



เส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดง
Supplementea of Red Hawm Rice in khanom
Lod – chong -singapore

เดชาชัย	โพธิ์ปัทมะ
Dechachai	Photipattama
ศิริพร	ปอยมะเริง
Siriporn	Poymarong

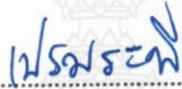
โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อโครงการพิเศษ เส้นลวดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดง
ชื่อ นามสกุล เดชาชัย โพธิ์ปัดมะ
ศิริพร ปอยมะเรียง
ชื่อปริญญา คหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา และคณะ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงการพิเศษฉบับนี้แล้ว



.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์เปรมระพี อูยามาวิริทธิ์)



..... กรรมการ

(อาจารย์วรลักษณ์ น้อมน้อย)



..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชาวลิต อุปฐาก)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้นับ
โครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันทวัน ชมโฉม)

หัวหน้าสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ

วันที่ เดือน พ.ศ.



.....
(อาจารย์ปิยะธิดา สีหะวัฒน์กุล)

คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

วันที่ เดือน พ.ศ.

ชื่อโครงการพิเศษ	เส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดง
ชื่อ นามสกุล	เดชาชัย โปธิปิตมะ ศิริพร ปอยมะเรียง
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา คณะ	อาหารและโภชนาการ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์เปรมระพี อูยามาวิระหิรัญ
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การศึกษาเส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลอดช่องสิงคโปร์ เพื่อศึกษาปริมาณการเสริมข้าวหอมมะลิแดงในลอดช่องสิงคโปร์ในปริมาณที่ต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ สูตรควบคุม สูตรเส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 15 สูตรเส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 30 และสูตรเส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 45 และการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมีของเส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษา สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการศึกษาปริมาณการเสริมข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 30 มากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย 8.39 8.42 8.34 8.29 8.47 และ 8.42 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมากเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า คุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านสีของปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ พิจารณาจากค่าความสว่าง (L^*) ที่ลดลงร้อยละ 30 ลดลงกว่าสูตรควบคุม เมื่อเสริมข้าวหอมมะลิแดงสีที่ได้จะมีความเข้มข้น ค่า a^* สูตรปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 30 มีค่าใกล้เคียงกับ สีแดงมากกว่าสูตรควบคุม ส่วนค่า b^* เมื่อเพิ่มปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ ร้อยละ 30 ค่า b^* ลดลง เพราะข้าวหอมมะลิแดงมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงจึงทำให้ค่า b^* ลดลงซึ่งสารแอนโทไซยานินเป็นเม็ดสีที่ละลายได้ในน้ำ เป็นสารที่ให้สีตามธรรมชาติ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีสูตรควบคุม และสูตรเสริมปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 30 พบว่าสูตรเสริมข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 30 มีปริมาณสารอาหาร โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ย 0.46 0.68 0.12 1.70 และ 36.45 ตามลำดับมีความแตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

คำสำคัญ : ข้าวหอมมะลิแดง, ลอดช่องสิงคโปร์



Special Project	Supplementea of Red hawm rice in lodchong singapore
Author	Dechachai Photipattama Siriporn Poymarong
Degree	Bachelor of Home Economics
Major program	Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology
Advisor	Premraphi Ooaymaweerahirun
Academic Year	2018

ABSTRACT

The objectives of this special project were to investigate basic formulas of Chendol and to study the content of Supplementea of Red hawm rice in lodchong singapore at different four proportions including control 15% 30% and 45% of red jasmine rice. Randomized Complete Block Design (RCBD) was used as the research design. Sensory evaluation was conducted to assess appearance, color, flavor, taste, texture, and over all preference with 9-Point Hedonic Scale. 80 tasters were instructors and students in Food and Nutrition, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Phra nakhon. Data collected were analyzed to determine mean (\bar{x}) and Analysis of Variance (ANOVA). The statistical comparison was conducted by using (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) with a significance level of 0.05. Data were analyzed through statistical software packages.

The results of studying basic formulas indicated that tasters preferred the 10% red jasmine rice formula in terms of appearance, color, flavor, taste, texture and over all preference with mean scores of 8.39 8.42 8.34 8.29 8.47 and 8.42 respectively. The preference was at a moderate level. When ANOVA and statistical comparison were considered, there were the differences in appearance, color, flavor, taste, texture, and overall preference with a statistical significance level of 0.05.

A study of the physical properties and chemical properties of red jasmine rice in the Cendol showed that the color properties of red jasmine rice in Cendol based on the brightness (L^*), the reduction was 30% lower than the control formula. When adding red jasmine rice, the color would be concentrated. The value of a^* , the formula of adding quantity of red jasmine rice in the Cendol with 30% was close to red color over control formula, The value of b^* , when the amount of jasmine rice in the Cendol was increased by 30%, the b^* value decreased because of the high amount of anthocyanin, resulting in lower b^* . Anthocyanin was a water-soluble pigment, and was a naturally coloring substance. When analyzing the chemical composition, control formula, and the formula of adding quantity of red jasmine rice in the Cendol with 30%, the Cendol contained more nutrients, protein, fat, ash, fiber and carbohydrates. The average was 0.46, 0.68, 0.12, 1.70 and 36.45 respectively. There was a statistically significant difference ($P \leq 0.05$).

Keywords: Red jasmine rice, Cendol



กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเรื่อง “เส้นลวดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดง” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพิเศษทางอาหารและโภชนาการ ตามหลักสูตรปริญญาตรีคหกรรมศาสตรบัณฑิต ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ประมวญ อู๋มาวีระหิรัญ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษที่คอยให้คำแนะนำ และแนวคิดตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการจัดทำเล่มโครงการพิเศษมาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์วรลักษณ์ ป้อมน้อย และผู้ช่วยศาสตราจารย์เชาวลิต อุปฐาก อาจารย์ผู้สอนวิชาโครงการพิเศษที่มอบความรู้ และคำปรึกษาในด้านวิชาการ การวิเคราะห์ผลทางสถิติ เพื่อให้เล่มโครงการพิเศษมีความสมบูรณ์มากขึ้น

คณะผู้วิจัย ขอกราบขอบคุณบิดา มารดา ที่ช่วยเหลือให้การสนับสนุนทางทุนทรัพย์และคอยให้กำลังใจ ตลอดจนความห่วงใยอย่างไม่เคยขาดหาย และขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ เพื่อนปริญญาตรีต่อเนืองสาขาวิชาอาหารและโภชนาการรุ่น 60 ตอก ที่สละเวลาให้ความร่วมมือในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเส้นลวดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผู้อ่านจะได้รับประโยชน์จากการศึกษาปริมาณเส้นลวดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดง ไม่มากก็น้อย หากเกิดความผิดพลาดประการใด คณะผู้วิจัยขอน้อมรับเพียงผู้เดียว

เดชาชัย โปธิปตมะ

ศิริพร ปอยมะเรียง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
ABSTRACT	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญแผนภูมิ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	14
3.1 วัตถุประสงค์และอุปกรณ์	14
3.2 วิธีการดำเนินการ	15
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	17
4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์	17
4.2 ผลการศึกษาวงรีขนาดข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลวดช่องสิงคโปร์	19
4.3 ผลการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี	23
เส้นลวดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดง	
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	25
5.1 สรุปผล	25
5.2 ข้อเสนอแนะ	26
เอกสารอ้างอิง	27

ภาคผนวก

29

ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์ และสูตรการศึกษาปริมาณข้าวหอม
มะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์

30

ภาคผนวก ข แบบประเมินผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

36

ภาคผนวก ค ประวัติผู้ศึกษา

39



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	5
2.2	9
2.3	11
4.1	17
4.2	19
4.3	20
4.4	21
4.5	22
4.6	23

ลวดช่องสิงคโปร์ที่ระดับแตกต่างกัน 2 ระดับ



สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4.1 ขั้นตอนการศึกษาสูตรฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์	18
4.2 ขั้นตอนการเตรียมหุงข้าวหอมมะลิแดง	20
4.3 ขั้นตอนการศึกษาการใช้ข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลวดช่องสิงคโปร์	21
4.4 แสดงปริมาณน้ำใบเตยที่ใช้ในการศึกษาการใช้ปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลวดช่องสิงคโปร์	22



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ขนมไทย เป็นขนมที่มีเอกลักษณ์ด้านวัฒนธรรมประจำชาติ คือ มีความประณีต พิถีพิถันในการทำ ขนมไทยมีรสชาติหวาน มีกลิ่นหอม รูปลักษณ์น่ารับประทาน (แสงแดด, 2539) ในการทำขนมไทยมีวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลัก ได้แก่ แป้ง น้ำตาล และกะทิ ขนมไทยในภาคกลางมีหลายประเภทได้แก่ ขนมไทยประเภทหนึ่ง ขนมไทยประเภทต้ม ขนมไทยประเภทกวน ขนมไทยประเภทอบ และผิง ขนมไทยประเภททอด ขนมไทยประเภทเชื่อม ขนมไทยประเภทฉาบ ขนมไทยประเภทน้ำเชื่อม ขนมไทยประเภทบัวตอก ขนมไทยประเภทแช่อิ่ม ขนมไทยประเภทปิ้ง และขนมไทยประเภทน้ำกะทิ ซึ่งขนมไทยประเภทน้ำกะทิเป็นของกินกึ่งสำเร็จรูปอามาใส่ น้ำกะทิผสมน้ำตาล เช่น น้ำตาลโตนด หรือน้ำตาลมะพร้าวก็ได้ ได้แก่ ข้าวเหนียวน้ำกะทิ ลอดช่องแต่งไทยน้ำกะทิ และขนมน้ำกะทิที่ผสมน้ำตาลทรายขาว ได้แก่ ซ่าหริ่ม ทับทิมกรอบ ลอดช่องสิงคโปร์ (จุลทัศน์, 2555) จัดเป็นขนมน้ำกะทิที่ผู้บริโภคนิยมรับประทานช่วยคลายร้อน สามารถรับประทานได้ง่าย แต่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาขนมลอดช่องสิงคโปร์ให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้นโดยเสริมปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในขนมลอดช่องสิงคโปร์

