รายงานการวิจัย

การใช้ข้าวสังข์หยดเพื่อการผลิตธัญพืชอัดแท่ง

Cereal Bar with Sangyod Rice

อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล Apiwan Somboondumrongkul

ปัญญรัศม์ ลือขจร Panyarad Luekhajon

จิราพร ศรีสายะ Jiraporn Srisaya

คณะศิลปศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้ประจำปี พ.ศ. 2557

การใช้ข้าวสังข์หยดเพื่อการผลิตธัญพืชอัดแท่ง

อภิวัน สมบูรณ์ดำรงกุล[1] ปัญญรัศม์ ลือขจร และจิราพร ศรีสายะ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยอมรับส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างข้าวสังข์หยดกับธัญพืช และปริมาณรำข้าวสังข์หยดในธัญพืชอัดแท่ง โดยทดลองใช้อัตราส่วนของข้าวสังข์หยด : ธัญพืช อัตราส่วน 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50 และ 60 : 40 ใช้รำข้าวร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมด้วยวิธี 9 – Point hedonic scale

ผลการศึกษาพบว่า ข้าวสังข์หยด : ธัญพืช อัตราส่วน 40 : 60 ปริมาณรำข้าวทั้งอบและไม่อบร้อยละ1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

คำสำคัญ : ข้าวสังข์หยด / ธัญพืช

This research aims to study accepted the suitable mix between Sangyod rice and cereals. the amount of Sangyod rice bran in cereal bars. Using the ratio of Sangyod rice and cereals were 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50 and 60 : 40. 1, 2, 3, 4 and 5 percent Sangyod rice bran were added . Sensory acceptance tests, appearce, color, odor, taste, texture and overall liking with 9 - Point hedonic scale.

The study indicated that Sangyod rice and cereals ratio 40 : 60 and the amount of 1 percent Sangyod rice bran with roasted and non-roasted weres accepted the most significant ($P \leq 0.05$).

---

[1]คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.เมือง จ.สงขลา

Cereal Bar with Sangyod Rice

Apiwan Somboondumrongkul[1] Panyarad Luekhajon and Jiraporn Srisaya

Abstract

This research aims to study the ratio of roasted sangyod rice and cereal mixed. (roasted White, black sesame seeds and peanuts) that consumer acceptance. Using the ratio of roasted sangyod rice and cereal mixed were to 20 : 80, 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50, and 60 : 40 orderly.

The samples that have been accepted was added sangyod Rice Bran with 1, 2, 3, 4, and 5 % of the total mixture Weight. Sensory test with 9-points Hedonic scale.

The results showed that the Ratio of roasted sangyod rice and cereal mixed mixture of 40 : 60 and added with 1% sangyod Rice Bran is recognized as the most significant. ($p \leq 0.05$).

Keyword : Sangyod rice / cereal mixed

---

[1]Faculty of Liberal Arts. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Muang distric, Songkhla.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การใช้ข้าวสังข์หยดเพื่อการผลิตธัญพืชอัดแท่ง เป็นการวิจัยเพื่อนำข้าวสังข์หยด ซึ่งเป็นพืชท้องถิ่นภาคใต้มาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่า ความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับชุมชน เนื่องจากงานวิจัยเรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2557 จากคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ผู้วิจัย

30 กันยายน 2558

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(1)
บทคัดย่อ	(2)
Abstract	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	14
วัตถุดิบ	14
อุปกรณ์	14
วิธีการดำเนินการทดลอง	14
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	17
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	24
ก การเตรียมวัตถุดิบ	25
การทำธัญพืชอัดแท่ง	29
ข คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจาก ข้าวสังข์หยดเสริมรำข้าว	31

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยด	4
2.2	ส่วนประกอบของรำข้าว (ต่อ 100 กรัม)	5
2.3	ปริมาณเกลือแร่ในรำข้าวหยาบและรำข้าวละเอียด	6
2.4	ปริมาณวิตามินในรำข้าวหยาบและรำข้าวละเอียด (ไมโครกรัม/กรัมที่ความชื้นร้อยละ 14)	6
2.5	ปริมาณสารอาหารในถั่วลิสงคั่ว (ไม่มีเปลือก) ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	8
3.1	ส่วนประกอบตามสูตรที่ใช้ในการผลิตธัญพืชอัดแท่ง	15
3.2	ส่วนประกอบตามสูตรที่ใช้ในการผลิตธัญพืชอัดแท่งทดแทนด้วยรำข้าว	116
4.1	ผลการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของธัญพืชอัดแท่ง	17
4.2	ผลการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของธัญพืชอัดแท่งใส่รำข้าวแบบไม่อบ	18
4.3	ผลการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของธัญพืชอัดแท่งใส่รำข้าวแบบอบ	18
4.4	คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดเสริมรำข้าว	20

สารบัญภาพ

ภาพผนวก		หน้า
1	การเตรียมวัตถุดิบ	25
2	การทำธัญพืชอัดแท่ง	29

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผู้บริโภคทั่วโลกให้ความสำคัญกับสุขภาพและการบริโภคมากขึ้น ธัญพืช (cereal) เป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพชนิดหนึ่งที่กำลังเป็นที่นิยมอย่างต่อเนื่อง และเนื่องด้วยคุณสมบัติของธัญพืชที่ให้พลังงาน มีโปรตีนคุณภาพสูง ซึ่งมีกรดอะมิโนสำคัญที่จำเป็นต่อร่างกาย เป็นแหล่งใยอาหารทั้งชนิดละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ทั้งยังมีวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญต่อร่างกาย ไขมันในธัญพืชยังจัดเป็นไขมันคุณภาพดีที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ประกอบกับแนวการบริโภคอาหารยุคใหม่แบบ Balanced Diet & Lifestyle ที่กำลังนิยมทั่วโลก การบริโภคธัญพืชหลายชนิดรวมกัน ร่างกายจะได้รับสารอาหารอย่างครบถ้วน และเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ธัญพืชถูกนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น ข้าวสารผสมธัญพืชพร้อมหุง อาหารเช้าจากธัญพืช ธัญพืชชนิดแท่งหรือที่เรียกกันว่า ซีเรียลบาร์ (cereal bars)

ข้าวสังข์หยด เป็นข้าวพื้นเมืองของจังหวัดพัทลุงที่มีลักษณะโดดเด่น มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะข้าวสังข์หยดที่ไม่ผ่านการขัดสี จะมีสารต้านอนุมูลอิสระ ใยอาหาร กรดโฟลิค วิตามินบี 6 และวิตามินบี 12 และปัจจัยอื่นๆที่ช่วยลดคอเลสโตรอลในเลือด ช่วยลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและความดัน และยังส่งเสริมให้ร่างกายใช้กลูโคสและฮอร์โมนอินซูลินได้ดีขึ้น มีการนำข้าวสังข์หยดมาทำผลิตชุมชน เช่น ชาข้าวสังข์หยด ทำแป้งข้าวสังข์หยดเพื่อนำไปผสมในอาหารชนิดอื่นๆ ได้แก่ คุกกี้ ขนมทองพับ ขนมชมดาว และข้าวเกรียบ ส่วนการนำข้าวสังข์หยดมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำข้าวสังข์หยดที่ไม่ผ่านการขัดสีมาใช้เป็นส่วนประกอบร่วมกับธัญพืชชนิดอื่นๆ เพื่อทำธัญพืชอัดแท่งต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อประเมินการยอมรับปริมาณข้าวสังข์หยดในส่วนผสมธัญพืชอัดแท่ง

1.2.2 เพื่อประเมินปริมาณรำข้าวที่เหมาะสมในธัญพืชอัดแท่ง

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยด

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพิ่มมูลค่าให้กับธัญพืชและรำข้าวสังข์หยดเพื่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงอุตสาหกรรมอาหารต่อไป

1.3.2 ได้ผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดแท่งรสชาติใหม่ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ

1.3.3 นำไปถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้สนใจ

1.3.4 เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยให้กับผู้ที่สนใจต่อไป

1.4 นิยามศัพท์

ข้าวสังข์หยด หมายถึง ข้าวกล้องสังข์หยด

รำข้าว หมายถึงส่วนที่ได้จากการขัดข้าวกล้องสังข์หยดให้เป็นข้าวสารซึ่งประกอบด้วยชั้นเยื่อหุ้มเมล็ดเป็นส่วนใหญ่

ธัญพืช หมายถึง งาขาวคั่ว งาดำคั่วและถั่วลิสงบุบผสมรวมกัน

สารประสาน หมายถึง ส่วนผสมของน้ำตาลปี๊บและกลูโคสไซรับที่นำมาเคี่ยวจนเป็นเนื้อเดียว

ธัญพืชอัดแท่ง หมายถึง การนำธัญพืชและสารประสานคลุกให้เข้ากัน อัดลงในแม่พิมพ์ขนาดต่างๆ แล้วจึงตัดเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การผลิตธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร ตำรา ข้อมูลจากระบบสารสนเทศ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานและแนวทางในการวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 ธัญพืชอัดแท่ง (cereal bar)

