การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของข้าวเกรียบใบหม่อน

THE STUDY FOR AN OPTIMUM FORMULA OF MULBERRY LEAF CRISPY

นางสาว อรนุช สีหามาลา

นายศุภชัย ภูลายดอก

นางสาวพนอจิต ซองศิริ

คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์

มิถุนายน 2546

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง	15
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	19
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	26
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก รูปภาพประกอบการทำข้าวเกรียบ	28

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ที่ให้การสนับสนุนในด้านทุนวิจัย

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยหม่อนไหม คณะวิชาพืชศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ใบหม่อนสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ช่วยอำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ใบหม่อนเป็นสมุนไพรที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีสารต้านการเกิดออกซิเดชั่น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาสูตรข้าวเกรียบสมุนไพรจากใบหม่อน จากการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนประกอบหลักซึ่งประกอบด้วยแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว และใบหม่อน โดยวิธี Mixture design พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมคือ แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 75 แป้งข้าวเหนียวร้อยละ 16 และใบหม่อนร้อยละ 9

ABSTRACT

Mulberry leaf, one of the popular herb because ti was antioxidant. This research emphasized on the formula development of Mulberry leaf crispy. From Mixture design experiment, it was found that the main ingredients of crispy snack were 75% tapioca flour, 16% rice flour and 9% Mulberry leaf.

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของหัวมันสำปะหลัง	4
2	ความแตกต่างของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน	6
3	คุณค่าทางอาหารของใบหม่อน	8
4	ส่วนประกอบที่มีอยู่ในเกลือสมุทร	9
5	ค่า Water activity น้อยที่สุดที่จุลินทรีย์ชนิดสำคัญๆ จะเจริญเติบโตได้	10
6	การใช้สารเคมีในเกลือ	11
7	สูตรของข้าวเกรียบใบหม่อน	16
8	ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบสมุนไพรที่ได้จากการทดลองแบบ Mixture design	19
9	ค่าสี L, a*, b* ของข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตร	23
10	อัตราการขยายตัวของข้าวเกรียบใบหม่อน	23
11	ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบใบหม่อน	24
12	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในข้าวเกรียบใบหม่อน	25
13	ปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตข้าวเกรียบใบหม่อน	25

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 กระบวนการผลิตข้าวเกรียบใบหม่อน 17
2 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสทางด้านสี 20
3 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น 21
4 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ 21
5 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสทางด้านความกรอบ 22
6 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวม 22
7 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในข้าวเกรียบใบหม่อน (x 10^{2}) 25

ภาพภาคผนวก

1 การลวกใบหม่อนในน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที 28
2 การปั่นใบหม่อนในเครื่องผสมอาหารใช้ความเร็ว speed 2 เป็นเวลา 3 นาที 28
3 การผสมส่วนผสมต่าง ๆ ใน kitchen aid โดยใช้หัวตีรูปใบไม้ 29
4 การนำก้อนแป้งที่ผสมเข้ากันดีแล้วปั้นเป็นแท่งทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว 29
5 ก้อนแป้งภายหลังจากนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 60 นาที 30
6 การสไลด์ก้อนแป้งให้มีความหนาประมาณ 1-2 มิลลิเมตร 30
7 การนำก้อนแป้งที่สไลด์แล้วไปอบในเครื่องอบแห้ง (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 50-60^{0}ซ 30 นาที 31
8 การทอดข้าวเกรียบดิบในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180-200^{0}ซ เป็นเวลา 5-10 วินาที 31
9 ข้าวเกรียบใบหม่อนหลังอบแห้งก่อนทอด 32
10 ข้าวเกรียบใบหม่อนหลังทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180-200^{0}ซ เป็นเวลา 5-10 วินาที 32

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขบเคี้ยวเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่ โดยข้าวเกรียบมีส่วนผสมหลัก คือ แป้งมันสำปะหลังซึ่งจะเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวและการขยายตัวของข้าวเกรียบที่ดี แต่เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังมีสารอาหารน้อยมากและปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่กำลังให้ความสนใจกับเรื่องของสุขภาพ ดังนั้นเพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคจึงได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเลือกใบหม่อนซึ่งเป็นสมุนไพรที่คนไทยรู้จักและคุ้นเคยดี ราคาไม่แพง อีกทั้งพบว่าใบหม่อนมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชั่น ทำการพัฒนาหาสูตรที่เหมาะสมของข้าวเกรียบสมุนไพรจากใบหม่อน

1.2 วัตถุประสงค์ของหารศึกษา

1. เพื่อต้องการพัฒนาหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตข้าวเกรียบสมุนไพรจากใบหม่อน
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อข้าวเกรียบสมุนไพรจากใบหม่อน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สูตรข้าวเกรียบสมุนไพรที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลัง ใบหม่อน แป้งข้าวเหนียว
2. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากสมุนไพรชนิดอื่น ๆ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาสูตรข้าวเกรียบเสริมสมุนไพรจากใบหม่อน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้าวเกรียบ (Chip or cracker) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งเป็นส่วนประกอบหลัก เช่น แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง ผสมด้วยเนื้อสัตว์ หรือผัก เครื่องปรุงรส บดผสมให้เข้ากันทำให้สุกแล้วทำเป็นรูปร่างต่างๆทำให้แห้ง นำไปทอดหรืออบก่อนรับประทาน

ข้าวเกรียบนับว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างชนิดหนึ่งของไทยที่นิยมบริโภคกันอย่าง แพร่หลาย การเรียกชื่อชนิดของข้าวเกรียบจะแตกต่างกันออกไปตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต เช่น ข้าวเกรียบปลา ข้าวเกรียบฟักทอง ข้าวเกรียบกุ้ง เป็นต้น ซึ่งส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำข้าวเกรียบ ได้แก่ แป้ง และวัตถุดิบอื่นๆที่ให้กลิ่น รสและสี (ดวงใจและนงนุช, 2533)

ข้าวเกรียบบางชนิดที่ผลิตออกมาจำหน่ายในราคาถูกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งล้วนๆ โดยมีการปรุงรส แต่งกลิ่นสี และรสชาติ ให้น่ารับประทาน ซึ่งในทางอุตสาหกรรมข้าวเกรียบ ประเภทนี้ จะผลิตออกมาเพื่อหวังกำไรเท่านั้นแต่ในด้านโภชนาการยังขาดสารอาหารที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายที่ครบถ้วนและถ้ามีการเติม ปลา กุ้ง หมึก เผือก มัน ฟักทอง หรือใบหม่อน แล้วจะมีส่วนที่ช่วยให้เพิ่มปริมาณสารอาหารขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเรื่อง สี เนื้อสัมผัสและรสชาติ (ศิริลักษณ์, 2522)

<u>ชนิดของข้าวเกรียบแบ่งออก 2 ชนิด คือ</u>

1. ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง ข้าวเกรียบที่ยังไม่ทอดหรืออบ
2. ข้าวเกรียบสำเร็จรูป หมายถึง ข้าวเกรียบที่ทอดหรืออบแล้วพร้อมที่จะรับประทาน

<u>คุณลักษณะที่ต้องการของข้าวเกรียบ</u>

1.สี : ต้องมีสีตามธรรมชาติของส่วนที่ใช้ทำหรือต้องไม่มีสีทุกชนิด

2.กลิ่นรส : มีกลิ่นรสดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ทำ ไม่มีกลิ่นหืน

3.ลักษณะของเนื้อ : มีลักษณะเนื้อพองกรอบดี ไม่มีส่วนแข็งกระด้าง

ปราศจากสิ่งแปลกปลอม : สิ่งแปลกปลอมหมายถึง สิ่งที่ปะปนอยู่ในเนื้อข้าวเกรียบหรือรวมอยู่ร่วมกับภาชนะบรรจุข้าวเกรียบ เช่น ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลของแมลง หนู นก และสิ่งสกปรกอื่นๆจะต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอม

4.ความชื้น : ความชื้นของข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปไม่เกินร้อยละ 12 ความชื้นของข้าวเกรียบสำเร็จรูปไม่เกินร้อยละ 3 (มอก.701-2530)

<u>กรรมวิธีในการผลิตข้าวเกรียบ</u>

อุมาพร (2540) กล่าวว่ากรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบมีขั้นตอนดังนี้

1. การผสม (Mixing) เป็นขั้นตอนที่ทำให้แป้งมันสำปะหลัง และส่วนผสมอื่นผสมเข้าด้วยกัน การผสมที่ดีของก้อนแป้งดิบที่ได้จะต้องมีลักษณะเนื้อสัมผัสเนียนเรียบเป็นเนื้อเดียวกันและสามารถรีดเป็นแผ่น

ขยายหรือปั้นเป็นก้อนได้ดี การผสมสามารถใช้เครื่องผสมได้หลายชนิด เช่น เครื่องนวดแบบอ่าง (bolw mixer) และเครื่องผสมแบบที่มีใบมีดตัด (Mechanical blade mixer)

2. การยัด (Stuffing) เป็นการทำรูปร่าง (moulding) โดยใส่ในกระบอกอลูมิเนียม (aluminium) สแตนเลส สตรีล (staimless steel) ซึ่งประยุกต์จากเทคโนโลยีการผลิตไส้กรอก ซึ่งทำให้รูปทรงและขนาดที่สม่ำเสมอ

3. การนึ่ง (steaming) การนึ่งก้อนแป้งจะต้องใช้เวลานานพอให้แป้งสุกทั้งก้อน มิฉะนั้นเวลาทอดข้าวเกรียบจะไม่พองตัวดี มีลักษณะเนื้อแข็งกระด้างและไม่กรอบ ซึ่งระยะเวลาในการนึ่งนั้นจะขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวเกรียบ ขนาด และรูปร่างของก้อนแป้งดิบ ซึ่งโดยปกติทั่วไปจะใช้เวลาในการนึ่งประมาณ 60-90 นาที

4. การแช่เย็น และการทำให้เย็น (Chilling and Cooling) การทำให้เย็นในน้ำเย็นเพื่อให้แยกก้อนแป้งออกจากกระบอกโลหะได้ง่าย และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 คืน เพื่อให้แป้งสุกแข็งตัว เมื่อหั่นก้อนแป้งสุกจะทำให้เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏที่ดีไม่ควรทิ้งให้ข้าวเกรียบแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง เพราะจำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อราได้ง่าย

5. การหั่น (Slicing) ใช้เครื่องหั่น (Mechaical) มีประโยชน์ คือ สามารถควบคุมความหนาของแผ่นข้าวเกรียบได้ การหั่นควรหั่นให้ข้าวเกรียบมีความหนาที่เหมาะ เพื่อง่ายต่อการอบแห้ง และการขยายตัวที่ดี และบริเวณผิวหน้าตัดของแผ่นแป้งสุกควรจะราบเรียบ ไม่ขรุขระ เพื่อจะทำให้เนื้อสัมผัสและลักษณะปรากฏของข้าวเกรียบที่ดี

6. การอบแห้ง (Drying) การอบแห้งมีผลต่อลักษณะและการขยายตัวของข้าวเกรียบ ซึ่งในการอบแห้งจะใช้อุณหภูมิในการอบแห้งประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส อบนานจนกระทั่งได้ความชื้นประมาณร้อยละ 10 โดยน้ำหนักจะทำให้ข้าวเกรียบมีลักษณะการขยายตัวที่ดี

อุมาพร(2540) ได้ปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบไว้ 6 ขั้นตอน ดังที่กล่าวมาแล้ว เป็นกรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งถ้าต้องการผลิตข้าวเกรียบสำเร็จรูปที่เป็นที่ต้องการจะต้องเพิ่มขั้นตอนในการผลิตอีก 1 ขั้นตอน ซึ่งมีความสำคัญ คือ การทอด(frying)

การทอด (frying) เป็นขั้นตอนทำให้น้ำในส่วนผสมขยายตัวอย่างกะทันหัน ทำให้โครงสร้างของข้าวเกรียบซึ่งเป็นแป้งขยายตัวตาม จึงเกิดเส้นโพรงอากาศ ลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดความรู้สึกกรอบเมื่อเคี้ยว การทอดข้าวเกรียบ เป็นการทอดแบบน้ำมันท่วม ใช้อุณหภูมิ 160-180 องศาเซลเซียส และการควบคุมอุณหภูมิของน้ำมัน มีความสำคัญมากต่อคุณภาพของข้าวเกรียบสำเร็จรูป เพราะถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำให้การพองตัวของข้าวเกรียบลดลง แต่ถ้าอุณหภุมิสูงเกินไปจะทำให้เกิดปฏิกิริยาให้สารสีน้ำตาลได้รวดเร็วเกินไปที่ผิวนอก โดยที่เนื้อข้างในอาจจะยังไม่สุก ซึ่งทำให้การพองตัวของข้าวเกรียบลดลง และมีลักษณะไหม้ (อุมาพร, 2540)

นอกจากนี้ ส่วนผสมต่างๆ ยังมีความสำคัญมากต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเช่น แป้ง ผักหรือเนื้อสัตว์ที่เติมลงไปเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ เกลือ น้ำตาล เพื่อเพิ่มรสชาติ กระเทียม พริกไทย เพื่อเพิ่มกลิ่นรส และน้ำที่ช่วยทำให้ส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกัน

1. <u>แป้งมันสำปะหลัง</u>

แป้งมันสำปะหลัง (tapioca, cassava, manihot four/starch) หมายถึง แป้งที่ทำมาจากหัวมันสำปะหลัง (มอก. 274-2521) ส่วนประกอบของแป้งมันสำปะหลังเป็นคาร์โบไฮเดรต ประมาณร้อยละ 70 — 90 ของน้ำหนักแห้งหรือร้อยละ 20 — 40 ของน้ำหนักสด คาร์โบไฮเดรตในหัวมันยังแบ่งได้ 2 ส่วน คือ

nitrogen free extract (NFE) และเส้นใย ซึ่งในส่วนของ nitrogen free extract จะประกอบด้วย starch ร้อยละ 80 และน้ำตาลร้อยละ 20 ส่วนประกอบหัวมันโดยเฉพาะปริมาณแป้งจะเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยต่างๆ เช่นวิธีการปลูก อายุ สายพันธุ์ที่ใช้ปัจจัยและเทคโนโลยีที่ใช้ในการปลูกรวมทั้งการวิเคราะห์ด้วย แป้งในหัวมันสำปะหลังอยู่ในลักษณะเม็ดแป้ง (granule) จะมีรูปร่างเป็นทรงกลม (round) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 5-35 ไมครอนโดยเฉลี่ย 17 ไมครอน เม็ดแป้งส่วนมากมีลักษณะเป็นรูปไข่ ซึ่งปลายข้างหนึ่งถูกตัดออกและผิวตรงส่วนที่ตัดออกมีลักษณะเว้าเข้าไปข้างใน บางเม็ดอาจมีริมด้านหนึ่งโค้ง อีกด้านหนึ่งแบนไม่สม่ำเสมอกันเม็ดแป้งเหล่านี้จะแสดงให้เห็นรอยบุ๋ม (eccentric hilum) อย่างชัดเจน และในบางครั้งอาจเห็นชั้นของแป้งด้วย (มอก. 274-2521)

