	N	Subset 1	Subset 2	Subset 3
Tukey	4.00	40	6.0000		
HSD(a, b)	5.00	40	6.0500		
	2.00	40	6.3750		
	3.00	40	6.4000		
	8.00	40	6.4500	6.4500	
	6.00	40	6.5500	6.5500	
	1.00	40	6.5750	6.5750	
	7.00	40	6.6250	6.6250	
	9.00	40		7.2500	
	Sig.		.279	0.55	
Duncan(a, b)	4.00	40	6.0000		
	5.00	40	6.0500	6.0500	
	2.00	40	6.3750	6.3750	
	3.00	40	6.4000	6.4000	
	8.00	40	6.4500	6.4500	
	6.00	40	6.5500	6.5500	
	1.00	40	6.5750	6.5750	
	7.00	40		6.6250	
	9.00	40			7.2500
	Sig.		.055	.055	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type ||| Sum of Squares the error term is Mean Square (Error) = 1.338.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.

b Alpha = .05.

Homogeneous Subsets

สี

	ตัวอย่าง	N	Subset			
			1	2	3	4
Tukey	4.00	40	5.9000			
HSD(a, b)	5.00	40	5.9500			
	7.00	40	6.4000	6.4000		
	1.00	40	6.4750	6.4750		
	8.00	40	6.5500	6.5500		
	2.00	40	6.5750	6.5750		
	3.00	40		6.6750		
	6.00	40		6.8250	6.8250	
	9.00	40			7.4000	
	Sig.		.083	.646	.232	
Duncan(a, b)	4.00	40	5.9000			
	5.00	40	5.9500	5.9500		
	7.00	40		6.4000	6.4000	
	1.00	40			6.4750	
	8.00	40			6.5500	
	2.00	40			6.5750	
	3.00	40			6.6750	
	6.00	40			6.8250	
	9.00	40				7.4000
	Sig.		.828	.051	.107	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type ||| Sum of Squares the error term is Mean Square (Error) = 1.051.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.

b Alpha = .05.

Homogeneous Subsets

รสชาติ

	ตัวอย่าง	N	Subset		
			1	2	3
Tukey	4.00	40	6.1000		
HSD(a, b)	7.00	40	6.2500		
	8.00	40	6.2500		
	5.00	40	6.4000		
	3.00	40	6.5500		
	1.00	40	6.5500		
	2.00	40	6.6250		
	6.00	40	6.7250	6.7250	
	9.00	40		7.4750	
	Sig.		.228	.067	
Duncan(a, b)	4.00	40	6.1000		
	7.00	40	6.2500	6.2500	
	8.00	40	6.2500	6.2500	
	5.00	40	6.4000	6.4000	
	3.00	40	6.5500	6.5500	
	1.00	40	6.5500	6.5500	
	2.00	40	6.6250	6.6250	
	6.00	40		6.7250	
	9.00	40			7.4750
	Sig.		.069	.101	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type ||| Sum of Squares the error term is Mean Square (Error) = 1.234.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.

b Alpha = .05.

Homogeneous Subsets

ความชอบรวม

	ตัวอย่าง	N	Subset		
			1	2	3
Tukey	5.00	40	6.3250		
HSD(a, b)	4.00	40	6.4500	6.4500	
	8.00	40	6.4750	6.4750	
	3.00	40	6.6250	6.6250	
	1.00	40	6.6500	6.6500	
	7.00	40	6.7250	6.7250	
	2.00	40	6.8000	6.8000	
	6.00	40		7.1500	7.1500
	9.00	40			7.5250
	Sig.		.505	.065	.791
Duncan(a, b)	5.00	40	6.3250		
	4.00	40	6.4500		
	8.00	40	6.4750		
	3.00	40	6.6250		
	1.00	40	6.6500		
	7.00	40	6.7250	6.7250	
	2.00	40	6.8000	6.8000	
	6.00	40		7.1500	7.1500
	9.00	40			7.5250
	Sig.		.077	.083	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type ||| Sum of Squares the error term is Mean Square (Error) = 1.067.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.

b Alpha = .05.

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติคุณสมบัติทางเคมี

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

Mc

TR	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
t1m3	3	4.0733					
t1m2	3	4.2667					
t2m1	3		4.9967				
t2m2	3		5.2300	5.2300			
t1m1	3			5.4867	5.4867		
t3m3	3				5.6367		
t3m2	3				5.7533		
t2m3	3					6.8567	
t3m1	3						8.1467
Sig.		.293	.207	.167	.173	1.000	1.000

Duncan

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

a_w

TR	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
t1m3	3	.128733			
t2m1	3		.178767		
t1m2	3		.196033		
t2m2	3		.225933		
t3m3	3			.305400	
t1m1	3			.346133	
t2m3	3			.354700	
t3m2	3			.355467	
t3m1	3				.491067
Sig.		1.000		.053	1.000

Duncan

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

L

TR	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
t1m1	3	58.5433					
t1m2	3		64.6500				
t1m3	3			67.9333			
t2m1	3				70.3367		
t2m3	3				70.5167		
t3m1	3					71.9000	
t2m2	3					72.0367	
t3m2	3						74.7133
t3m3	3						75.0900
Sig.		1.000	1.000	1.000	.612	.700	.295

Duncan

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

a

TR	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
T3m2	3	8.0833					
T3m3	3		8.5333				
T2m3	3			9.0167			
t2m2	3			9.0800			
t3m1	3			9.1400			
t1m3	3				9.7233		
t1m2	3				9.8800	9.8800	
t2m1	3					10.1100	
t1m1	3						12.3767
Sig.		1.000	1.000	.405	.267	.110	1.000

Duncan

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

b

TR	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
T3m2	3	14.3867			
T3m3	3	14.7567	14.7567		
t1m3	3		15.0367		
t2m3	3		15.0400		
t1m2	3		15.0567		
t3m1	3		15.2133		
t2m2	3		15.2400		
t2m1	3			16.5433	
t1m1	3				17.5433
Sig.		.092	.052	1.000	1.000

Duncan

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.