ข้าวหอมมะลิแดง เป็นสายพันธุ์ข้าวเจ้าที่กลายพันธุ์มาจากข้าวหอมมะลิ พันธุ์ 105 พบมากในจังหวัดสุรินทร์ เป็นข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้ม ข้าวหอมมะลิแดงมีคุณสมบัติเด่นในด้านโภชนาการ มีดัชนีค่าน้ำตาลต่ำ ช่วยป้องกัน และบรรเทาโรคเบาหวานได้ มีสารแอนติออกซิแดนท์ช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง โรคหลอดเลือด โรคหัวใจ โรคความจำเสื่อม และไขข้ออักเสบ มีวิตามินซี บี1 และบี2 ช่วยบำรุงสมอง (อัมพา, 2557)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาเส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงเพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภคคนไทยช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวหอมมะลิแดง

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลวดช่องสิงคโปร์
- 1.2.3 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของเส้นลวดช่องสิงคโปร์เสริม

ข้าวหอมมะลิแดง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้ผลิตภัณฑ์ขนมลวดช่องสิงคโปร์ที่มีใยอาหารเพิ่มขึ้น
- 1.3.2 เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร
- 1.3.3 ส่งเสริมขนมไทยให้เป็นที่รู้จักในสังคมปัจจุบัน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ลอดช่องสิงคโปร์ เป็นขนมพื้นบ้านที่มีจุดกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเป็นที่ยอมรับในอินโดนีเซีย พม่า เวียดนาม และสิงคโปร์ ส่วนสาเหตุที่ในประเทศไทยใช้ชื่อว่า “ลอดช่องสิงคโปร์” นั้นมาจากปี พ.ศ. 2504 ร้านลอดช่องร้านแรกในประเทศไทยชื่อ สิงคโปร์โภชนา ซึ่งตั้งอยู่หน้าโรงพยาบาลนครสิงคโปร์หรือโรงแรมบุรีบนถนนเยาวราช ผู้คนที่นิยมไปรับประทานจึงมักจะเรียกติดปากว่า ลอดช่องหน้าโรงแรมสิงคโปร์ ร้านลอดช่องสิงคโปร์ก็ยังคงขายลอดช่องสิงคโปร์จนถึงปัจจุบัน (นิรนาม, ม.ป.ป.)

2.1.1 แป้งมันสำปะหลัง

2.1.1.1 แป้งมันสำปะหลังมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาว ลักษณะเด่นของแป้งมัน- สำปะหลังคือ มีความบริสุทธิ์สูง มีสิ่งปนเปื้อนต่ำ จะมีสตาร์ชอยู่มากกว่าร้อยละ 95 และมีปริมาณโปรตีนและไขมันอยู่ค่อนข้างต่ำร้อยละ 1 มีฟอสฟอรัสน้อยกว่าร้อยละ 0.04 ลักษณะของเม็ดแป้งถ้าตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีรูปร่างเป็นเม็ดกลมหรือรูปไข่ และอาจจะมีรอยบุ๋มที่ปลายด้านหนึ่งของเม็ด เม็ดแป้งส่วนใหญ่จะมีขนาดปานกลาง 3 - 40 ไมครอน มีขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 12 - 15 ไมครอน แต่ใหญ่กว่าแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีอะมิโลสค่อนข้างต่ำคือร้อยละ 18 - 23 และมีขนาดแตกต่างกัน โดยมีค่า Degree of polymerization (DP) ตั้งแต่ 1,100 - 3,220 ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้ในการวัดขนาดโครงสร้างของอะมิโลสจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นเส้นตรง และส่วนที่เป็นกิ่งโดยอัตราส่วนของโครงสร้างที่เป็นเส้นตรงต่อโครงสร้างเป็นกิ่งจะมีค่าเท่ากับ 0.58 ต่อ 0.42 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับแป้ง ข้าวโพด (0.56 : 0.44) คุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยากับน้ำเป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการนำแป้งไปใช้ ประโยชน์เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำเมื่อได้รับความร้อนความร้อนจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจน ในโครงสร้างแป้ง ทำให้โมเลกุลของน้ำสามารถเข้าไปจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระของแป้งได้ แป้งจะเริ่มพองขึ้น การพองของเม็ดแป้งจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่นชนิดของแป้งปริมาณ และโครงสร้างของอะมิโลสสูงจะมีกำลังพองตัวต่ำกว่าแป้งที่มีอะมิโลสต่ำ ทั้งนี้โครงสร้างของอะมิโลสที่เป็นเส้นตรงจะทำให้เกิดพันธะระหว่างโมเลกุลได้ดี และอาจจับตัวกับไขมัน ทำให้ขัดขวางการพองตัวของเม็ดแป้งได้

แป้งมันสำปะหลังจัดเป็นแป้งที่มีอะมิโลสต่ำ จึงมีกำลังพองตัวได้ดี และมีค่าความสามารถในการละลายได้ซึ่งสัมพันธ์กับการพองตัวสูง ค่าการพองตัววัดได้จากน้ำหนักของเม็ดแป้งที่พองตัวอย่างอิสระในน้ำต่อน้ำหนักแห้งของแป้งจะมีค่าประมาณ 50 กรัม และการละลายประมาณร้อยละ 35 ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่ามากกว่าแป้งข้าวโพด แต่ต่ำกว่าแป้งมันฝรั่ง ลักษณะการพองตัวของแป้งมันสำปะหลังที่อุณหภูมิต่างกันจะเป็นแบบขั้นตอนเดียว (single stage swelling) ซึ่งแตกต่างจากแป้งธัญชาติที่มักจะมีการพองตัวเป็นแบบ 2 ขั้นตอน (two stage swelling) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแป้งจากธัญชาติมีแรงภายในเม็ดแป้งมากกว่า 1 ชนิด ในระหว่างที่ให้ความร้อนแก่เม็ดแป้งที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ และเม็ดแป้งเริ่มดูดซึมน้ำจากภายนอกนั้น เม็ดแป้งจะเริ่มพองตัวพร้อมๆ กับที่เม็ดแป้งสูญเสียความสามารถในการบดระนาบแสงโพลาไรซ์ ลักษณะแป้งเช่นนี้จะทำให้การพองตัวของเม็ดแป้งเป็นแบบผันกลับไม่ได้และเม็ดแป้งเกิดเจลลาทีไนซ์ขึ้น แป้งแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิเริ่มต้น และช่วงของอุณหภูมิในการเกิดเจลลาทีไนซ์ที่แตกต่างกัน ในกรณีของแป้งมันสำปะหลัง อุณหภูมิในการเกิดเจลลาทีไนซ์จะอยู่ในช่วง 58 - 70 องศาเซลเซียส และระดับพลังงานที่ใช้ในกระบวนการเจลลาทีไนซ์จะประมาณ 14 - 17 จูลต่อกรัม เมื่อวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค (Differential Scanning Calorimetry) โดยทั่วไปเมื่อเม็ดแป้งที่พองตัวได้รับความร้อนเม็ดแป้งจะเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพของแป้งเปียกที่มีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างมาก และเมื่อแป้งเปียกเย็นตัวลงจะเกิดเป็นเจลลักษณะความหนืดของแป้งมันสำปะหลังที่เปลี่ยนแปลงภายใต้สภาวะที่มีการเปลี่ยนอุณหภูมิ และมีการกวนอยู่ตลอดเวลาสามารถตรวจสอบได้โดยใช้เครื่องวัดความหนืด (Rapid Visco Analyzer) หรือ Brabender Viscosmylograph แป้งมันสำปะหลังเมื่อได้รับความร้อนจะมีค่ากำลังการพองตัวสูงจึงให้ความหนืดสูง แต่แป้งเปียกก็ยังคงได้รับความร้อน และแรงกลไกลอย่างต่อเนื่องจะมีค่าความหนืดลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งลักษณะเช่นนี้เป็นข้อจำกัดในการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารให้ความหนืดในผลิตภัณฑ์บางชนิด จึงจำเป็นต้องมีการดัดแปลงแป้ง เพื่อช่วยเพิ่มความคงตัวของแป้งเปียก แป้งมันสำปะหลังจึงเป็นแป้งที่เกิดการคืนตัวต่ำ และให้ลักษณะของแป้งเปียกใส ไม่ทึบแสง เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งชนิดอื่น

2.1.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของแป้งมันสำปะหลัง เมื่อตรวจสอบคุณภาพของแป้งมันสำปะหลังจากแหล่งต่างๆ พบว่า จะมีความแตกต่างสูงมาก ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของแป้งมันสำปะหลังที่สำคัญได้แก่

ตารางที่ 2.1 วัดค่าความหนืดของแป้งมันสำปะหลัง

ค่าที่วัด	ความหนืด (RVU)
ความหนืดเมื่อแป้งพองตัวสูงสุด	256-512
ความหนืดเมื่อแป้งคงตัว	92-169
ความหนืดเมื่อแป้งเย็นตัว	146-241
ความหนืดเมื่อแป้งยุบตัว	163-350
ความหนืดเมื่อแป้งคืนตัว	54-109

หมายเหตุ : แป้งมันสำปะหลัง 3 กรัม (ความชื้น ร้อยละ 14) ผสมกับน้ำ 25 มิลลิลิตร

ที่มา : กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2550

2.1.1.3 คุณภาพของวัตถุดิบเริ่มต้นที่ใช้ในการสกัดแป้งแตกต่างกัน มีผลทำให้คุณภาพของแป้งที่แตกต่างกันด้วย โดยพบว่าคุณภาพของแป้งเกิดขึ้นจากปัจจัยหลายๆ อย่างได้แก่

2.1.1.3.1 พันธุ์ของมันสำปะหลัง มีหลายสายพันธุ์ที่ต่างกันเมื่อปลูกในสภาวะแวดล้อมเดียวกันจะทำให้หัวมันสำปะหลังและแป้งที่มีคุณสมบัติต่างกัน

2.1.1.3.2 อายุของหัวมันสำปะหลัง หัวมันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุต่างกันจะมีคุณสมบัติต่างกัน หัวมันสำปะหลังที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุมากกว่า 12 เดือน จะมีปริมาณเส้นใยสูง

2.1.1.3.3 สภาวะแวดล้อมในการเพาะปลูกและก่อนการเก็บเกี่ยว

ก. ปริมาณน้ำฝน น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูก แต่สภาวะแล้งจะมีผลอย่างมากต่อคุณภาพของแป้งพบว่าหัวมันสำปะหลังจะมีปริมาณแป้งต่ำ และแป้งที่ได้จะมีขนาดเม็ดเล็กกว่าคุณสมบัติในการทำปฏิกิริยากับน้ำจะต่ำกว่าสภาวะที่มีฝน นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นภายหลังจากที่ต้นมันอยู่ในสภาวะแล้งจะมีผลทำให้แป้งมีความหนืดลดลงอย่างมาก นอกจากนี้ปริมาณไซยาไนด์ในหัวมันที่ปลูกในสภาวะแล้งจะมีมากกว่าในหัวมันที่ปลูกในสภาวะที่มีน้ำเพียงพอ