แป้งมันสำปะหลังมีโครงสร้างคล้ายกับแป้งชนิดอื่นๆ คือประกอบด้วยอะไมโลส และอะไมโลเพคติน อะไมโลสจะประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส มาต่อกันด้วยพันธะ 2-D (1-4) glycosidic linkage ประมาณ 200 - 2,000 หน่วย เป็นพอลิเมอร์สายตรงที่มีประมาณร้อยละ 17 ในขณะที่อะไมโลเพคติน ประกอบด้วยหน่วยของน้ำตาลกลูโคสมาต่อกันเป็นโซ่แขนงที่ทุกๆ 20-30 หน่วยของพันธะ 2-D (1-6) glycosidic linkage และเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ในแป้ง ประมาณร้อยละ 83 ดังนั้นแป้งจึงประกอบด้วย น้ำตาลเดี่ยวชนิดเดียว คือ น้ำตาลกลูโคส มีสูตรโครงสร้างทั่วไปว่า (C_6 H_{12} O_6) ลักษณะทั่วไปของแป้งมันสำปะหลัง แป้งมันสำปะหลังจะต้องเป็นผงละเอียด มีสีขาวหรือสีครีมอ่อน ไม่เกิดการหมัก ไม่เหม็นอับ หรือมีกลิ่นน่ารังเกียจ ไม่มีแมลงและสารแปลกปลอมอื่นๆ ปะปน (มอก.274-2521)

อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง (starch)โดยจะใช้หัวมันสำปะหลังสด เป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยจะรับซื้อจากเกษตรกร ซึ่งจะให้ราคาหัวมันตามเปอร์เซ็นต์ของแป้งในหัว

ตาราง 1 องค์ประกอบทางเคมีของหัวมันสำปะหลัง

องค์ประกอบทางเคมี	เจริญ ศักดิ์ (2532) (1989)	Balagoqaln Et al. (1988)	Bernum and Roles (1985)	Grace (1977)	Gomez Et al. (1985)	Shipmn (1967)	Sriroth Et al. (1986)
ความชื้น (%)	63.28	59.40	66.00	70.25	*	70.00	53.02
คาร์โบไฮเดรต(%)	29.73	38.10	26.00	26.58	*	24.00	25.00
โปรตีน (%)	1.18	0.70	1.00	1.12	1-2	1.00	2.18
ไขมัน (%)	0.08	0.20	0.30	0.41	0.2-0.5	3.00**	0.21
เถ้า (%)	0.85	1.00	*	0.54	1-2	*	*
เยื่อใย (%)	0.99	0.60	1.00	1.11	1.5-2	2.00	1.71
โปตัสเซียม (mg/kg)	0.26	*	*	*	0.07	*	*
ฟอสฟอรัส (mg/kg)	0.04	4.00	*	*	*	*	*
กรดไฮโดรไซยานิค (ppm)	173	15-400	*	*	*	*	110.40
เหล็ก (mg/kg)	*	*	*	*	*	*	*
วิตามินซี (mg/kg)	*	252	*	*	*	*	*

ที่มา : กล้าณรงค์ (2520)

หมายเหตุ * ไม่มีรายงาน ** รวมทั้งเกลือแร่และน้ำตาล

แป้งมันสำปะหลังมีขั้นตอนในการผลิต ดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ เมื่อรับซื้อจากเกษตรกรจะทำการร่อนดิน กรวด ทราย และเศษเปลือก หรือรากไม้ที่ปะปนมาออกไป จากนั้นจะล้างหัวมันให้สะอาด โดยผ่านเครื่องล้างหัวมัน ซึ่งภายในจะมีใบพัดหมุนกวนหัวมัน และตักหัวมัน จากช่องหนึ่งไปยังช่องหนึ่ง เพื่อล้างเอาเศษดิน กรวด ที่ติดมากับหัวมันออกไปกับน้ำ

2. การโม่หัวมันสำปะหลัง หลังทำความสะอาดแล้วหัวมันจะถูกป้อนเข้าสู่เครื่องสับหัวมันให้มีขนาดเล็กลง แล้วจึงส่งไปสู่เครื่องโม่ที่มีลักษณะเป็นลูกกลิ้งที่มีใบมีดเล็กๆ จำนวนมาก ในขั้นตอนนี้จะได้ของเหลวข้นของน้ำ แป้ง กากมัน และสิ่งเจือปนต่างๆ

3. การสกัดแป้ง ของเหลวจากเครื่องโม่ จะถูกส่งเข้าเครื่องดีแคนเตอร์ (decanter) ซึ่งเป็นเครื่องแยกน้ำทิ้งที่มีโปรตีนและไขมันออกจากเนื้อแป้ง ได้น้ำแป้งที่มีความเข้มข้นสูงประกอบด้วยแป้ง เส้นใย และกาก

น้ำแป้งที่ได้จากเครื่องดีแคนเตอร์จะเข้าสู่เครื่องสกัดแป้ง (extarctor) ซึ่งเป็นเครื่องแยกน้ำแป้งออกจากเส้นใยและกาก เครื่องสกัดแป้งมักอยู่เป็นชุดโดยแบ่งตามการกรองออกเป็น 2 ชุด คือชุดสกัดหยาบ (coarse extractor) และชุดสกัดละเอียด (Fine extractor) โดยแรงเหวี่ยงจะทำให้น้ำแป้งที่มีขนาดเล็กกว่ากาก และเส้นใย ผ่านแผ่นกรองออกไปได้ ส่วนกากและเส้นใยจะติดอยู่บนแผ่นกรอง กากสุดท้ายจะถูกส่งเข้าเครื่องอัดกากมัน เพื่อรีดน้ำออกต่อไป

แป้งจากเครื่องสกัดหยาบจะเข้าสู่เครื่องสกัดละเอียด เพื่อทำให้น้ำแป้งบริสุทธิ์ขึ้น โดยการผ่านผ้ากรองที่มีขนาดเล็กลง จากนั้นนำน้ำแป้งไปทำให้บริสุทธิ์ขึ้นอีก โดยเข้าสู่เครื่องแยกแป้ง (separator) เป็นเครื่องที่ใช้แยกแป้งที่อยู่ในรูปสารละลายคอลลอยด์ออกจากน้ำแป้งทำให้น้ำแป้งที่ได้มีความเข้มข้นสูงขึ้นประมาณร้อยละ 40 ของแป้งแห้ง น้ำแป้งที่มีความบริสุทธิ์สูง จะส่งมายังเครื่องสกัดแป้ง (centrifugal) เป็นเครื่องเหวี่ยงแยกน้ำออกจากน้ำแป้งเข้มข้นที่ได้จากเครื่องแยกแป้ง ซึ่งจะกรองได้แป้งหมาดที่มีความชื้นร้อยละ 35-45 จากนั้นจะส่งไปยังหน่วยอบแห้งต่อไป

4. การอบแห้ง แป้งหมาดที่ได้จากการสกัดแป้ง จะถูกเป่าด้วยลมร้อน อุณหภูมิ 180-200 องศาเซลเซียส จากเตาเผาขึ้นไปปล่องอบแห้ง แล้วตกลงมาสู่ไซโคลนร้อนจากนั้นจะถูกดูดเข้าไปสู่ไซโคลนเย็นอีกชุดหนึ่ง แล้วผ่านเครื่องร่อนแป้ง แป้งละเอียดที่ได้จะถูกบรรจุถุงต่อไป

5. การบรรจุและการเก็บรักษา แป้งที่ผลิตได้หลังจากอบแห้งจะมีความชื้นต่ำ ประมาณร้อยละ 9 -11 การเก็บรักษาแป้งหลังจากการบรรจุแล้วทำได้โดย การวางเรียง กระสอบแป้งที่บนที่รองรับแล้วซ้อนถุงแป้งเป็นชั้นๆ แต่ไม่ควรสูงกว่า 4-5 เมตร ใช้หลักการเคลื่อนย้ายถุงแป้งแบบมาก่อนใช้ก่อน

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในคุณภาพ และคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ของมันสำปะหลัง เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ระยะเวลาในการเก็บ เป็นต้น เมื่อเก็บไว้ในความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น แป้งจะมีการดูดซึมน้ำไว้มากขึ้น ทำให้มีความชื้นสูงขึ้น และเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ต่ำทำให้แป้งมีความชื้นต่ำ ทำให้ความสามารถในการดูดซึมน้ำได้เร็วและมากกว่าแป้งที่เก็บไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์สูง อีกทั้งการเก็บที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงและเก็บนานจะทำให้เกิดการเสื่อมเสีย เนื่องจากจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาชีวเคมีได้ (กล้าณรงค์, 2520)

ลักษณะสำคัญทางกายภาพ

แป้งโดยทั่วไปเป็นของแข็งสีขาวไม่ละลายในน้ำเย็น แต่ละลายในสารอินทรีย์ เม็ดแป้งมีขนาดตั้งแต่ 2-10 ไมครอน โดยรูปร่างของเม็ดแป้งมีหลายแบบ เช่น รูปทรงกลม รูปไข่ หรือรูปหลายเหลี่ยม การศึกษาขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้ง โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ แบบใช้แสงธรรมดาและกล้องแบบใช้แสงโพลาไรซ์ (Polarized light) พบว่า เม็ดแป้งมันสำปะหลังมีขนาด ตั้งแต่ 5-35 ไมครอน (0.005-0.035 มิลลิเมตร) เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 15 ไมครอน รูปร่างเป็นรูปทรงกลม ปลายด้านหนึ่งเป็นรอยตัดจึงมีลักษณะคล้ายรูปถ้วยและเมื่อใช้แสงโพลาไรซ์ เม็ดแป้งจะเป็นสภาพสว่างมีเส้นสีดำสองเส้นติดกัน จุดที่ติดกันคือไฮลัม (hilum) ส่วนลักษณะขีดกากบาทจะเรียกว่า birefringence

ลักษณะสำคัญทางเคมี

- อะไมโลส (amylose) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วยกลูโคสต่อกันเป็นเส้นตรง (linear) ด้วยพันธะ 2 - 1, 4 glycosidic มีน้ำหนักในโมเลกุลตั้งแต่ 2,000 – 5,000 ประกอบด้วย glucose 500 – 2,000 หน่วย ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง
- อะไมโลเพคติน (amylopectin) เป็นพอลิเมอร์ที่ประกอบต่อกันเป็นแบบกิ่งก้านสาขา (branches) ซึ่งแต่ละกิ่งก้านประกอบด้วยกลูโคส 25 – 30 หน่วย ซึ่งเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ 2 – 1, 4 glycosidic bond ตำแหน่งที่แตกกิ่งก้านเป็น 2 – 1, 6 glycoside, bond (วรนุช, 2535)

ตาราง 2 ความแตกต่างของอะไมโลส และอะไมโลเพคติน

อะไมโลส	อะไมโลเพคติน
1. ประกอบด้วยโมเลกุลต่อกันเป็นเส้นตรง (Straight chain)	1. ประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสต่อกันเป็นสายแขนง (branch chain)
2. เปลี่ยนเป็นมอลโตสเกือบสมบูรณ์เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์เบต้า-อะไมเลส	2. เปลี่ยนเป็นมอลโตสประมาณ 50% เมื่อย่อยด้วยเอนไซม์เบต้า-อะไมเลส
3. มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำตั้งแต่ 20,000 – 200,000	3. มีน้ำหนักโมเลกุลสูงตั้งแต่ 10-20 ล้าน
4. ให้สีน้ำเงินเข้มเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน	4. ให้สีม่วงแดงเมื่อทำปฏิกิริยากับสารละลายไอโอดีน
5. สามารถตกตะกอนด้วยสารเคมีที่เรียกว่า fractionting agent	5. ไม่สามารถตกตะกอนด้วยสารเคมีที่เรียกว่า fractionting agent
6. ถูกดูดซับ (adsorbed) โดยสมบูรณ์ด้วยเซลลูโลส	6. ไม่สามารถดูดซับ (adsorbed) โดยเซลลูโลส
7. ละลายน้ำได้มากกว่า	7. ละลายน้ำได้น้อยกว่า
8. หนืดน้อยและขุ่นเมื่อต้มและทิ้งให้เย็น	8. หนืดมากและใสเมื่อต้มและทิ้งไว้ให้เย็น
9. ต้มและทิ้งไว้จะจับตัวเป็นเจลได้เร็ว	9. ต้มและทิ้งไว้จะจับตัวเป็นเจลได้ช้า

ที่มา : วชิรพันธุ์ (2540)

การเกิดเจลาติไนเซชั่น (gelatinization)

ปรากฏการณ์ เจลาติไนเซชั่น เกิดขึ้นเนื่องจากในสภาพธรรมชาติเม็ดแป้งมีการจับตัวกับอะไมเลสและอะไมโลเพคติน ในส่วนที่เป็น crystaline อย่างหนาแน่น จึงไม่สามารถละลายในน้ำเย็น แต่น้ำซึมเข้าไปในส่วนของ amorphous ของเม็ดแป้งที่ไม่แข็งแรงได้บ้าง แต่เมื่อให้ความร้อน จนถึงอุณหภูมิ 60 – 70 องศาเซลเซียส โมเลกุลของแป้งในส่วนของ crystalline จะคลายตัวลง เกิด ปฏิกริยาการดูดซับน้ำและการขยายตัวของเม็ดแป้งที่ไม่สามารถผันกลับได้ ให้สารละลายแป้งที่มีความหนืดและใสขึ้น ขบวนการนี้เรียกว่า เจลาติไนเซชั่น (Gelatinization) เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นถึงทำให้เม็ดแป้งพองตัวและสูญเสียลักษณะ Gelatinization rang การพองตัวของแป้งจึงจะหยุด แต่ความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของเม็ดแป้ง เกิดการชนปะทะกันมากขึ้นเมื่อส่วนผสมของสารละลายแป้งที่มีความเข้มข้นพอแล้วปล่อยให้เย็นลง ไม่คนหรือรบกวนใดๆ ก็จะเกิดการฟอร์มพันธะระหว่างโมเลกุลเกิดขึ้น ความแข็งแรงของเจลขึ้นอยู่กับพันธะที่เกิดขึ้น ว่ามีความแข็งแรงและสมบูรณ์เพียงใด ซึ่งแป้งที่มีอัตราส่วนของอะไมโลสสูง จะได้เจลที่ดีและแข็งแรงเรียกว่า Gel formation (วรนุช, 2540)