ธัญพืชอัดแท่ง (cereal bar) มีการพัฒนาจากการนำมูสลี่ซึ่งมีส่วนผสมของข้าวสาลี ธัญชาติต่างๆ สารเพิ่มมวล สารให้ความหวาน กลิ่นรส วิตามิน แร่ธาตุ โปรตีน ผลไม้หรือช็อคโกแลต อาจขึ้นรูปเป็นแท่ง หรือทำเป็นชิ้นกรอบอบแห้งเคลือบด้วยน้ำตาลผสมกับผลไม้ นำมาขึ้นรูปอัดเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเกาะกันด้วยโครงข่ายน้ำตาล แล้วอบให้แห้ง ธัญพืชอัดแท่งเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เนื่องจากลักษณะผลิตภัณฑ์ที่สามารถพกพาไปรับประทานได้สะดวกในทุกที่ ทุกเวลา สามารถรับประทานเพื่อทดแทนมื้ออาหารหลักได้ในช่วงเวลาที่เร่งรีบ ด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่มากกว่าขนมในยุคก่อน ซึ่งมักจะมีไขมันและน้ำตาลในปริมาณสูง ธัญพืชอัดแท่งสามารถแบ่งตามลักษณะเนื้อสัมผัส เป็น 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดกรอบแห้ง (crunchy bar) มีน้ำตาลซูโครสร้อยละ 15-20 และชนิดเหนียวนุ่ม (chewy bar) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างเหนียว (chewy) แต่มีการเพิ่มปริมาณน้ำตาล และบางครั้งอาจจะเติมน้ำตาลอินเวิร์ตเพื่อลดการตกผลึกของน้ำตาล หรือเพิ่มปริมาณหางนมที่มีความหวาน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหนียวนุ่ม มีความชื้น โดยมีน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 25-30 และยังมีไขมันมากกว่าชนิดกรอบแห้งถึงร้อยละ 22-24 และหากนำไปอบ จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความกรอบเหนียว

ในต่างประเทศมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ โดยเน้นเพื่อสุขภาพ และส่วนใหญ่จะพัฒนาขึ้นมาเจาะจงสำหรับกลุ่มผู้บริโภค เช่น สำหรับผู้หญิง โดยจะเสริมแคลเซียม เหล็ก กรดโฟลิก หรือกลุ่มผู้ป่วยโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคไต หรือกลุ่มนักกีฬาให้พลังงาน (Energy bar) และพัฒนาตามกระแสนิยมของการควบคุมน้ำหนัก ได้แก่ Low carb และ Low-GI สำหรับประเทศไทยผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ส่วนมากเป็นอาหารว่างแบบพื้นบ้าน เช่น กระยาสารท ข้าวแต๋น ขนมนางเล็ด และถั่วกระจก เป็นต้น

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยด

2.2.1 ข้าวสังข์หยด มีแหล่งปลูกดั้งเดิมอยู่ในจังหวัดพัทลุง จากหลักฐานการรวบรวมพันธุ์ในท้องถิ่นต่างๆ ทั่วประเทศ โดยกองบำรุงพันธุ์ กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ปี 2495 – 2496 ปรากฏว่าชื่อข้าวสังข์หยดเป็น 1 ใน 11 ตัวอย่างพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่เก็บรวบรวมจาก

อำเภอเมืองพัทลุง ซึ่งปรากฏใน Locality ที่ 81 ต่อมาในปี 2525 ศูนย์วิจัยข้าวพัทลุง ได้เก็บรวบรวมพันธุ์ข้าวในภาคใต้ได้ 1,997 ตัวอย่างพันธุ์ ซึ่งพันธุ์ข้าวสังข์หยด (KGT82239) มีแหล่งปลูกจากตำบลท่ามะเดื่อ อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง (ปัจจุบันอยู่ในเขตอำเภอบางแก้ว) หลังจากนั้นในปี 2530 มีการปรับปรุงพันธุ์โดยเลือกพันธุ์ข้าวแบบหมู่ (Mass Selection) จนได้สายพันธุ์ข้าวสังข์หยดที่ดี มีความสม่ำเสมอตามลักษณะประจำพันธุ์ คือ มีลักษณะเมล็ดเรียวยาว อายุเบา ปริมาณอมิโลสต่ำ ข้าวสารมีสีขาวขุ่น ข้าวกล้องมีเยื่อหุ้มเมล็ดสีขาวปนแดงจาง ๆ จนถึงแดงเข้มเมื่อหุงสุกมีความนุ่มมาก และยังคงนุ่มอยู่เมื่อเย็นตัวลง

คุณค่าทางโภชนาการ

ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง จัดเป็นกลุ่มข้าวที่มีสีแดง ซึ่งอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ จึงเหมาะสำหรับใช้เป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณค่าต่อสุขภาพผู้บริโภค ในปี พ.ศ. 2547 กองโภชนาการได้ทำการศึกษาอาหารชีวจิต พบว่า ข้าวสังข์หยดมีคุณค่าทางอาหารมากกว่าข้าวพันธุ์อื่นๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อระบบการขับถ่าย มีสารต้านอนุมูลอิสระ แกมมาออไรซานอล(gamma oryzanol) และกาบา (GABA : gamma aminobutyric acid) ซึ่งมีประโยชน์ในการชะลอความแก่และป้องกันการเกิดโรคหลายชนิด เช่น โรคมะเร็ง โรคความจำเสื่อมและโรคหัวใจ นอกจากนี้มีโปรตีน ธาตุเหล็กและฟอสฟอรัสสูง ซึ่งมีประโยชน์ในการบำรุงโลหิต บำรุงร่างกายให้แข็งแรง

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวสังข์หยด

สารอาหาร	ปริมาณ(ต่อ 100 กรัม)
โปรตีน	8.30 กรัม
ไขมัน	1.4 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	80 กรัม
น้ำ	9.4 กรัม
เส้นใยอาหาร	0.9 กรัม
เถ้า	0.9 กรัม
ธาตุเหล็ก	0.52 กรัม
วิตามิน B1	0.18 กรัม
วิตามิน B2	0.06 กรัม
วิตามิน B (ไนอาซิน)	3.97 มิลลิกรัม
พลังงาน	366 กิโลแคลอรี

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย (2547)

2.2.2 รำข้าว ส่วนเยื่อสีน้ำตาลอ่อนที่หุ้มด้านในติดกับเมล็ดข้าว (เป็นส่วนผสมของเยื่อหุ้มผล เยื่อหุ้มเมล็ด เยื่ออลูโรน รำข้าว และผิวส่วนนอกของข้าวสารขาว) ซึ่งจะแบ่งเป็นรำหยาบ (coarse bran) และรำข้าวละเอียด (Rice bran) ประมาณร้อยละ 10 ของน้ำหนัก

รำข้าวมีไขมันร้อยละ 12-25 ไขมันในรำข้าวจัดเป็นไขมันที่มีคุณภาพดี โดยมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่งร้อยละ 45 กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่งร้อยละ37 และกรดไขมันอิ่มตัวร้อยละ 18 รำข้าวมีสัดส่วนของกรดไขมันในปริมาณที่สมดุลและเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคมากที่สุด ตามข้อแนะนำขององค์การอนามัยโลก สมาคมโรคหัวใจแห่งสหรัฐอเมริกา และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันที่จำเป็นต่อร่างกายคือ กรดไลโนเลอิคและกรดไลโนเลนิคในปริมาณสูงด้วย

รำข้าวมีวิตามินอี กลุ่มโทโคเฟอรอล(tocopherol) และกลุ่มโทโคไตรอีนอล (tocotrienol) ทั้งสองกลุ่มจะช่วยขัดขวางการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในร่างกาย โอรีซานอล(Oreyzanol) ซึ่งจะพบเฉพาะในไขมันจากรำข้าวเท่านั้น จัดเป็นสารต่อต่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะช่วยลดการดูดซึมโคเลสเตอรอลจากอาหารสู่ร่างกายและลดการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลในตับ นอกจากนี้ยังพบไฟโตเตียรอล(Phytosterol) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับคอเลสเตอรอล ในน้ำมันรำข้าวจะมีสารตัวนี้มากกว่าในน้ำมันพืชชนิดอื่น ไฟโตสเตียรอลมีคุณสมบัติเด่นในการลดการดูดซึมคอเลสเตอรอลของร่างกาย

รำข้าวมีวิตามินบี 1 สูง นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี 2 ไนอาซิน กรดแพนโทเธนิค ไบโอติน วิตามินบี 6 วิตามินอี และเกลือแร่ต่างๆ เช่น โซเดียม เหล็ก โปแตสตัสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส ทองแดง สังกะสี กำมะถันและคลอไรด์ (ตารางที่ 2.2, 2.3 และ 2.4)

ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบของรำข้าว (ต่อ 100 กรัม)

ส่วนประกอบ	รำละเอียด	รำหยาบ
ความชื้น	9.0	10.0
โปรตีน	13.4	7.1
ไขมัน	15.1	2.6
เส้นใยอาหาร	11.0	27.4
เถ้า (เกลือแร่)	10.9	16.2
คาร์โบไฮเดรต	10.5	36.4

ที่มา : ทรงศักดิ์ (2543) อ้างโดย ธันวา ไวยบท

ตารางที่ 2.3 ปริมาณเกลือแร่ในรำข้าวหยาบและรำข้าวละเอียด

เกลือแร่	รำหยาบ	รำละเอียด
เกลือแร่ที่ร่างกายต้องการในปริมาณมาก (มิลลิกรัม/กรัมที่ความชื้นร้อยละ 14)		
แคลเซียม	0.3-1.2	0.5-0.7
แมกนีเซียม	5-13	6-7
ฟอสฟอรัส	11-25	10-22
โปตัสเซียม	10-20	7-11
กำมะถัน	1.7	1.6
เกลือแร่ที่ร่างกายต้องการในปริมาณน้อย (ไมโครกรัม/กรัมที่ความชื้นร้อยละ 14)		
อลูมิเนียม	22	-
โคลีน	66	-
เหล็ก	86-430	43-155
แมงกานีส	95-230	-
โซเดียม	71-335	Tr-138
สังกะสี	43-258	17-60

ที่มา : พูนศักดิ เมฆวัฒนากาญจน์และวีณา เมฆวัฒนากาญจน์(2549)

ตารางที่ 2.4 ปริมาณวิตามินในรำข้าวหยาบและรำข้าวละเอียด (ไมโครกรัม/กรัมที่ความชื้นร้อยละ14)