ข. ความสมบูรณ์ของแร่ธาตุในดิน ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณผลผลิตของหัวมันสำปะหลัง และปริมาณแป้งแล้วยังพบปริมาณโพแทสเซียมในดินที่จะมีผลต่อปริมาณไซยาไนด์ในหัวมันสำปะหลังด้วย

ค. อุณหภูมิ ในการเกิดเจลาทีไนซ์ของแป้งมันสำปะหลังแตกต่างกัน เป็นผลมาจากความแตกต่างของอุณหภูมิของดิน ซึ่งอาจเกี่ยวกับปริมาณของน้ำฝน

ง. ความชื้น ซึ่งผลจากสภาวะแล้งจะมีผลต่ออัตราการคายน้ำ และการสังเคราะห์แสงของพืชซึ่งเกี่ยวกับการสร้างแป้งในหัวมันสำปะหลัง

2.1.1.3.4 การเก็บหัวมันสำปะหลัง หัวมันสำปะหลังภายหลังการเก็บเกี่ยวจึงเสียหายรวดเร็ว ซึ่งเป็นการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่างๆ ที่สามารถผลิตเอนไซม์ย่อยแป้งได้ทำให้มีคุณสมบัติแป้งเปลี่ยนแปลง

2.1.1.4 กระบวนการผลิตแป้ง ที่มีกระบวนการผลิตแตกต่างกัน จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันด้วยที่สำคัญได้แก่

2.1.1.4.1 วิธีการผลิตแป้ง ในกระบวนการผลิตที่มีการใช้เครื่อง Decanter จะมีการแยกโปรตีน และไขมัน ทำให้แป้งมีความบริสุทธิ์สูง

2.1.1.4.2 น้ำที่ใช้ในการผลิตแป้ง ปริมาณ และคุณภาพของน้ำที่ใช้จะส่งผลให้มีคุณสมบัติต่างกัน แป้งที่ล้างในน้ำสะอาด ปริมาณแป้งจะได้มาก จะมีสิ่งปนเปื้อนน้อย

2.1.1.4.3 ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ใช้ในน้ำกำมะถัน โรงงานส่วนใหญ่จะมีการใช้น้ำกำมะถันในกระบวนการผลิตเพื่อช่วยควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ และช่วยฟอกสี แป้งที่มีกำมะถันสูงจะมีสีขาวกว่า แต่ความหนืดของแป้งจะลดลง

2.1.1.4.4 การอบแห้ง จะมีการใช้ความร้อนสูงซึ่งมีผลต่อโครงสร้าง และคุณสมบัติของแป้งการอบแห้งทำให้เกิดโครงสร้างเป็นรูเล็กในเม็ดแป้งซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยากับน้ำในการเข้าไปทำงานของเอนไซม์เกิดขึ้นได้ดี นอกจากนี้แป้งหยาบจะอบแห้งโดยส่วนใหญ่จะมีความชื้นอยู่ประมาณร้อยละ 35 - 40 เมื่อถูกความร้อนสูงจะทำให้เกิด Heat moisture treatment ได้ซึ่งจะทำให้โครงสร้างของแป้งเปลี่ยนแปลงไป และจะมีผลต่อคุณสมบัติของแป้งด้วย

2.1.1.5 การเก็บรักษาและปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ และคุณภาพทางเคมีเชิงฟิสิกส์ที่เปลี่ยนแปลงของแป้งมันสำปะหลังเมื่อเก็บในอายุที่ต่างกัน มีหลายปัจจัย ทั้งอุณหภูมิ ความชื้น ระยะเวลาจัดเก็บ เมื่อเก็บแป้งไว้นานความชื้นก็จะเพิ่มขึ้นแป้งจะมีการดูดน้ำไว้ ทำให้มีความชื้นสูง จะทำให้กำลังของแป้งพองตัวลดลง ในทางตรงข้ามถ้าแป้งมีความชื้นต่ำทำให้มีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้เร็วกว่าแป้งที่มีความชื้นสูง นั่นคือค่าการดูดซึมน้ำ จากการศึกษา

ของ Siroth พบว่าแป้งมันสำปะหลังที่เก็บไว้ในสภาพ 50 องศาเซลเซียส ร้อยละ 50 ความชื้นมีการลดลงของความหนืดซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแป้ง แป้งที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงจะมีการลดลงของความหนืดมากกว่าแป้งที่มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่ำ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในแป้งยังมีผลต่อการคงตัวของเม็ดแป้ง (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2550)

2.1.2 น้ำ

2.1.2.1 โครงสร้างทางเคมีโมเลกุลของน้ำ ประกอบด้วยไนโตรเจน 2 อะตอม และตัวออกซิเจน 1 อะตอม H₂O ที่ต่อกันแบบไม่มีเส้นตรง โมเลกุลมีลักษณะที่มีทั้งขั้วบวก และขั้วลบซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารที่มีขั้วบวกต่างๆ ได้ดี น้ำจึงเป็นตัวทำละลายที่ดี มีสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพเคมีที่สามารถทำปฏิกิริยาได้ทั้งกับกรด และเบส เป็นตัวกลางตัวเร่งปฏิกิริยาชีวเคมีที่สำคัญของร่างกาย นอกจากนี้น้ำยังมีจุดหลอมเหลว และจุดเดือดที่สูงกว่าสารประกอบอื่นที่มีน้ำหนักของโมเลกุลในน้ำที่ใกล้เคียงกัน

2.1.2.2 ลักษณะ และประเภทของน้ำมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารอย่างมาก เนื่องจากในการแปรรูปอาหารส่วนใหญ่มีน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นจึงควรคำนึงถึงคุณสมบัติ ลักษณะ และเป็นประเภทของน้ำให้เหมาะสมเช่นกัน (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, 2559)

2.1.2.3 ชนิดของน้ำ น้ำจำแนกตามปริมาณของอินทรีย์สาร และเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในน้ำเป็น 6 ชนิด

2.1.2.3.1 น้ำอ่อน เป็นน้ำที่มีปริมาณของแร่ธาตุละลายอยู่ต่ำ

2.1.2.3.2 น้ำกระด้าง จะมีพวกแร่ธาตุละลายอยู่ในปริมาณที่สูง น้ำด่างนี้อาจเป็นน้ำต่างแบบชั่วคราว หรือน้ำต่างถาวรก็ได้

2.1.2.3.3 น้ำด่าง เป็นน้ำที่มีไฮเดียมคาร์บอเนตอยู่

2.1.2.3.4 น้ำที่มีความเป็นกรด มักจะพบในเหมืองแร่ และเป็นน้ำที่ได้รับจากของเสียที่มาจากอุตสาหกรรม น้ำที่มีความเป็นกรดนั้นส่วนใหญ่จะไม่มีอยู่ในธรรมชาติ

2.1.2.3.5 น้ำเกลือ จะมีพวกเกลือปนอยู่บ้าง ทำให้มีรสฝื่อน

2.1.2.3.6 น้ำที่มีสารแขวนลอย น้ำที่กล่าวมาข้างต้นเป็นน้ำประเภทนี้ได้โดยเกิดมีสารแขวนลอย เช่น ดินเหนียว ทรายละเอียด ตะกอน หรืออื่นๆ ปะปนอยู่ (จิตรนา และอรอนงค์, 2553)

2.1.3 ใบเตย

2.1.3.1 ใบเตย มีน้ำมันหอมระเหย และมีสีเขียวของคลอโรฟิลล์นิยมใช้แต่งสีเขียวทั้งในอาหาร และขนม นอกจากนี้ยังนิยมเอาใบเตยมาทำเป็นเครื่องดื่ม เมื่อนำใบเตยมากลั่นด้วยไอน้ำ จะได้น้ำมันหอมระเหย ซึ่งประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น Lyalil acetate ,Benzene acetate Lionel และ Geranium เป็นต้น นอกจากนี้ใบเตยยังมีสารหอมคัมามิน และเอทิลวานิลลินอีกด้วย (วันดี และคณะ, 2541)

2.1.3.1.1 ส่วนลำต้น เตยหรือเตยหอม เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีลำต้นทรงกลม และเป็นข้อสั้นๆ ถี่ๆ โผล่ขึ้นมาจากดินเพียงเล็กน้อย โคนลำต้นแตกรากแขนงออกเป็นรากค้ำจุนหรือเรียกว่า รากอากาศ ลำต้นสามารถแตกหน่อเป็นต้นใหม่ได้ ทำให้มองเป็นกอหรือเป็นพุ่มใหญ่ๆ ที่รวมความสูงของใบแล้วสามารถสูงได้มากกว่า 1 เมตร

2.1.3.1.2 ส่วนใบ แตกออกเป็นใบเดี่ยวด้านข้างรอบลำต้น และเรียงสลับวนเป็นเกลียวขึ้นตามความสูงของลำต้น ใบมีลักษณะเรียวยาวเป็นรูปดาบ ปลายใบแหลม สีเขียวสด ใบชูเฉียงแนบไปกับลำต้นแผ่นใบเป็นมัน กว้างประมาณ 2 - 3 เซนติเมตร ยาวประมาณ 30 - 50 เซนติเมตร แผ่นใบ และขอบใบเรียบ แผ่นใบด้านล่างมีสีจางกว่าด้านบน มีเส้นกลางใบลึกเป็นแอ่งตื้นๆ ตรงกลางใบนี้ส่งกลิ่นหอมตลอดเวลา เพราะมีน้ำมันหอมระเหย และสาร ACPY