2. หม่อน

หม่อน (mulberry) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus spp.* เป็นไม้ยืนต้นจำพวกไม้พุ่ม อยู่ในวงศ์ Maraceae เช่นเดียวกับปอสา ขนุน และโพธิ์ เป็นต้น ลักษณะที่สำคัญของพืชวงศ์นี้ คือ มียาง มีขนที่ใบ (บางพันธุ์อาจมีน้อยมาก) มีเส้นใย ใบมีรูปร่างแตกต่างกัน ทั้งที่เป็นแฉก และไม่เป็นแฉก หม่อนแต่ละพันธุ์จะมีเพียงเพศเดียว ไม่เพศผู้ก็เพศเมีย มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้น ที่พบดอกทั้งสองเพศ อยู่ในต้นเดียวกัน หม่อนที่มีดอกเพศเมีย จะมีเมล็ดสำหรับขยายพันธุ์ แต่ไม่เป็นที่นิยม เนื่องจากจะได้ต้นที่ไม่เหมือนพันธุ์เดิม เพราะมีการผสมพันธุ์ข้ามพันธุ์ จึงนิยมขยายพันธุ์ด้วยการปักชำท่อนพันธุ์ หม่อนสามารถเจริญได้ดี ตั้งแต่เขตอบอุ่นถึงเขตร้อน (วิโรจน์, 2540)

การปลูกหม่อน สามารถทำในช่วงฤดูไหนก็ได้ ถ้าหากพื้นที่นั้นมีการชลประทานที่ดีหรือสามารถให้น้ำได้ในระยะเวลาที่ต้องการ แต่ถ้าเป็นพื้นที่ที่ต้องอาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติช่วยหรือต้องการจะลดภาระในเรื่องการให้น้ำในระยะแรกแล้ว ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปลูกหม่อนก็คือ ฤดูฝนเพราะเป็นช่วยที่ดินมีความชุ่มชื้นเพียงพอหม่อนจะเจริญเติบโตได้เร็ว (ไชยา, มปป.) ลักษณะทั่วไปของหม่อน หม่อนเป็นอาหารอย่างเดียวของไหมที่นิยมเลี้ยงกันในทางการค้า ดังนั้นใบหม่อนจึงมีความสำคัญมากที่สุด ปัจจัยหนึ่งในการเลี้ยงไหม

ศิริพร (2543) ได้รายงานว่า ใบหม่อนให้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพดีจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเลี้ยงไหม ซึ่งพันธุ์หม่อนที่ได้ผลผลิตสูงควรจะมีใบถี่และใบเป็นรูปไข่ โดยทั่วไปปริมาณน้ำในใบหม่อนจะอยู่ระหว่างร้อยละ 64 – 83 โดยมีปริมาณน้ำแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับอายุของใบ พันธุ์หม่อนสภาพแวดล้อมและวิธีการตัดแต่งกิ่ง คุณค่าทางอาหารของใบหม่อนแสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 คุณค่าทางอาหารของใบหม่อน

ส่วนประกอบทางเคมี	ร้อยละ
ความชื้น	6.56
ไขมัน	4.57
โปรตีน	22.60
เยื่อใยและเถ้า	24.03
น้ำตาลทั้งหมด	42.25

ที่มา : อุมาพร (2540)

ตำราสมุนไพรจีน กล่าวถึงสรรพคุณของหม่อนไว้มากมาย เช่น "ยอดหม่อน" นำมาต้มใช้ดื่มและล้างตา เพื่อบำรุงสายตา "ใบหม่อน" นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่น พบว่า สามารถลดปริมาณคอเลสเตอรอลในกระต่าย ลดปริมาณน้ำตาลในเลือด ลดความดันโลหิตและลดอัตราการตายของหนู ที่มีสาเหตุจากมะเร็งในตับได้ "กิ่งหม่อน" ช่วยทำให้เลือดลมไหลเวียนสะดวก รักษาอาการปัสสาวะสีเหลือง กลิ่นฉุนอันเกิดจากความร้อนภายในทำให้ลำไส้ทำงานได้ดี ขจัดความร้อนในปอดและกระเพาะอาหาร ขจัดหมักในกระเพาะอาหารและเสลดในปอด นอกจากนั้นยังใช้รักษาอาการปวดมือ เท้าเป็นตะคิว เหน็บชาโดยใช้กิ่งหม่อน และโคนต้นหม่อนเก่าๆ มาตัดเป็นท่อนนำมาผึ่งให้แห้ง นำมาต้มดื่มก็สามารถขจัดโรคดังกล่าวได้ "ผลหม่อน" รักษาโรคไขข้อ บำรุงหัวใจ บำรุงผมให้ดกดำ เลี่ยงฮียัง นักวิทยาศาสตร์สมัยราชวงศ์เหม็ง กล่าวถึงผลหม่อนว่า ทำให้ตับไม่มีไฟ หัวใจคลายความร้อนรุ่ม เส้นประสาทตาดี สายตาก็แจ่มใส ร่างกายก็สุขสบาย "รากหม่อน" ก็สามารถลดปริมาณน้ำตาลในเส้นเลือด นั่นคือ ลดความรุนแรง และรักษาโรคเบาหวานได้ สารอัลคาลอย deoxnojirimycin (DNJ) จากส่วนเปลือกรากหม่อน Morus nigra ได้นำมาทำเป็นยา ชื่อ Homonojirimycin เพื่อใช้เป็นยารักษาโรคเบาหวาน นอกจากนั้น DNJ ที่มีคุณสมบัติทางเคมีคล้ายกับกลูโคสจะไปเพิ่มโมเลกุลของน้ำตาลที่ผิวด้านนอกของเชื้อ HIV เป็นอุปสรรคกีดขวางในการเข้าไปทำลายเซลล์ของเชื้อ HIV , Mr.Raymond Dwek และคณะแห่งมหาวิทยาลัยอ๊อกฟอร์ด รายงานว่า butyl DNJ มีผลต่อการยับยั้งโรค AIDS มาก การทดลองในสัตว์ได้ผลดีระดับหนึ่ง การทดลองในคนไข้เอดส์ คาดว่าจะทำได้ในเร็วๆนี้ และอาจเป็นข่าวดีสำหรับผู้ป่วยโรคเอดส์ พร้อมกับคำว่า "หม่อนพืชมหัศจรรย์" (วิโรจน์, 2540)

ฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชั่น LDL จากใบหม่อน จากการทดลอง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารสกัด 1 – butanol จากใบหม่อน (Morus alba Linn) สาร quercetin และ isoquercetin สามารถแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 1 , 1 – Diphenyl – 2 – picrylhydrazyl (DPPH) ได้สาร quercetin มีฤทธิ์แรงกว่า isoquercetin 2 เท่า และสารสกัด 1 – butanol 17.3 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีฤทธิ์เทียบเท่ากับสาร isoquercetin 4.41 mol/ml เมื่อทดลองฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชั่นของ LDL ของคนและกระต่ายที่ถูกเหนี่ยวนำด้วย copper พบว่าสquercetin ซึ่งเป็นส่วน aglyconme ของ isoquercetin มีฤทธิ์แรงกว่าสาร isoquercetin ผลการทดลองนี้แสดงว่าใบหม่อนอาจสามารถป้องกันการเกิดหลอดโลหิตแดงแข็ง เนื่องจากภาวะโคเลสเตอรอลในเลือดสูงได้ ผลต่อเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวของสารฟลาโวนอยด์จากใบหม่อน สาร

quercetin – 3 – 0 – Beta – D – qlucopyranosidee และสาร quercetin - 3 , 7 – di – 0 - Beta – D – glucopyranoside เป็นสาร flavonoid ที่แยกได้จากใบหม่อน มีฤทธิ์ยับยั้งการเพิ่มจำนวนของเซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาวเพาะเลี้ยงที่ความเข้มข้น 2 x 20^{-4} M สาร quercetin – 3 , 7 – di – 0 – Beta – D – glucopyranosids ยังสามารถชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลล์มะเร็งชนิดนี้ไปเป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวปกติ ชนิด granulocyte และ monocyte (หน่วยบริการฐานข้อมูลสมุนไพร, มปป.)

3. เกลือ

คำว่าเกลือในภาษาวิทยาศาสตร์การอาหารนั้น หมายถึง เกลือที่ใช้ปรุงอาหาร (cooking salt หรือ table salt) ซึ่งมีสูตรทางเคมีว่า Sodium chloride (NaCl) เกลือที่บริสุทธิ์มีลักษณะสีขาวเป็นผลึกรูปร่างไม่คงที่ จัดลักษณะผลึกเป็นแบบลูกบาศก์ (cubic System) เกลือมีคุณสมบัติในการดูดความชื้น (Hygroscopic) และจะมีคุณสมบัตินี้มากขึ้นเมื่อเกลือนั้นไม่บริสุทธิ์

แหล่งที่มาของเกลือ

1. เกลือสมุทร (Solar salt)

ตาราง 4 ส่วนประกอบที่มีอยู่ในเกลือสมุทร

ส่วนประกอบใหญ่ (Major constituent)	ความเข้มข้น (ppm)
Chlorid	19353
Sodium	10760
Sulfite	2713
Magnesium	1294
Calcium	431
Potassium	387
Bicarbonate	142
Strontium	67
Strontium	8
Boron]	4
Fluoride	1

ที่มา : กล้าณรงค์ (2520)

2. เกลือสินเธาว์ (Rock salt) จะขาดธาตุไอโอดีน

ในอุตสาหกรรมอาหารคุณภาพของอาหารจะถูกเปลี่ยนแปลงไปได้ยากแก่การควบคุม ถ้าหากใช้เกลือที่มีสิ่งเจือปน หรือเกลือดิบ เช่น ถ้ามี calcium ion หรือ magnesium ion ปะปนอยู่ในเกลือที่ใช้ในการทำอาหาร จำพวกผักจะทำให้เกิด hardness คือลักษณะของส่วนแข็งๆ ที่เกิดขึ้นในบางส่วนของอาหารโดยเฉพาะพวกผักใบอ่อน ถ้ามีปริมาณมากจะทำให้เกิดรสขมขึ้น

คุณสมบัติในการถนอมอาหารของเกลือ เกลือที่ใช้ในอาหาร ถือว่าเป็นสารที่สร้างให้เกิดรสเค็มในอาหาร และจาก Public Health Regulations ของ ส.ร.อ. 1925 – 1958 ไม่ถือว่าเกลือเป็นพวกสารกันบูด (Chemical preservative) แต่เกลือมีความสามารถในการป้องกันการบูดเสียของอาหารได้และใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมาเป็นเวลานาน เพราะ

1. เกลือลดความชื้นหรือลด Water activity ของอาหารลงเนื่องจากเกลือละลายน้ำ น้ำจะถูกแรงดึงตัวเกาะกันกับเกลือเกิดเป็น ion hydration ขึ้น คุณสมบัติหรือความเป็นอิสระของน้ำจึงเปลี่ยนไป Water activity (a_w) รู้จักกันดีทางจุลชีววิทยา หมายถึง ความเป็นอิสระของน้ำในแง่จุลินทรีย์จะนำไปใช้ได้ น้ำบริสุทธิ์ที่จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดจะมีค่า
a_w = 1 ซึ่งเป็นค่าสูงสุด และค่า a_w จะต่ำสุดเมื่อน้ำมันไม่เหลือคุณสมบัติของตัวมันเองอยู่เลย เท่ากับ 0

ตาราง 5 ค่า Water activity น้อยที่สุดที่จุลินทรีย์ชนิดสำคัญๆ จะเจริญเติบโตได้

ชนิดของจุลินทรีย์	Water activity น้อยที่สุดที่จุลินทรีย์สามารถขึ้นได้
Normal bacteria	0.91
Normal yeasts	0.88
Normal molds	0.80
Xerophilic molds	0.65
Osmophilic yeasts	0.60

ที่มา : สุมาลี (2537)

2.ในสารละลายเกลือมีการ Dehydration ของเซลเกิดขึ้น เนื่องจาก osmotic pressure เป็นเหตุให้เซลจุลินทรีย์เกิดการเสียน้ำอย่างแรง (plasmolysis) และหยุดการเจริญเติบโต

3.เกลือมีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์โดยตรง อนุมูลSodium, potassium, calcium, magnesium มีความเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ เกลือ Sodium chloride มีความเป็นพิษมากกว่า potassium chloride และเกลือ Sodium sulfate มีความเป็นพิษมากกว่า Sodium chloride อนุมูลของ chloride มีความเป็นพิษในตัวเอง

4. น้ำเกลือลดการแพร่หรือการแทรกซึมของออกซิเจน ฉะนั้นออกซิเจนจะซึมในสารละลายได้น้อยลง จุลินทรีย์ที่ต้องการใช้ออกซิเจนจะเจริญเติบโตได้ยากขึ้น ส่วนการเสียของอาหารบางชนิด เป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลโดยมีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้องและมีออกซิเจนมาเกี่ยวข้องก็จะลดลง

5.เกลือทำลายเอนไซม์บางชนิด เนื่องจากเมื่อความเข้มข้นได้ระดับ จะสามารถทำให้โปรตีนบางตัวเกิด denature และเสียคุณสมบัติ เนื่องจากขบวนการ salt-out ฉะนั้นจุลินทรีย์จึงหยุดการเจริญเติบโต

คุณสมบัติในการเป็นตัวเลือก (selective agent) ชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเกิดขึ้นในอาหาร จุลินทรีย์จำพวก Lactic acid bacteria ยีสต์และรา สามารถที่จะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตัวเองให้มีความทนต่อสภาวะของสารละลายเกลือได้บ้าง แต่แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ทั้งชนิด aerobe และ anaerobe และจุลินทรีย์พวกทำลายโปรตีน (Proteolytic organism) ไม่สามารถที่จะทนสารละลายเกลือได้

การใช้เกลือในอุตสาหกรรมอาหาร

1.เป็นสารเพิ่มรส ทำให้เกิดรสเค็มขึ้นในอาหาร และรสเค็มนี้จะไปลดความเปรี้ยวให้น้อยลงพร้อมทั้งเพิ่มรสหวานขึ้น (ในแง่ของประสาทสัมผัส) หรือ พวกกรดอินทรีย์จะไปเพิ่มรสเค็มให้เค็มขึ้น และน้ำตาลจะไปลดรสเค็มให้น้อยลง

2.ใช้ในการทำอาหารหมักดอง จุดมุ่งหมายใหญ่ๆ ที่ต้องการในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปก็คือ รสเค็ม ทำให้อาหารเก็บไว้ได้นานๆ และรสเปรี้ยว ซึ่งเกิดจาก Lactic acid fermentation

ทฤษฎีของการเกิดรสเปรี้ยว เกิดมาจากความเข้มข้นของเกลือที่พอเหมาะในการเลือกจุลินทรีย์พวก Lactic acid bacteria ให้เกิดขึ้นในอาหาร ความเข้มข้นของเกลือประมาณร้อยละ 2.0 - 2.5 ได้ถูกแนะนำให้ใช้ดองเปรี้ยวกล่ำปลี และประมาณร้อยละ 5.3 ในการดองแตงกวา ในระยะเริ่มต้นของการหมักจุลินทรีย์ในอาหารมีเกือบทุกชนิด แต่ไม่สามารถเจริญได้ เนื่องจากเป็นตัวเลือก และเป็นตัวบังคับการเจริญเติบโต *Leuconostoc mesenteroides* เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่ม Latic acid bacteria ตัวแรกที่เจริญได้ใน 2 วันแรกจะผลิตกรดร้อยละ 0.7 – 1.0 จุลินทรีย์ตัวต่อมาคือ *Lactobacillus plantarum* และ *L. brevis* จะเจริญได้ดีเมื่อมีกรดอยู่แล้ว และจะสร้างกรดแลคติคต่อไปถึงร้อยละ 2.0 *Lactobacillus plantarum* สามารถมีการเจริญเติบโตอยู่ได้ และเมื่อมีกรดอยู่ pH เริ่มต่ำลง ยีสต์จึงจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีใน pH ช่วงนี้ และผลิตแก๊สและแอลกอฮอล์ขึ้น หรือถ้าเป็น film yeasts จะเห็นลักษณะแผ่นฟิล์มที่ขึ้นอยู่บนผิวของน้ำดองได้