วิตามิน	รำหยาบ	รำละเอียด
วิตามินเอ	0-3.6	0-0.9
วิตามินบีหนึ่ง	12-24	3-19
วิตามินบีสอง	1.8-4.3	1.7-2.4
ไนอาซิน	267-499	244-389
กรดเพนโทเธนิค	20-61	26-56
วิตามินบีหก	9-28	9-27
ไบโอติน	0.2-0.5	0.1-0.6

ที่มา: พูนศักดิ เมฆวัฒนากาญจน์และวีณา เมฆวัฒนากาญจน์(2549)

2.2.3 งาดำและงาขาว ขนาดเม็ดเล็ก แบน รูปไข่ อาจมีสีดำ น้ำตาล หรือขาว มีกลิ่นรสคล้ายถั่ว เมล็ดงามีประโยชน์เป็นแหล่งโปรตีนและไขมัน ประกอบด้วย น้ำมันระหว่างร้อยละ 46.4-52.0 มีโปรตีนร้อยละ 19.8-24.2 อุดมไปด้วยวิตามินบี 1 บี 2 บี 3 บี 5 บี 6 บี 9 และวิตามิน ไบโอติน โคลีน ไอโนสิตอล กรดพาราอะมิโนแบนโซอิค สารเหล่านี้จะช่วยบำรุงประสาทให้เป็นไปอย่างปกติ นอกจากนี้ในงายังมีกรดไขมันไลโนลีอิกอยู่มาก ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและสามารถเก็บความชุ่มชื้นของผิวหนังได้ดี ผู้ที่มีอาการเกิดจากระบบประสาท เช่น นอนไม่หลับ อ่อนเพลีย เป็นเหน็บชา ปวดเส้นตามตัว แขน ขา เบื่ออาหาร ท้องผูก หรือเมื่อยสายตา เพราะงาสามารถป้องกันโรคเหล่านี้ได้ นอกจากนี้แล้วงายังเป็นอาหารต้านมะเร็งและช่วยชะลอความชราให้ช้าลง งามีแคลเซียมและฟอสฟอรัสมากกว่าพืชผักชนิดอื่นถึง 20 เท่า ซึ่งธาตุทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นแร่ธาตุที่สำคัญมากๆในการเสริมสร้างกระดูก ทางการแพทย์ถือว่า งาเป็นอาหารที่สามารถบำรุงกำลังได้เป็นอย่างดีและยังให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย ช่วยให้รู้สึกกระปรี้กระเปร่า นอกจากนี้เมล็ดงายังประกอบด้วยสารสเตอรอลจากพืช ซึ่งมีบทบาทในการให้พลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพภูมิคุ้มกันของร่างกาย เพิ่มประสิทธิของตับในการกำจัดสารพิษ ช่วยในการทำงานของระบบประสาท และช่วยต้านอนุมูลอิสระ ลดความเสี่ยงต้านมะเร็ง

เมล็ดงานำมาใช้บริโภคเมล็ดโดยตรงหรือสกัดน้ำมันจากเมล็ดมาใช้ การบริโภคเมล็ดงาโดยนำมาใช้ตกแต่งขนมปังและอาหารหลากหลายชนิด นำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์งาชนิดต่างๆ เช่น เมล็ดงาคั่ว เมล็ดงาคั่วป่น งาบด หรือเนยงา ขนมงาตัด เป็นต้น แต่การนำเมล็ดงามาใช้โดยตรงมีปริมาณน้อยกว่าการใช้น้ำมันงา และยังพบว่ากลุ่มพันธุ์งาขาวมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าพันธุ์งาอื่น

2.2.4 ถั่วลิสงหรือถั่วดิน จัดเป็นพืชตระกูลถั่ว ถั่วลิสงเป็นพืชที่มีคุณค่าทางการบำรุงร่างกายสูง ช่วยให้มีอายุยืน จนได้รับสมญานามว่า พืชอายุวัฒนะ ถั่วลิสงมีโปรตีนสูงประมาณร้อยละ 30 จะเป็นรองก็แต่ถั่วเหลืองเท่านั้น ปริมาณโปรตีนในถั่วลิสงสูงกว่าในข้าวสาลี 1 เท่า สูงกว่าข้าว 3 เท่า เมื่อเทียบกับไข่ไก่ นมวัว เนื้อสัตว์แล้ว ก็ไม่ด้อยกว่ากัน ในถั่วลิสงเป็นโปรตีนที่ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้ง่าย ร่างกายสามารถดูดซึมไปใช้ได้ถึงร้อยละ 90 นอกจากนี้ ถั่วลิสงยังประกอบไปด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับร่างกาย 8 ชนิด ในอัตราที่เหมาะสม ถั่วลิสงยังมีไขมัน วิตามิน บี 2 โคลีน (choline) กรดไขมันที่ไม่อิ่มตัว เมธิโอนีน (Methionine) และวิตามิน เอ-บี-อี-เค แคลเซียม เหล็ก และธาตุอื่นๆ การบริโภคน้ำมันถั่วลิสงเป็นประจำ จะทำให้คอเลสเตอรอลในตับสลายตัวเป็นกรดน้ำดี (bile acid) ไม่เพียงแต่ลดคอเลสเตอรอลลงเท่านั้น ยังเป็นการป้องกันหลอดเลือดตีบ โรคหัวใจของคนในวัยกลางคนและวัยสูงอายุได้ นอกจากนี้ถั่วลิสงยังเป็นแหล่งของอาหารประเภทโปรตีนและพลังงาน เพราะมีโปรตีนประมาณร้อยละ 25-30 ไขมันร้อยละ 45-50

และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 20 และมีกรดอะมิโน lysine, theonineและ methionine ที่จำเป็นต่อร่างกายต่ำกว่าที่ต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำให้สุกปริมาณยิ่งน้อยลงอีกประมาณ 15, 11 และ 10 ตามลำดับการใช้ความร้อนสูงตั้งแต่ 145 °ซ ขึ้นไปมีแนวโน้มทำให้คุณค่าทางอาหารลดลงแต่การทำให้สุกก่อนมีความจำเป็นเพราะความร้อนจะช่วยทำลาย trypsin inhibitor การใช้ความร้อนชื้น เช่น ต้มหรือนึ่งที่อุณหภูมิ 110 °ซ หรือใช้ความร้อนแห้ง เช่น คั่วหรืออบที่อุณหภูมิ 130 °ซ จะทำลาย trypsin inhibitor ได้เช่นกัน

การใช้ประโยชน์ของถั่วลิสง เมล็ดถั่วลิสงอุดมด้วยไขมันชนิดต่างๆ ที่สำคัญคือ oleic และ linoleic รวมกันประมาณร้อยละ 80 ของไขมันทั้งหมดที่มีอยู่ มีโปรตีนโดยทั่วไปประมาณร้อยละ 20-30 แต่มีคาร์โบไฮเดรตและกากต่ำ ดังนั้น จึงนิยมใช้น้ำมันบริโภคและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเป็นแหล่งโปรตีน ในสหรัฐอเมริกาใช้ถั่วลิสงที่ผลิตได้ประมาณร้อยละ 60 สำหรับบริโภคในรูปต่างๆ เช่นเนยถั่วลิสง ถั่วอบ หรือคั่วใส่เกลือ ขนมไส้ถั่วทั้งฝักคั่วใส่เกลือเป็นต้น (อารีย์, 2544)

ตารางที่ 2.5 ปริมาณสารอาหารในถั่วลิสงคั่ว (ไม่มีเปลือก) ส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ปริมาณ (หน่วย)
ความชื้น	5.2 ร้อยละ
พลังงาน	563 กิโลกรัม
ไขมัน	47.0 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	15.4 กรัม
กากใย	2.1 กรัม
โปรตีน	28.6 กรัม
แคลเซียม	45 มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	401 มิลลิกรัม
เหล็ก	1.8 มิลลิกรัม
วิตามินบีหนึ่ง	0.24 มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง	0.14 มิลลิกรัม
ไนอาซิน	14.5 มิลลิกรัม
วิตามินซี	3 มิลลิกรัม
ความชื้น	5.2 เปอร์เซ็นต์

ที่มา : กรมอนามัย (2535)

2.2.5 กลูโคสไซรับ รู้จักกันในชื่อว่า D-Glucose หรือเด็กซ์โทส ซึ่งมีสูตรทางเคมี $C_6H_{12}O_6$ และพบว่าเป็นหน่วยเล็กๆ ของแป้ง เซลลูโลส และไกลโคเจน วัตถุดิบที่ใช้ทำคือแป้งมันสำปะหลัง นำมาผสมน้ำแล้วนำมาปรับ pH แล้วเติมเอนไซน์ เช่น อะไมเลส เพื่อช่วยในการย่อยหรือตัดพันธะ จากนั้นนำไปต้มด้วยระบบ Jet cooker เพื่อให้แป้งสุกจะได้น้ำเชื่อมที่มีลักษณะคล้ายแป้งเปียกแต่จะมีความหนืดน้อยกว่าและจะเข้าสู่กระบวนการหมักเพื่อให้เอนไซน์ทำงาน โดยเติมเอนไซม์ Glucose amylase เพื่อช่วยในการย่อยและตัดพันธะจนได้ DE (Dextrose Equivalent) ตามที่ต้องการ ขึ้นอยู่กับปริมาณเอนไซน์ที่จะเติมลงไป ผ่านการกรองนำเข้าสู่กระบวนการฟอกสี ขั้น 1 และขั้นที่ 2 ด้วยเรซิน จากนั้นนำมาทำให้ระเหยหรือต้มเคี่ยวจนกว่าจะได้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (Brix) ที่ต้องการ ลักษณะเหนียวใส และมีรสหวานมาก ส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการความหวาน เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะกลูโคสไซรับราคาถูกกว่าน้ำตาล ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ทำกลูโคสไซรัป คือ แป้ง (starch) จะเป็นแป้งชนิดใดก็ได้ ขึ้นกับวัตถุดิบที่ท้องถิ่นนั้นมีอยู่ เช่นในสหรัฐอเมริกาจะใช้แป้งข้าวโพด ในยุโรปใช้ทั้งแป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง และแป้งสาลี ส่วนในประเทศไทยจะผลิตจากแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว

2.2.6 น้ำตาลปี๊บ(coconut palm sugar) ทำจากน้ำตาลมะพร้าว สีจะออกสีน้ำตาล มี 2 ลักษณะคือ อย่างเป็นก้อน และอย่างที่บรรจุในปี๊บ มีลักษณะเหลว ตามที่เราเรียกกัน น้ำตาลปี๊บได้จากการที่นำน้ำตาลสดเคี่ยวจนเดือด พอน้ำตาลเริ่มงวดจึงลดไฟลง เมื่อเหลือน้ำตาลประมาณ 1 ใน 5 หรือ 1 ใน 7 ของปริมาณน้ำตาลที่เทลงไปในตอนแรก จึงยกกระทะลงจากเตา นำพายหรือขดลวดมาตีกระทุ้งเพื่อให้น้ำตาลแห้งและแข็งตัวเร็วขึ้น และช่วยให้น้ำตาลที่ถูกเคี่ยวจนมีสีน้ำตาล (เนื่องจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นเมื่อน้ำตาลถูกความร้อน) เปลี่ยนเป็นสีเหลืองนวลขึ้นโดยอาศัยการแทนที่ของอากาศ กระทุ้งจนได้น้ำตาลสีขาวเหลืองน่ากิน น้ำตาลเริ่มแข็งตัวก็จะใช้เกรียงขูดออกจากกระทะ เทใส่ปี๊บ เรียกว่า “น้ำตาลปี๊บ” ถ้าเทลงใส่ถ้วยตะไลหรือพิมพ์ได้น้ำตาลที่มีลักษณะเป็นก้อนกลมๆ นิยมเรียกว่า “น้ำตาลปึก” น้ำตาลปี๊บใช้เป็นส่วนผสมของขนม ปรุงแต่งรสของอาหาร คาว – หวาน เป็นเครื่องปรุงติดบ้านเพราะนอกจากความหวานแล้วยังได้ความหอมอร่อยอีกด้วย น้ำตาลปี๊บ 1 ช้อนชา ให้พลังงาน 18 กิโลแคลอรี ยังมีคุณค่าและวิตามินบ้าง เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็ก

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัชดา สาดตระกูลวัฒนา (2542) รายงานว่า การพัฒนาอาหารเช้าพร้อมบริโภคอัดแท่งจากธัญพืช ในขั้นตอนแรกศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการอบรำข้าวสาลี (wheat germ) โดยใช้ fluidized bed dryer ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 80, 100 และ 120 °ซ และใช้เวลา 5, 10 และ 15 นาที พบว่าใช้อุณหภูมิ 100 °ซ และเวลา 15 นาที จะให้ผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดและมีการทำลาย

เอนไซม์ peroxidase ไปบางส่วน จากนั้นศึกษาภาวะที่ใช้ในการเตรียมปลายข้าวเหนียวพองโดยแปรเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนด้วยไอน้ำนาน 5, 10 และ 15 นาที พบว่าการให้ความร้อนด้วยไอน้ำนาน 10 นาทีจะให้ปลายข้าวเหนียวพองที่มีปริมาตรการพองตัวและอัตราส่วนการพองตัวสูงที่สุด จากนั้นปรับให้ปลายข้าวเหนียวพองมีความชื้นก่อนทอดร้อยละ 12, 14 และ 16 แล้วนำไปวัดค่าปริมาตรการพองตัวและอัตราส่วนการพองตัว พบว่าปลายข้าวเหนียวที่มีความชื้นร้อยละ 14 จะให้ปริมาตรการพองตัวและอัตราส่วนการพองตัวสูงที่สุด ต่อมาศึกษาอุณหภูมิในการทอดปลายข้าวพองโดยแปรอุณหภูมิเป็น 170, 180 และ 190 °ซ พบว่าที่อุณหภูมิการทอดเป็น 190 °ซ จะให้ปลายข้าวเหนียวพองที่มีการพองตัวสูงที่สุด สำหรับถั่วลิสงคั่วโดยใช้เครื่องคั่วที่ 160 °ซ นาน 10 นาที นำวัตถุดิบที่ผ่านการเตรียมแล้วไปหาองค์ประกอบทางเคมีโดยรำข้าวสาลีมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 28.3 ไขมันร้อยละ 15.8 เส้นใย ร้อยละ 1.6 เถ้าร้อยละ 4.3 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 50.0 ปลายข้าวเหนียวพองปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.5 ไขมันร้อยละ 22.2 เส้นใยร้อยละ 0. 1 เถ้าร้อยละ 0.2 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 74 และถั่วลิสงคั่วมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 28.6 ไขมันร้อยละ 47.0 เส้นใยร้อยละ 2.1 เถ้าร้อยละ 2.5 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 15.4 จากการคำนวณพบว่าจะต้องใช้สัดส่วนของรำข้าวสาลีต่อปลายข้าวเหนียวพองต่อถั่วลิสงคั่วเป็น 20 : 40 : 40 ต่อมาศึกษาสัดส่วนของมอลโตสไซรัปต่อน้ำผึ้งที่ใช้ โดยใช้ปริมาณของแข็งเป็น 100 ต่อของผสมที่เป็นสารเชื่อม 30 แบ่งการทดลองเป็น 3 ชุดคือ ชุดที่ 1 มีสัดส่วนมอลโตสไซรัปต่อน้ำผึ้งเป็น 20 : 6, 20 : 10 และ 20 : 14 ชุดที่ 2 40 : 6, 40 : 10 และ 40 : 14 และชุดที่ 3 60 : 6, 60 : 10 และ 60 : 14(w/w) พบว่าสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับสูงสุดในแต่ละชุดคือสูตรที่ใช้ปริมาณมอลโตสไซรัปต่อน้ำผึ้งเป็น 20 : 14, 40 : 10 และ 60 : 10 และค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณน้ำผึ้งเพิ่มขึ้น จากนั้นนำผลิตภัณฑ์แต่ละสูตรมาแปรแรงกดที่ให้กับผลิตภัณฑ์เป็น 1, 3 และ 5 กิโลกรัมต่อ 144 ตารางเซนติเมตร พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดในทุกสูตรคือผลิตภัณฑ์ที่ได้รับแรงกด 3 กิโลกรัมต่อ 144 ตารางเซนติเมตร และค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อใช้แรงกดมากขึ้น นำผลิตภัณฑ์ทั้งสามสูตรมาทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาสูตรที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุด ได้แก่สูตรที่ใช้ ปริมาณมอลโตสไซรัปต่อน้ำผึ้งเป็น 20 : 14 และแรงกดที่ให้กับผลิตภัณฑ์เป็น 3 กิโลกรัมต่อ 144 ตารางเซนติเมตร เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 17.8 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 46.5 ไขมันร้อยละ 27.3 และปริมาณเส้นใย ร้อยละ 6.7 ผลิตภัณฑ์สุดท้ายนำมาศึกษาคุณภาพระหว่างเก็บโดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุ 2 ชนิด คือ OPP/Metallized/PP และ OPP/Metallized/PET ตรวจสอบทางประสาทสัมผัส ค่า TBA ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา ตรวจสอบทุก ๆ 7 วัน เก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 30 °ซ พบว่าผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บ

นาน 30 วันเมื่อเก็บในภาชนะบรรจุชนิดที่ 1 และผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บนาน 64 วันเมื่อเก็บในภาชนะบรรจุชนิดที่ 2