2.1.4 กะทิ

2.1.4.1 กะทิ หรือน้ำกะทิ คือ ของเหลว ที่ได้จากการใช้น้ำอุ่นคั้น หรือ สกัด ส่วนเนื้อแก่ของมะพร้าว มีส่วนประกอบหลักคือ ไขมัน ซึ่งอยู่ในรูปของอิมัลชัน และของแข็งต่างๆ เช่น โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ เป็นของเหลวสีขาวขุ่นที่ได้จากการบีบคั้นเนื้อมะพร้าวขูด โดยการเติมหรือไม่เติมน้ำ ส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำกะทิ คือ น้ำมัน น้ำ โปรตีน และน้ำตาล อยู่รวมกันเป็นอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ โดยมีโปรตีนทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิไฟเออร์ ความเข้มข้นของน้ำกะทิขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำกะทิเมื่อตั้งทิ้งไว้จะแยกเป็นชั้นหัวกะทิและชั้นหางกะทิ โดยความหนาของชั้นหัวกะทิแสดงถึงความเข้มข้น ทั้งนี้เนื่องจากน้ำกะทิมีปริมาณน้ำมันมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโปรตีน โปรตีนไม่เพียงพอที่จะดึงน้ำมันให้กระจายแขวนลอยอยู่ทั่วไป และน้ำกะทิในอุตสาหกรรมแบ่งได้เป็น 5 แบบ คือ

2.1.4.1.1 น้ำกะทิสด ได้จากการคั้นน้ำกะทิด้วยเครื่อง หรือมือแล้วเก็บรักษาด้วยความเย็นทันที ความเย็นสามารถรักษาน้ำกะทิจากการเน่าเสียได้ สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 1 - 2 วัน แต่รสชาติจะเปลี่ยนไปเล็กน้อยจึงนิยมจำหน่ายวันต่อวัน อุณหภูมิห้องเย็นในการเก็บรักษาต้องไม่ต่ำจนเกินไปจนเกิดผลึกน้ำแข็ง เพราะจะทำให้เนื้อสัมผัสของน้ำกะทิเปลี่ยนไป คือ มีตะกอนโปรตีนแยกตัว และให้ลักษณะเนื้อเป็นทราย

2.1.4.1.2 น้ำกะทิพาสเจอร์ไรซ์ เป็นน้ำกะทิสดที่นำมาให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่เชื้อที่เหลือยังสามารถเจริญได้ จึงต้องเก็บในห้องเย็นเหมือนน้ำกะทิสด แต่ความเสี่ยงในการเน่าเสียน้อยกว่าจึงสามารถเก็บรักษาได้นาน 4 - 6 วัน

2.1.4.1.3 น้ำกะทิบรรจุกระป๋อง เป็นน้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการบรรจุกระป๋อง ปิดฝา แล้วฆ่าเชื้ออย่างสมบูรณ์ในระดับอุตสาหกรรม เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาตามปกติ ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานโดยไม่ต้องเก็บในที่เย็น ส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศได้

2.1.4.1.4 น้ำกะทิกล่องยูเอชที เป็นน้ำกะทิที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยระบบความร้อนสูงระยะเวลาสั้น (140 - 145 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 15 วินาที) แล้วบรรจุในกล่องที่ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้ว ระยะเวลาให้ความร้อนสั้นทำให้คงสภาพคล้ายน้ำกะทิสดมาก แต่อายุการเก็บรักษาจะสั้นกว่าแบบบรรจุกระป๋อง และกล่องกระดาษไม่แข็งแรงเท่ากระป๋อง จึงอาจมีการเน่าเสียเกิดขึ้นจากกล่องกระดาษชำรุดได้

2.1.4.1.5 กะทิผง เป็นน้ำกะทิที่นำมาทำให้แห้งเป็นผงละเอียด โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย น้ำกะทิโดยธรรมชาติมีน้ำมันเป็นส่วนประกอบอยู่สูงจึงไม่สามารถทำให้แห้งได้เหมือนนมผงดังนั้นต้องเติมสารเพิ่มปริมาณของแข็งคือสารมอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) เครื่องทำแห้งมีอุปกรณ์ฉีดน้ำกะทิให้เป็นละอองฝอยเข้ามาในห้องอบ และสัมผัสกับลมร้อนที่มีอุณหภูมิ 160 - 180 องศาเซลเซียส ทำให้น้ำระเหยออกจากละอองของเหลวอย่างรวดเร็วได้เป็นอนุภาคผงที่มีขนาดเล็กกะทิผงมีความชื้นต่ำจึงเก็บรักษาได้นานไม่เน่าเสียแต่ต้องเก็บในภาชนะป้องกันความชื้น เช่น ในถุงอลูมิเนียมพอยล์ หรือกระป๋องที่มีฝาปิดสนิท เนื่องจากกะทิผงดูดความชื้นได้ดีทำให้เกาะตัวเป็นก้อน (พิมพ์พิเศษ และนิธิยา, ม.ป.ป.)

2.1.4.2 คุณค่าทางอาหารของกะทิ หัวกะทิที่คั้นจากเนื้อมะพร้าวโดยไม่ผสมน้ำมีไขมันมากกว่าถึงร้อยละ 34.7 กรัม พลังงานมากถึงร้อยละ 330 แคลอรี

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของกะทิ (100 มิลลิลิตร)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณของสารอาหาร	หน่วย
พลังงาน	330	แคลอรี
ความชื้น	53.8	กรัม
โปรตีน	4.3	กรัม

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณของสารอาหาร	หน่วย
ไขมัน	34.7	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	6.0	กรัม
แคลเซียม	11	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	122	มิลลิกรัม
เหล็ก	2.3	มิลลิกรัม
ไรอะมิน	0.03	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.9	มิลลิกรัม
วิตามิน ซี	3	มิลลิกรัม

ที่มา : ยวดี, ม.ป.ป.

2.1.5 น้ำตาลทรายขาว

น้ำตาลทรายขาว มีการผลิตโดยกระบวนการฟอกสีของอ้อยดิบโดยใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรือคาร์บอนไดออกไซด์มาช่วยในการตกตะกอน การผลิตในปัจจุบันคือ การผลิตน้ำตาลทรายดิบก่อนหลังจากนั้นจึงนำน้ำตาลทรายดิบมาล้างเอากากน้ำตาลที่เคลือบน้ำตาลทรายดิบออก น้ำตาลทรายที่ล้างแล้วจะถูกละลายเป็นน้ำเชื่อมเข้มข้นประมาณ 50 องศาบริกซ์ แล้วนำไปผ่านกระบวนการฟอก น้ำเชื่อมที่ใสจะถูกผ่านเครื่องดูดสี และเรซิก resin แล้ว จะมีความบริสุทธิ์สูงปราศจากสี (อบเชย และขนิษฐา, 2556) ผลึกซูโครสที่มีความบริสุทธิ์สูงลักษณะจะเป็นเกล็ดใส มีสีขาวถึงสีเหลืองอ่อน มีความชื้นเล็กน้อย เกร็ดร่วนไม่ติดกัน และกากน้ำตาลติดอยู่เป็นส่วน้อยผลิตจากอ้อยโดยตรง (อัจฉรา, 2556)

2.1.5.1 คุณสมบัติของน้ำตาล เป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ รสหวานของน้ำตาลเป็นธรรมชาติที่ปราศจากรสอื่นเจือปน การที่เรารับรู้รสหวานนั้นเกิดจากต่อมรับรสที่บริเวณปลายลิ้นด้านบน ความหวานของซูโครสซึ่งถือว่าเท่ากับ 100 ฟรุคโตสเป็นน้ำตาลที่หวานที่สุด และมีความหวานกว่าซูโครสน้ำตาลที่หวานรองมาจากซูโครส คือ กุลโคส วัตถุประสงค์หลักของการใส่น้ำตาลในอาหาร คือการให้ความหวาน โดยทั่วไปนิยมใช้ซูโครสหรือน้ำตาล เพราะความหวานสูงราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลอื่นๆ

2.1.5.2 คุณค่าทางโภชนาการ น้ำตาลเป็นแหล่งของพลังงาน เนื่องจากน้ำตาลทรายขาวมีความบริสุทธิ์ถึงร้อยละ 99.5 จึงสามารถคำนวณพลังงานของน้ำตาลทรายได้โดยน้ำตาลทราย 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี นอกเหนือจากพลังงานแล้วน้ำตาลทรายขาวไม่ได้สารอาหารอื่นเลย น้ำตาลสีน้ำตาล จะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก สำหรับน้ำตาลมะพร้าวนอกจากจะให้แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กแล้วยังให้วิตามินเอ และไนอะซินอีกด้วย (อบเชย และชนิษฐา, 2556)

2.1.6 ข้าวหอมมะลิแดง

ข้าวหอมมะลิแดง เป็นข้าวเจ้านาปีที่สามารถนำมาทำนาปรังได้ ความสูงของต้นประมาณ 120 – 130 เซนติเมตร เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี ลำต้นแข็ง กอตั้ง การแตกกอดี ใบสีเขียวอ่อน ใบน้อม ใบตรงตัก คอรวงยาว รวงยาว เมล็ดข้าวเปลือกสีฟาง ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์ ท้องไข่น้อย เมล็ดข้าวกลวง กว้าง x ยาว x หนา = 2.1 x 7.5 x 1.7 มิลลิเมตร มีปริมาณอมิโลสร้อยละ 16.9 สีของใบและลำต้น เขียวเข้มอมม่วง เก็บเกี่ยวปลายเดือนพฤศจิกายน ให้ผลผลิตประมาณ 643 กิโลกรัมต่อไร่โดยข้าวหอมมะลิแดงถือเป็นข้าวที่มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดงเข้ม เมื่อหุงสุกนุ่ม เหนียว และมีกลิ่นหอมเหมือนข้าวดอกมะลิ 105 ด้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในสภาพธรรมชาติได้ดี ค่อนข้างต้านทานโรคไหม้คุณภาพการขัดสีดี คุณภาพการหุงต้ม นุ่ม มีกลิ่นหอม ที่สำคัญเป็นข้าวที่เหมาะสมสำหรับการผลิตแบบอินทรีย์ (กรมการข้าว กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, ม.ป.ป.)

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของข้าวหอมมะลิแดง (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณสารอาหาร	หน่วย
ธาตุเหล็ก	12	กิโลกรัม
สังกะสี	3.8	มิลลิกรัม
ทองแดง	4.3	มิลลิกรัม
วิตามินอี	336.62	กรัม
เบต้าแคโรทีน	3.26	กรัม
ลูทีน	9.12	กรัม
โพลีฟีนอล	329.30	มิลลิกรัม
โปรตีน	7.0	กรัม
ไขมัน	2.4	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	79.1	กรัม

ที่มา : กรมการข้าว กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว, ม.ป.ป.

2.5.1.1 ประโยชน์ของข้าวหอมมะลิแดง ข้าวหอมมะลิแดงมีคุณสมบัติเด่นทางโภชนาการ คือ มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำช่วยในการป้องกัน และบรรเทาโรคเบาหวานได้ดี ยังมีสารแอนติออกซิแดนซ์ ที่ช่วยลดอัตราการเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง ลดอัตราเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือด และโรคหัวใจ โรคความจำเสื่อม โรคไขข้ออักเสบ แก่เร็ว และยังมีวิตามินบี ช่วยรักษาภูมิแพ้ วิตามินบี 1 และบี2 ช่วยบำรุงสมอง บรรเทาอาการอ่อนเพลีย ไนอะซิน ช่วยทำให้ผิวหนังแข็งแรง และยังมีประสาทที่ฉับไว (อัมพา, 2557)

2.5.1.2 คุณค่าทางโภชนาการ ข้าวกล้องมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าข้าวสารที่ไม่ขัดสีจนขาว จึงทำให้สูญเสียสารอาหารแทบทุกชนิดยกเว้น สตาร์ชที่เพิ่มขึ้น (อรอนงค์, 2550)

2.5.1.2.1 โปรตีน จะมีอยู่หนาแน่นที่บริเวณผิวนอกของเมล็ดข้าวกล้อง บริเวณคัพพะ (embryo) มากกว่าส่วนอื่นๆ ของเมล็ดโปรตีนในเมล็ดข้าวจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว และสภาพแวดล้อมที่ปลูกข้าวโดยปกติข้าวกล้องจะมีปริมาณโปรตีนตั้งแต่ร้อยละ 4.3 - 18.2 หรือประมาณร้อยละ 9.5 โดยเฉลี่ย

2.5.1.2.2 ไขมัน พบเฉพาะที่ชั้นในสุดของเยื่อหุ้มเมล็ด และส่วนของคัพพะ (embryo) ดังนั้นในการขัดสีข้าวกล้องให้เป็นข้าวสารขาว จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้สูญเสียไขมันไปอยู่ในรูปแบบของรำข้าวเป็นปริมาณมากกว่าร้อยละ 80

2.5.1.2.3 แร่ธาตุ ส่วนใหญ่จะพบอยู่ในบริเวณผิวนอกของเมล็ด ปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของแร่ธาตุในดินที่มีอยู่ และปริมาณแร่ธาตุที่มาจากปุ๋ย และยังขึ้นอยู่กับ การเจริญเติบโตของข้าวอีกด้วย กลุ่มแร่ธาตุที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวคอกข้างจะมีมากได้แก่ ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม และโพแทสเซียม สำหรับธาตุฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวในส่วนนี้จะอยู่ในรูปแบบที่ ร่างการใช้ประโยชน์ได้ยาก

2.5.1.2.4 วิตามิน ส่วนใหญ่จะพบที่บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นในสุด และที่คัพพะ (embryo) จะเป็นสาเหตุให้ข้าวสารขาวมีวิตามินเหลืออยู่เพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องที่มีวิตามินอยู่ในปริมาณที่สูงกว่ามากวิตามินที่มีอยู่ค่อนข้างมากได้แก่ กรดนิโคตินิก หรือ ไนอะซิน วิตามินในเมล็ดข้าวอาจสูญเสียไปได้ง่ายเมื่อเก็บข้าวในรูปแบบข้าวสาร ดังนั้นจึงควรเก็บในรูปแบบของข้าวเปลือกในโรงงานที่มีที่ถ่ายเทอากาศได้ดี หรือที่มีอุณหภูมิต่ำ (บุญหงษ์, 2557)

2.5.1.3 การหุงสุกข้าวหอมมะลิแดง ข้าวหอมมะลิแดงหุงสุกแล้วมีการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลกลูโคสในช่วงเวลา 20 นาทีแรกค่อนข้างช้า คือ 10.60 กรัมต่อ 100 กรัม และปริมาณน้ำตาลกลูโคสหลังจากย่อยผ่านไป 120 นาที มีค่าเพียง 8.59 กรัมต่อ 100 กรัม แสดงให้เห็นว่า ข้าวหอมมะลิแดงน่าจะเป็นข้าวพื้นเมืองที่มีดัชนีน้ำตาลที่เหมาะสมกับการส่งเสริมให้ผู้บริโภคที่อยู่ในภาวะ

ปกติหรือผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ได้หันมารับประทาน เพราะเมื่อรับประทานข้าวชนิดนี้เข้าไปแล้ว ร่างกายจะมีปริมาณน้ำตาลกลูโคสเพิ่มสูงขึ้นช้ากว่าข้าวเจ้าทั่วไป (กรรมการข้าว กรมพัฒนาผลิตภัณฑ์ ข้าว, ม.ป.ป.)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรรณิการ์ และศิริรัตน์ (2553) ศึกษาการใช้น้ำใบนางในหลอดช่องสิงคโปร์ ในปริมาณร้อยละ 5 ร้อยละ 10 และร้อยละ 15 พบว่าปริมาณของใบนางที่ปริมาณร้อยละ 10 ผู้ชิมให้การยอมรับในด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม โดยมีค่าเฉลี่ย 7.75 7.70 7.60 และ 7.73 ตามลำดับ และปริมาณร้อยละ 15 ได้รับการยอมรับในด้านสี เมื่อนำไปวิเคราะห์หาความแปรปรวน และวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่า ด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนเนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เบญจมินทร์ และเพียงฝัน (2558) ศึกษาการใช้ข้าวกล้องหอมมะลิแดงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมครองแครงกะทิ ในปริมาณร้อยละ 50 ร้อยละ 70 และร้อยละ 90 ผู้ชิมให้การยอมรับในปริมาณร้อยละ 70 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม ในระดับชอบปานกลาง โดยมาค่าเฉลี่ย 7.80 7.60 7.64 7.38 และ 7.75 ตามลำดับส่วนในด้านรสชาติผู้ชิมให้คะแนนความชอบร้อยละ 50 มากที่สุด คือ 7.69 เมื่อนำมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ พบว่า คุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนด้านกลิ่น และเนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัสดุที่ใช้ในการศึกษาเส้นลวดของลึงค์โปรเสริมข้าวหอมมะลิแดง

- 3.1.1.1 แป้งมันสำปะหลัง (ตราปลามังกร)
- 3.1.1.2 กะทิ (ตราอร่อยดี)
- 3.1.1.3 น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)
- 3.1.1.4 ใบเตย
- 3.1.1.5 น้ำเปล่า
- 3.1.1.6 ข้าวหอมมะลิแดง (ตราเกษตรอินทรีย์)

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาเส้นลวดของลึงค์โปรเสริมข้าวหอมมะลิแดง

- 3.1.2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยมสามตำแหน่ง
- 3.1.2.2 เครื่องปั่นไฟฟ้า (ยี่ห้อ Hamilton Beach)
- 3.1.2.3 อ่างผสมสแตนเลส เส้นผ่านศูนย์กลาง 21 เซนติเมตร
- 3.1.2.3 เครื่องรีดแป้ง (ยี่ห้อ Sakura)
- 3.1.2.4 เครื่องผสมอาหาร (ยี่ห้อ KITCHENAID)
- 3.1.2.5 หม้อ
- 3.1.2.6 ถาด
- 3.1.2.7 พายพลาสติก
- 3.1.2.8 ทัพพี
- 3.1.2.9 กระจอน
- 3.1.2.10 ซ้อนตวง

3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.2 วิธีการดำเนินการ

3.2.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์

การทดลองครั้งนี้ได้ทำการศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์ 3 สูตร (ภาคผนวก ก.) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดย ผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนการชิม จำนวน 40 คน เป็นอาจารย์ และ นักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.2 การศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นขนมลวดช่องสิงคโปร์

การทดลองครั้งนี้ได้นำสูตรเส้นลวดช่องสิงคโปร์พื้นฐานที่ได้รับการยอมรับมาศึกษา ปริมาณหอมมะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์ในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือส่วนผสมของแป้ง สูตรควบคุม (0 กรัม) เส้นลวดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 15 (57 กรัม) เส้นลวดช่อง สิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงละ 30 (114 กรัม) เส้นลวดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 45 (171 กรัม) โดยวางแผนทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) และนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยผู้ชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนการชิมจำนวน 80 คน เป็นอาจารย์ และ นักศึกษาสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีเส้นลวดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดง

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยการวัดค่าสี ค่าที่วัดได้แก่ ค่า L^* (ค่าความสว่าง มีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a^* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีแดง - หมายถึง วัตถุที่มีสีเขียว) b^* (+ หมายถึง วัตถุที่มีสีน้ำเงิน)

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างลวดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดง ทั้ง 2 ระดับตามวิธีการของ AOAC (2000) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กากใยและคาร์โบไฮเดรต ในรูปของร้อยละโดยน้ำหนักของแห้ง

3.2.4 การวิเคราะห์ผล

3.2.3.1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเส้นลวดช่องสิงคโปร์สูตรพื้นฐานมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Least Significant Difference, LSD)

3.2.3.2 การศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT)

3.2.3.3 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณทางเคมีโดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.2.5 สถานที่ทำการทดลอง

3.2.5.1 ห้องปฏิบัติการอาหาร 513 คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.5.2 ทดสอบทางประสาทสัมผัส ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.2.6 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2561 ถึง เดือนกันยายน 2561



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์จำนวน 3 สูตร โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการ ชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale) โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นอาจารย์และนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Least Significant Difference, LSD วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ สูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์ ดังตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย และค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 สูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ส่วนผสมเส้นลวดช่องสิงคโปร์			
แป้งมันสำปะหลัง	350	200	120
น้ำต้มสุก	240	60	120
น้ำใบเตย	60	120	30
แป้งมันสำปะหลัง (ทำนวล)	40	40	40

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

วัตถุดิบ	น้ำหนักวัตถุดิบ (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ส่วนผสมกะทิหลอดช่องสิงคโปร์			
กะทิ	240	240	240
น้ำเปล่า	480	480	480
น้ำตาลทราย	240	240	240

ที่มา : สูตรที่ 1 ขาว, 2544

สูตรที่ 2 นพรัตน์, ม.ป.ป.