การที่ต้องใช้เกลือในความต้องการแตกต่างกันอาจต้องเติมสารเคมี (chemical additive) บางอย่างลงไป ดังตาราง 6

ตาราง 6 การใช้สารเคมีในเกลือ

สารเคมี (additive)	ชนิดของเกลือ	การใช้
Antixidant	เกลือป่น	ให้น้ำมันทอด (potato chip) ถั่วคั่วและในอาหารทุกๆ ชนิดที่จะเกิดการเหม็นหืนได้ง่าย
วิตามินซี (Ascorbic acid)	เกลือเม็ด	ในเห็ดกระป๋องเพื่อทำให้กลิ่นสีดี
กรดซิตริก (Citric acid)	เกลือเม็ด	ในถั่วงอกกระป๋องทำให้กลิ่นสีดี
ผงชูรส (monosodium glutamate)	เกลือเม็ด	ในอาหารกระป๋องเพื่อช่วยเพิ่มรสชาติ
	เกลือป่น	ในอุตสาหกรรมเนื้อ
Nitrites and Nitrates	เกลือป่น	ในอุตสาหกรรมเนื้อ
น้ำตาล	เกลือป่น	ในการแพทย์เพื่อป้องกันโรคคอพอก
Potassium iodide (0.01%)		

ที่มา : กล้าณรงค์ (2520)

4. น้ำตาล

การใช้น้ำตาลในอุตสาหกรรมอาหาร ส่วนมากมีวัตถุประสงค์เช่นเดียวกับการใช้น้ำตาลในครัวเรือน คือ ใช้เพื่อปรุงแต่งอาหาร ให้มีรสหวานเป็นหลัก และในกรณีที่ใช้น้ำตาลด้วยความเข้มข้นสูงก็จะมีฤทธิ์เป็นสารกันบูดได้อีกด้วย ทั้งนี้เพราะน้ำตาลเป็นสารที่เพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำในอาหารจึงช่วยลดค่า a_w ของอาหารลงได้อาหารใดที่มีความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายน้ำสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์จะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเนื่องจากค่าแรงดันออสโมติกของอาหารเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งไม่เหมาะต่อการเจริญของจุลินทรีย์ทั่วไปยกเว้นยีสต์บางชนิด ในบางกรณีแม้ว่าอาหารจะมีของแข็งที่ละลายน้ำต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้ามีกรดร่วมอยู่ด้วย ในปริมาณที่สูงพอควร ก็จะสามารถเก็บรักษาได้นาน เช่นกัน

แม้ว่าน้ำตาลจะมีอยู่หลายชนิด เช่น น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลฟรุกโตส น้ำตาลกาแลคโตส ฯลฯ แต่ทว่าน้ำตาลที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยทั่วไปคือ น้ำตาลซูโครส หรือน้ำตาลทราย เนื่องจากเป็นน้ำตาลที่หาซื้อได้ง่าย และมีราคาไม่สูงมากนัก (สินธนา, 2535)

5. กระเทียม

กระเทียม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Allium sativum Linn.* อยู่ในวงศ์ Alliaceae มีชื่อพื้นเมืองต่างๆ เช่น ภาคเหนือ เรียกว่า หอมขาว หอมเทียม ภาคใต้เรียก เทียม หัวเทียม เป็นต้น กระเทียมเป็นพืชล้มลุก มีลำต้นใต้ดินชนิดหัว หัวมีลักษณะเป็นกลีบ หลายๆกลีบเกาะกันแน่น สีขาว ใบเดี่ยวมีลักษณะยาวแบน สีเขียวเข้มคล้ายใบหญ้า ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์ได้แก่หัวใต้ดิน ใบสด กระเทียมเป็นพืชที่มีกลิ่นเฉพาะตัวอย่างรุนแรง เนื่องมาจากในกระเทียม มีสารจำพวกกำมะถันหลายชนิด เป็นส่วนประกอบ กระเทียมมีถิ่นกำเนิดในทวีปยุโรปและทวีปเอเชียตอนกลาง สาระสำคัญในหัวกระเทียมสด ประกอบด้วย

สารอินทรีย์กำมะถันหลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ สาร อัลลิลิน (alliin) อันลิซิน (allicin) ซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำมันที่ไม่มีสี ละลายน้ำได้ และมีสารที่ละลายในน้ำมัน ได้แก่ ไดอัลลิน ไดซัลไฟด์ (diallyl disulfide), ไดอัลลิน ไทรซัลไฟด์ (diallyl trisulfide), เมททิล อัลลิน ไทรซัลไฟด์ (methyl allyl trisulfide) ไดไซอินส์ (dithiins) และอะโจอีน (ajoene)

น้ำมันหอมระเหย ซึ่งเรียกว่า น้ำมันกระเทียม ในปริมาณร้อยละ 0.1 – 0.4 สาระสำคัญ ในน้ำมันกระเทียมได้แก่ อัลลิซิน อัลลิลโปรปิล ไดซัลไฟด์ และไดอัลลิล ไทรซัลไฟด์ เป็นส่วนใหญ่

- น้ำย่อย (enzyme) หลายชนิด เช่น อัลลิเนส (allinase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยนสารอัลลิอินให้เป็นสารอัลลิซินได้, เปอรอกซิเดส (peroxidase), อินเวอเทส (invertase) และไทโรซิเนส (tyrosinase) เป็นต้น

- สารอาหารชนิดต่างๆ ได้แก่ โปรตีน น้ำตาล กรดไขมัน กรดอะมิโน แร่ธาตุ และไวตามินหลายชนิด เช่น ไวตามิน บีหนึ่ง บีสอง และไวตามินซี เป็นต้น

ใบสด ประกอบด้วยสาระสำคัญเป็นกรดอะมิโนหลายชนิด เช่น ไลซีน *(lysine)*, ซีสทีน *(cystine)*, วาลีน (valine) ฯลฯ และยังมีน้ำตาลซูโครส กลูโคส ไวตามิน บีหนึ่ง และไวตามินซีอีกด้วย

ฤทธิ์และประโยชน์ทางยา ในยาแผนโบราณใช้กระเทียมเป็นยาบำบัดอาการไอ แก้ไข้หวัด แก้หลอดลมอักเสบเรื้อรัง แก้ความดันสูง เส้นเลือดเปราะ แก้โรคท้องเสีย ขับลม ขับเหงื่อ ฯลฯ ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ของกระเทียมในด้านการรักษามากมาย ฤทธิ์ที่น่าสนใจของกระเทียม และน้ำมันกระเทียม ได้แก่

1. ใช้ขับเหงื่อ ขับปัสสาวะและขับเสมหะ โดยมักจะเตรียมในรูปของยาน้ำเชื่อม (Garlic syrup)

2. ใช้ขับลม แก้จุกเสียดแน่น ท้องอืด-ท้องเฟ้อ ในประเทศอินเดียได้มีการทดลองพบว่าสามารถระงับอาการปวดท้อง ลดอาการจุกเสียด ช่วยขับลมได้ผลดี

3. ช่วยลดปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือด เมื่อระดับโคเลสเตอรอลสูงจะสะสมที่ผนังหลอดเลือดทำให้ผนังหนาขึ้นเรื่อยๆ ในที่สุดจะเกิดอักเสบเป็นแผลและแตกออก จึงมีก้อนเลือดหลุดไปตามกระแสเลือด และอาจไปอุดตันที่ใดที่หนึ่งได้ นักวิจัยได้ทดลองทั้งในสัตว์ทดลอง และในคน เพื่อใช้กระเทียมลดโคเลสเตอรอลในเลือด พบว่า สารสกัดกระเทียมด้วยแอลกอฮอล์ กระเทียมผงและน้ำมันกระเทียม มีฤทธิ์รักษาและป้องกันไม่ให้ระดับโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ได้เป็นอย่างดี แต่สารสกัดกระเทียมด้วยน้ำไม่ได้ผล และพบว่ากระเทียมสามารถลดปริมาณไขมันในเลือดได้ทั้งในคนปกติและในคนไข้โรคหัวใจ สาระสำคัญที่ออกฤทธิ์ลดไขมันในเลือด คือ สารอัลลิซิน

4. ช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดอุดตัน และกล้ามเนื้อหัวใจหยุดทำงานเฉียบพลัน โรคหลอดเลือดอุดตันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด การจับตัวของเกล็ดเลือดเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการอุดตันของเส้นเลือดได้ จากการวิจัยในคนและสัตว์ทดลอง พบว่า กระเทียมสด สารสกัดกระเทียมด้วยคลอโรฟอร์ม น้ำมันกระเทียมและกระเทียมผง มีฤทธิ์ต้านการจับตัวของเกล็ดเลือด และมีฤทธิ์สลายไฟบริน (fibriolytic) ได้ สาระสำคัญในกระเทียมที่ออกฤทธิ์ได้แก่ อะโจอีน (ajoene)

5. ช่วยลดความดันโลหิต จากการวิจัยในสัตว์ทดลองและในคน พบว่า กระเทียมสด กระเทียมผง และสารสกัดกระเทียมด้วยน้ำหรือแอลกอฮอล์สามารถลดความดันโลหิตได้ สาระสำคัญที่ออกฤทธิ์ยังไม่ทราบแน่นอน

6. ช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือด (รักษาและป้องกันโรคเบาหวาน) จากผลการวิจัยในสัตว์ทดลอง พบว่า กระเทียมสด สารสกัดกระเทียมด้วยแอลกอฮอล์หรือคลอไรฟอร์ม และกระเทียมผง มีฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดได้ สาระสำคัญที่ออกฤทธิ์ คือ อัลลิซิน โดยสารนี้จะไปกระตุ้นให้มีการหลั่งอินซูลินมากขึ้น หรือไปทำให้อินซูลินอยู่ในรูปอิสระ (free insulin แทน bound insulin) จึงส่งเสริมให้มีการใช้น้ำตาลได้มากขึ้น

7 .ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรค วัณโรค โรคคอตีบ ปอดบวม ไทฟอยด์ และคออักเสบได้ จากการวิจัยในหลอดทดลอง พบว่า กระเทียมสด น้ำคั้นจากกระเทียม กระเทียมผงสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย ที่เป็นสาเหตุของโรค ดังกล่าวได้ สำหรับเชื้อวัณโรค ได้มีการทดลองในคน พบว่าน้ำคั้นจากกระเทียมสามารถยับยั้งเชื้อวัณโรคได้ผลดี สาระสำคัญที่ออกฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียดังกล่าวคือ อัลลิซิน, สคอร์ดินิน และ สคอร์ดินินเอ

อัลลิซินเป็นสารที่ไม่คงตัวในด่าง (โดยจะถูกเปลี่ยนเป็น diallyl disulfide และ alkali sulfite) สลายโดยความร้อน ความชื้น คงตัวได้ในเลือดและในน้ำย่อย ในกระเพาะ แต่ไม่คงตัวในน้ำย่อยจากตับอ่อน อัลลิซิน จะได้มาจาก สารอัลลิอิน เมื่อถูกย่อย (hydrolyse) ด้วยเอนไซม์อัลลิเนส ซึ่งมีอยู่ในกระเทียม ปฏิกริยานี้จะเกิดขึ้น เมื่อกระเทียมถูกสับหรือหั่น

จากสมบัติของกระเทียมที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียหลายๆชนิดนี้เอง กระเทียมจึงใช้เป็นยา และยังใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น ใช้กระเทียมรักษาคุณภาพของเนื้อและไส้กรอกได้อีกด้วย

8. ช่วยต้านมะเร็ง จากผลการวิจัยพบว่า กระเทียมอาจช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งได้ โดยออกฤทธิ์กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและขัดขวางการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็ง มีรายงานจากประเทศจีนและประเทศอิตาลี พบว่า ผู้ที่รับประทานกระเทียมมากเป็นประจำจะเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งน้อยกว่าคนที่ไม่รับประทานกระเทียม

9. ช่วยเพิ่มความจำ ผลการวิจัยในหนู พบว่า สารสกัดจากกระเทียมช่วยยืดอายุ และช่วยเพิ่มความจำ และการเรียนรู้ของหนูที่กินอาหารที่ผสมสารสกัดกระเทียม 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานาน 2 เดือน ได้ จึงเชื่อว่ากระเทียมน่าจะช่วยลดอาการความจำเสื่อมในผู้สูงอายุได้

10. ช่วยรักษาโรคกลาก จากการวิจัย พบว่า กระเทียมมีฤทธิ์ยับยั้ง การเจริญเติบโตของเชื้อรา ที่เป็นสาเหตุของโรคลิ้นเป็นฝ้าขาว และโรคกลากได้สารที่ออกฤทธิ์ คืออัลลิซิน (วันดี, 2541)

6. พริกไทย

พริกไทย (Pepper) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Piper nigrum Linn.* วงศ์ Piperaceae มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า Pepper เป็นพืชไม้เถา อายุค้างปี แตกกิ่งก้านสาขาออกไปมากมีข้อตามลำต้นและรากงอกออกจากข้อ ช่วยจับยึดและพยุงลำต้น มีลักษณะคล้ายพลูที่รับประทานกับหมากและดีปลี เครื่องเทศอีกชนิดหนึ่ง ทั้งนี้เพราะว่าอยู่ในวงศ์และสกุลเดียวกัน

พริกไทยใบค่อนข้างหนา แข็ง ดอกมีขนาดเล็ก สีเขียวออกเป็นช่อ ช่อละประมาณ 70 – 80 ดอก ผลขนาดเล็กเป็นพวง เมื่ออ่อนเปลือกสีเขียว เปลี่ยนเป็นสีเหลืองและแสดแดงเมื่อสุกเมล็ดตากแห้งแล้วผิวเปลี่ยนเป็นสีดำ หากนำเปลือกออกจะมีสีขาว เรียกว่า พริกไทยขาวหรือพริกไทยอ่อน กองโภชนาการกรมอนามัยวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารว่าพริกไทย 100 กรัม หรือ 1 ขีด จะให้พลังงาน 94 กิโลแคลอรี่ ให้โปรตีน 4.4 กรัม ให้ไขมัน 2.6 กรัม ให้คาร์โบไฮเดรต 13.2 กรัม แต่ให้แคลเซี่ยมสูงถึง 153 มิลลิกรัม ให้ฟอสฟอรัส 23 มิลลิกรัม สถาบันวิจัยโภชนา มหาวิทยาลัยมหิดล วิเคราะห์ว่า เบต้า–แคโรทีน 28.82 ไมโครกรัมเทียบหน่วยเรตินัล คนไทยเราใช้พริกไทยในตำรับอาหารไทย ก็คือใช้เป็นเครื่องปรุงรสเช่นเดียวกับพริกไทยซึ่งถือเป็นบทบาทหลัก พริกไทยจึงเป็นส่วนประกอบของเครื่องแกงหลากชนิด เช่น แกงเผ็ดต่าง ๆ แกงฉู่ฉี่ แกงมัสมั่น เป็นต้น นอกจากนี้แล้วพริกไทย ยังมีคุณสมบัติฆ่าเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด จึงนิยมใช้ในการถนอมอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ เช่น ไส้กรอก กุนเชียง แฮม หมูแผ่น ปลาทูดอง หมูยอ เป็นต้น ในการถนอมอาหารจำพวกพืชบางชนิด ก็ใช้พริกไทย เช่น ข้าวเกรียบ ข้าวตังพิมพ์ ซอสมะเขือเทศ ฯลฯ

พริกไทยมีถิ่นกำเนิดในแถบอินเดีย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประชาชนในแถบถิ่นนี้ จึงมีความรู้มากมายในการนำพริกไทยมาใช้ในทางรักษาโรค ในตำราสมุนไพรไทย มีคำบรรยายสรรพคุณของพริกไทยดังนี้

ราก : รสร้อน ขับลมในลำไส้ แก้ปวดท้อง แก้ลมวิงเวียน แก้ลมพรรดึก (ก้อนอุจจาระที่แข็งกลม) แก้อติสาร (โรคลงแดง)

ใบ : รสร้อน แก้ลมจุกเสียด แก้แน่น ปวดมวนในท้อง

เมล็ด : รสร้อน แก้ลมจุกเสียด แก้เสมหะ บำรุงธาตุ ช่วยย่อยอาหาร ขับผายลม บางตำรายังระบุสรรพคุณว่า แก้ลมทั้งปวง แก้เสลด เสมหะ หอน ไอ สะอึก บำรุงธาตุเจริญอาหาร ช่วยย่อย ขับเหงื่อ ลดความร้อนในร่างกาย ขับปัสสาวะ ฯลฯ สรรพคุณที่เด่นที่สุดของพริกไทยคือ เป็นยาอายุวัฒนะ ในตำรับยา (เมฆ, 2541)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์.