วรรณภา (2547) ศึกษาการพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแท่งจากคัพภะข้าวโพด ในการทดลองนี้ศึกษาผลของความชื้นของคัพภะที่แตกต่างกัน คือ ร้อยละ 20, 25, 30, 35 และ 40 และการนึ่งที่อุณหภูมิ 121 °ซ นาน 10 นาที ต่อการพองตัวของคัพภะหลังผ่าน 2 กรรมวิธี คือ การทอดแบบน้ำมันท่วม และผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง พบว่า จากการศึกษาการพองตัวของคัพภะเพิ่มขึ้น เมื่อคัพภะมีความชื้นสูงขึ้น โดยความชื้นที่เหมาะสมต่อการพองตัวของคัพภะที่ผ่านการทอดคือ ร้อยละ 25-35 ส่วนความชื้นที่เหมาะสมต่อการพองตัวของคัพภะที่ผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง คือ ร้อยละ 40 ซึ่งการพองตัวมีค่าเท่ากับ 1.421-1.1438 เท่า และ 1.270 เท่า ตามลำดับที่ระดับความชื้นเดียวกัน การนึ่งไม่มีผลต่อการพองตัวของคัพภะที่ผ่านการทอด แต่การนึ่งมีผลให้การพองตัวของคัพภะที่ผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งสูงขึ้น ในส่วนของการศึกษาผลการเติมแอลกอฮอล์เข้มข้น ร้อยละ 95 ปริมาณร้อยละ 0-14 ของน้ำหนักคัพภะเริ่มต้น พบว่า การใช้แอลกอฮอล์ร้อยละ 8-10 มีการพองตัวของคัพภะที่มีความชื้นร้อยละ 30 แล้วผ่านการทอดสูงขึ้นจาก 1.421 เท่าเป็น 1.602 -1.662 เท่า แต่คัพภะที่มีความชื้นร้อยละ 40 และผ่านการนึ่ง เมื่อนำไปผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง การพองตัวต่ำกว่าคัพภะที่ไม่เติมแอลกอฮอล์ โดยมีการพองตัวเป็น 1.262-1.224 เท่า เมื่อนำคัพภะทอดที่มีการพองตัวสูงสุดมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแท่ง โดยใช้สารยึดเกาะที่แตกต่างกัน 3 ชนิด พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารยึดเกาะที่ประกอบด้วย น้ำตาลปี๊บร้อยละ 45 กลูโคสไซรับร้อยละ 9 และเกลือร้อยละ 1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยเตรียมส่วนผสมของเหลวผสมเข้าด้วยกัน และให้ความร้อนจนกระทั่งส่วนผสมเดือด ให้ความร้อนต่อไปจนอุณหภูมิประมาณ 108 °ซ และนำมาผสมกับคัพภะข้าวโพด จากนั้นนำมาอัดในแท่งพิมพ์สแตนเลสขนาด 5x5x2 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร หนัก 25 กรัม และนำผลิตภัณฑ์อบให้แห้ง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากคัพภะทอดได้รับการยอมรับมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากคัพภะที่ผ่านเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นร้อยละ 4.32 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.522 ค่าแรงกดสูงสุด 15.402 นิวตัน และค่าความสว่าง 64.94 และประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 47.8 โปรตีน ร้อยละ 5.65 ไขมัน ร้อยละ 37.36 เถ้า ร้อยละ 2.7 และเส้นใยหยาบ ร้อยละ 2.13 เมื่อนำผลิตภัณฑ์มาปรับปรุงคุณภาพโดยการอบลดความชื้น พบว่า ผู้ทดสอบชิมชอบผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นร้อยละ 4.76 ค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.515 และค่าแรงกดสูงสุด 15.402 นิวตัน การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตที่อุณหภูมิห้อง 30 °ซ และสภาวะเร่ง คือ 35 และ 45 °ซ พบว่า การยอมรับจะลดลง ค่าปริมาณน้ำอิสระ แรงกดสูงสุด และปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษาและอายุการเก็บที่ 30 °ซ ที่ได้จากการคำนวณคือ 35.46 วัน

ปาริสุทธิ์ (2550) ศึกษาการพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร จากการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) เป็นเวลา 1 , 2 , 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 °ซ จากนั้นนำข้าวกล้องที่อบแห้งแล้วมาทอดที่อุณหภูมิ 240 °ซ เป็นเวลา 5 นาที พบว่าระยะเวลาการอบแห้งที่ 2 ชั่วโมง ให้อัตราการพองตัวสูงสุด และมีคะแนนความชอบรวมโดยรวมที่ระดับปานกลาง (6.9) จากการศึกษาชนิดและปริมาณสมุนไพร โดยการจัดสิ่งทดลองแบบ (3x2) Factorial in CRD ศึกษาปริมาณอบเชย 3 ระดับ คือ 0.5 , 1.5 , 2.5 และสาหร่ายสไปรูลิน่า 2 ระดับ คือ 0.5 , 1 โดยมีปริมาณขมิ้นชันคงที่เท่ากับ ร้อยละ 0.5 พบว่าปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสม คือ อบเชยร้อยละ 0.5 สาหร่ายสไปรูลิน่าร้อยละ1 การศึกษาชนิดและปริมาณสารให้ความหวานโดยจัดทดลองแบบ Mixture design ศึกษา 3 ปัจจัย คือ ปริมาณ ไฮฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป และซูโครส ร้อยละ 0-100 วิเคราะห์ผลโดยวิธี Response surface methobology(RSM) พบว่า เมื่อปริมาณของกลูโคสไซรัปเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์มีความแข็งมากขึ้น และคะแนนความชอบด้านความแข็งมีแนวโน้มลดลง ปริมาณซูโครสที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้คะแนนความชอบด้านการเกาะตัวกันมีแนวโน้มลดลงผลิตภัณฑ์มีความร่วนมากขึ้น และมีการเพิ่มปริมาณไฮฟรุกโทสไซรัปทำให้คะแนนความชอบด้านความแข็ง รสหวาน ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากไฮฟรุกโทสไซรัปเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ความหวานเพิ่มขึ้น และทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มีความแข็งลดลง สัดส่วน ฟรุกโทสไซรัป กลูโคสไซรัป และซูโครสที่เหมาะสมในการผลิตอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร คือ 4 : 2 : 1 การศึกษาระยะเวลาอบหลังขึ้นรูปแท่ง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ศึกษาระยะเวลาของการอบ 4 ระดับ คือ 0, 10, 15, 20 นาที ที่อุณหภูมิ 80 °ซ พบว่าการอบนาน 10 นาที ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งพอเหมาะโดยมีค่าความแข็งเท่ากับ 64.0 นิวตัน มีค่า aw เท่ากับ 0.36 และมีคะแนนความชอบรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.1) ผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพรที่พัฒนาได้ประกอบด้วยส่วนผสมข้าวพองจากข้าวกล้องข้าวเหนียว ร้อยละ 59 ถั่วลิสงคั่ว ร้อยละ 13 สตอเบอรี่อบแห้ง ร้อยละ 13 งาดำ ร้อยละ 13 อบเชย ร้อยละ 0.05 ขมิ้น ร้อยละ 0.05 สาหร่ายสไปรูลิน่า ร้อยละ 1 และน้ำเชื่อมสัดส่วนของไฮฟรุกโทสไซรัปต่อซูโครส 4 : 2 : 1 มีกรรมวิธีการผลิตโดยนำวัตถุดิบมาผสมให้เข้ากันพร้อมทั้งให้ความร้อน จากนั้นนำมาขึ้นรูปอัดแท่งขนาด 2.5×9.5×1.0 ซม^3 แล้วนำไปอบในตู้อบแห้งแบบถาดอุณหภูมิ 80 °ซ เป็นเวลา 10 นาที จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพรที่พัฒนาได้ พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (7.1) ผู้บริโภคร้อยละ 89.2 ยอมรับในผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพรบรรจุภัณฑ์ในซองอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิ 30 °ซ พบว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ

ความชื้น ปริมาณกรดไทโอบาร์บิทูริก (TBA) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วงน้อยกว่า 250 โคโลนีต่อกรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม เก็บไว้ได้นาน 9 สัปดาห์

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี (2553) รายงานว่าผลิตภัณฑ์เข้าเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่งร้อยละ 10 ได้รับการยอมรับในระดับชอบมาก น้ำเชื่อมประสานที่มีอัตราส่วนไฮฟรุตโทสร้อยละ 58 กลูโคสไซรับร้อยละ 28 และซูโครสร้อยละ 14 ได้รับการยอมรับในระดับชอบมาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

3.1 วัสดุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ข้าวสังข์หยด

3.1.1.2 งาขาว (ตราไร่ทิพย์)

3.1.1.3 งาดำ (ตราไร่ทิพย์)

3.1.1.4 ถั่วลิสง(ตราไร่ทิพย์)

3.1.1.5 กลูโคสไซรับใส (ตราช้างห้าดาว)

3.1.1.6 น้ำตาลปี๊บ

3.1.1.7 น้ำเปล่า

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 กระทะทอง

3.1.2.2 ถาดอลูมิเนียมสำหรับอบ

3.1.2.3 เครื่องชั่งไฟฟ้า ยี่ห้อ Shimazdu รุ่น ELB 3000

3.1.2.4 ไม้คลึงแป้ง

3.1.2.5 บล็อกอัดแท่ง

3.1.2.6 ตู้อบแห้ง

3.2 วิธีดำเนินการทดลอง

ในการทดลองทำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดได้ทำการทดลองเป็นขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

1) ข้าวสังข์หยด นำข้าวสังข์หยด 100 กรัม ล้างด้วยน้ำ 1 ครั้ง เติมน้ำให้ได้น้ำหนักรวม 300 กรัม นำไปหุงจนสุก อบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °ซ นาน 4 ชั่วโมง คั่วข้าวสังข์หยดอบแห้งครั้งละ 20 กรัมในกระทะทองด้วยไฟปานกลางนาน 3 นาที

2) งาขาว คั่วเมล็ดงาขาวครั้งละ 50 กรัม ในกระทะทองด้วยไฟอ่อน จนกระทั่งเมล็ดมีกลิ่นหอม (ประมาณ 3 นาที)

3) งาดำ คั่วเมล็ดงาดำครั้งละ 50 กรัม ในกระทะทองด้วยไฟอ่อน จนกระทั่งเมล็ดมีกลิ่นหอม (ประมาณ 3 นาที)

4) ถั่วลิสง อบถั่วลิสง 500 กรัม ที่อุณหภูมิ 110 °ซ นาน 1 ชั่วโมง นำมาร่อนเอาเปลือกออกจากเมล็ด นำไปบุบพอแตก

5) รำข้าวสังข์หยด อบรำข้าวสังข์หยด 10 กรัม ที่อุณหภูมิ 140 °ซ นาน 10 นาที

6) ธัญพืช ผสมงาดำ งาขาวและถั่วลิสง ในอัตราส่วน 1:1:1

7) สารประสาน ผสมน้ำตาลปี๊บและกลูโคสไซรับในอัตราส่วน 2:1

3.2.2 กรรมวิธีทำธัญพืชอัดแท่ง เคี่ยวส่วนผสมของน้ำตาลปี๊บ กลูโคสไซรับ และน้ำเล็กน้อยด้วยกระทะทองเหลืองด้วยไฟอ่อนจนกระทั่งเกิดฟอง ยกออกจากเตา นำข้าวสังข์หยดและธัญพืชที่เตรียมไว้คลุกเคล้าให้เข้ากันจนกระทั่งเกาะตัวกันเป็นก้อน เทลงในบล็อก ใช้ไม้คลึงแป้งคลึงให้มีความหนาขนาด 1 ซม. กว้าง 4.2 ซม. ยาว 21.3 ซม. ใช้มีดทำรอยให้ได้ขนาดชิ้นตามต้องการ นำไปอบในตู้อบแห้งอุณหภูมิ 70 °ซ นาน 20 นาที นำออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตัดตามรอยเป็นชิ้นบรรจุในถุงพลาสติก