สูตรที่ 3 ปรีดา, 2552



แผนภูมิที่ 4.1 ขั้นตอนการศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลอดช่องสิงคโปร์

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย และค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสูตรพื้นฐานเส้นลอดช่อง
สิงคโปร์ 3 สูตร

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	เส้นลอดช่องสิงคโปร์สูตรพื้นฐาน		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏ	6.93 ± 0.88 ^b	7.80 ± 0.72 ^a	7.07 ± 0.91 ^b
สี	6.78 ± 0.79 ^b	7.95 ± 0.84 ^a	7.10 ± 0.89 ^b
กลิ่น	7.27 ± 1.00 ^b	7.80 ± 0.84 ^a	7.02 ± 0.94 ^b
รสชาติ	7.22 ± 1.04 ^b	7.93 ± 0.85 ^a	7.20 ± 0.90 ^b
เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม)	7.44 ± 1.07 ^b	8.10 ± 0.89 ^a	7.34 ± 1.02 ^b
ความชอบโดยรวม	7.27 ± 1.07 ^b	8.12 ± 0.81 ^a	7.29 ± 0.90 ^b

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลอดช่องสิงคโปร์ พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับสูตรที่ 2 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยคะแนน 7.80 7.95 7.80 7.93 8.10 และ 8.12 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า คุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($P \leq 0.05$)

4.2 ผลการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์

จากการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ในปริมาณที่ต่างกัน 4 ระดับของส่วนผสมแป้งลอดช่องสิงคโปร์ได้แก่ สูตรควบคุม การศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 15 การศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 30 และการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 45 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic Scale)

โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 80 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, DMRT วิเคราะห์ผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ ดังตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย และค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลการการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์

วัตถุดิบ	ปริมาณข้าวหอมมะลิแดง (ร้อยละ)			
	สูตรควบคุม	15	30	45
ข้าวหอมมะลิแดงสุก	-	57	114	171
แป้งมันสำปะหลัง	200	200	200	200
น้ำต้มสุก	180	180	180	180
แป้งนวล	40	40	40	40

ล้างทำความสะอาดข้าวหอมมะลิแดง

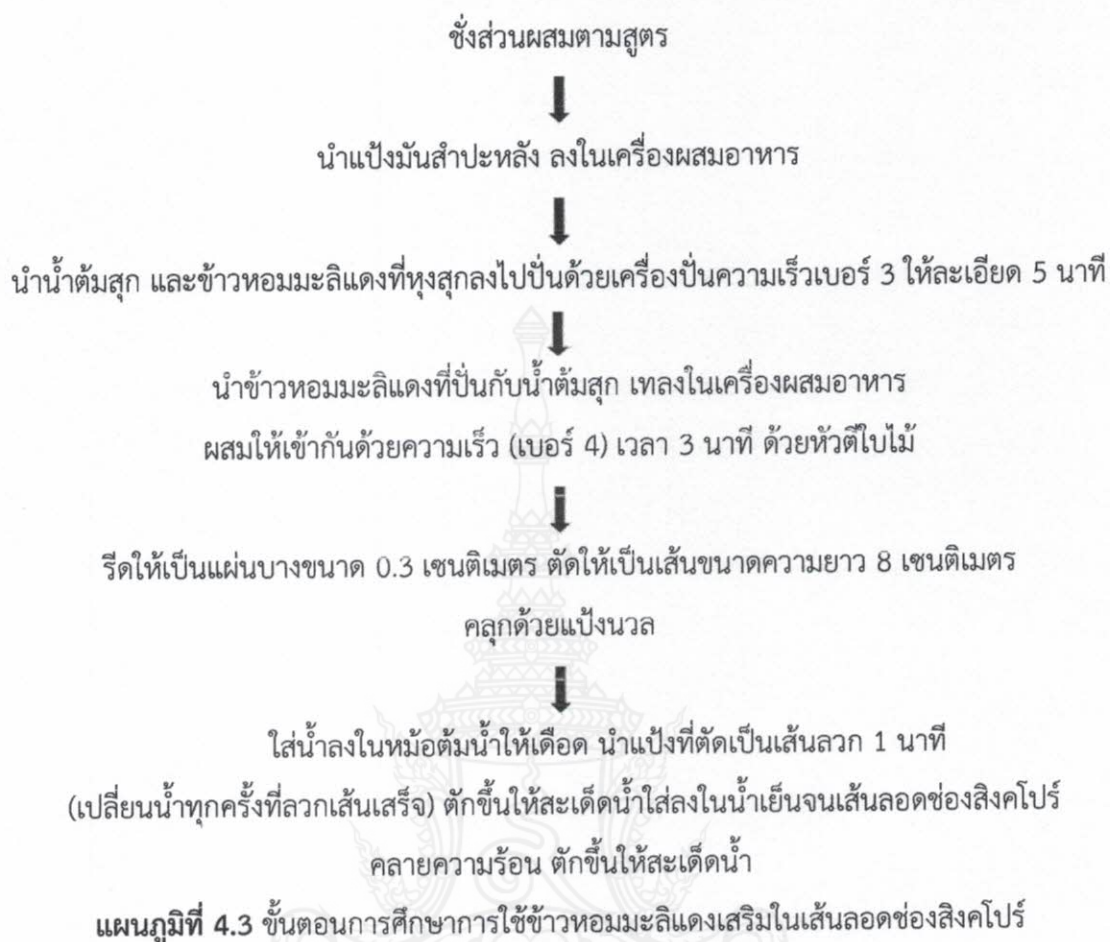


หุงข้าวหอมมะลิแดง (ข้าวหอมมะลิแดง 50 กรัม : น้ำ 100 กรัม) เวลา 15 นาที



ข้าวหอมมะลิแดงสุก

แผนภูมิที่ 4.2 ขั้นตอนการเตรียมหุงข้าวหอมมะลิแดง



ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย และค่าความแตกต่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลวดของสิงคโปร์

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ปริมาณข้าวหอมมะลิแดง (ร้อยละ)			
	สูตรควบคุม	15	30	45
ลักษณะปรากฏ	7.49 ± 0.90 ^b	7.52 ± 0.90 ^b	8.39 ± 0.84 ^a	7.44 ± 0.90 ^b
สี	7.71 ± 0.87 ^b	7.52 ± 0.93 ^b	8.42 ± 0.67 ^a	7.47 ± 0.85 ^b
กลิ่น	7.25 ± 0.88 ^b	7.37 ± 0.87 ^b	8.34 ± 0.70 ^a	7.34 ± 1.00 ^b
รสชาติ	7.09 ± 0.92 ^c	7.39 ± 0.92 ^b	8.29 ± 0.85 ^a	7.62 ± 0.81 ^b
เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม)	7.48 ± 0.95 ^b	7.62 ± 0.90 ^b	8.47 ± 0.68 ^a	7.53 ± 0.68 ^b
ความชอบโดยรวม	7.11 ± 0.75 ^c	7.72 ± 0.91 ^b	8.42 ± 0.67 ^a	7.57 ± 0.81 ^b

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 ผลการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ที่ระดับร้อยละ 30% มากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยคะแนน 8.39 8.42 8.34 8.29 8.47 และ 8.42 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมากเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และ เปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า คุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณน้ำใบเตยที่ใช้ในการศึกษาสูตรพื้นฐาน

วัตถุดิบ	ปริมาณข้าวหอมมะลิแดง (ร้อยละ)			
	สูตรควบคุม	15	30	45
ใบเตย	20	20	20	20
น้ำเปล่า	120	120	120	120

ซึ่งส่วนผสมตามสูตร



น้ำใบเตยหั่นเป็นท่อนขนาด 3 เซนติเมตร



กรองด้วยผ้าขาวบาง แยกกากใบเตย

แผนภูมิที่ 4.4 แสดงปริมาณน้ำใบเตยที่ใช้ในการศึกษาการใช้ปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์

4.3 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีเส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดง

จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีเส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงที่แตกต่างกัน 2 ระดับ คือ สูตรควบคุม และสูตรปริมาณข้าวหอมมะลิแดงร้อยละ 30 ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติเคมีของการศึกษาเส้นลอดช่องสิงคโปร์เสริมข้าวหอมมะลิแดงที่ระดับแตกต่างกัน 2 ระดับ

คุณสมบัติ	ปริมาณข้าวหอมมะลิแดง (ร้อยละ)	
	สูตรควบคุม	30
คุณสมบัติทางกายภาพ		
ค่าสี L*	45.20 ± 0.97 ^a	40.45 ± 0.58 ^b
a*	-3.04 ± 0.43 ^{ns}	0.18 ± 0.53 ^{ns}
b*	6.29 ± 1.24 ^a	0.33 ± 0.47 ^b
คุณสมบัติทางเคมี		
ความชื้น	63.53 ± 0.58 ^{ns}	60.95 ± 1.49 ^{ns}
โปรตีน	0.34 ± 0.34 ^{ns}	0.46 ± 0.07 ^{ns}
ไขมัน	0.49 ± 0.69 ^b	0.68 ± 0.32 ^a
เถ้า	0.10 ± 0.13 ^b	0.12 ± 0.01 ^a
เยื่อใย	0.92 ± 0.92 ^b	1.70 ± 0.15 ^a
คาร์โบไฮเดรต	34.62 ± 0.66 ^b	36.45 ± 1.48 ^a

หมายเหตุ : อักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านสี ของปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ พิจารณาจากค่าความสว่าง (L*) ที่ลดลงปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ ร้อยละ 30 ค่า L* มีค่าคะแนนเฉลี่ย 40.45 ± 0.58 ลดลงกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากเมื่อเสริมข้าวหอมมะลิแดงสีที่ได้จะมีความสว่างน้อยกว่าสูตรควบคุม ค่า a* มีค่าความเฉลี่ย 0.18 ± 0.53

สูตรปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 30 มีค่าใกล้เคียงกับสีแดงมากกว่าสูตรควบคุม ส่วนค่า b^* มีค่าคะแนนเฉลี่ย 0.33 ± 0.47 เมื่อเพิ่มปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 30 ค่า b^* ลดลง เพราะข้าวหอมมะลิแดงมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงจึงทำให้ค่า b^* ลดลงซึ่งสารแอนโทไซยานินเป็นเม็ดสีที่ละลายได้ในน้ำ เป็นสารที่ให้สีตามธรรมชาติ เป็นสารที่ให้สีตั้งแต่สีน้ำเงินเข้ม หรืออาจไม่มีสีเมื่ออยู่ในสภาวะค่าเป็นด่าง ($pH > 7$) และเปลี่ยนเป็นสีม่วงเมื่ออยู่ในสภาวะต่ำเป็นกลาง ($pH = 7$) และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงถึงแดงเข้มในสภาวะเป็นกรด ($pH < 7$) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีสูตรควบคุม และสูตรเสริมปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 30 มีค่าองค์ประกอบทางเคมีของเส้นลวดช่องสิงคโปร์ในส่วนของ โปรตีน ไขมัน ถั่ว เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต มีค่าคะแนนเฉลี่ย 0.46 0.68 0.12 1.70 และ 36.45 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า การเสริมข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์มีปริมาณเยื่อใยที่มีปริมาณ โปรตีน ไขมัน ถั่ว เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตเพิ่มมากขึ้น



บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลวดของสิงคโปร์

ผลการศึกษาสูตรพื้นฐานเส้นลวดของสิงคโปร์พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับสูตรที่ 2 ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวมมีคะแนน 7.80 7.95 7.80 7.93 8.10 และ 8.12 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า คุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

5.1.2 การศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลวดของสิงคโปร์

ผลการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลวดของสิงคโปร์พบว่า ผู้ชิมให้การยอมรับปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดของสิงคโปร์ที่ระดับร้อยละ 30 มากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนน 8.39 8.42 8.34 8.29 8.47 และ 8.42 ตามลำดับ อยู่ในระดับความชอบมากเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า คุณลักษณะในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม) และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)

5.1.3 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของเส้นลวดของสิงคโปร์

เสริมข้าวหอมมะลิแดง

ผลการศึกษาคูสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลวดของสิงคโปร์ พบว่าผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านสี ของปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดของสิงคโปร์ พิจารณาจากค่าความสว่าง (L^*) ที่ลดลงปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดของสิงคโปร์ร้อยละ 30 มีค่า L^* ต่ำลงกว่าสูตรควบคุม เนื่องจากเมื่อเสริมข้าวหอมมะลิแดงสีที่ได้จะมีความเข้มข้น ค่า a^* สูตรปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดของสิงคโปร์ร้อยละ 30 มีค่าใกล้เคียงกับสีแดงมากกว่าสูตรควบคุม ส่วนค่า b^* เมื่อเพิ่มปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดของสิงคโปร์ร้อยละ 30 ค่า b^* ต่ำลง เพราะข้าวหอมมะลิแดงมีปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงจึง

ทำให้ค่า b^* ลดลงซึ่งสารแอนโทไซยานินเป็นเม็ดสีที่ละลายได้ในน้ำ เป็นสารที่ให้สีตามธรรมชาติ เป็นสารที่ให้สีตั้งแต่ สีน้ำเงินเข้มหรืออาจไม่มีสีเมื่ออยู่ในสภาวะค่าเป็นด่าง ($pH > 7$) และเปลี่ยนเป็นสีม่วงเมื่ออยู่ในสภาวะต่ำเป็นกลาง ($pH = 7$) และจะเปลี่ยนเป็นสีแดงถึงแดงเข้มในสภาวะเป็นกรด ($pH < 7$) จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีสูตรควบคุม และสูตรเสริมปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์ร้อยละ 30 มีค่าองค์ประกอบทางเคมีของเส้นลวดช่องสิงคโปร์ในส่วนของ โปรตีน ไขมัน เถ้า และเยื่อใย เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า การเสริมข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์มีปริมาณสารอาหาร โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตเพิ่มมากขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรเพิ่มผัก ผลไม้ลงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์ เพิ่มคุณค่า และคุณประโยชน์ให้แก่ผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดรสชาติแปลกใหม่ เช่น พริกขี้หนู บีทรูท เป็นต้น

5.2.2 ควรศึกษาเส้นลวดช่องสิงคโปร์อบแห้ง เพื่อสะดวกในการรับประทาน และยืดอายุการเก็บ

5.2.3 ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลวดช่องสิงคโปร์

เอกสารอ้างอิง

- กรรมธิการ บุญจันทิก และศิริรัตน์ บุตรดีวงศ์. 2553. การใช้น้ำใบย่านางในลดช่องว่างสิ่งโคปรี. ปรินญาตรี โครงการพิเศษ สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
- กรรมการข้าว กรมพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. ม.ป.ป. ข้าวหอมมะลิแดง. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=11> 31กรกฎาคม 2561
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2550. เทคโนโลยีของแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชาว พงษ์บริบูรณ์. 2544. ขนมไทยเพิ่มรายได้. กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. 2559. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2553. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จุลทรรศน์ พยาฆรานนท์. 2555. ขนมไทยภาคกลาง. จัดหมายข่าวสารไทยศึกษา ปีที่13 ฉบับที่ 3 เมษายน-มิถุนายน 2555. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ
- นพรัตน์ ว.จันทร์เกษม. ม.ป.ป. ขนมไทย 4 ภาค. นานาสาสน, กรุงเทพฯ.
- นิรนาม. ม.ป.ป. เมนูสร้างสรรค์จากข้าวไรซ์เบอร์รี่. โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต, กรุงเทพฯ.
- บุญหงษ์ จงคิด. 2557. ข้าวและเทคโนโลยีการผลิต. พิมพ์ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เบญจมินทร์ มาสทอง และเพียงฝัน กฤษหว่าง. 2558. การใช้ข้าวกล้องหอมมะลิแดงทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมครองแครงกะทิ. ปรินญาตรี โครงการพิเศษสาขาวิชาอาหารและโภชนาการ. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ปรีดา เหนระกุล. 2552. ขนมไทยรวมเล่ม 1. กรุงเทพฯ.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์. ม.ป.ป. Coconut milk /น้ำกะทิ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.foodnetworksolution.com>, 31กรกฎาคม 2561
- ยุวดี จอมพิทักษ์. ม.ป.ป. มะพร้าวสมุนไพรจากสรรพคุณ. กรุงเทพฯ
- วันดี กฤษณพันธ์ เอมอร โสมนะพันธุ์ และเสาวณี สุริยาภณานนท์. 2541 สมุนไพรในสวนครัว. เมดิคัล มีเดีย, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

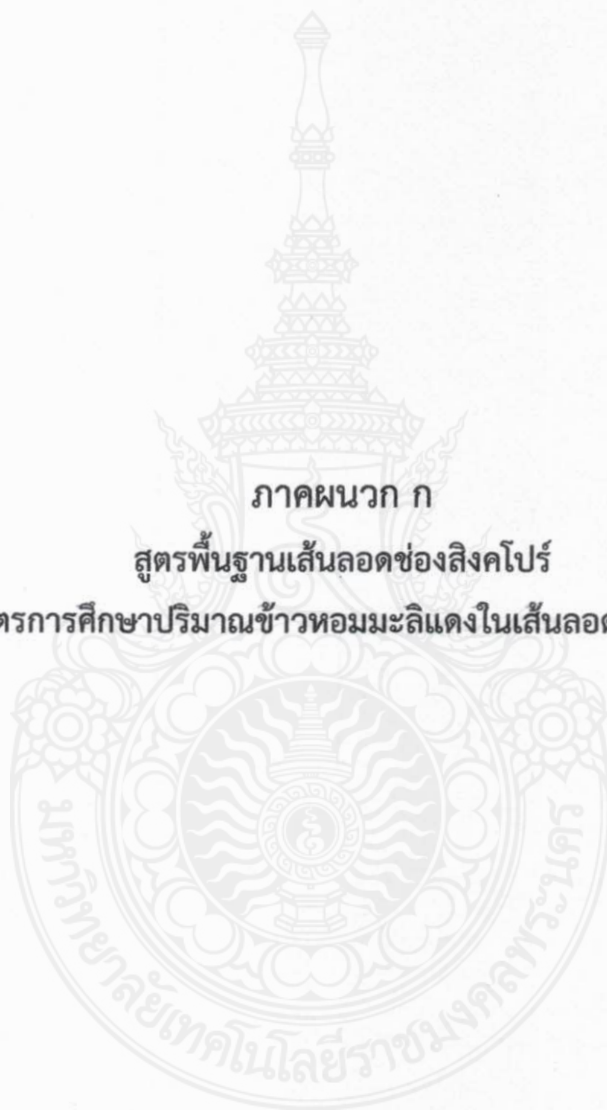
- แสงแดด. 2539. ตำราขนมหวาน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://th.m.wikipedia.org/wiki>,
29 กรกฎาคม 2561
- อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล. 2556. หลักการประกอบอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 10.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- อัจฉรา ดลวิทยาคุณ. 2556. การทดลองอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 โอเดียนสโตร์ โอ.เอส. พรินติ้ง เฮอส์
กรุงเทพฯ.
- อัมพา คำวงษา. 2557. ข้าวสุขภาพ สร้างมูลค่าเพิ่ม. นาคา, กรุงเทพฯ



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
สูตรพื้นฐานเส้นลวดช่องสิงคโปร์
และสูตรการศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงในเส้นลวดช่องสิงคโปร์



ลอดช่องสิงคโปร์ (สูตรพื้นฐาน สูตรที่ 1)

ส่วนผสมแป้งลอดช่องสิงคโปร์

แป้งมันสำปะหลัง	350	กรัม
น้ำต้มสุก	240	กรัม
น้ำใบเตย	60	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง (ทำนวล)	40	กรัม

ส่วนผสมน้ำกะทิลอดช่องสิงคโปร์

กะทิ	240	กรัม
น้ำเปล่า	480	กรัม
น้ำตาลทราย	240	กรัม

วิธีทำ

1. นำกะทิ น้ำ ผสมรวมกันตั้งไฟพอเดือด ใส่น้ำตาลทราย รอเดือดอีกครั้งปิดไฟ
2. น้ำใบเตยซั้ๆ ใสแป้งมัน 1 ส่วนในภาชนะ เอน้ำร้อนที่กำลังเดือดมาเทใส่ทีละน้อย
3. ใช้ไม้พายคนจนพอที่จะนวดได้นวดไปเรื่อยๆ ขณะนวดหยดน้ำใบเตยตามต้องการ นวดจนแป้งเหนียว (อย่าให้แป้งแข็งหรือเหลวไป)
4. พอนวดเสร็จก็เอาแป้งแผ่นนวดเอาไม้ค้ำให้บางมากๆ ขนาดความกว้างยาวให้กะดูว่าเส้นลอดช่องจะให้ยาวแคไหน ก็ทำแป้งให้กว้างเท่านั้น
5. ตัดแป้งแบ่งเป็นเส้นเล็กๆ คลุกกับนวลแป้งพักไว้ กลับมาทำแป้งใหม่ที่แยกสีไว้ ทำเหมือนๆ กันจนหมด
6. ต้มน้ำจนเดือดเอาแป้งที่ตัดไว้ลงต้มจนสุกจึงตักใส่น้ำเย็น

ที่มา : ชาว, 2544

ลอดช่องสิงคโปร์ (สูตรพื้นฐาน สูตรที่ 2)

ส่วนผสมแป้งลอดช่องสิงคโปร์

แป้งมันสำปะหลัง	200	กรัม
น้ำต้มสุก	60	กรัม
น้ำใบเตย	120	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง (ทำนวล)	40	กรัม

ส่วนผสมน้ำกะทิลอดช่องสิงคโปร์

กะทิ	240	กรัม
น้ำเปล่า	480	กรัม
น้ำตาลทราย	240	กรัม

วิธีทำ

1. ชั่งส่วนผสมตามสูตร
2. นำแป้งมันสำปะหลัง ลงในเครื่องผสมอาหาร
3. ต้มน้ำให้เดือด นำใส่เครื่องผสมอาหารและน้ำใบเตยผสมให้เข้ากันดีด้วยความเร็ว (เบอร์ 4) 5 นาที
4. รีดเป็นแผ่นบางขนาด 0.3 เซนติเมตร
5. ตัดแป้งเป็นเส้นขนาดความยาว 8 เซนติเมตร คลุกด้วยแป้งนวล
6. ใส่น้ำลงในหม้อต้มน้ำให้เดือด นำแป้งที่ตัดเป็นเส้นลงในน้ำเย็นจนเส้นคลายความร้อน ตักขึ้นให้สะเด็ดน้ำพักเส้นเสร็จ) ตักขึ้นให้สะเด็ดน้ำใส่ลงในน้ำเย็นจนเส้นคลายความร้อน ตักขึ้นให้สะเด็ดน้ำพักไว้

ที่มา : นพรัตน์, ม.ม.ป.

ลอดช่องสิงคโปร์ (สูตรพื้นฐาน สูตรที่ 3)

ส่วนผสมแป้งลอดช่องสิงคโปร์

แป้งมันสำปะหลัง	120	กรัม
น้ำต้มสุก	120	กรัม
น้ำใบเตย	30	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง (ทำนวล)	40	กรัม

ส่วนผสมน้ำกะทิลอดช่องสิงคโปร์

กะทิ	240	กรัม
น้ำเปล่า	480	กรัม
น้ำตาลทราย	240	กรัม

วิธีทำ

1. แป้งมัน ผสมกับน้ำเดือดคนให้เข้ากันระวังอย่าให้เป็นเม็ด
2. ค่อยผสมน้ำใบเตย นวดให้นุ่ม โรยนวลคลึงแป้งให้เป็นแผ่นบางความหนา 1/4 เซมติเมตร ตัดเป็นเส้นยาวๆ ขนาดความยาว 3 นิ้ว
3. ต้มน้ำให้เดือด นำแป้งที่ตัดตัดเป็นเส้นแล้วต้มให้เดือด พอเส้นลอยขึ้น ช้อนขึ้นแช่ในน้ำเย็น นำขึ้นใส่กระชอนให้สะเด็ดน้ำ

ที่มา : ปรีดา, 2552

สูตรการศึกษาการใช้ข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์ ร้อยละ 30

ส่วนผสม

ข้าวหอมมะลิแดงสุก	114	กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	200	กรัม
น้ำต้มสุก	180	กรัม

ส่วนผสมน้ำกะทิลอดช่องสิงคโปร์

กะทิ	240	กรัม
น้ำเปล่า	480	กรัม
น้ำตาลทราย	240	กรัม

วิธีทำ

- ล้างทำความสะอาดข้าวหอมมะลิแดง
- หุงข้าวหอมมะลิแดง (ข้าวหอมมะลิแดง 50 กรัม : น้ำ 100 กรัม) เวลา 15 นาที
- ข้าวหอมมะลิแดงสุกซึ่งส่วนผสมตามสูตร
- นำแป้งมันสำปะหลัง ลงในเครื่องผสมอาหาร
- นำน้ำต้มสุก และข้าวหอมมะลิแดงที่หุงสุกลงไปปั่นด้วยเครื่องปั่นความเร็วเบอร์ 3 ให้ละเอียด 5 นาที
- นำข้าวหอมมะลิแดงที่ปั่นกับน้ำต้มสุก เทลงในเครื่องผสมอาหาร
- ผสมให้เข้ากันด้วยความเร็ว (เบอร์ 4) เวลา 3 นาที ด้วยหัวตีใบไม้
- รีดให้เป็นแผ่นบางขนาด 0.3 เซนติเมตร ตัดให้เป็นเส้นขนาดความยาว 8 เซนติเมตร คลุกด้วยแป้งนวล
- ใส่น้ำลงในหม้อต้มน้ำให้เดือด นำแป้งที่ตัดเป็นเส้นลวก 1 นาที(เปลี่ยนน้ำทุกครั้งทีลวกเส้นเสร็จ) ตักขึ้นให้สะเด็ดน้ำใส่ลงในน้ำเย็นจนเส้นลอดช่องสิงคโปร์คลายความร้อน ตักขึ้นให้สะเด็ดน้ำ

สูตรน้ำใบเตยที่ใช้ในการศึกษาการใช้เส้นลวดของสิ่งคโปรสูตรพื้นฐาน 3 สูตร

ส่วนผสม

ใบเตย	20	กรัม
น้ำเปล่า	120	กรัม

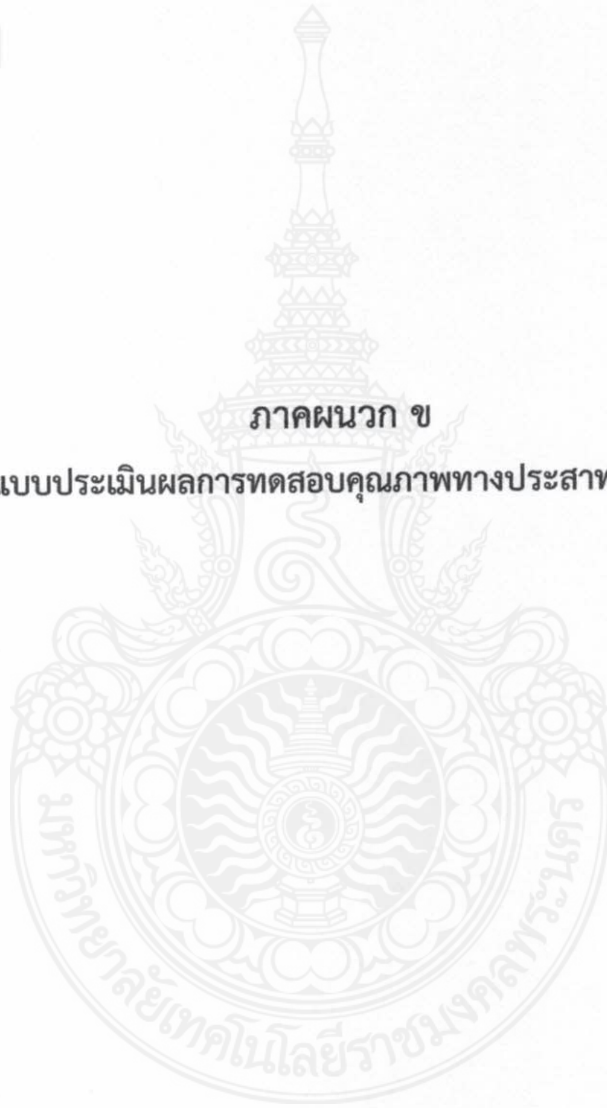
วิธีทำ

1. ชั่งส่วนผสมตามสูตร
2. นำใบเตยหั่นเป็นท่อนขนาด 3 เซนติเมตร
3. กรองด้วยผ้าขาวบาง แยกกากใบเตย



ภาคผนวก ข

แบบประเมินผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส



ชุดที่.....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ เส้นลวดช่องสิงคโปร์ (สูตรพื้นฐาน)

วันที่

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตาราง จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง		
	รหัส	รหัส	รหัส
ลักษณะปรากฏ			
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือการตอบแบบสอบถามทางประสาทสัมผัส

คณะผู้ทดลอง

ชุดที่.....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ เส้นลอดช่องสิงคโปร์ (การศึกษาปริมาณข้าวหอมมะลิแดงเสริมในเส้นลอดช่องสิงคโปร์)

วันที่

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสในตาราง จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

9 = ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

6 = ชอบเล็กน้อย

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง			
	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส (เหนียว, นุ่ม)				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือการตอบแบบสอบถามทางประสาทสัมผัส

คณะผู้ทดลอง

ภาคผนวก ค

ประวัติผู้ศึกษา





ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล เดชาชัย โพรธิปัตะ

วันเดือนปีเกิด 9 กรกฎาคม พ.ศ. 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 64 หมู่ 10 ต.เขาทะเล อ.สวี จ.ชุมพร 86130

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา	2560
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยอาชีวศึกษาชุมพร	2557

ประวัติการทำงาน

ปีที่ทำงาน	ตำแหน่งงาน	สถานที่
2561	นักศึกษาฝึกงาน (Trainee)	โรงแรมนันทา เฮอริเทจ โฮเทล
2559	นักศึกษาฝึกงาน (Trainee)	โรงแรมเดอะชาयน์ พัทยา ชลบุรี
2556	นักศึกษาฝึกงาน (Trainee)	ครุวิทยาลัยอาชีวศึกษาชุมพร

ประวัติผู้ศึกษา



ชื่อ นามสกุล ศิริพร ปอยมะเรียง

วันเดือนปีเกิด 15 ตุลาคม พ.ศ. 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 110 หมู่ 8 ตำบล หัวทะเล อำเภอ เมือง จังหวัด นครราชสีมา 30000

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2561
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา	2560
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา	2557

ประวัติการทำงาน

ปีที่ทำงาน	ตำแหน่งงาน	สถานที่
2561	นักศึกษาฝึกงาน (Trainee)	โรงแรมندانดา เฮอริเทจ โฮเทล
2559	นักศึกษาฝึกงาน (Trainee)	โรงแรมเดอะชาयน์ พัทยา ชลบุรี
2556	นักศึกษาฝึกงาน (Trainee)	ครุวิทยาลัยอาชีวศึกษานครราชสีมา