3.วัตถุดิบ

1.1 แป้งมันสำปะหลัง ตราแมวแดงซื้อจากตลาดทุ่งนาทอง จ. กาฬสินธุ์

1.2 ใบหม่อน จากศูนย์วิจัย หม่อนไหม คณะพืชศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต กาฬสินธุ์

1.3 เกลือไอโอดีน (ยี่ห้อปรุงทิพย์)

1.4 น้ำตาลทรายขาว (ยี่ห้อมิตรผล)

1.5 กระเทียม

1.6 พริกไทย (ตรามือ 100 %)

1.7 แป้งข้าวเหนียว

1.8 น้ำสะอาด

2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

2.1.1 อุปกรณ์เครื่องครัว

2.1.2 นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ citizen digital รุ่น GT 9017 – A 10 key timer 1.5 v

2.1.3 เครื่องชั่ง 1 กิโลกรัม ยี่ห้อ tanita model 1144 DC 6 v

2.1.4 เครื่องปั่นผสม (Blender) ยี่ห้อ national ความจุ 1250 ml กำลัง 400 w

2.1.5 เครื่องผสม (Kitchen Aid) รุ่น heavy duty 315 w 10 min

2.1.6 เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน (Tray Dryer) รุ่น ½ HP 380 v Amp 1.1

2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางกายภาพ

2.2.1 Hot air oven (หา Moisture content)

2.2.2 เครื่องวัดค่าสี (Color Flex รุ่น Miniscan XE Plus)

2.2.3 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) ยี่ห้อ spectronic 200 genesyim

2.2.4 ชุดเครื่องกลั่น

2.2.5 เวอร์เนียร์

2.2.6 เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 และ 4 ตำแหน่ง

2.2.7 เครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่าง ๆ

2.2.8 อ่างควบคุมอุณหภูมิที่จำเป็น (Water bath)

2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

2.3.1 จานเพาะเชื้อ (Plate)

2.3.2 ตู้เขี่ยเชื้อ (Larminar Flow)

2.3.3 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)

2.3.4 หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)

2.4 สารเคมี

2.4.1 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ TBA

- สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 4 โมลาร์
- สารละลาย Thiobabituric Acid (TBA) เข้มข้น 0.02 โมลาร์

2.4.2 สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

- Plate Count Agar

3.2 การเตรียมวัตถุดิบ

1 ใบหม่อน : ตัดก้านใบทิ้ง ม้วนใบหม่อนตามยาว หั่นด้วยมีดให้ได้ประมาณ ½ เซนติเมตร นำไปลวกน้ำร้อนประมาณ 1 นาที ที่อุณหภูมิน้ำเดือด เพื่อทำลายเอนไซม์ รสเฝื่อนและยางของใบหม่อน นำใบหม่อนที่ลวกเสร็จใส่ในเครื่อง Blender พร้อมกับน้ำ 50 ml ปั่นให้ละเอียด โดยใช้ Speed 2 เป็นเวลา 3 นาที

2 กระเทียม : ปอกเปลือก โขลกให้ละเอียด

3.3 วิธีการทดลอง

การศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว และใบหม่อน โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design ซึ่งเป็นแผนการทดลองหาส่วนผสมที่เหมาะสมของส่วนผสมหลัก ส่วนประกอบอื่นจะถูกกำหนดให้คงที่ในทุกสูตรการทดลอง ได้แก่ เกลือ 1.8% น้ำตาล 3.25% กระเทียม 2.5% และพริกไทย 2% ปัจจัยหลักที่ต้องการศึกษาคือ

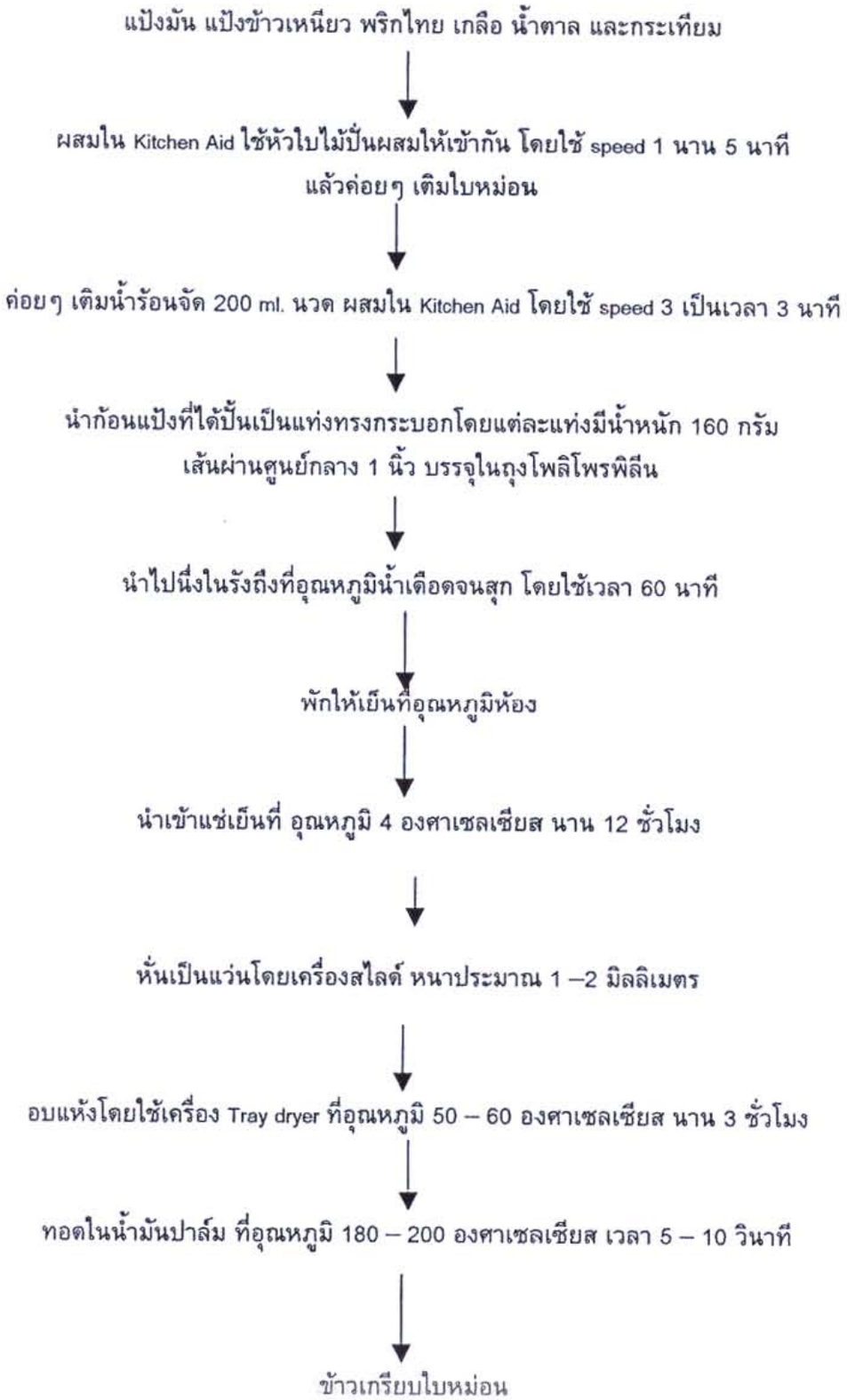
แป้งมันสำปะหลัง	(S)	=	ร้อยละ	60-85
แป้งข้าวเหนียว	(R)	=	ร้อยละ	10-25
ใบหม่อน	(M)	=	ร้อยละ	5-15

(แสดงในรูปส่วนผสมเป็นร้อยละของ S+R+M)

ซึ่งในที่สุด จะได้พื้นที่ที่เป็นไปตามข้อกำหนด และสามารถเลือกนำมาใช้เป็นสิ่งทดลองได้ทั้งหมด 6 สูตร ดังนี้ แสดงในตาราง 7 จากนั้นก็นำไปผลิตเป็นข้าวเกรียบที่ปรับปรุงมาจากทัศนีย์ 2543 ตามแผนภูมิในภาพ 1 โดยในการทดลองนี้จะทำการผลิตข้าวเกรียบแต่ละสูตร 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส เคมีและจุลินทรีย์

ตาราง 7 สูตรของข้าวเกรียบใบหม่อน

สูตรที่	S (%)	R (%)	M (%)
1	85	10	5
2	80	13	7
3	75	16	9
4	70	19	11
5	65	22	13
6	60	25	15



ภาพ 1 กระบวนการผลิตข้าวเกรียบใบหม่อน

ที่มา : ดัดแปลงจาก ทัศนีย์ (2543)

3.4 การทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Complete Block Design, RCBD)โดยใช้โปรแกรม SX version 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการคัดเลือกมาแล้ว 15 คน โดยผู้ทดสอบชิมที่เป็นนักศึกษา คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ทดสอบชิมในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ การยอมรับรวม โดยให้คะแนนแบบ Hedonic scale scoring test ทั้งหมด 9 ระดับ (1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบที่สุด)

3.5 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ

3.5.1 วัดสีด้วย Hunter Lab Color โดยใช้ค่า L^* , a^* , b^*

3.5.2 วิเคราะห์ปริมาณ ความชื้นก่อนทอดและหลังทอด

3.5.3 ศึกษาอัตราการพองตัว

จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยใช้โปรแกรม SX version 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Tukey

3.6 การทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์

3.6.1 วิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จากนั้นนำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแบบแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยใช้โปรแกรม SX version 4 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Tukey

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

1.การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ข้าวเกรียบใบหม่อนที่ใช้อัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวเหนียว : และใบหม่อนในอัตราส่วนต่างๆ ต่อปัจจัยทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับรวม ได้ผลดังตาราง 8

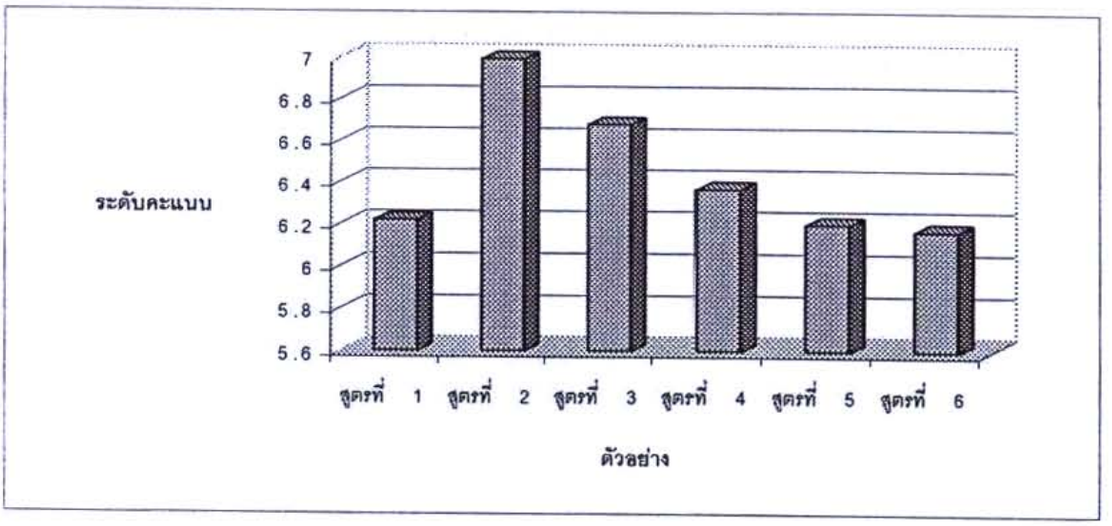
ตาราง 8 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบสมุนไพรที่ได้จากการทดลองแบบ Mixture design

สูตรที่	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความกรอบ	การยอมรับรวม
1	6.22^{b}	6.40^{b}	6.58^{b}	6.67^{ns}	6.69^{ns}
2	6.99^{a}	6.53^{ab}	6.95^{a}	6.91^{ns}	6.84^{ns}
3	6.69^{ab}	6.78^{ab}	7.00^{a}	7.04^{ns}	6.87^{ns}
4	6.38^{b}	6.62^{ab}	6.87^{ab}	6.69^{ns}	6.71^{ns}
5	6.20^{b}	6.87^{a}	6.96^{a}	6.71^{ns}	6.78^{ns}
6	6.18^{b}	6.62^{ab}	6.98^{a}	6.71^{ns}	6.78^{ns}

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันหมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