3.2.3 การทดสอบการยอมรับปริมาณข้าวสังข์หยดในส่วนผสมธัญพืชอัดแท่ง โดยใช้ข้าวสังข์หยดผสมกับธัญพืชอัตราส่วนดังนี้ 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, และ 60:40 โดยน้ำหนักดังตารางที่ 3.1 คลุกกับสารประสานเพื่อให้เกิดการเกาะตัวกันเป็นก้อน โดยใช้ข้าวสังข์หยดผสมธัญพืช:สารประสานในอัตราส่วน 7:3 ทำการอัดแท่งและอบแห้ง ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี รูปร่าง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวมด้วยวิธี 9 – Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 30 คน วางแผนทดสอบการยอมรับแบบ RCBD วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Analysis of Varience เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คัดเลือกตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบตามสูตรที่ใช้ในการผลิตธัญพืชอัดแท่ง

ข้าวสังข์หยด : ธัญพืช	ข้าวสังข์หยด (กรัม)	ธัญพืช (กรัม)	สารประสาน (กรัม)
20:80	14	56	30
30:70	21	49	30
40:60	28	42	30
50:50	35	35	30
60:40	42	28	30

3.2.3 การทดสอบการยอมรับปริมาณรำข้าวสังข์หยดในธัญพืชอัดแท่ง นำสูตรข้าวสังข์หยดผสมธัญพืชที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดทดแทนบางส่วนด้วยรำข้าวสังข์หยดแบบอบและไม่อบ ปริมาณร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วนประกอบแสดงดังตารางที่ 3.2 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี รูปร่าง กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม ด้วยวิธี 9 – Point Hedonic Scale โดยผู้ทดสอบชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คนวางแผนทดสอบการยอมรับแบบ RCBD วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Analysis of Varience เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คัดเลือกตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 3.2 ส่วนประกอบตามสูตรที่ใช้ในการผลิตธัญพืชอัดแท่งทดแทนด้วยรำข้าว

รำข้าว (ร้อยละ)	ข้าวสังข์หยด (กรัม)	ธัญพืช (กรัม)	รำข้าว (กรัม)	สารประสาน (กรัม)
1	27.75	41.25	1	30
2	27.50	40.5	2	30
3	27.25	39.75	3	30
4	27	39	4	30
5	26.75	38.25	5	30

3.2.4 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยด นำสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการโดยใช้โปรแกรม Nutrisurvey

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การยอมรับปริมาณข้าวสังข์หยดในส่วนผสมธัญพืชอัดแท่ง

การทดสอบการยอมรับธัญพืชอัดแท่งที่ใช้ส่วนผสมข้าวสังข์หยดต่อธัญพืชร้อยละ20:80, 30:70, 40:60, 50:50 และ 60:40 แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของธัญพืชอัดแท่ง

ข้าวสังข์หยด : ธัญพืช	สี	รูปร่าง	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
20:80	7.01±1.17^{b}	7.00±1.12^{b}	6.70±1.21^{b}	6.93±1.22^{b}	6.70±1.33^{b}	7.00±1.01^{bc}
30:70	6.99±1.35^{bc}	7.10±1.15^{b}	6.81±1.09^{b}	6.44±1.40^{b}	6.49±1.45^{b}	6.73±1.23^{c}
40:60	7.42±1.12^{a}	7.60±0.90^{a}	7.37±1.11^{a}	7.32±1.17^{a}	7.18±1.39^{a}	7.39±1.19^{a}
50:50	6.93±1.15^{bc}	6.90±1.10^{bc}	6.83±1.21^{b}	6.98±1.02^{b}	6.76±1.19^{b}	7.18±0.99^{ab}
60:40	6.62±1.20^{c}	6.60±1.13^{c}	6.51±1.07^{b}	6.83±1.10^{b}	6.60±1.34^{b}	6.90±1.25^{bc}

* อักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

การทดสอบการยอมรับธัญพืชอัดแท่งที่ใช้ส่วนผสมข้าวสังข์หยดต่อธัญพืชร้อยละ 20:80, 30:70, 40:60, 50:50 และ 60:40 พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับส่วนผสมข้าวสังข์หยดต่อธัญพืชร้อยละ 40:60 มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ในทุกๆด้าน จากส่วนผสมของธัญพืชที่มีสีต่างกัน คือสีขาวและดำจากงา สีขาวจากถั่วลิสง สีน้ำตาลแดงจากข้าวสังข์หยดเมื่อนำมาผสมกันตามอัตราส่วนต่างๆ ทำให้เกิดสีและลักษณะเนื้อสัมผัสที่ต่างกัน การยอมรับของผู้ทดสอบจึงเป็นไปตามลักษณะที่พึงพอใจ

4.2 ปริมาณรำข้าวที่เหมาะสมในธัญพืชอัดแท่ง

การทดสอบการยอมรับธัญพืชอัดแท่งที่ใช้ข้าวสังข์หยดต่อธัญพืชร้อยละ 40:60 เติมด้วยรำข้าวแบบอบ และไม่อบ ร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 แสดงดังตารางที่ 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของธัญพืชอัดแท่งใส่รำข้าวแบบไม่อบ

รำข้าว (ร้อยละ)	สี	รูปร่าง	กลิ่นรำข้าว	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	6.91±1.23 ^{ns}	6.98±1.14 ^{ns}	6.70±1.51 ^{ab}	7.22±1.06 ^{a}	6.88±1.37 ^{ns}	7.22±1.32 ^{a}
2	6.93±1.45 ^{ns}	6.96±1.19 ^{ns}	6.48±1.64 ^{ab}	6.81±1.48 ^{b}	6.75±1.41 ^{ns}	6.93±1.33 ^{ab}
3	6.96±1.48 ^{ns}	6.90±1.45 ^{ns}	6.30±1.77 ^{b}	6.90±1.38 ^{ab}	6.68±1.39 ^{ns}	7.02±1.39 ^{ab}
4	6.86±1.40 ^{ns}	7.23±1.09 ^{ns}	6.61±1.45 ^{ab}	6.76±1.65 ^{b}	6.77±1.45 ^{ns}	6.93±1.33 ^{ab}
5	6.84±1.35 ^{ns}	7.08±1.20 ^{ns}	6.90±1.34 ^{a}	6.92±1.16 ^{ab}	6.84±1.17 ^{ns}	6.84±1.22 ^{b}

*อักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

พบว่าคุณลักษณะด้านสี รูปร่าง เนื้อสัมผัส ทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีระดับคะแนนปานกลาง ด้านกลิ่นพบว่า ตัวอย่างที่ใส่รำข้าวร้อยละ 5 มีกลิ่นรำข้าวแรงที่สุด แสดงให้เห็นว่าเมื่อใส่รำข้าวปริมาณที่มากจะทำให้มีกลิ่นเพิ่มมากขึ้น ด้านรสชาติและความชอบรวมพบว่าเมื่อใส่รำข้าวยิ่งมากการยอมรับก็จะลดลงโดยที่ปริมาณร้อยละ 1 ได้รับการยอมรับสูงสุด ในภาพรวมเมื่อดูจากลักษณะที่สำคัญที่น่าจะมีผลต่อการยอมรับ คือ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม การใส่รำข้าวยิ่งมากทำให้การยอมรับด้านกลิ่น รสชาติและความชอบรวมลดลง ปริมาณรำข้าวแบบไม่อบที่เหมาะสำรับใส่ในธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดปริมาณร้อยละ 1 ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุดในระดับปานกลาง

ตารางที่ 4.3 ผลการยอมรับด้านประสาทสัมผัสของธัญพืชอัดแท่งใส่รำข้าวแบบอบ

รำข้าว (ร้อยละ)	สี	รูปร่าง	กลิ่นรำข้าว	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	7.10±1.13 ^{a}	6.88±1.31 ^{a}	6.50±1.47 ^{ns}	6.91±1.25 ^{a}	6.95±1.29 ^{a}	7.00±1.34 ^{a}
2	6.93±1.31 ^{ab}	6.80±1.24 ^{ab}	6.67±1.31 ^{ns}	6.93±1.09 ^{a}	6.83±1.16 ^{a}	7.06±1.05 ^{a}
3	6.36±1.53 ^{c}	6.05±2.04 ^{c}	6.45±1.61 ^{ns}	6.86±1.29 ^{a}	6.67±1.42 ^{ab}	6.81±1.50 ^{ab}
4	6.76±1.38 ^{ab}	6.45±1.81 ^{b}	6.52±1.69 ^{ns}	6.84±1.20 ^{a}	6.36±1.69 ^{b}	7.03±1.23 ^{a}
5	6.65±1.49 ^{bc}	6.81±1.51 ^{ab}	6.80±1.46 ^{ns}	6.47±1.62 ^{b}	6.31±1.59 ^{b}	6.47±1.58 ^{b}

*อักษรกำกับค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

พบว่าคุณลักษณะด้านสี รูปร่าง ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดที่ใส่รำข้าวอบร้อยละ 1 ได้รับการยอมรับมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญในระดับปานกลาง ด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบ

รวม ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างใส่รำข้าวร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 แต่แตกต่างกับใส่รำข้าวร้อยละ 5 ด้านกลิ่นรำข้าว ไม่มีความแตกต่างกันในทุกระระดับรำข้าวที่เติม ในภาพรวมเมื่อดูจากลักษณะที่สำคัญที่น่าจะมีผลต่อการยอมรับ คือ กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม เพราะการใส่รำข้าวจะมีผลในเรื่องของกลิ่นและรสชาติ ปริมาณรำข้าวอบที่เหมาะสำรับใส่ในธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดปริมาณร้อยละ1, 2, 3 และ 4 ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุดในระดับปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบการใส่รำข้าวแบบอบและไม่อบจะพบว่า ในด้านกลิ่นเมื่อใส่รำข้าวอบการยอมรับกลิ่นรำข้าวไม่แตกต่างกัน เนื่องจากรำข้าวก่อนอบจะมีกลิ่นค่อนข้างแรง เมื่อนำไปอบจะทำให้มีกลิ่นรำลดน้อยลง และมีกลิ่นหอมเพิ่มขึ้น ด้านรสชาติและความชอบรวม การใส่รำไม่อบยิ่งมากการยอมรับยิ่งลดลง เนื่องจากปัญหาเรื่องกลิ่นรำข้าวนั่นเอง ในขณะที่ใส่รำข้าวอบไม่มีความแตกต่างที่ระดับรำข้าวร้อยละ1, 2, 3, และ 4 แต่เริ่มแตกต่างเมื่อใส่รำข้าวร้อยละ 5 อันเนื่องมาจากกลิ่นรำข้าวนั่นเอง แสดงให้เห็นว่ากลิ่นจากรำข้าวมีผลต่อการยอมรับมากกว่าคุณลักษณะด้านอื่นๆ ดังนั้นการใช้รำข้าวใส่ในธัญพืชอัดแท่งจึงไม่เหมาะสม เพราะไม่เป็นที่ยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์

4.3 คุณค่าทางโภชนาการของธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยด อัตราส่วนข้าวสังข์หยดต่อธัญพืช ร้อยละ 40:60 เติมด้วยรำข้าวร้อยละ1 แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดเสริมรำข้าว

พลังงานและสารอาหาร (หน่วย)	Thai RDI ของอาหารว่าง[1]	ต่อ100 กรัม[2]	หนึ่งหน่วยบริโภค (20 กรัม)[3]	ร้อยละของพลังงานและสารอาหารในผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดเสริมรำข้าว เปรียบเทียบกับ Thai RDI
พลังงาน(กิโลแคลอรี)	200	809.50	161.90	80.95
โปรตีน(กรัม)	5	13.16	2.63	52.60
ไขมัน(กรัม)	6.5	21.88	4.37	67.23
คาร์โบไฮเดรต(กรัม)	30	47.32	9.46	31.53
เส้นใย(กรัม)	2.5	3.36	0.67	26.80
วิตามิน เอ(ไมโครกรัม)	80	24.45	4.89	6.11
แคลเซียม(มิลลิกรัม)	80	237.02	47.40	59.25
โปตัสเซียม(มิลลิกรัม)	350	122.97	24.59	7.02
เหล็ก(มิลลิกรัม)	1.5	11.48	2.29	152.66

[1] คำนวณจากร้อยละ10 ของThai RDI(สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข, 2556)

[2] คำนวณจากโปรแกรม Nutrisurvey 2007 (www.nutrisurvey.de)

[3] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข (2556)

ผลการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการด้วยโปรแกรม Nutrisurvey 2007 พบว่า ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดเสริมรำข้าวหนึ่งหน่วยบริโภค มีพลังงานทั้งหมด 161.43 กิโลแคลอรี โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใย 2.63 4.37 9.46 และ 0.67 กรัม ตามลำดับ มีวิตามินเอ 4.89 ไมโครกรัม แคลเซียม 47.40 มิลลิกรัม โปตัสเซียม 24.59 มิลลิกรัม และเหล็ก 2. 29 มิลลิกรัม

คำนวณเปรียบเทียบกับปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) พบว่า ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดเสริมรำข้าวมีโปรตีน ใยอาหาร แคลเซียม และเหล็กสูง เนื่องจากหนึ่งหน่วยบริโภคมีสารอาหารดังกล่าวมากกว่าร้อยละ 20 ของ Thai RDI (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณะสุข, 2556)

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การใช้ข้าวสังข์หยดและธัญพืช อัตราส่วน 20:80, 30:70, 40:60, 50:50 และ 60:40 ทำธัญพืชอัดแท่งเพื่อประเมินการยอมรับ ผลการศึกษาพบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับอัตราส่วนของข้าวสังข์หยดต่อธัญพืชที่ระดับ 40:60 มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการใส่รำข้าวลงในส่วนผสมธัญพืชอัดแท่งร้อยละ 1, 2, 3, 4 และ 5 พบว่า ผู้ทดสอบยอมรับที่ร้อยละ 1 มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งรำข้าวแบบอบและไม่อบ โดยให้คะแนนความชอบทางด้าน สี รูปร่าง รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ในระดับปานกลาง การใส่รำข้าวไม่อบยิ่งมากจะมีกลิ่นรำข้าวเพิ่มขึ้น ทำให้การยอมรับลดลง แต่การใส่รำข้าวอบไม่มีผลต่อการเพิ่มกลิ่นรำข้าว

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองทำธัญพืชอัดแท่ง ขั้นตอนการทำสารประสารโดยเคี่ยวน้ำตาลปี๊บและกลูโคสไซรับต้องควบคุมให้มีความสม่ำเสมอ เนื่องจากในการทดลองจะทำเป็นชุดเล็กๆ ปริมาณสารประสานน้อยมาก หากควบคุมไม่ดีพออาจส่งผลต่อการประเมินได้

2. ในการทำธัญพืชอัดแท่ง ข้าวสังข์หยดที่ใช้เป็นข้าวที่ทำให้พองโดยใช้ความร้อนจากการคั่ว จึงทำให้ข้าวที่ได้ค่อนข้างแข็ง ควรจะให้มีการศึกษาการทำให้ข้าวสังข์หยดพองโดยวิธีทอดน้ำมันซึ่งจะทำให้มีความแข็งน้อยลง แต่ก็มีผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำมันและอายุของผลิตภัณฑ์

3. สิ่งที่น่าสนใจก็คือควรจะมีการศึกษาหาวิธีการที่จะทำให้ข้าวสังข์หยดพองตัวและกรอบ (ไม่แข็ง)โดยไม่ใช้น้ำมัน เพราะถ้าสามารถทำได้ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ ลดต้นทุนและเพิ่มอายุผลิตภัณฑ์

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย, 2535. ใน เพชรรัตน์ จงสกุลศรี. 2553. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง.** สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

กรมอนามัย, 2547. ใน www.ricesiam.com. **คุณค่าทางโภชนาการข้าวสังข์หยดพัทลุง.** บริษัทข้าวพื้นเมืองภาคใต้จำกัด.

กัญวณา ศรีสุข. 2551. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่ง.** วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กฤตลักษณ์ ปะสะกวี. 2554. **หันมาบริโภคธัญพืชกันเถอะ.** ฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. บทความจากหนังสือพิมพ์แนวหน้า(ออนไลน์) สืบค้นจาก : www. http://m.thaihealth.or.th

จริยา เดชกุญชร. 2552. **ข้าวกล้องงอกเพื่อสุขภาพ.** พิมพ์ครั้งที่1. บริษัทพิมพ์ดีจำกัด. กรุงเทพฯ. 108 น.

ธันวา ไวยบท. **การผลิตโคนม.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://elearning.nsru.ac.th/web_elearning/dairy/editor.php

นภาวรรณ นพรัตนราภรณ์. 2543. **แนวทางการสร้างอาหารไทยเป็นอาหารโลกในสิบปีข้างหน้า.** อักษรสยามการพิมพ์. กรุงเทพฯ. 125 น.

บริษัท สำนักพิมพ์แสงแดด จำกัด. 2547. **ถั่วและงา.** พิมพ์ครั้งที่1. พงษ์วรินทร์การพิมพ์. กรุงเทพฯ.

ปนิดา บรรจงสินศิริ. 2553. **อาหารขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพ.** ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. บทความจากหนังสือพิมพ์แนวหน้า. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : www. http://m.thaihealth.or.th

ปรัชญา คงทวีเลิศ. 2555. **งาดำ ราชินีแห่งพืชน้ำมัน ราชันย์แห่งธัญพืช.** แฮปปี้บุ๊ค. กรุงเทพฯ. 128น.

ปาริสุทธ์ สงทิพย์. 2550. **การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวชนิดแท่งจากข้าวกล้องและสมุนไพร.** วิทยานิพนธ์สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พูนศักดิ เมฆวัฒนากาญจน์และวีณา เมฆวัฒนากาญจน์. 2549. **ข้าวและประโยชน์จากเมล็ดข้าว.** (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://www.ubon.ricethailand.org/document/poonsak/brown.htm.

เพชรรัตน์ จงสกุลศรี. 2553. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแครอทอัดแท่ง.** สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

พระนคร.

รัชดา สาดตระกูลวัฒนา. 2542. **การพัฒนาอาหารเช้าพร้อมบริโภคอัดแท่งจากธัญพืช.** วิทยานิพนธ์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.(ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://www.thaithesis.org

วรรณา วงศ์แสงธรรม. 2547. **การพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ธัญชาติชนิดแท่งจากคัพภะข้าวโพด**. วิทยานิพนธ์สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิมลพรรณ ปีตธวัชชัย. 2553. **ข้าวของพ่อ.** กลุ่มประชาสัมพันธ์ สำนักงานปลัดกระทรวงวัฒนธรรม, กรุงเทพฯ. 176 น.

วัชรี สุขวิวัฒน์ และสุนันทา วงศ์ปิยชน. 2552. **ผลิตภัณฑ์ข้าวพองอัดแท่ง.** งานวิจัยศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. **ทฤษฎีอาหารเล่ม1 หลักการประกอบอาหาร.** วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา, กรุงเทพฯ.