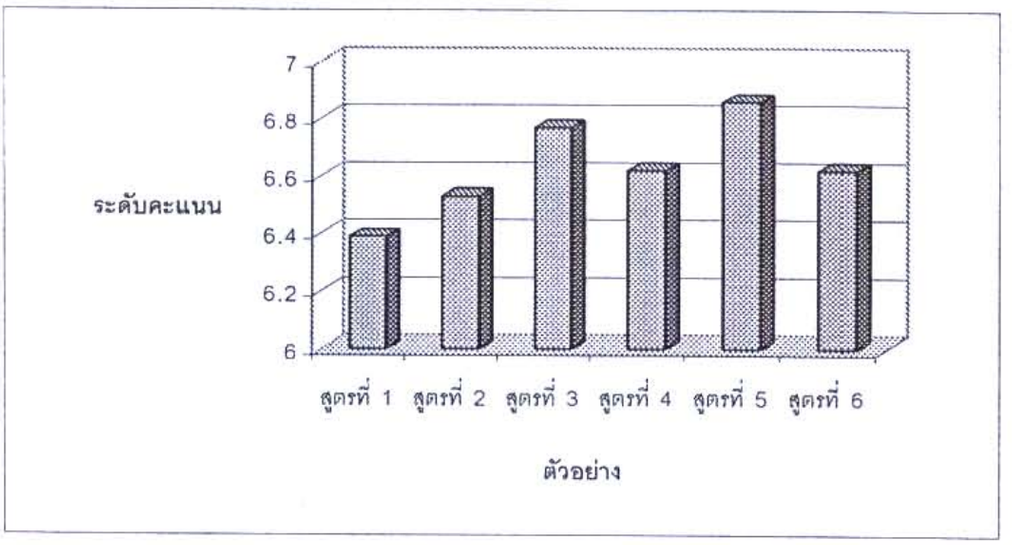
- ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

1.1 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสีพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับข้าวเกรียบใบหม่อน จากสูตร 1 ถึงสูตร 6 เป็นดังนี้ คือ 6.22,6.99,6.68,6.37,6.20, และ6.17 ตามลำดับโดยสูตรที่ 2 จะได้รับคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากสีของข้าวเกรียบใบหม่อนมีสีเขียวอบเหลือง ของใบหม่อน และปริมาณในหม่อนที่ใช้ในแต่ละสูตรต่างกัน ร้อยละ 2 จึงทำให้ ผลการทดสอบทางดันสีมีความแตกต่างกันและเมื่อนำข้างเกรียบใบหม่อนไปทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส จะทำให้เกอดการเปลี่ยนแปลงของสี เนื่องจากปฏิกริยาเมลลาร์ด การเกิดคาราเมลของน้ำตาลและเด็กทรินซ์ ซึ่งอยู่ในอาหารหรือเกิดจากการไฮโดรไลซีส แป้งเป็นเฟอร์เฟอราล (fur fural) และไฮรอกซ์เมทิลเฟอร์ราล (Hydroxumethyl furfural) การเกิดคาร์บอไนเซชัน (carbonization) ของน้ำตาล ไขมันและโปรตีนในใบหม่อน (วิไล, 2545) ผลของคะแนนเฉลี่ยด้านสีแสดงในภาพ 2



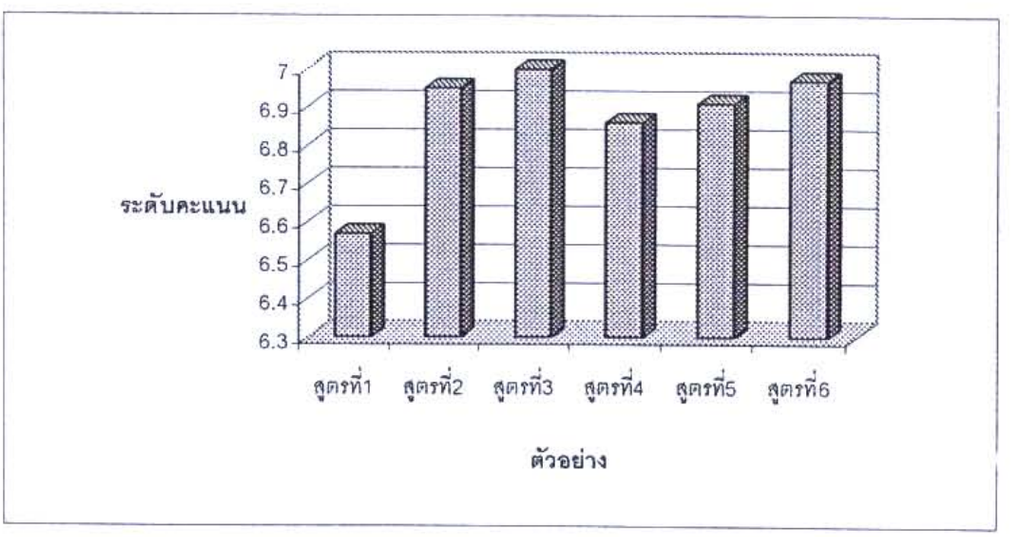
ภาพ 2 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสทางด้านสี

1.2 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่น จากการทดลองพบว่าข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยมีคะแนนเฉลี่ยจากสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 6 เป็นดังนี้คือ 6.36,6.53,6.77,6.62,6.86 และ6.62 ตามลำดับจะเห็นได้ว่าตัวอย่างทดลองสูตรที่ 5 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด โดยใช้อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวเหนียว :ใบหม่อน เป็นร้อยละ 65 : 22 : 13 ผลการยอมรับในด้านกลิ่นที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก การได้รับความร้อนสูงของผิวอาหารทำให้เกิดปฏิกริยาสีน้ำตาลระหว่างน้ำตาลและกรดอะมิโน มีผู้วิจัยหลายท่านได้ศึกษารายละเอียดทางเคมีของปฏิกริยาเมลลาร์ดและ streaker dehradation พบว่าอุณหภูมิสูงและความชื้นต่ำ ในชั้นผิวของอาหาร ทำให้น้ำตาลกลายเป็น คาราเมล กรดไขมันเกิดออกซิเดชันและเปลี่ยนไปเป็นแอลดีไฮด์ แล็กโตน คีโตน แอลกอฮอล์ และเอสเตอร์ ได้ปฏิกริยาเมลลาร์ด และ Streaker dehradation ทำให้เกิดกลิ่นต่างๆ เนื่องจากการรวมตัวกันของกรดอะมิโนอิสระและน้ำตาลที่อยู่ในอาหารบางชนิด กรดอะมิโนแต่ละชนิด จะผลิตกลิ่นเฉพาะตัว เมื่อได้รับความร้อนร่วมกับน้ำตาล และเปลี่ยนไปเป็นแอลดีไฮด์ นอกจากนี้การให้ความร้อนต่อไปจะทำให้สารหอมระเหย ที่เกิดจากกลไกดังกล่าวเกิดเสื่อมสภาพ และกลายเป็นสารที่ให้กลิ่นไหม้แทน (วิไล, 2545) ผลการทดสอบประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นดังภาพ 3



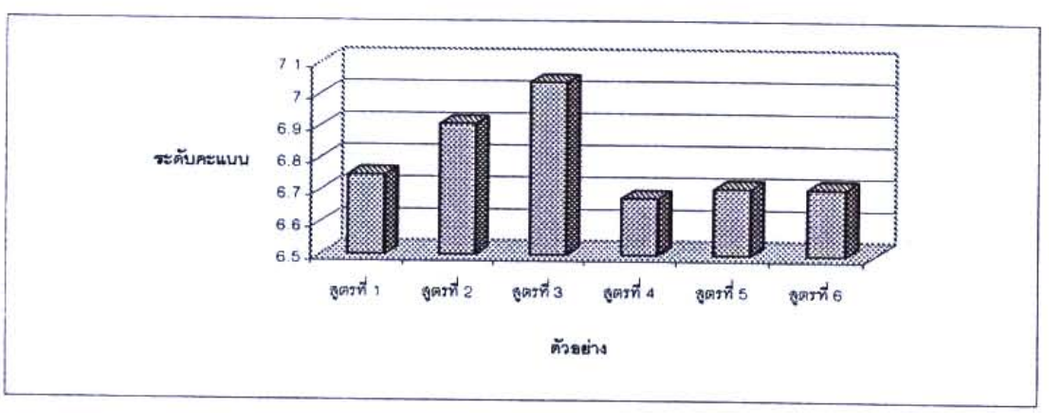
ภาพ 3 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น

1.3 ในด้านรสชาติ จากผลการทดลองพบว่า ข้าวเรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยคะแนนเฉลี่ยเรียงจากสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 6 เป็นดังนี้ 6.57, 6.95, 7.00, 6.86, 6.91 และ 6.97 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ 7.00 ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวเหนียว : ใบหม่อน เป็นร้อยละ 75 : 16 : 9 ทั้งนี้เพราะตัวอย่างทดลองในแต่ละสูตรใช้ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว และปริมาณใบหม่อน แตกต่างกัน ผลการทดสอบด้านประสาสัมผัสของรสชาติ แสดงดังภาพ 4



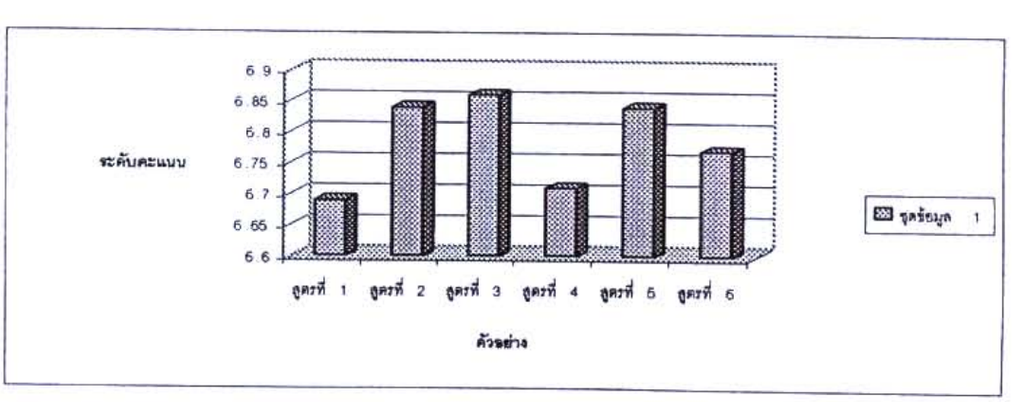
4 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ

1.4 ในด้านความกรอบ พบว่า ข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยคะแนนเฉลี่ยเรียงจากสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 6 เป็นดังนี้คือ 6.75,6.91,7.04,6.68,6.71, และ 6.71 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้าวเกรียบใบหม่อนสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการทอดข้าวเกรียบในแต่ละสูตรใช้อุณหภูมิเท่ากัน คือ 180 องศาเซลเซียส จึงทำให้ผลด้านความกรอบไม่แตกต่างกันมากนัก โดย (ศิวาพร และสลักจิต, 2536) พบว่าการทอดข้าวเกรียบที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที จะให้ข้าวเกรียบที่มีคุณลักษณะดีที่สุด มีการขยายตัวและให้ความกรอบดีที่สุด และมีกลิ่นไหม้ด้วย ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความกรอบ แสดงดังภาพ 5



ภาพ 5 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสทางด้านความกรอบ

1.5 การยอมรับรวม พบว่าข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในด้านของการยอมรับรวมโดยคะแนนเฉลี่ยเรียงจากสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 6 เป็นดังนี้ 6.69, 6.84, 6.86, 6.71, 6.84, และ 6.77 ตามลำดับซึ่งจะเห็นได้ว่าสูตรที่ 3 ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 6.86 การที่การยอมรับรวมไม่มีความแตกต่างกันมากนัก เนื่องจากปริมาณเครื่องปรุงรสทุกสูตรใช้ปริมาณเท่ากันหมดได้แก่ เกลือ น้ำตาล กระเทียม และพริกไทย ซึ่งจะแตกต่างกัน เฉพาะปริมาณแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเหนียว และปริมาณใบหม่อนเท่านั้นจึงทำให้คะแนนการยอมรับไม่มีความแตดต่างกันมากนัก ผลคะแนนการยอมรับรวมแสดงดังภาพ 6



ภาพ 6 การประเมินคุณภาพประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวม

2. การประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพ

2.1 ค่าความสว่าง (ค่า L*) ของข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยค่าความสว่างของข้าวเกรียบจะลดลงตามปริมาณใบหม่อนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสูตร ค่าสีเขียว (a*) เป็นค่าที่สำคัญในการผลิตข้าวเกรียบใบหม่อน พบว่าค่าสีเขียวของข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และข้าวเกรียบใบหม่อนที่เพิ่มปริมาณใบหม่อนมากขึ้นจะทำให้ค่าสีเขียวเพิ่มขึ้นด้วย ด้านค่าสีเหลือง (b*) จากการทดลองพบว่าค่าสีเหลืองของข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตาราง 9

ตาราง 9 ค่าสี L*, a*, b* ของข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตร

สูตรที่	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b*
1	76.36^{a}	-1.01^{ns}	22.48^{b}
2	71.30^{b}	-3.66^{ns}	25.18^{ab}
3	67.06^{c}	-3.25^{ns}	26.81^{ab}
4	62.34^{d}	-3.00^{ns}	26.97^{ab}
5	60.11^{de}	-2.82^{ns}	27.78^{a}
6	58.96^{e}	-2.80^{ns}	26.64^{ab}

หมายเหตุ อักษรตามแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

2.2 อัตราการขยายตัวของข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตรพบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) และจากการทดลองพบว่าสูตรที่ 2 ซึ่งมีอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวเหนียว : ใบหม่อน เป็นร้อยละ 80 : 13 : 7 จะให้ข้าวเกรียบใบหม่อนที่มีคุณภาพดี คือมีอัตราการขยายตัวดี และพองตัวอย่างสมบูรณได้ดีกว่าสูตรอื่นๆ และจะเห็นได้ว่าอัตราการขยายตัวของข้าวเกรียบใบหม่อนมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณใบหม่อนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณโปรตีน และเส้นใย เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการขยายตัวลดลง ซึ่งอธิบายได้ว่าเกิดจากการที่โปรตีน และเส้นใยจากใบหม่อนไปจับกับแป้งทำให้แป้งไม่ขยายตัว ไม่ใช่เป็นเพราะแป้งเกิด gelatinized ได้ไม่เท่ากัน (ดวงและนงนุช, 2533) ดังตาราง 10

ตาราง 10 อัตราการขยายตัวของข้าวเกรียบใบหม่อน

ตัวอย่าง	อัตราการพองตัว (cm^2)
สูตรที่ 1	2.33^{ns}
สูตรที่ 2	2.55^{ns}
สูตรที่ 3	2.39^{ns}
สูตรที่ 4	2.07^{ns}
สูตรที่ 5	2.27^{ns}
สูตรที่ 6	2.00^{ns}

หมายเหตุ อักษรตามแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

3. การประเมินคุณภาพทางด้านเคมี

3.1 ด้านปริมาณความชื้น พบว่าปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนของปริมาณแป้งข้าวเหนียวและปริมาณของใบหม่อนที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของแป้งข้าวเหนียวข้อหนึ่ง คือ สามารถอุ้มน้ำได้ดี และปริมาณน้ำในใบหม่อนที่มีอยู่เดิมแล้วโดยจากผลการทดลองพบว่า ปริมาณความชื้นในตัวอย่างข้าวเกรียบก่อนทอดทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P \leq 0.01$) โดยเรียงลำดับจากปริมาณความชื้นจากน้อยไปหามากได้ดังนี้คือ 6.4767 (สูตรที่ 1), 6.8733 (สูตรที่ 2), 7.5033 (สูตรที่ 3), 8.0700 (สูตรที่ 4), 8.9833 (สูตรที่ 5), และ 9.9100 (สูตรที่ 6) ตามลำดับ ซึ่งปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบมีผลต่ออัตราการขยายตัวและความกรอบของข้าวเกรียบโดยมีผู้วิจัยพบว่าความชื้นของข้าวเกรียบก่อนทอด ร้อยละ 8.7 เมื่อนำมาทอด จะให้ข้าวเกรียบที่มีอัตราการขยายตัวและความกรอบดีที่สุด (ศิวาพร และสลักจิต, 2536) ผลของปริมาณความชื้นก่อนทอดและหลังทอดของข้าวเกรียบใบหม่อน ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของข้าวเกรียบใบหม่อน

สูตรที่	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	
	ก่อนทอด	หลังทอด
1	6.48^{ns}	0.95^{ab}
2	6.87^{ns}	1.60^{a}
3	7.50^{ns}	0.66^{b}
4	8.07^{ns}	0.32^{b}
5	8.98^{ns}	0.42^{b}
6	9.91^{ns}	0.68^{b}

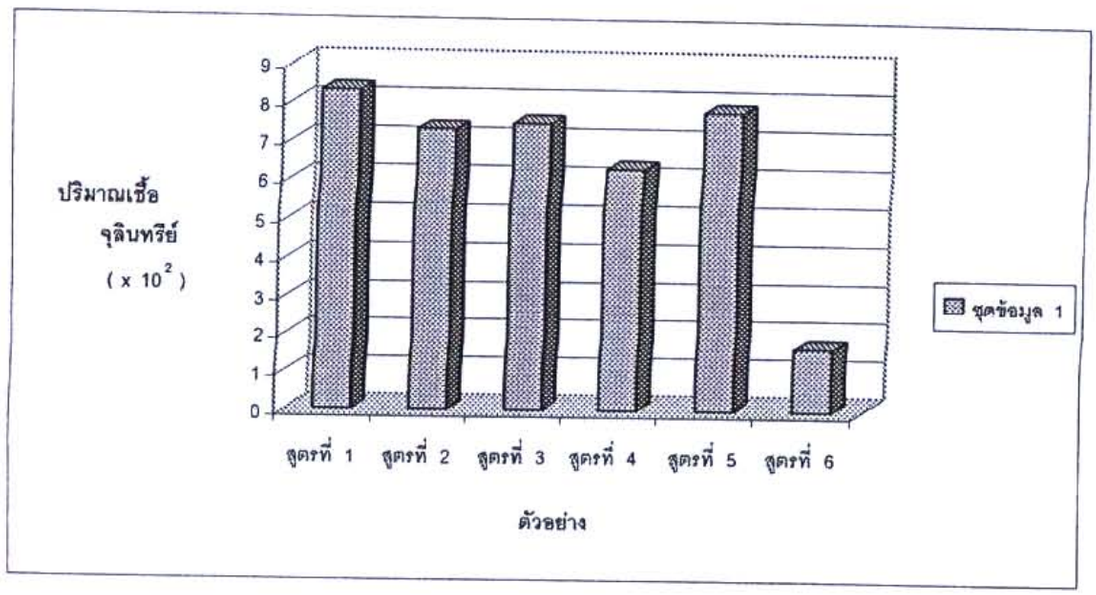
หมายเหตุ อักษรตามแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P \leq 0.05$)

4. การประเมินคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

4.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) พบว่าข้าวเกรียบใบหม่อนทั้ง 6 สูตร มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเรียงจากสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 6 เป็นดังนี้คือประมาณ 8.33×10^2 CFU/กรัม, 5.33×10^2 CFU / กรัม, 7.50×10^2 CFU / กรัม, 6.33×10^2 CFU / กรัม, 7.83×10^2 CFU / กรัมและ 1.66×10^2 CFU / กรัม ตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด ทั้งนี้เนื่องจากตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบได้ผ่านการทอดที่อุณหภูมิสูงคือ 180 - 200 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงพอที่จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้ แสดงดังตาราง 12 และภาพที่ 7

ตาราง 12 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในข้าวเกรียบใบหม่อน

สูตรที่	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)
1	8.33×10^2 CFU/gram
2	5.33×10^2 CFU/gram
3	7.50×10^2 CFU/gram
4	6.33×10^2 CFU/gram
5	7.83×10^2 CFU/gram
6	1.66×10^2 CFU/gram



ภาพ 7 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในข้าวเกรียบใบหม่อน (x 10^2)

ตาราง 13 ปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตข้าวเกรียบใบหม่อน

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสมที่ยังไม่ได้ปรับ	ปริมาณส่วนผสมที่ปรับแล้ว
แป้งมันสำปะหลัง	75.00%	46.43%
แป้งข้าวเหนียว	16.00%	9.90%
ใบหม่อน	9.00%	5.57%
เกลือ	1.80%	1.11%
กระเทียม	2.50%	1.55%
พริกไทย	2.00%	1.24%
น้ำตาล	3.25%	2.01%
น้ำ	52.00%	32.19%
รวม	161.55%	100%

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

อัตราส่วนที่เหมาะสมของ แป้งมันสำปะหลัง : แป้งข้าวเหนียว : ใบหม่อน คือ แป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 75 แป้งข้าวเหนียวร้อยละ 16 ใบหม่อนร้อยละ 9 เพราะได้รับการยอมรับในด้านรสชาติ ความกรอบ และการยอมรับรวมมากที่สุดซึ่งถือว่าเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของข้าวเกรียบ

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2520. **เกลือ คุณสมบัติ และการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 49 น.

_____. 2520. **เทคโนโลยีของแป้ง.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 225 น.

คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. **วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 164 – 172.

ไชยา อุ้ยสูงเนิน. มปป. **หม่อนไหม.** ศูนย์ผลิตตำราเกษตรพืชชนบท. กรุงเทพฯ. 121 น.

ดวงใจ ทิระบาล และนงนุช รักสกุลไทย. 2533. ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อคุณภาพของข้าวเกรียบปลา. **วารสารอาหาร.** 20(1) : 13 –16.

ทัศนีย์ อินทรวัลณ์กูล. 2543. ข้าวเกรียบหม่อนหอมกลิ่นใบเตย. **วาสสารกสิกร.** 73(3) : 258 – 262.

เมฆ จันทร์ประยูร. 2541. **ผักพื้นบ้าน.** สำนักพิมพ์ไททรรศน์. กรุงเทพฯ. หน้า 97 – 103.

วรนุช ศรีเจษฎารักษ์. 2535. **การแปรสภาพแป้ง.** ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 53 น.

วรนุช ศรีเจษฎารักษ์. 2540. **คาร์โบไฮเดรต.** เอกสารประกอบการเรียนการสอนเคมีอาหาร 1 ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 25 – 29.

วิโรจน์ แก้วเรือง. 2540. **หม่อนและไหมพืชและสัตว์สารพัดประโยชน์.** คณะทำงานการถ่ายทอดเทคโนโลยี สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 27 น.

วิไล รังสาดทอง. 2545. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ. 506 น.

วันดี กฤษณพันธ์. 2541. **สมุนไพรน่ารู้.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. หน้า 35 – 42.

ศิริพร บุญชู และพรพิณี บุญบันดาล. 2543. **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหม่อน.** กองส่งเสริมพืชสวน กรมส่งเสริมการเกษตร. 71 น.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2523. **หลักการถนอมอาหาร.** ทฤษฎีอาหารเล่ม 3. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 255 น.

ศิวาพร ศิวเวชช และสลักจิต สืบพงษ์ศิริ. 2536. ข้าวเกรียบข้าวฟ่าง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 26 (4 - 6) : 80 – 87.

สินธนา ลีนานุรักษ์. 2535. **เอกสารประกอบการสอน วิชาการแปรรูปผักและผลไม้.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. หน้า 219.

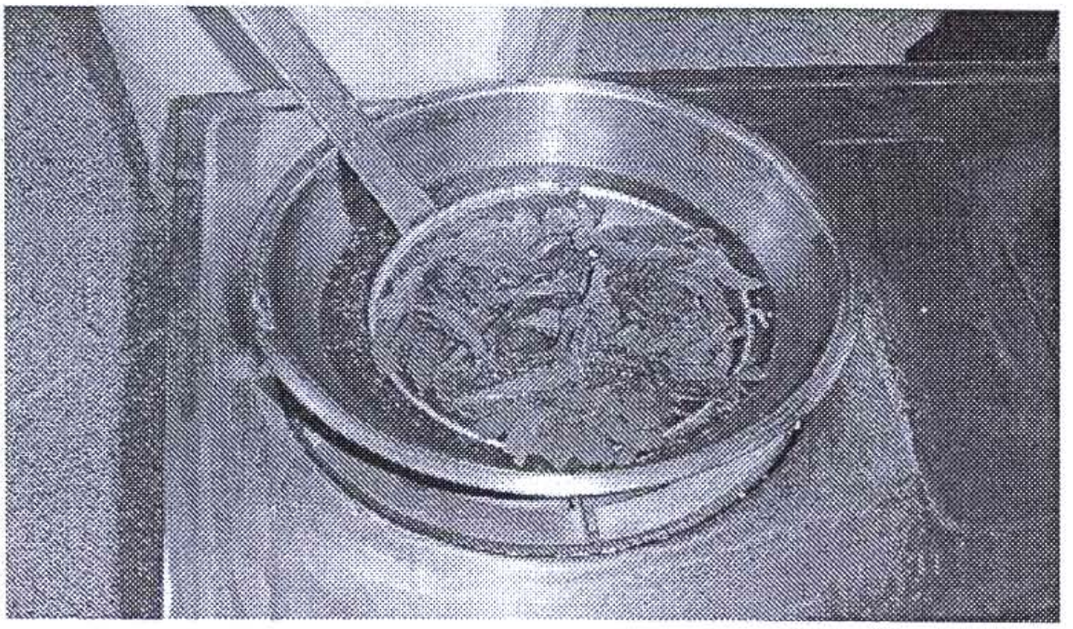
สุมาลี เหลืองสกุล. 2537. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร. หน้า 178 – 350.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมข้าวเกรียบ.** (มอก . 701 – 2530). 18 น.

หน่วยบริการฐานข้อมูลสมุนไพร มหาวิทยาลัยมหิดล. มปป. **ฤทธิ์การต้านการเกิดออกซิเดชั่น LDL จากใบหม่อน.** http : // www . medplant. Mahidol . ac . th /active / shownews.asp? id = 61. สืบค้นเมื่อ 17 พฤศจิกายน 2545.

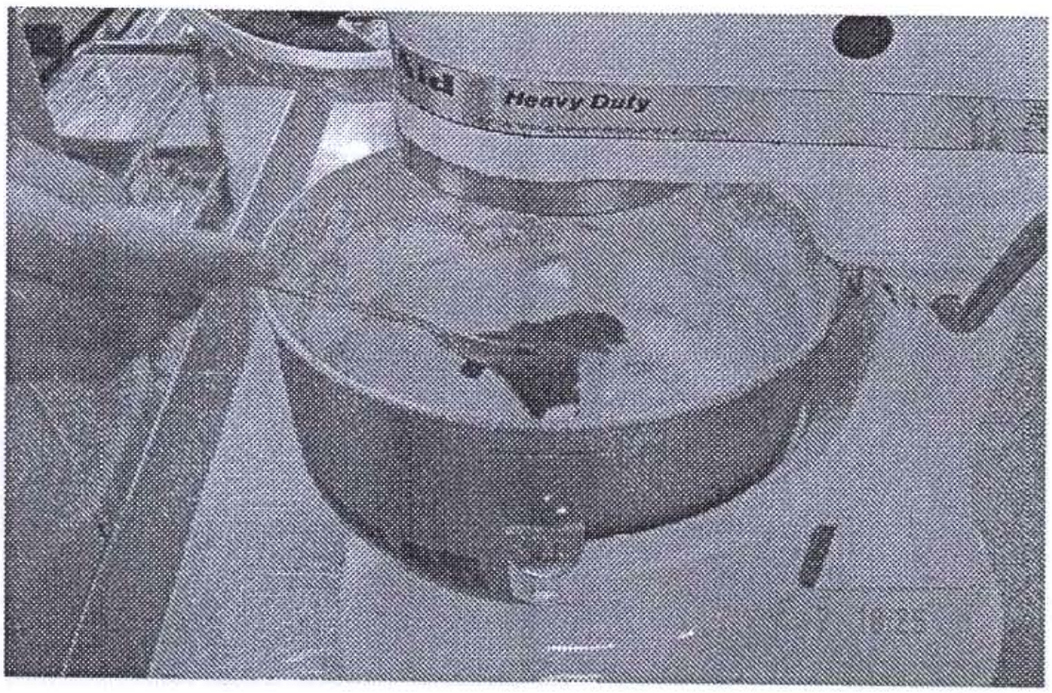
อุมาพร สุนุรัตน์. 2540. **ข้าวเกรียบใบหม่อนและข้าวเกรียบกากสับปะรด.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น. 59 น.

ภาคผนวก
รูปภาพประกอบการทำข้าวเกรียบใบหม่อน

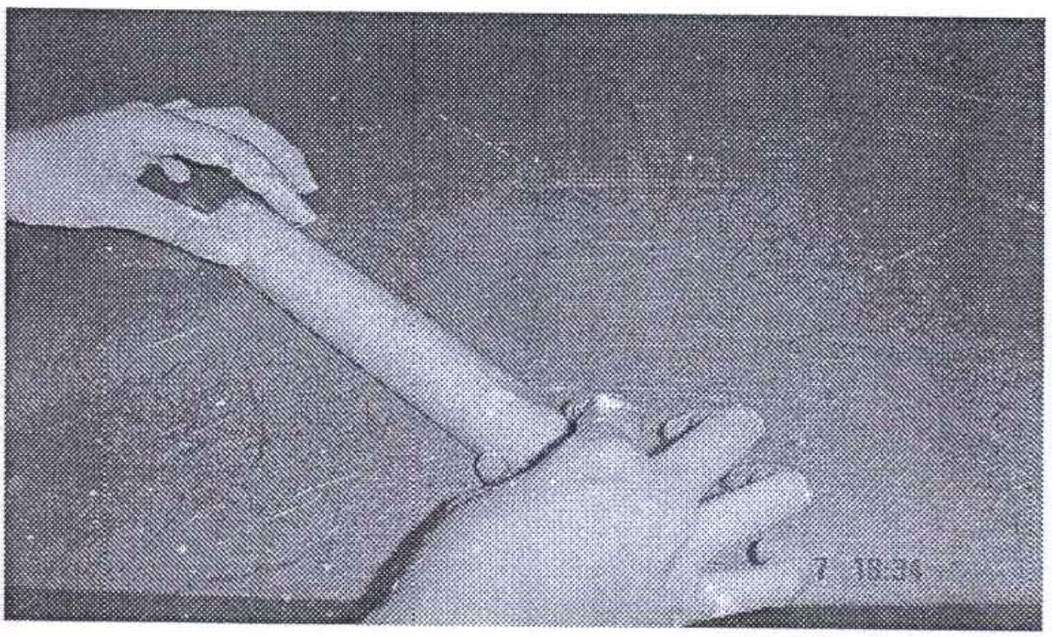


ภาพผนวก 1 การลวกใบหม่อนในน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที

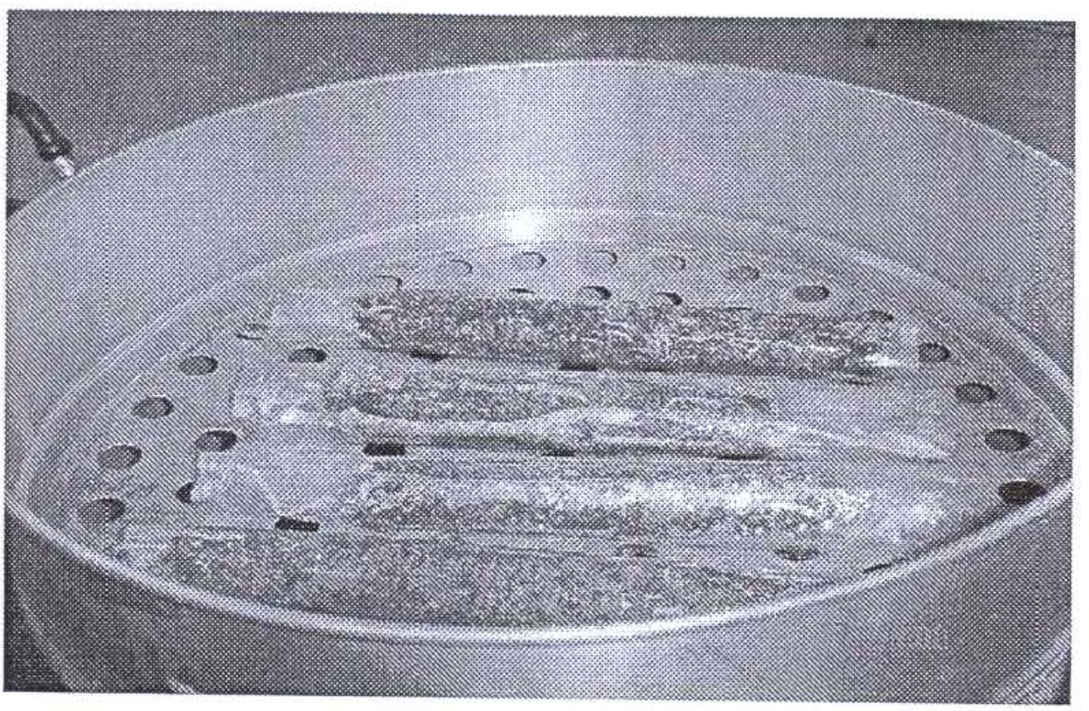
ภาพผนวก 2 การปั่นใบหม่อนในเครื่องผสมอาหารใช้ความเร็ว speed 2 เป็นเวลา 3 นาที



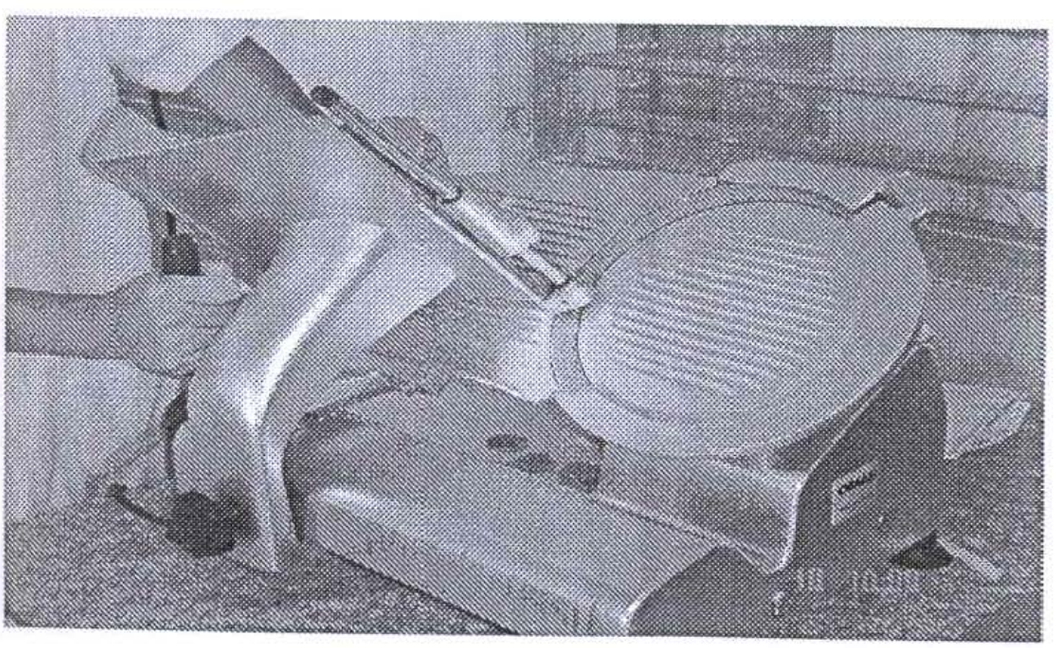
ภาพผนวก 3 การผสมส่วนผสมต่าง ๆ ใน kitchen aid โดยใช้หัวตีรูปใบไม้



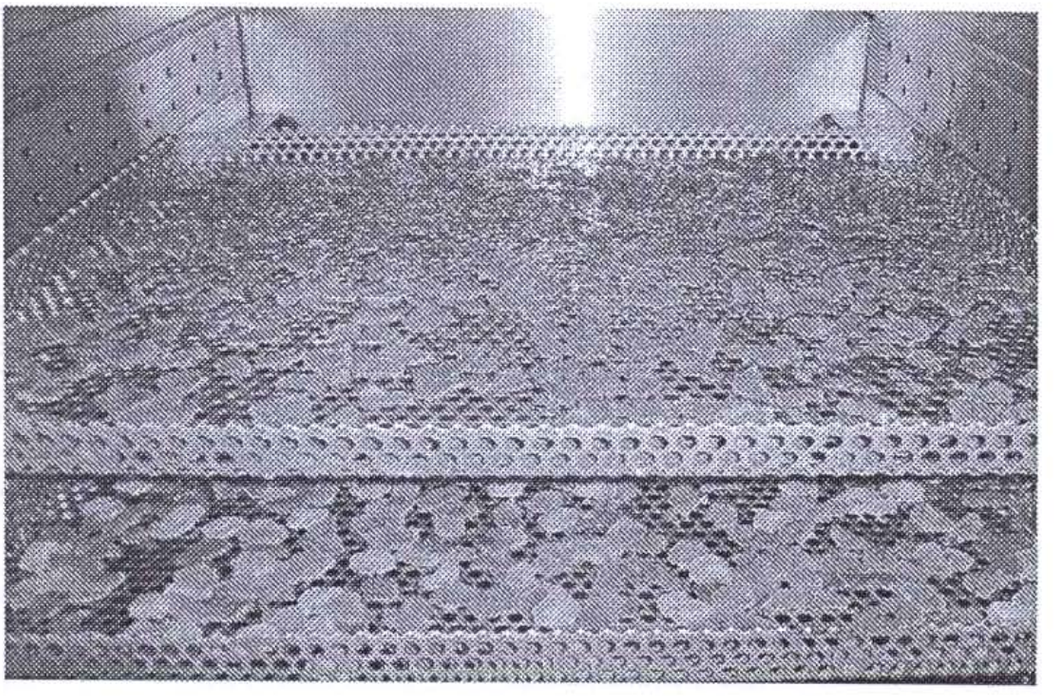
ภาพผนวก 4 การนำก้อนแป้งที่ผสมเข้ากันดีแล้วปั้นเป็นแท่งทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว



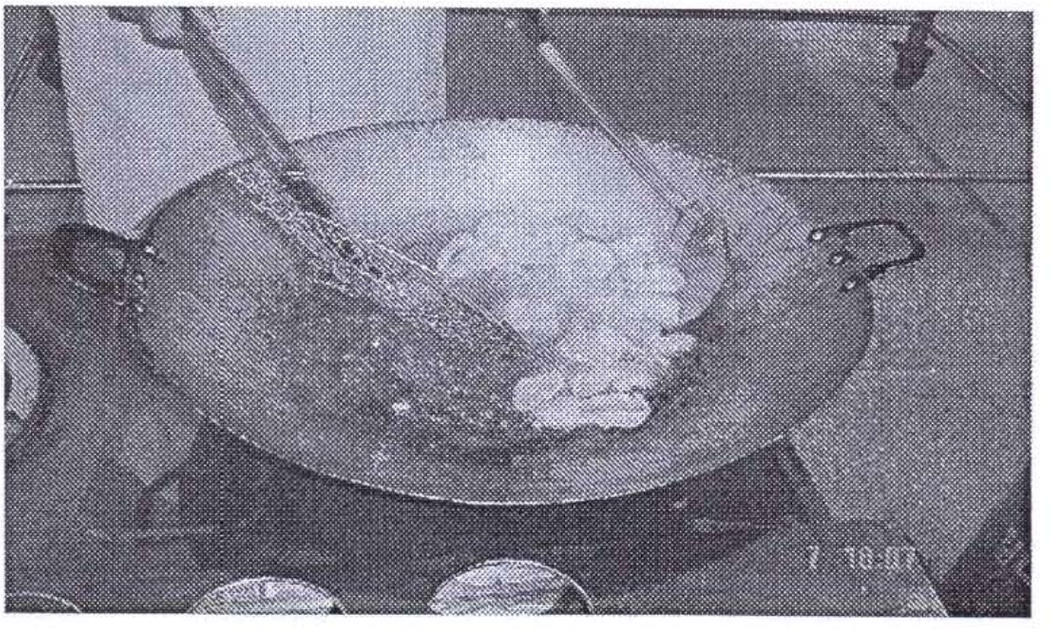
ภาพผนวก 5 ก้อนแป้งภายหลังจากนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 60 นาที



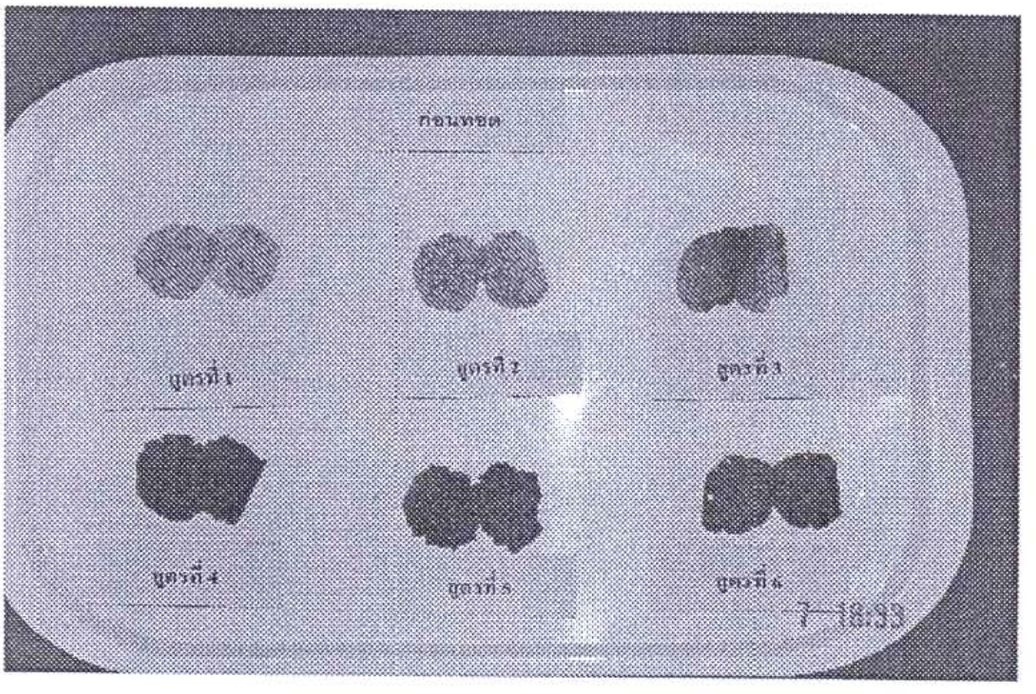
ภาพผนวก 6 การสไลด์ก้อนแป้งให้มีความหนาประมาณ 1 – 2 มิลลิเมตร



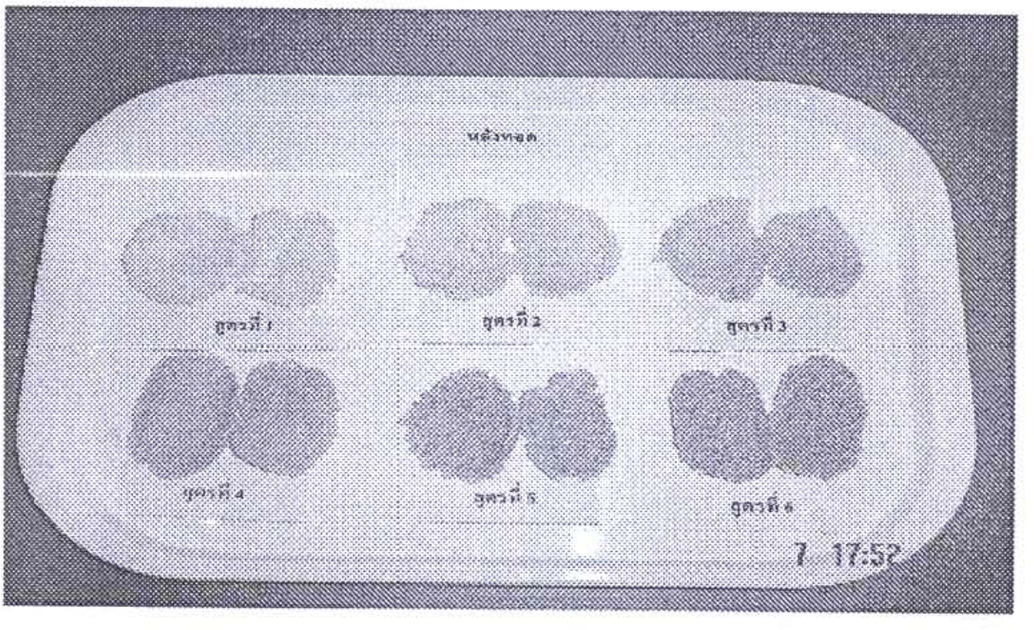
ภาพผนวก 7 การนำก้อนแป้งที่สไลด์แล้วไปอบในเครื่องอบแห้ง (Tray dryer) ที่อุณหภูมิ 50-60^{0}ซ 30 นาที



ภาพผนวก 8 การทอดข้าวเกรียบดิบในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180-200^{0}ซ เป็นเวลา 5-10 วินาที



ภาพผนวก 9 ข้าวเกรียบใบหม่อนหลังอบแห้งก่อนทอด



ภาพผนวก 10 ข้าวเกรียบใบหม่อนหลังทอดในน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180-200^{0}ซ เป็นเวลา 5-10 วินาที