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. 2544. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับข้าวไทย.** สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2556. **พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 ฉบับปรับปรุง 2556.** กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

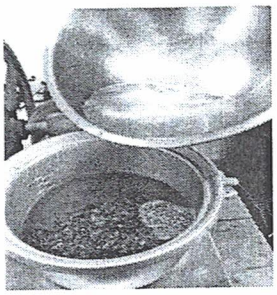
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเขต 9. **คุณค่าทางโภชนาการข้าวสังข์หยดพัทลุง.** (ออนไลน์) สืบค้นจาก : http://www2.oae.go.th/zone9/rice _sangyod/information/soure_of_songyod.html

อารีย์ วรัญญวัฒก์, 2544. ใน เพชรรัตน์จงสกุลศรี. 2553. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเม่าหมี่ธัญพืชเสริมแคลอทอัดแท่ง.** สาขาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

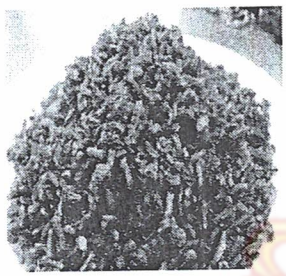
Nutrition Surveys and Calculations. (ออนไลน์) สืบค้นจาก www.nutrisurvey.de

ภาคผนวก

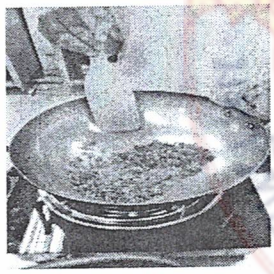
ภาคผนวก ก



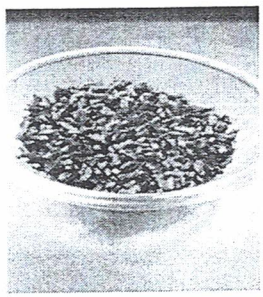
หุงข้าวข้าวสังข์หยด 100 กรัม ล้างด้วยน้ำ 1 ครั้ง
เติมน้ำให้ได้น้ำหนักรวม 300 กรัม นำไปหุงจนสุก



ข้าวสังข์หยดอบแห้งอุณหภูมิ 70°ซ นาน 4 ชั่วโมง

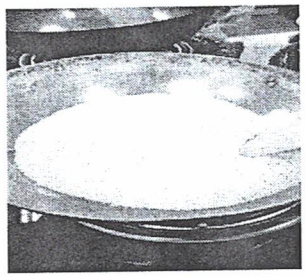


คั่วข้าวสังข์หยด ไฟปานกลาง ใช้เวลานาน 3 นาที

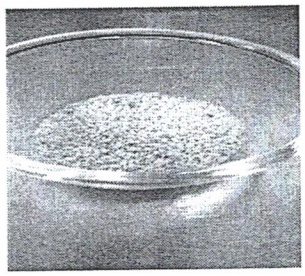


ข้าวสังข์หยดคั่ว

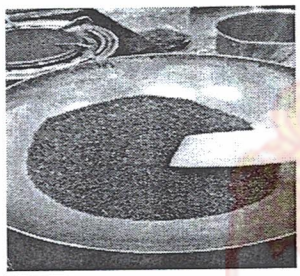
ภาพผนวก 1 การเตรียมวัตถุดิบ



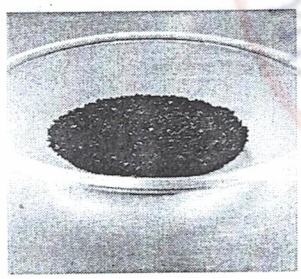
คั่วงาขาวจนได้กลิ่นหอมและมีสีน้ำตาลเล็กน้อย นาน 3 นาที



งาขาวคั่ว

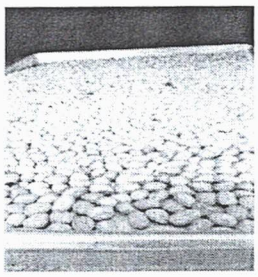


คั่วงาดำจนได้กลิ่นหอมนาน 3 นาที

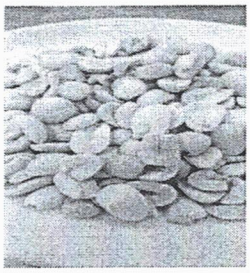


งาดำคั่ว

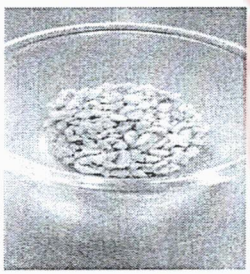
ภาพผนวก 1 การเตรียมวัตถุดิบ(ต่อ)



อบถั่วลิสงที่อุณหภูมิ 110 °ซ นาน 1 ชั่วโมง

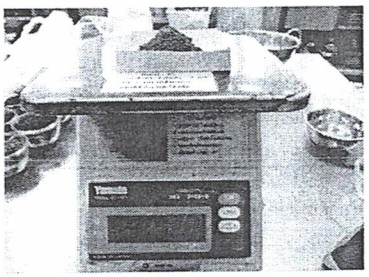


ถั่วลิสงอบ

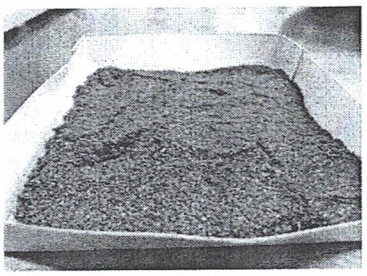


ถั่วลิสงอบบุบพอแตก

ภาพผนวก 1 การเตรียมวัตถุดิบ(ต่อ)



ชั่งรำข้าวสังข์หยด

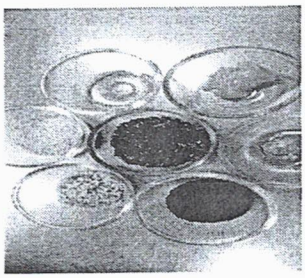


เกลี่ยรำข้าวให้เสมอกัน

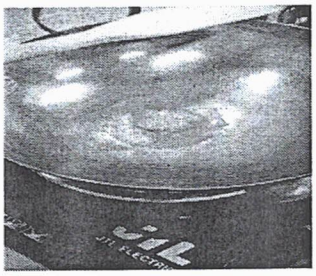
นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 140 °ซ นาน 10 นาที

รำข้าวที่ผ่านการอบ

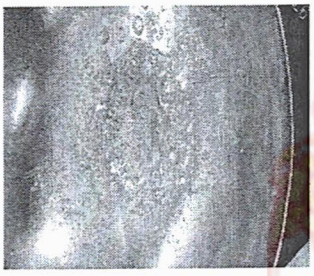
ภาพผนวก 1 การเตรียมวัตถุดิบ(ต่อ)



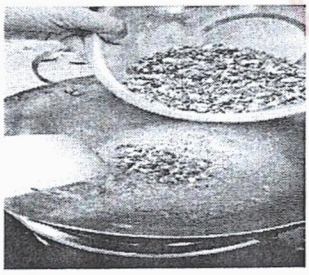
ส่วนผสม



ตั้งไฟอ่อนใส่น้ำตาลปี๊บ แบะแซ และน้ำ ลงในกระทะทองเหลือง

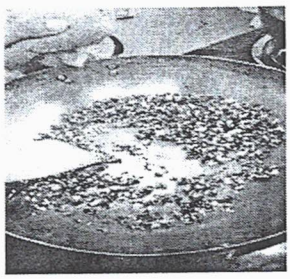


เคี่ยวจนเหนียว

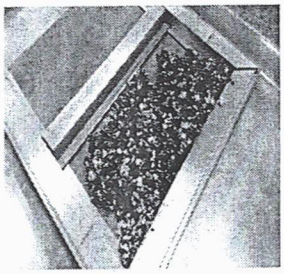


ใส่ข้าวสังข์หยด ธัญพืช และรำข้าวลงไป

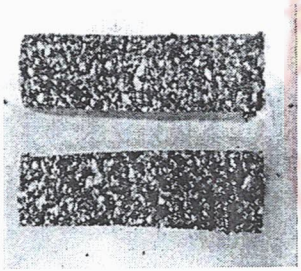
ภาพผนวก 2 ขั้นตอนการทำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยด



คลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากัน



เทลงบล็อกเพื่อทำการอัดแท่ง



ได้ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยด

ภาพผนวก 2 ขั้นตอนการทำธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยด(ต่อ)

ภาคผนวก ข

ตาราง คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจากข้าวสังข์หยดเสริมรำข้าว

ธัญพืชอัดแท่ง	หน่วย	งาขาว	งาดำ	น้ำตาลปี๊บ	ถั่วลิสง	ข้าวสังข์หยด	กลูโคสไซรับ	รำข้าวสังข์หยด	รวม
น้ำหนักส่วนผสม	g	14	14	20	14	28	10	1	101
พลังงาน	kcal	95.5	78.7	76.6	74.2	100	400	2.8	827.7
โปรตีน	g	3.7	3.3	0.1	4.2	2	0	0.1	13.3
ไขมัน	g	9	7.3	0	5.4	0.3	0	0.2	22.1
คาร์โบไฮเดรต	g	0	0	19	2.2	22.1	4	0.5	47.8
เส้นใย	g	0.6	2.3	0	0.3	0.1	0	0.1	3.4
วิตามิน เอ	mg	0.3	2.5	17	4.9	0	0	0	24.7
แคลเซียม	mg	12.6	203.3	16	2.8	3.9	0	0.8	239.4
โปตัสเซียม	mg	0	0	8	63.7	38.6	0	13.9	124.2
เหล็ก	mg	1.8	3.1	2.3	1.9	0.5	0	1.9	11.6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย