การผลิตขนมจีนเสริมใบเตย

Production of Khanom-Jeen add *Pandanus odorus Ridl*

โดย

วิภาดา มุนินทร์นพมาศ

ตูแวอิสมาแอ ตูแวบีรู

ตัรมีซีย์ หิเล

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ปีการศึกษา 2552

การผลิตขนมจีนเสริมใบเตย

Production of Khanom-Jeen add *Pandanus odorus Ridl*

โดย

วิภาดา มุนินทร์นพมาศ

ตูแวอิสมาแอ ตูแวบีรู

ตัรมีซีย์ หิเล

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ปีการศึกษา 2552

ชื่อเรื่อง	การผลิตขนมจีนเสริมใบเตย
ผู้วิจัย	นางวิภาดา มุนินทร์นพมาศ
	นายตูแวอิสมาแอ ตูแวบีรู
	นายตัรมีซีย์ หิเล
ปีงบประมาณ	2552

บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย เพื่อเพิ่มสรรพคุณทางสมุนไพรและความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ขนมจีน จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมใบเตยคือใช้อัตราส่วน น้ำต่อใบเตย เท่ากับ 1:0.6 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นและความชอบรวมสูงสุด และทำการศึกษาอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีน พบว่า อุณหภูมิน้ำร้อนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย คือ อุณหภูมิ ระหว่าง 94-96 องศาเซลเซียส ทำให้เส้นขนมจีนสุกทั้งหมด นิ่ม มีสีเขียวสด เส้นมันวาว เส้นเหนียวและไม่ขาด มีความเหมาะสม คล้ายเส้นขนมจีนทางการค้า ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุด คุณภาพของเส้นขนมจีนเสริมใบเตยสูตรพัฒนา พบว่ามีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 50.05, -0.46 และ 21.35 และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และค่า a_w เท่ากับ 5.8 และ 0.97 ปริมาณกรดแลกติก ความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 1.23, 73.76, 1.45, 0.05, 3.02 และ 21.72 ตามลำดับ และพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส และ เอสเชอริเชีย คอไล เท่ากับ 14.5×10^1 CFU/g , < 3 CFU/g และ < 3 MPN/g ตามลำดับ แสดงว่าขนมจีนเสริมใบเตยมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 500/2547) ซึ่งปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่ง จากผู้ช่วยศาตราจารย์ นิภาภัทร์ กุณฑล และผู้ช่วยศาตราจารย์ จริยา สุขจันทรา ที่ช่วยตรวจงานวิจัยต้นฉบับ ขอขอบคุณ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่ช่วยเป็นผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส และ คุณภารดี พละไชย เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

วิภาดา มุนินทร์นพมาศ และคณะ

กรกฎาคม 2552

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
YALA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(1)
กิตติกรรมประกาศ		(2)
สารบัญ		(3)
สารบัญภาพ		(5)
สารบัญตาราง		(6)
สารบัญตารางภาคผนวก		(7)
บทที่ 1 บทนำ		1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ		1
วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ		1
ขอบเขตของปัญหาพิเศษ		2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ		2
คำสำคัญ		2
นิยามศัพท์เฉพาะ		2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง		3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา		17
วัตถุดิบ		17
อุปกรณ์		17
วิธีการทดลอง		18
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล		22
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ		33
สรุปผล		33
ข้อเสนอแนะ		33
เอกสารอ้างอิง		34
ภาคผนวก		37
ภาคผนวก ก	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	38
ภาคผนวก ข	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ	45
ภาคผนวก ค	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์	46
ภาคผนวก ง	แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	50

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก จ	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ	52
ภาคผนวก ฉ	ประวัติผู้วิจัย	54

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างเอททิลวานิลลิน	12
2.2 สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์	13
2.3 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และไฟตอล	14
2.4 โครงสร้างของไฟทอล	14
2.5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์	15
2.6 กลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์	16
3.1 ขั้นตอนการผลิตขนมจีนใบเตย	19
4.1 ขนมจีนเสริมใบเตยที่อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำต่อใบเตย 4 ระดับ คือ 1:1 1:0.8 1:0.6 และ 1:0.4 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)	25
4.2 ผลของระดับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการโรยเส้นต่อลักษณะปรากฏขนมจีนเสริมใบเตย	29
4.3 ขนมจีนเสริมใบเตยสูตรพัฒนา	31

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา YALA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปัญหาคุณภาพของน้ำต่อคุณภาพของขนมจีนและวิธีการแก้ไข	6
4.1 ผลของความเข้มข้นของน้ำใบเตยต่อค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแลกติกของขนมจีนเสริมใบเตย	23
4.2 ผลของความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นขนมเสริมใบเตยคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส	25
4.3 ผลของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนต่อค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดแลกติกของขนมจีนเสริมใบเตย	27
4.4 ผลของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนมีผลต่อลักษณะสัมผัสของเส้นนมจีนเสริมใบเตย	29
4.5 องค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของขนมจีนเสริมใบเตย	32

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่ **หน้า**

1.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษาความเข้มข้นน้ำต่อใบเตย 51

1.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย 52

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา YALA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

ขนมจีน หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดหนึ่งที่ทำมาจากแป้ง เป็นเส้นกลมๆคล้ายเส้นหมี่ (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2525) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักประเภทแป้งชนิดหนึ่งที่คนไทยนิยมบริโภคกันมาก เนื่องจากเส้นมีความเหนียวนุ่มและมีกลิ่นหมักเป็นลักษณะเฉพาะ โดยจะบริโภคเป็นอาหารกลางวันหรือเป็นอาหารมื้อใดมื้อหนึ่งก็ได้ แล้วแต่ความชอบของผู้บริโภคและความนิยมของแต่ละท้องถิ่น ขนมจีนมี 2 ชนิด คือ ขนมจีนแป้งสด และขนมจีนแป้งหมัก ซึ่งมีข้อแตกต่างกันในกรรมวิธีการผลิต คือ ขนมจีนแป้งหมักทำโดยวิธีการหมักปลายข้าวเจ้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบก่อนนำมาโม่ ในขณะที่ขนมจีนแป้งสดทำมาจากแป้งสดหรือแป้งที่โม่ใหม่ๆซึ่งขนมจีนแป้งหมักจะมีกลิ่นหมักและมีความเหนียวมากกว่าขนมจีนแป้งสด รวมทั้งอายุการเก็บของขนมจีนแป้งหมักจะนานกว่าขนมจีนแป้งสดด้วย จึงได้คัดเลือกมาใช้ในงานวิจัยนี้ ใบเตยเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ปรุงแต่ง สี กลิ่นและรสชาติให้อาหารมีความน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณทางสมุนไพรคือ มีสารคลอโรฟิลล์ช่วยลดอาการกระหายน้ำ บำรุงหัวใจ และช่วยทำให้สดชื่น อีกทั้งมี แคลเซียม และฟอสฟอรัสในปริมาณสูง คนไทยคุ้นเคยการใช้ใบเตยกันมานาน เนื่องจากในอดีตนิยมนำเตยหอมมาประกอบอาหาร และขนมหวาน เช่น ไก่อบห่อใบเตย ใช้แต่งกลิ่นเวลาหุงข้าวเจ้า และข้าวเหนียวหรือนำไปแต่งกลิ่น และสีของขนม เช่น วุ้นกะทิ ขนมชั้น ขนมลอดช่อง ขนมขี้หนู เป็นต้น ดังนั้นจึงได้ทำการวิจัย การผลิตขนมจีนเสริมเสริมใบเตย เพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ขนมจีน นอกจากนี้ ในการผลิตขนมจีน โดยทั่วไปมักมีการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสในสัดส่วนค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในระหว่างการขัดสีข้าว และกระบวนการผลิตขนมจีน การเพิ่มฟอสฟอรัสจากใบเตย จึงนับว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์จากขนมจีนมากยิ่งขึ้นด้วย

วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย
2. เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการต้มเส้นขนมจีนเสริมใบเตย
3. เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมใบเตยที่พัฒนาแล้ว

ขอบเขตของการศึกษาปัญหาพิเศษ

ศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย รวมทั้งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการต้มเส้นขนมจีนและ คุณภาพของสูตรเส้นขนมจีนที่พัฒนาแล้ว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงกรรมวิธีการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย
2. ทราบถึงอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย
3. ทราบถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการต้มเส้นขนมจีนเสริมใบเตย
4. ทราบถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมใบเตยสูตรพัฒนา

คำสำคัญ

ขนมจีน ขนมจีนเสริมใบเตย ใบเตย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ขนมจีน หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดหนึ่งที่ทำมาจากแป้ง เป็นเส้นกลมๆคล้ายเส้นหมี่ (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2525)

ขนมจีนเสริมใบเตย หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดหนึ่งที่ทำมาจากแป้งโดยมีการเติมน้ำใบเตยในระหว่างขั้นตอนการโม่ ผลิตภัณฑ์ขนมจีนที่ได้มีสีเขียว กลิ่นหอมของใบเตย

ใบเตย หมายถึง พืชจำพวกหญ้า แตกเป็นกอใหญ่ มีเหง้าและลำต้นอยู่ใต้ดิน มีก้านและใบที่โผล่ขึ้นมาเหนือพื้นดิน ใบออกจากลำต้น เรียงเวียนรอบลำต้นอย่างหนาแน่น ใบสีเขียวรูปเรียวยาวประมาณ 8-10 นิ้ว ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ เมื่อขยี้ใบสดจะมีกลิ่นหอมเย็น นิยมสกัดใบเพื่อแต่งกลิ่นและสีเขียวสวยงามในขนมต่างๆ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pandanus odorus Ridl.*

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประวัติขนมจีน

ขนมจีน หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดหนึ่งที่ทำมาจากแป้ง เป็นเส้นกลมๆคล้ายเส้นหมี่ (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2525) ขนมจีนเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวที่คนไทยนิยมบริโภคกันมาก ตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเฉพาะงานบุญและเทศกาลต่างๆ โดยมีการผลิตทุกภาคของประเทศไทย การผลิตขนมจีนในประเทศไทยเริ่มมาตั้งแต่เมื่อใดยังไม่ทราบแน่ชัด เข้าใจว่ามีการบริโภคขนมจีนมาตั้งแต่สมัยโบราณ ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยามีคลองซึ่งชื่อคลองขนมจีนและคลองน้ำยาปรากฏอยู่ การบันทึกเกี่ยวกับขนมจีนได้เริ่มตั้งแต่สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้นในสมัยพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก ซึ่งมีการทำขนมจีนเลี้ยงกันเป็นงานใหญ่ต่อมาในสมัยสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัวได้รับสั่งว่าขนมจีนมิใช่เป็นของชาวจีนเพียงแต่มีชื่อจีนเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ จึงเชื่อได้ว่าเป็นของคนไทยทำ การบริโภคขนมจีนของคนไทยแต่ละภาคนิยมบริโภคกับอาหารประเภทแกงแต่มีส่วนผสมต่างกันออกไป เช่น ขนมจีนน้ำเงี้ยว ขนมจีนแกงเขียวหวาน ขนมจีนน้ำพริก ฯลฯ (ปราโมทย์ ศิริโรจน์และคณะ, 2534)

ชนิดขนมจีน

ปัจจุบันขนมจีนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้ (อรอนงค์ นัยวิกุล และคณะ, 2534)

1. ขนมจีนแป้งหมัก เป็นขนมจีนที่ได้จากการหมักข้าวเจ้าหรือปลายข้าวเจ้า โดยหมัก 2-3 วัน ก่อนนำมาโม่ทำขนมจีน ขนมจีนชนิดนี้มีความเหนียว สีคล้ำเล็กน้อย มีกลิ่นหมัก สามารถเก็บไว้ได้นาน จึงเป็นที่นิยมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มากกว่าขนมจีนแป้งสด

2. ขนมจีนแป้งสด เป็นขนมจีนที่ทำจากข้าวเจ้าหรือปลายข้าวเจ้าที่ผ่านการแช่น้ำหรือล้างน้ำก่อนที่จะนำมาโม่แล้วทำเป็นขนมจีน ขนมจีนชนิดนี้ไม่เหนียวและเก็บได้ไม่นาน นิยมบริโภคทางภาคใต้ ภาคอื่นนิยมบ้างแต่น้อยกว่า ขนมจีนแป้งหมัก

การผลิตขนมจีนมี 3 ระดับ คือ การผลิตระดับอุตสาหกรรม การผลิตระดับพื้นบ้านและการผลิตระดับครัวเรือน

คุณค่าทางโภชนาการของเส้นขนมจีน

เอกลักษณ์ที่สำคัญของขนมจีนแป้งหมักของไทย เช่น มีสีขาวนวลสม่ำเสมอ มีกลิ่นรสหมักธรรมชาติ มีความเป็นกรด และเส้นนุ่มเหนียว (ลาวัณย์ ไกรเดช และคณะ, 2546) ขนมจีนที่มีคุณภาพดีควรจะมีสีขาว เส้นเหนียว ไม่เละ ไม่มีกลิ่นกรด ไม่มีรสเปรี้ยว และสามารถเก็บไว้ได้นานพอสมควร ขนมจีนที่มีเส้นไม่เหนียว เปื่อยยุ่ยเกิดจากการใช้ข้าวที่ไม่เหมาะสม การนวดแป้งน้อยเกินไปหรือใช้น้ำกระด้างสูงในการผลิต กลิ่นกรดหรือกลิ่นหมักเกิดจากการล้างแป้งน้อย คุณค่าทางโภชนาการของขนมจีน คือ ความชื้นร้อยละ 69.27-73.69 โปรตีนร้อยละ 4.42-5.94 สตาร์ท ร้อยละ 89.56-90.67 ไขมันร้อยละ 0.31-1.20 เส้นใยร้อยละ 0.47-1.31 และปริมาณเถ้าร้อยละ 0.21-0.70 (นวรัตน์ สุพิชญางกูร และ วรรณี จีรภาคย์กุล, 2547)

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตส้นขนมจีน

วัตถุดิบเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตเพราะมีผลต่อคุณภาพทางด้านลักษณะกายภาพของขนมจีนมีดังต่อไปนี้

1. ข้าว

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับข้าว

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้ความหมายของคำว่า ข้าว ไว้ดังนี้ คือ ชื่อไม้ล้มลุกหลายชนิด หลายสกุล ในวงศ์ *Gramineae* โดยเฉพาะชนิด *Oryzasativa Linn.* ซึ่งใช้เมล็ดเป็นอาหารหลัก มีหลายพันธุ์ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ข้าวเป็นพืชวงศ์หญ้า (Family Gramineae) เผ่าพันธุ์ (Tribe) โอไรซี่ (Oryzae) พืชเผ่าพันธุ์นี้มีอยู่ประมาณ 25 ชนิด (Species) ในจำนวนนี้มีอยู่สองชนิดเท่านั้นที่ปลูกเพื่อใช้เป็นอาหาร (Cultivated varieties) คือโอไรซ่า ซาไตว่า (*Oryza sativa*) ที่ปลูกบางส่วนในทวีปแอฟริกา ชนิดที่เหลือถือเป็นข้าวป่า (ศันสนีย์ เนียมเปรม, 2543) ข้าวพวกโอไรซ่าซาไตว่า แบ่งออกเป็น 3 พวก คือ จาโปนิกา (Japonica) อินดิกา (Indica) และจาวานิกา (Javanica) โดยยึดถือเอาลักษณะภายนอกข้างต้น เมล็ด และปริมาณของข้าวลูกผสม ระหว่างข้าวทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว (Hybrid sterility) เป็นหลัก จาโปนิกาเป็นข้าวปลูกในตอนเหนือ และตะวันออกของประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี และประเทศอื่นๆ ที่อยู่ในเขตอบอุ่น อินดิกา เป็นข้าวปลูกในประเทศต่างๆ ในเขตร้อน เช่น ศรีลังกา ตอนใต้และตอนกลางของจีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ ไทย ฟิลิปินส์ เป็นต้น ส่วนจาวานิกาเป็นข้าวที่พบในประเทศอินโดนีเซียเท่านั้น (ศันสนีย์ เนียมเปรม, 2543)

ข้าวที่นิยมใช้ทำขนมจีน คือข้าวเจ้า ซึ่งเป็นส่วนปลายหรือท่อน หรือข้าวหัก โดยใช้ข้าวที่มีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือนแต่ไม่เกิน 1 ปี ซึ่งเรียกว่าข้าวเก่า ถ้าใช้ข้าวที่มีอายุมากกว่า 1 ปี จะได้ขนมจีนที่แข็งกระด้าง ร่วน ไม่มีความเงามัน การเลือกปลายข้าวหรือข้าวที่จะทำขนมจีนต้อง

พิจารณาปัจจัยหลายประการได้แก่ พันธุ์ข้าว แหล่งที่ปลูก วิธีการปลูก วิธีการสีข้าว และอายุการเก็บ ซึ่งจะมีผลต่อการผลิต สี และลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นขนมจีน คุณภาพของเส้นขนมจีนที่ผลิตจากข้าวต่างพันธุ์กัน จะให้เส้นขนมจีนที่แตกต่างกัน ข้าวพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับการทำขนมจีน คือ แก่นจันทร์, กข.13, นางพญา 132, พันธุ์เหลืองประทิว, เหลืองใหญ่, เหลืองอ่อน, บัวใหญ่, เจ๊กเชย และข้าวพิจิตเป็นต้น และต้องเป็นข้าวที่มีอายุการเก็บรักษาตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไปและ กข.23, กข.7 ที่อายุการเก็บรักษาตั้งแต่ 7 เดือนขึ้นไป ข้าวแต่ละพันธ์มีความสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาที่จะทำให้คุณภาพของขนมจีนเปลี่ยนแปลงไป (มนู เอนกชัย, 2530) และจากการตรวจสอบคุณสมบัติต่างๆของพันธุ์ข้าวเหล่านี้ พบว่ามีปริมาณอะไมโลส สูงร้อยละ 27 และข้าวควรปลูกที่ดอนที่เป็นทรายจะให้ผลิตภัณฑ์ที่ดีกว่าข้าวที่ปลูกที่ลุ่ม ผู้ผลิตขนมจีนในปัจจุบันต้องใช้ข้าวหักท่อนแทนข้าวเต็มเมล็ดจะมีราคาต่ำกว่า จึงคุ้มค่ากับการลงทุน ข้าวที่มีปริมาณอะไมโลสต่ำ ทำให้เส้นขาดง่าย ไม่คงตัว ข้าวที่มีปริมาณโปรตีนสูง ทำให้ขนมจีนที่ได้มีสีคล้ำ ไม่เป็นมันเงา ความเหนียวลดลง และคุณลักษณะเนื้อสัมผัสค่อนข้างกระด้าง (งามชื่น คงเสรี, 2541)

2. น้ำ

น้ำที่ใช้ในการทำขนมจีนควรปราศจากสารแขวนลอย มีความกระด้างต่ำ ถ้าเป็นน้ำบาดาลควรสูบมาพักไว้เพื่อให้ อิออนของเหล็กตกตะกอนก่อนจึงนำไปกรองผ่านทรายแล้วผ่านเครื่องกำจัดน้ำกระด้าง ถ้าเป็นประปาไม่ควรมีคลอรีนมากเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นผิดปกติ ถ้าน้ำขุ่นจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ำ นอกจากนี้พบว่าน้ำที่ใช้ในการผลิตจะมีผลต่อสีของขนมจีน คือ น้ำที่มีฤทธิ์เป็นกรดเล็กน้อยมีค่าพีเอช 6.4 จะทำให้สีขนมจีนที่ได้มีสีปกติขาวออกเหลือง แต่ถ้าใช้น้ำมีฤทธิ์ค่อนไปทางด่าง คือ ค่าพีเอช 7.4 ขนมจีนที่ได้มีสีออกเขียวและถ้าใช้น้ำค่อนข้างเป็นกรด คือค่าพีเอช 5.5 จะได้สีขนมจีนเป็นสีออกแดง (อรอนงค์ นัยวิกุล และคณะ, 2534) ปัญหาคุณภาพของน้ำต่อคุณภาพของขนมจีนและวิธีการแก้ไขดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปัญหาคุณภาพของน้ำต่อคุณภาพของขนมจีนและวิธีการแก้ไข

ปัญหาที่พบ	ลักษณะทั่วไป	การสังเกต	การแก้ไข
1. น้ำมีจุลินทรีย์มาก	น้ำที่มีจุลินทรีย์มากเป็นน้ำที่ไม่สะอาด ไม่ควรนำมาใช้ในกระบวนการผลิตเส้น จะทำให้เส้นขนมจีนที่อยู่ด้านล่างแฉะ เละ เกิดเชื้อราบูดเร็วกว่าปกติ และการเก็บเส้นขนมจีนในบริเวณที่ไม่สะอาด มีปริมาณจุลินทรีย์และฝุ่นละอองมาก ถ้าไม่มีการป้องกันจะเก็บได้ไม่นาน	น้ำที่มีจุลินทรีย์มากจะไม่ค่อยใส ขุ่น โดยส่วนใหญ่ที่พบ จะมาจากแหล่งน้ำตื้น น้ำในต้นฤดูฝนหรือช่วงหน้าแล้ง และน้ำประปาเทศบาล น้ำประปาหมู่บ้านหรือแหล่งน้ำที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำสกปรก เช่น ใกล้บ่อน้ำเสีย ใกล้ที่ทิ้งขยะ เป็นต้น	1. ติดตั้งเครื่องกรองน้ำ 2. การฆ่าเชื้อด้วยใช้คลอรีน 3. น้ำที่ใช้ในการนวดต้องผ่านการต้ม 4. ควรใส่เกลือในอ่างที่ใช้จับเส้น และเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยๆ 5. น้ำที่ใช้นวดหรือจับเส้นอย่าใช้น้ำที่มีปัญหา 6. ภาชนะที่ใส่ต้องสะอาด ระบายน้ำได้ดี อากาศถ่ายเทไม่อับชื้น
2. น้ำมีคลอรีน	เส้นขนมจีนจะค่อนข้างแข็ง ไม่นิ่ม และมีสีขุ่นไม่เหนียว	น้ำที่มีคลอรีนมากจะเหม็นคลอรีน	เก็บน้ำใส่ภาชนะเปิดฝาทิ้งไว้กลางแจ้งอย่างน้อย 12 ชั่วโมง หรือใช้น้ำจากแหล่งอื่นเฉพาะตอนนวดและจับเส้น
3. น้ำกระด้าง	เส้นขนมจีนจะค่อนข้างแข็ง ไม่นิ่ม และมีสีขุ่นไม่เหนียว	น้ำกระด้างมีรสเฝื่อนเวลาฟอกสบู่หรือใช้ผงซักฟอกจะมีฟองน้อย ปัญหาให้เกิดตะกอนในหม้อต้ม แหล่งที่เกิดมาจากน้ำประปา และแหล่งน้ำธรรมชาติ	ถ้าเป็นน้ำกระด้างชั่วคราวให้แก้ไขโดยการต้ม ถ้าเป็นน้ำกระด้างถาวรต้องใช้วิธีทางเคมีเท่านั้น ส่วนน้ำกระด้างสามารถนำมาล้างเส้นได้ ส่วนน้ำที่ใช้นวดและโรยจับเส้นควรใช้น้ำจากแหล่งอื่น

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ปัญหาที่พบ	ลักษณะทั่วไป	การสังเกต	การแก้ไข
4.ปัญหาของน้ำที่มีสนิมของโลหะหนักสูง	เส้นขนมจีนมีสีดำ แดง หรือสีอื่นๆ ที่ไม่ใช่สีเดียวกับแป้ง ขึ้นกับโลหะชนิดนั้นๆ	น้ำประปาถ้ามีโลหะเหล็กน้ำจะสีแดงขุ่นมีกลิ่นสนิม ถ้าเป็นน้ำบาดาลใต้ดินที่เพิ่งสูบใหม่ๆ จะใส ทิ้งไว้สักระยะหนึ่งจะขุ่นแดงและตกตะกอน ถ้ามีสังกะสี น้ำจะมีสีแดงขุ่นและรสขม	สูบใส่อ่างทิ้งให้ตะกอนแดงตกตะกอนไว้กลางแจ้งหรือต้องการให้เร็วขึ้นให้ใช้สารส้มแกว่งในน้ำ เพื่อการตกตะกอนนอนก้น
5. น้ำมีค่าความเป็นด่างสูง (ค่าpHของน้ำที่เหมาะสม คือ 5-7)	เส้นขนมจีนไม่ใส มีสีคล้ำและไม่เหนียว เนื้อแป้งเหลวมีสีเหลืองหรือแดง	มักพบในน้ำบาดาลและน้ำประปา ถ้าเป็นด่างจัดจะมีรสฝาด	นำสารส้มใส่ถุงผ้า แกว่งในน้ำดังกล่าวปริมาณตามความเหมาะสม
6.น้ำมีกรดสูง (ค่า pH ต่ำกว่า 4)	เส้นขนมจีนมีรสเปรี้ยว น้ำมีกรดสูง เส้นแฉะเร็วและเก็บไว้ไม่ได้นาน	น้ำมีรสเปรี้ยว	ใช้ปูนเคี้ยวหมากละลายน้ำ เทเอาส่วนที่ใส ผสมพอประมาณตามความเหมาะสม กรดมากหรือน้อย
7. น้ำมีความเข้มข้นเกลือสูง	เส้นขนมจีนมีรสเค็ม เก็บเส้นได้ไม่นาน แฉะเร็ว	น้ำมีรสเค็ม	ใช้น้ำจากแหล่งอื่นผสมหรือไม่ใช้น้ำล้างเส้นอย่างเดียว
8. น้ำขุ่นมีตะกอนมาก	เส้นมีสีขุ่น คล้ำ ไม่ใส เท่าที่ควร	น้ำขุ่นมาจากน้ำแม่น้ำหรือบ่อน้ำตื้น	ใช้สารส้มแกว่ง เพื่อให้ตกตะกอน ถ้ายังเปรี้ยวอยู่ให้ใช้น้ำปูนใสรวมด้วย หรือใช้น้ำจากแหล่งอื่น

ที่มา : (อรอนงค์ นัยวิกุล และคณะ, 2534, หน้า 11-13)

3. เกลือ

เกลือ เกลือมี 2 ชนิด คือ เกลือสินเธาว์ และเกลือทะเล โดยทั่วไปการผลิตขนมจีนจะใช้เกลือทะเล ซึ่งมีโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มากกว่าร้อยละ 95 โดยโซเดียมคลอไรด์มีหน้าที่เสมือนกับสารยับยั้งและคัดเลือกจุลินทรีย์ในการหมักขนมจีน ส่วนมากจะใช้เกลือปนหรือเกลือเม็ดก็ได้ ใส่เกลือขณะนอนน้ำแป้ง ปริมาณที่ใช้คือ เกลือ 7 กิโลกรัมต่อข้าว 100 กิโลกรัม เกลือจะป้องกันการบูดได้อีกด้วย

กรรมวิธีการผลิตเส้นขนมจีน

กรรมวิธีการผลิตเส้นขนมจีน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การหมักข้าว โดยนำปลายข้าวมาล้างด้วยน้ำสะอาด ให้ปราศจากฝุ่นและสิ่งเจือปน ใส่ข้าวในภาชนะสำหรับหมัก ซึ่งทำจากไม้ไผ่สาน เช่น กระบุงหรือเข่ง หมักด้วยการตั้งทิ้งไว้กลางแดดหรือในที่ร่ม ถ้าหมักกลางแดดข้าวจะเป็นสีขาว ถ้าเอาไว้ในที่ร่มจะได้ข้าวสีเหลืองอมส้ม นิยมหมักปลายข้าวเป็นเวลา 2 วันในระหว่างการหมักต้องล้างปลายข้าวทุกวัน ส่วนการผลิตระดับพื้นบ้านจะหมักปลายข้าวจนเปื่อยยุ่ยและสามารถนวดได้โดยใช้มือโดยไม่ต้องโม่ การใช้ปลายข้าวหมัก จะทำให้เปื่อยยุ่ยง่าย เนื่องมาจากแป้งถูกไฮโดรไลซ์ได้สารประกอบ แดกตรีน (Dextrin) และ มอลโตส (Maltose) โดยเอนไซม์อะไมเลสซึ่งอยู่ในแป้งเร่งปฏิกิริยา ข้าวที่ผ่านการหมัก 2-3 วัน จะมีลักษณะทางกายภาพและปริมาณโปรตีนของขนมจีนที่แตกต่างกัน โดยข้าวหมักจะเปื่อยมีสีคล้ำและมีกลิ่นแรง เนื่องจากมีเชื้อ *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp. เจริญเติบโตขึ้นมา เชื่อว่าการหมักจะทำให้เม็ดแป้งดูดน้ำและแตกตัวได้ดีเมื่อสัมผัสกับความร้อน เนื่องจากโปรตีนที่อยู่รอบเม็ดแป้งสลายตัวไปร้อยละ 2-3 แต่อย่างไรก็ตามถ้าหมักนานเกินไปขนมจีนอาจไม่เหนียว เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ที่มีอยู่ในข้าว การแตกตัวจะทำให้เม็ดแป้ง อะไมโลส หลุดออกมามากด้วย นอกจากนั้นการที่โปรตีนในแป้งต่ำลงทำให้เจล หรือเส้นขนมจีนที่ได้มีความหนุ่ม ไม่กระด้างเหมือนเส้นหมี่

2. การโม่ปลายข้าวหมัก เมื่อหมักปลายข้าวครบสองวัน แล้วล้างปลายข้าวให้สะอาด นำไปบดด้วยโม่หินที่หมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือนำไปยีผ่านผ้าขาวที่ผูกไว้ที่ปากโอ่งขณะโม่ใส่เกลือประมาณร้อยละ7 ของน้ำหนักข้าว ถ้าข้าวเก่าจะใช้ประมาณร้อยละ 4

3. การนอนน้ำแป้ง น้ำแป้งที่ได้จากการโม่หรือบดแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางใส่ลงในโอ่งปล่อยทิ้งไว้ให้แป้งตกตะกอนนาน 1-2 วัน แล้วดูดน้ำส่วนบนออก 2-3 ครั้ง ขั้นตอนนี้มีผลทำให้แป้งมีสีขาวและมีกลิ่นหมักน้อยลง โดยดูดน้ำทิ้งทุกวันพร้อมใส่เกลือทุกครั้งที่เปลี่ยนน้ำ ในการผลิตระดับพื้นบ้านบางรายอาจนอนน้ำแป้งได้ถึง 1 เดือน แต่จะต้องเปลี่ยนน้ำทุกวันพร้อมใส่เกลือ

4. การทับน้ำแป้ง เป็นการกำจัดน้ำส่วนเกินออกไปโดยนำแป้งที่ได้จากการนอนน้ำแป้งใส่ในถุงผ้าดิบแล้วผูกปากถุงด้วยเชือกให้แน่นทับด้วยของหนักไว้ 1 คืน แป้งที่ได้จากขั้นตอนนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ 42-44

5. การนึ่งแป้ง แป้งที่ผ่านการทับน้ำแล้วจะเป็นก้อนแข็ง เนื้อแป้งเกาะกันแน่น นำก้อนแป้งนี้ไปต้มหรือนึ่งให้สุกเฉพาะผิวรอบนอก ต้มแป้งให้สุกประมาณ 1-2 เซนติเมตร ของก้อนแป้ง

6. การนวดแป้ง เป็นการผสมแป้งดิบและแป้งสุกที่ผ่านขั้นตอนการทำให้สุกเป็นบางส่วนเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังทำให้เม็ดแป้งแตก และแป้งมีความเหนียวมากขึ้น การนวดแป้งอาจนวดด้วยมือหรือนวดด้วยเครื่องนวดให้เข้ากันดี ถ้าแป้งแห้งเกินไป ให้เติมน้ำลงไปขั้นตอนนี้อาจเรียกว่าการโม่แห้ง แป้งที่นวดแล้วจะมีความชื้นประมาณร้อยละ 70-75

7. การกรองแป้ง เนื่องจากการนวดแป้งไม่สามารถทำให้แป้งแตกออกได้หมด บางส่วนยังมีเม็ดเล็กๆปนอยู่ จะต้องกรองแป้งผ่านผ้าขาวบางเพื่อให้แป้งที่ผ่านการกรองมีความละเอียดสม่ำเสมอโรยได้สะดวก

8. การต้มเส้นขนมจีน การต้มเส้นขนมจีน อาจทำได้หลายวิธี ถ้าเป็นการผลิตแบบพื้นบ้านมักใช้แว่นหรือเฟื่อน แว่นมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว เจาะรูเล็กๆ ตามขนาดที่ต้องการเต็มผิวหน้าของโลหะ วางแผ่นโลหะกลมตรงกลางผืนผ้าซึ่งเจาะเป็นวงกลมขนาดเดียวกับแผ่นโลหะ แล้วเย็บตรึงขอบแผ่นโลหะติดกับผ้า เมื่อใส่แป้งลงในแว่นแล้วต้องรวบปลายผ้าให้เข้ากัน ใช้อีกมือหนึ่งบีบเพื่อให้แป้งผ่านรูเล็กๆ ลงไปบนกระทะวงกลมพยายามอย่าให้เส้นขาด สำหรับเฟื่อนนั้นเป็นภาชนะรูปทรงกระบอก ทำด้วยโลหะอาจเป็นสังกะสีหรือเหล็กปลอดสนิม เจาะรูเล็กๆ ที่ก้น มีหู 2 หู สำหรับยึดภาชนะอีกหนึ่งใบที่มีขนาดเล็กกว่า สามารถสวมเข้าไปในภาชนะใบแรกได้พอดี ในโรงงานขนาดใหญ่จะใช้เครื่องมือที่มีลักษณะคล้ายแว่นแต่ทำด้วยโลหะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 นิ้ว ต่อตรงกับท่อและปั๊มและถังที่เก็บแป้งที่นวดแล้ว เมื่อเดินเครื่องปั๊มจะทำให้น้ำแป้งถูกอัดผ่านแว่นลงในน้ำร้อน ในขณะที่ต้มเส้นควรรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 90-95 องศาเซลเซียส เมื่อเส้นลอยขึ้นมาตักใส่น้ำเย็นแล้วใส่อ่างน้ำเพื่อทำเป็นจับต่อไป

9. การทำขนมจีนให้เป็นจับ จับเส้นขนมจีนที่แช่อยู่ในน้ำ วิธีจับเส้นขนมจีนทำได้โดยใช้มือจับขนมจีนขึ้นมาจากน้ำ เรียงเส้นขนมจีนให้เป็นเส้นซ้อนกันโดยประมาณ 7-8 เส้น แล้วพันเส้นขนมจับที่นิ้วหัวแม่มือให้เส้นขนมจีนห้อยลงมาตามขนาดของจับที่ต้องการวางขนมจีนในลักษณะคว่ำมือลงในภาชนะทิ้งไหลสะเด็ดน้ำแล้วนำมารับประทานได้ (ศิริพร จันทนา, 2529)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัชชานนท์ ทองมัน และวุฒิชาติ วชีระสูตร (2548) ได้ทำการศึกษาการผลิตขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปเสริมเผือกหอม โดยทดลองใช้เผือกหอม 4 ระดับ คือ สูตรที่ 1 ไม่ใช้เผือกหอม สูตรที่ 2 ใช้เผือกหอมร้อยละ 10 ของส่วนผสม สูตรที่ 3 ใช้เผือกหอมร้อยละ 20 ของส่วนผสมและสูตรที่ 4 ใช้เผือกหอมร้อยละ 30 ของส่วนผสม ขนมจีนที่ได้นำมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า นาน 4-5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 65-75 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาคืนรูปและทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค จากนั้นจึงหาอัตราส่วนที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Mixture Design พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะในการผลิตขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปเสริมเผือกหอม คือ แป้งข้าวจ้าวร้อยละ 42 เผือกหอมร้อยละ 13 และน้ำร้อยละ 45 และระยะเวลาที่ใช้ในการลวกเพื่อการคืนรูปของขนมจีนที่ 8 นาทีได้รับการยอมรับมากที่สุด

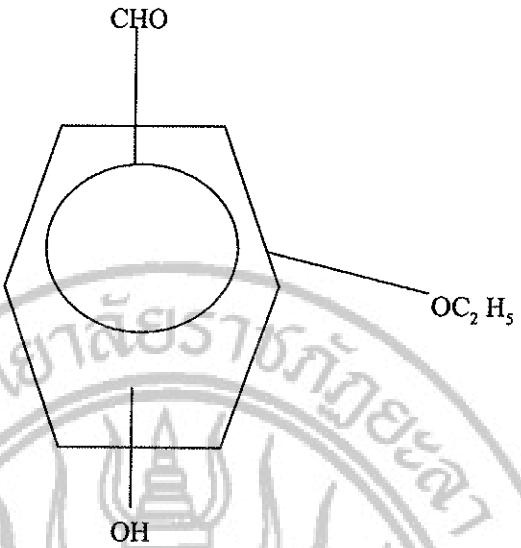
ศิวาพร ศิวเวชช (2535) ได้ทำการศึกษาการผลิตขนมจีนจากข้างฟ่าง โดยใช้ข้าวฟ่างผสมกับปลายข้าว ร้อยละ 0, 25, 40 และ 50 พบว่าสามารถใช้ข้าวฟ่างในการผลิตขนมจีนได้สูงถึงร้อยละ 40 โดยผู้บริโภคยังยอมรับและศึกษาการปรับปรุงคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมจีนข้าวฟ่างโดยใช้กัวร์กัม (Guar gum) ในปริมาณร้อยละ 0, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 พบว่าการใช้ กัวร์กัม (Guar gum) ร้อยละ 0.1 จะเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดและระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่งให้ก้อนแป้งสุกประมาณร้อยละ 30 จะเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำให้เส้นขนมจีนมีลักษณะเนื้อสัมผัสดีที่สุด นอกจากนี้จากการทดลองยังพบว่าคุณค่าทางโภชนาการของขนมจีนข้าวฟ่างดีกว่าขนมจีนธรรมดา

นฤดม บุญหลง และ ศิริลักษณ์ สันธวาลัย (2525) ได้ทำการศึกษาการผลิตขนมจีนที่ทำจากแป้งข้าวเจ้าชนิดโม่น้ำ 500 กรัม น้ำปูนใส 175 กรัม น้ำ 175 กรัม และเกลือ 10 กรัม อัตราส่วนของแป้ง : น้ำ เท่ากับ 3:1 โดยน้ำหนัก ลักษณะของเส้นขนมจีนที่ได้ไม่แฉะมาก และมีลักษณะคล้ายกันกับเส้นขนมจีนซึ่งผลิตขายตามท้องตลาดที่นำมาเปรียบเทียบและเมื่อนำแป้งมันสำปะหลังผสมกับแป้งข้าวเจ้าในสูตรดังกล่าวข้างต้น โดยศึกษาแป้งมันสำปะหลังเสริมในสูตรในอัตราส่วนร้อยละ 10, 15, 20 และ 25 โดยน้ำหนัก พบว่า ขนมจีนที่ใส่แป้งมันสำปะหลังผสมกับแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 15 และ 20 โดยน้ำหนักมีลักษณะคุณภาพและเนื้อสัมผัสของเส้นดีที่สุด เส้นขนมจีนไม่เกาะติดกัน เนื้อสัมผัสไม่ยุ่ย และลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมจีนที่ใช้แป้งมันสำปะหลังผสมกับแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เมื่อเก็บค้างคืนเส้นจะแฉะ ส่วนเส้นขนมจีนใช้แป้งมันสำปะหลังผสมกับแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก เมื่อเก็บค้างคืนเส้นไม่แฉะ แต่เส้นจะมีการเกาะติดกันอยู่บาง

ศิริพร จันทนา (2529) ศึกษาถึงผลของการหมักข้าวที่มีต่อปริมาณโปรตีนในขนมจีนโดยทำการหมักข้าวเจ้าพันธุ์ขาว-500 ในอุณหภูมิห้อง ซึ่งมีระยะการหมัก 1, 2 และ 3 วัน ตามลำดับ และได้วิเคราะห์โปรตีนของข้าวก่อนการหมัก แป้งทับน้ำ และเส้นขนมจีน จากการศึกษาพบว่า ขนมจีนแป้งหมัก 1, 2 และ 3 วัน มีโปรตีนในระยะต่างๆดังกล่าวลดลงตามลำดับ สำหรับโปรตีนในเส้นขนมจีนแป้งหมัก 1, 2 และ 3 วัน มีโปรตีนร้อยละ 5.66, 5.11 และ 3.82 ตามลำดับ (น้ำหนักแห้ง) และลักษณะสัมผัสของขนมจีนแป้งหมัก 2 และ 3 วัน มีความเหนียว แต่นุ่ม ไม่แข็งกระด้าง ซึ่งแตกต่างกับขนมจีนแป้งหมัก 1 วัน ซึ่งมีความเหนียวน้อยกว่าและค่อนข้างแข็งกระด้าง

เตยหอม

เตยหอมชื่อสามัญ Pandanus palm ชื่อวิทยาศาสตร์ *Aeginetia indica Roxb* วงศ์ *Padanaceae* เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดเล็ก ชอบขึ้นอยู่ตามที่แฉะริมน้ำ จัดเป็นพืชจำพวกหญ้า ขึ้นเป็นกอ มีลำต้นเป็นเหง้าอยู่ใต้ดิน หรือ อยู่โดดเดี่ยวก็ได้ การขยายพันธุ์ ใช้วิธีแตกหน่อ โดยแตกแยกออกเป็นกอใหม่ได้ โดยเกิดหัว หรือเหง้าที่อยู่ใต้ดิน เป็นพืชพวกใบเลี้ยงเดี่ยว ชอบขึ้นในที่ชื้นและใกล้น้ำ ส่วนที่โผล่พ้นผิวดินเป็นก้านและใบซึ่งสูงประมาณ 2 ฟุต ใบจะมีลักษณะแคบยาว ปลายใบเรียวแหลมคล้ายใบสับปะรดเรียงสลับเวียนเป็นเกลียวขึ้นไปจนถึงยอด ใบจะมีสีเขียวค่อนข้างแข็งเป็นมันและมีกลิ่นหอมคล้ายดอกขจร ซึ่งกลิ่นหอมจะใช้แต่งกลิ่นสีให้ อาหารมีสีเขียว ใบยาวประมาณ 8 – 10 นิ้ว ใบมีกลิ่นหอมเนื่องจากใบมีน้ำมันหอมระเหยที่เรียกว่า Fragrant Screw Pine สารที่เป็นองค์ประกอบหลักของกลิ่นใบเตย คือ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) (Laksanalamai & Ilangantilekl, 1993) เมื่อนำใบเตยมากลั่นด้วยไอน้ำจะได้สารหอม ซึ่งประกอบด้วยไลนาลิลอะซิเตท (Linaiy acetate) เบนซิลอะซิเตท (Benzyl acetate) ไลนาลูออล (Linaluool) และเจรานิออล (Geraniol) แต่เมื่อนำใบเตยมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์จะได้สารหอม คูมาริน (Coumarin) และ เอททิลวานิลลิน (Ethyl vanillin) (ภาพที่ 1) และสารสีเขียวในใบเตยเป็นสารจำพวกคลอโรฟิลล์ (วันดี กฤษณพันธ์, 2538)



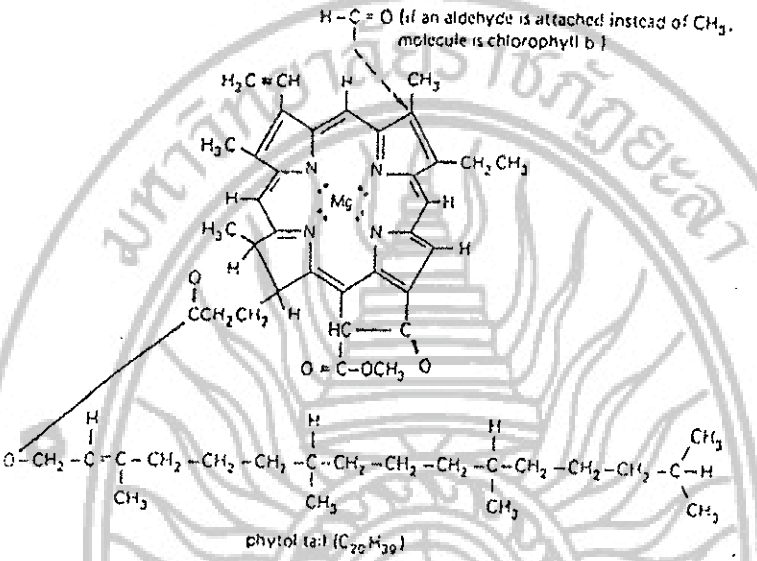
ภาพที่ 1 โครงสร้างเอททิลวานิลลิน
ที่มา : (วันดี กฤษณพันธ์, 2538, หน้า 16)

คลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นสีที่มีอยู่ในพืชสีเขียวทุกชนิด ผลไม้บางชนิดจะมีสารนี้อยู่ด้วย คลอโรฟิลล์เป็นกลุ่มสีธรรมชาติที่มีรงควัตถุที่พบในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของใบ จะเป็นสีที่ไม่คงตัวต่อแสง อุณหภูมิ และระยะเวลา เป็นปัจจัยที่สำคัญที่เป็นสาเหตุให้สีคลอโรฟิลล์มีการเปลี่ยนแปลงได้ มีการพยายามใช้วิธีเปลี่ยนคลอโรฟิลล์ให้อยู่ในรูปคลอโรฟิลล์ไลด์ (Chlorophyllide) แต่ปรากฏว่ายังไม่ค่อยได้ผลนัก นอกจากนี้ยังได้มีการใช้สารประกอบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ เพื่อลดการเกิดฟีโอไฟติน (Pheophytin) แต่พบว่าถ้าหากใช้สารที่กล่าวมามากเกินไปจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เสียไป และได้มีการทดลองใช้วิธีอื่นๆ อีกหลายวิธีส่วนใหญ่มักจะได้ผลระยะแรก พอเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ระยะหนึ่งพบว่าสีจะเปลี่ยนแปลงไปอีก คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่มีความสำคัญในพืชชั้นสูง พบในทุกส่วนของพืชที่มีสีเขียวเช่น ใบ ก้าน และในผลไม้ดิบ โดยใบจะเป็นส่วนที่มีคลอโรฟิลล์มากกว่าส่วนอื่น (รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2537) คลอโรฟิลล์มีความสำคัญในการสังเคราะห์แสงโดยมีหน้าที่ในการดูดแสงและการกระตุ้นปฏิกิริยาในกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากคลอโรฟิลล์แล้วในพืชยังมีรงควัตถุชนิดอื่นๆ ได้แก่ แคโรทีนอยด์ ไฟโคบิลิน (Phycobilin) ไฟโคอิริทิน (Phycoerythnn) ซึ่งทำหน้าที่รับแสง และส่งพลังงานกระตุ้นให้แก่ โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ที่อยู่ถัดไปในกระบวนการสังเคราะห์แสง (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2537)

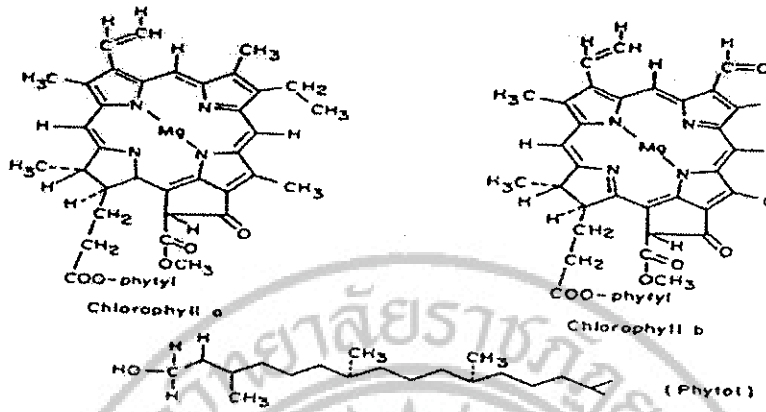
คุณสมบัติทั่วไปของคลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์จัดอยู่ในกลุ่มเม็ดสีที่ละลายในน้ำมันและไขมัน ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน ทูโลอิน และแอลกอฮอล์ แต่อาจละลายได้บ้างในน้ำเมื่อกลุ่มไฟทอลถูกแยกออกจากโครงสร้าง (สินธนา สุคันธา, 2535) คลอโรฟิลล์มีสูตรโครงสร้าง ดังภาพที่ 2



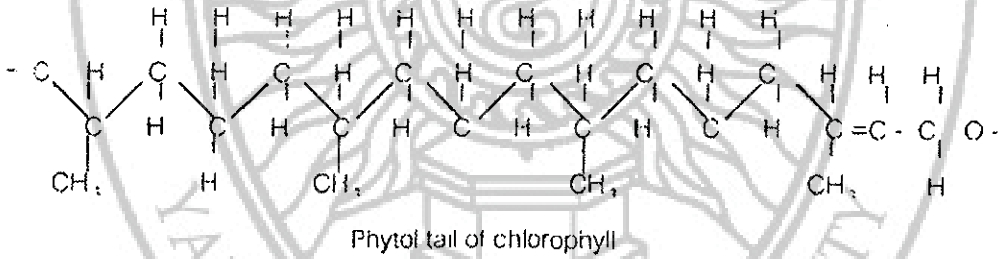
ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์
ที่มา: (Salrbury & Ross, 1985, หน้า 7)

ในระหว่างกระบวนการแปรรูปพืชผักที่มีสีเขียวโดยใช้ความร้อน จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยา Pheophytinization คือ แมกนีเซียมไอออนจะถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจนอะตอม ทำให้คลอโรฟิลล์ถูกเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน (pheophytin) จึงเป็นการสูญเสียแร่ธาตุแมกนีเซียมออกไปจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ สีเขียวของพืชจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (olive-brown) ของฟีโอไฟติน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และไฟตอล
ที่มา : (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549, หน้า 416)

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่สำคัญซึ่งอยู่ใน 5 คลอโรพาส ของเซลล์พืชที่มีสีเขียว รงควัตถุนี้มีบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญในการดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ประกอบด้วยส่วนที่มีอะตอมของแมกนีเซียมล้อมรอบด้วยวงแหวนของคาร์บอนและไนโตรเจน และส่วนหางที่เป็นโซ่ยาวของไฮโดรคาร์บอน เรียกว่า ไฟทอล ดังภาพที่ 3

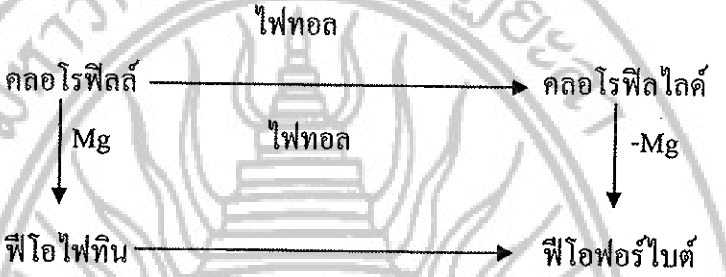


ภาพที่ 4 โครงสร้างของไฟทอล
ที่มา : (รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2537, หน้า 8)

คลอโรฟิลล์มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยส่วนที่ชอบน้ำ ที่ทำหน้าที่ดูดพลังงาน ส่วนที่มีโครงสร้างเป็นไพโรลแบบวงแหวน 4 วง โดยมีแมกนีเซียมไอออน (Mg) เป็นศูนย์กลาง และมีส่วนหางที่เป็นไฮโดรคาร์บอนช่วยยึดรงควัตถุกับระบบแสง (รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2537)

คุณสมบัติทางเคมีของคลอโรฟิลล์

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์ อาจจะเกิดได้หลายทาง แต่ในขบวนการประกอบอาหาร การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด คือ ฟีโอไฟทินไนเซชั่น ซึ่งเป็นกระบวนการที่แมกนีเซียมในคลอโรฟิลล์ถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจน และทำให้เกิดสีน้ำตาลของฟีโอไฟทิน นอกจากนี้ยังมีการแตกออกของโซ่ไฟทอลซึ่งเกิดคลอโรฟิลล์ไลด์ คลอโรฟิลล์ไลด์มีสีเขียวเช่นเดียวกับคลอโรฟิลล์แต่ละลายน้ำได้ดีกว่าคลอโรฟิลล์ ถ้าแมกนีเซียมในคลอโรฟิลล์ถูกแทนด้วย ไฮโดรเจน จะได้ฟีโอฟอร์ซึ่งมีสีเดียวกับฟีโอไฟทิน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์
ที่มา: (รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2537, หน้า 11)

กลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์

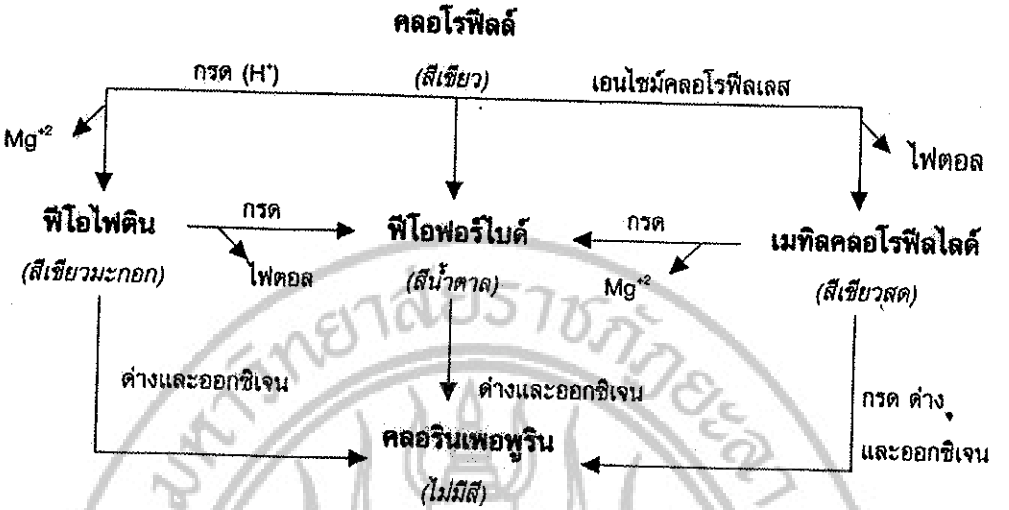
กลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ มีดังนี้

คอลโรฟิลล์ยังอาจเปลี่ยนเป็นคลอโรฟิลไลด์ (chlorophyllide) ได้โดยอาศัยเอนไซม์คลอโร-ฟิลเลส เกิดการสูญเสียหมู่ไฟตอลออกไปจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ทำให้คลอโรฟิลไลด์ละลายในน้ำได้ดีกว่าคลอโรฟิลล์ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)

- สภาพที่เป็นกรด ทำให้อะตอมของแมกนีเซียมหลุดออกไปจากส่วนหัวของโมเลกุลได้สารฟีโอไฟทิน ซึ่งยังมีสีเขียวอยู่

- การทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส คลอโรฟิลล์จะแยกส่วนหัวและหางของโมเลกุล ออกจากกัน แต่ผลที่ได้ยังคงมีสีเขียวอยู่

- พันธะคู่ในวงแหวนพอร์ไพรินถูกทำลายลง ซึ่งเกิดขึ้นโดยการออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจน สีเขียวของคลอโรฟิลล์จะหมดไป กลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ สามารถสรุปได้ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 6 กลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์
ที่มา : (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549, หน้า 416)

การใช้ประโยชน์และสรรพคุณของใบเตย

ใบเตยสด มีน้ำมันหอมระเหย รสหวาน กลิ่นหอม และมีสีเขียว นิยมใช้แต่งสีอาหาร ขนมหวาน เป็นสารคลอโรฟิลล์ช่วยลดอาการกระหายน้ำ บำรุงหัวใจ และช่วยทำให้สดชื่น อีกทั้งมีเกลือแร่ แคลเซียม และฟอสฟอรัส (ใบเตย : คุณค่าทางอาหารและสรรพคุณ, 2552) สมุนไพรเตยหอมนั้น คนไทยคุ้นเคยกันมานาน เนื่องจากอดีตนิยมนำ เตยหอมมาประกอบอาหาร และขนมหวาน เช่น ไก่อบห่อใบเตย ใช้แต่งกลิ่นเวลาหุงข้าวเจ้า และข้าวเหนียว หรือนำไปแต่งกลิ่น และสีของขนม เช่น วุ้นกะทิ ขนมชั้น ขนมลอดช่อง ขนมขี้หนู เป็นต้น (เตยหอม สมุนไพรที่ให้มากกว่าความหอม, 2552)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

วัตถุดิบ

- ข้าวเจ้าพันธุ์ กข 25 จากตลาดอำเภอเมือง จังหวัดยะลา
- ใบเตยจากตลาดสดอำเภอเมืองจังหวัดยะลา
- น้ำ
- เกลือ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำขนมจีน

- เครื่องชั่งน้ำหนักแบบทศนิยม 4 ตำแหน่งตรา Monobloc รุ่น BP 2105
- ตะกร้าพลาสติกที่มีรูโปร่ง
- ผ้าขาวบาง
- เครื่องโม่ถั่วเหลืองตรา Kluaynam Thow op (Soy bean juicer) รุ่น 14H 14P
- หม้อเคลือบ
- ถุงแป้ง
- ชามผสมแสตนเลส
- เครื่องผสมอาหารตรา Pop Thailand รุ่น Variable Gear Mixer TS201
- กระบอกกดเส้น หรือ เฟือน
- เครื่องปั่น ตรา National

อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพ

- ตู้อบ (Hot air oven) ตรา Binder รุ่น 78532
- อุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีน ตรา Buchi Switzerland ประกอบด้วย
  - ชุดย่อยสาร (Digestion Unit) ตรา Buchi รุ่น 426
  - ชุดกลั่นสาร (Digestion Unit) ตรา Buchid Digestion Unit รุ่น B-316
- อุปกรณ์วิเคราะห์ไขมัน ตรา Velp Scientifica รุ่น SER 148
- เตาเผาอุณหภูมิสูง (furnace) ตรา Carbolite รุ่น CWF 1300
- อุปกรณ์วัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) ตรา Schott รุ่น CG 840
- นาฬิกาจับเวลา
- เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer) อุณหภูมิ 0 – 110 องศาเซลเซียส แบบกระเปาะ
- เครื่องวัดค่าสี (Colour Flex) ตรา Aqualab รุ่น S 36090

วิธีการทดลอง

1. การผลิตขนมจีนเสริมใบเตยดัดแปลงจาก ศิริพร จันทนา (2529) และ ศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย มีขั้นตอนดังนี้

- **การทำความสะอาด** ใช้ข้าวสาร 1 กิโลกรัม นำมาล้าง 2 ครั้ง เพื่อทำความสะอาดและกำจัดสิ่งสกปรก ล้างครั้งแรกใช้น้ำ 2,000 มิลลิลิตร ครั้งที่ 2 ใช้น้ำ 1,400 มิลลิลิตร เทข้าวที่ล้างแล้วลงในตะกร้าพลาสติกที่มีรูโปร่งเพื่อให้ข้าวสารสะเด็ดน้ำ

- **การหมัก** ใช้ผ้าขาวบางชุบน้ำพอหมาดคลุมข้าว ระหว่างการหมักจะใช้น้ำปริมาณ 200 มิลลิลิตร พรมข้าวในตอนเช้าและเย็น ทุกครั้งที่พรมน้ำจะต้องนำผ้าขาวบางชุบน้ำพอหมาดคลุมข้าว ซึ่งจะปฏิบัติเช่นนี้จนถึงระยะหมัก 2 วัน

- **การล้างข้าวภายหลังการหมัก** ข้าวที่ผ่านการหมักแล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง ครั้งละ 2,000 มิลลิลิตร ใช้มือบี้ข้าวที่จับกันเป็นก้อนให้แยกจากกันโดยไม่ต้องขยี้หรือถูข้าว เทข้าวพร้อมกันกับน้ำที่ล้างในตะกร้าพลาสติกที่มีรูโปร่ง เมื่อล้างครบ 2 ครั้ง แล้วปล่อยให้ข้าวสะเด็ดน้ำสักครู่

- **การโม่** ตักข้าวที่ล้างแล้วลงในช่องตัวโม่ โม่แป้งใช้น้ำใบเตยในการโม่ 1,000 มิลลิลิตร ใส่เกลือในน้ำแป้งปริมาณร้อยละ 7 ของน้ำหนักข้าวสาร (การเตรียมน้ำใบเตยโดยนำใบเตยมาล้างให้สะอาด แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปปั่นในเครื่องปั่น โดยเติมน้ำในอัตราส่วน น้ำต่อใบเตยเป็น 1:1, 1:0.8, 1:0.6, และ 1:0.4 คั้นน้ำใบเตย กรองด้วยผ้าขาวบาง ได้น้ำใบเตยที่มีความเข้มข้น 4 อัตราส่วน เพื่อใช้ในการผลิตขนมจีน) จากนั้นนอนน้ำแป้ง

- **การนอนน้ำแป้ง** เป็นวิธีการทำให้แป้งตกตะกอน โดยทิ้งให้แป้งตกตะกอนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

- **การทับน้ำ** นำแป้งที่ผ่านการนอนน้ำแป้ง ใส่ในถุงผ้าดิบ มัดปากถุงด้วยเชือกให้แน่น วางถุงแป้งบนรังถึง แล้วใช้วัสดุที่มีน้ำหนัก 3 กิโลกรัม ทับบนถุงแป้งกะให้น้ำหนักทับบนถุงแป้งให้พอดีกัน ใช้เวลาในการทับน้ำ 18 ชั่วโมง

- **การต้มน้ำแป้ง** ปั้นแป้งที่ทับแล้วเป็นก้อนกลมหนัก 200 กรัม นำแป้งไปต้มในหม้อ ใช้น้ำในการต้ม 3,000 มิลลิลิตร อุณหภูมิของน้ำระหว่าง 97 – 98 องศาเซลเซียส ต้มเป็นเวลา 3 นาที แป้งสุกลึกประมาณ 0.30 เซนติเมตร

- **การนวดแป้ง** แป้งที่ต้มแล้วทิ้งไว้สักครู่จึงนำไปนวดด้วยเครื่องผสมอาหาร ใช้ความเร็วเครื่องเบอร์ 2 และนวดแป้งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยหยุดเครื่องเมื่อนวดครบ 30 นาที เมื่อเริ่มนวดครั้งที่ 2 ค่อยๆ ใส่น้ำร้อนอุณหภูมิระหว่าง 60 – 65 องศาเซลเซียส ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นวดจนครบ 30 นาที จากนั้น นำแป้งที่ผ่านการนวดแล้ว นำไปต้มเส้นต่อไป

- **การต้มเส้นขนมจีน** ใส่น้ำลงในก้นรังถึง ต่ำจากขอบล่างประมาณ 3 นิ้ว ต้มจนน้ำเดือด 2-3 นาที แล้วจึงลดอุณหภูมิให้คงที่ที่ 97-98 องศาเซลเซียส ตักแป้งใส่ที่บีบแล้วบีบเส้นขนมจีนลงในน้ำร้อน

ด้วยแรงดันสม่ำเสมอ ระดับความสูงคงที่ เคลื่อนมือเป็นวงกลมรอบภาชนะ ขนมจีนจะเป็นเส้นยาว ขนมจีนที่สุกแล้วจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ทิ้งไว้สักครู่จึงใช้กระชอนตักขนมจีนใส่ในน้ำเย็น (อุณหภูมิห้อง) เพื่อทำเป็นจับ

- การทำเป็นจับ ใช้มือขวาหยิบเส้นขนมจีนประมาณ 7-8 เส้น พาดบนมือซ้าย แล้วพันเส้นขนมจีนที่จัดเรียงกันวนหัวแม่มือของมือซ้าย จนได้ขนาดจับตามที่ต้องการ ใช้นิ้วเด็ดเส้นขนมจีนให้ขาดออกจากกัน ทำเป็นจับทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง ขั้นตอนการผลิตขนมจีนดังภาพที่ 1

จากนั้นนำขนมจีนเสริมใบเตยมาวิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colour Flex) ตรา Aqualab รุ่น S 36090 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติก ความเป็นกรด – ด่าง (โดย pH-meter) และ ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดย ด้วยวิธี 9 Points Hedonic scale (ให้คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุดจนถึง 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ประเมินคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และความชอบรวม วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองแบบ DMRT จากนั้นนำชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุดไปใช้ศึกษาในข้อต่อไป

YALA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตขนมจีนใบเตย

ที่มา : (ศิริพร จันทนา, 2529, หน้า 18-20)

2. การศึกษาอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนเสริมใบเตย

การศึกษาอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีน 3 ระดับ คือ 90-93 , 94-96 และ 97-99 องศาเซลเซียส ต้มจนเส้นขนมจีนสุก โดยทำการผลิตขนมจีนด้วยวิธีการตามข้อ 11.2 จากนั้นนำขนมจีนใบเตยมาวิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colour Flex) ตรา Aqualab รุ่น S 36090 ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติก ความเป็นกรด – ด่าง (โดย pH-meter) และ ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดย ด้วยวิธี 9 Points Hedonic scale (ให้คะแนนความชอบ 1 = ไม่ชอบมากที่สุดจนถึง 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน ประเมินคุณลักษณะทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองแบบ DMRT จากนั้นนำชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบสูงสุด

3. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมใบเตยที่พัฒนาแล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

3.1 คุณภาพทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมใบเตยมาวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติก ความเป็น กรด – ด่าง (โดย pH-meter) วัดค่า Water activity (a_w) ปริมาณความชื้น, ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน, ปริมาณถ้า และ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีของ (A.O.A.C.1999)

3.2 คุณภาพทางกายภาพ

นำผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมใบเตยมาวิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colour Flex) ตรา Aqualab รุ่น S 36090

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

นำผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมใบเตยมาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) และเอสเชอริเชีย คอไล (*Escherichia coli*) โดยวิธี BAM (2001)

บทที่ 4
ผลการศึกษา

1. การศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย

1.1 ผลของอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยต่อค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแลกติก

- ค่าสี

การตรวจสอบค่าสีใช้ระบบ CIE L* a* b* โดยที่ค่า L* แสดงถึงความสว่าง (Lightness) ค่า a* แสดงค่าสี (Hue) บนแกนสีระหว่างสีเขียว (-) กับสีแดง (+) และค่า b* แสดงค่าสีบนแกนสีระหว่างสีน้ำเงิน (-) กับสีเหลือง (+) การผลิตขนมจีนที่มีการเติมน้ำใบเตยเข้มข้น ต่าง ๆ กัน เมื่อนำมาวัดค่าสี พบว่า เส้นของขนมจีนที่มีการเติมน้ำใบเตยที่เข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ มี ค่า L* (ค่าความสว่าง) กับค่า b* (ค่าสีเหลือง) ลดลง แต่มี ค่า a* คือ ค่าสีเขียวเพิ่มขึ้นหรือเส้นขนมจีนมีสีเขียวเข้มขึ้น ดังภาพ 4.1 ซึ่งรงควัตถุสีเขียวที่มักพบในใบและก้านของพืชชั้นสูง คือ คลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารที่มีความจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง คลอโรฟิลล์ดูดพลังงานจากแสงแดด เพื่อสร้างคาร์โบไฮเดรตจากคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2549) โดยเส้นขนมจีนที่มีการเติมน้ำใบเตย ที่ใช้อัตราส่วนของน้ำต่อใบเตยที่ระดับ 1:0.4 พบว่ามีค่าสี L*, a* และ b* คือ 57.53, -0.16 และ 26.76 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำใบเตยมากขึ้น โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อใบเตยเป็น 1:1 พบว่าค่าสี L*, a* และ b* มีค่าเท่ากับ 40.15, -0.52 และ 16.05 ตามลำดับ โดยขนมจีนมีค่าสีเขียวที่เพิ่มมากขึ้นนั่นเอง ดังตาราง 4.1

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแลกติก

ผลของอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยต่อองค์ประกอบทางเคมีของขนมจีนเสริมใบเตย ดังตารางที่ 4.1 เส้นขนมจีนที่มีการเติมน้ำใบเตยที่ใช้อัตราส่วนน้ำต่อใบเตย เท่ากับ 1:0.4, 1:0.6, 1:0.8 และ 1:1 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าอยู่ในช่วง 5.7-5.9 ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่าง ของขนมจีนจากงานวิจัยสอดคล้องกับขนมจีนแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.97 (ศันสนีย์ เนียมเปรม, 2543) ส่วน %Titratable acidity ของกรดแลกติกของเส้นขนมจีนที่มีการเติมน้ำใบเตยที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงร้อยละ 0.83-0.89 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงเดียวกับ

งานวิจัยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์และคุณสมบัติของแบคทีเรียกรดแลกติกเพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อ

ขนมจีนแป้งหมัก ซึ่งมีปริมาณกรดแลกตริกที่ร้อยละ 0.7-1.5 (สุพรรณิการ์ ศรีบัวทอง, สุดสาย ตรีวานิช, วรรณี จิรภาคย์กุล และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547) ในการผลิตขนมจีน เชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกตริกหลายชนิด เช่น *Lactobacillus, Leuconostoc, Enterococcus, Lactocccus, Pediococcus* และ *Streptococcus* มีบทบาทสำคัญในการหมักจนก่อให้เกิดสารเมแทบอลิซึม เช่นทำการย่อยน้ำตาลจนกลายเป็นกรดแลกติก ส่งผลให้ขนมจีนมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลง ซึ่งอาจเป็นตัวการทำให้ขนมจีนมีลักษณะ กลิ่นรสเฉพาะตัว รวมทั้งมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และแบคเทอริโอซิน ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ (สุพรรณิการ์ ศรีบัวทอง, สุดสาย ตรีวานิช, วรรณี จิรภาคย์กุล และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547; นวรัตน์ สุพิชญางกูร, วรรณี จิรภาคย์กุล และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547)

ตารางที่ 4.1 ผลของความเข้มข้นของน้ำใบเตยต่อค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแลกติกของขนมเส้นจีนใบเตย

ความเข้มข้นของน้ำใบเตย (น้ำ:ใบเตย)	ค่าสี L*	a *	b*	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละ)
1:0.4	57.53	-0.16	26.79	5.9	0.83
1:0.6	42.44	-0.36	22.25	5.8	0.84
1:0.8	41.02	-0.47	20.71	5.7	0.88
1:1	40.15	-0.52	16.05	5.6	0.89

1.2 ผลของอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมจีนเสริมใบเตย

ผลของอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่ใช้น้ำต่อใบเตยที่ 4 ระดับ คือ 1:0.4, 1:0.6, 1:0.8 และ 1:1 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นขนมจีนเสริมใบเตย (ตารางที่ 4.2) โดยวิธีหาคะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน พบว่า ความเข้มข้นของน้ำใบเตยมีผลต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ

สี กลิ่น และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเฉพาะความเข้มข้นของน้ำใบเตยมีผลต่อลักษณะปรากฏและสีของเส้นขนมจีน กล่าวคือ การเติมน้ำใบเตยที่เข้มข้นเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีเขียวเข้มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในใบเตยมีสารคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีเขียว การสกัดน้ำใบเตยที่เข้มข้นขึ้น เมื่อนำมาเติมในการผลิตเส้นขนมจีนจึงทำให้มีสารคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้นในผลิตภัณฑ์นั่นเอง (วันดี กฤษณพันธ์, 2538) ที่ระดับความเข้มข้นน้ำใบเตย ที่มีอัตราส่วน น้ำต่อใบเตย เท่ากับ 1:0.6 เป็นระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม ทำให้เป็นชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏและสีสูงสุด คือ คะแนน 7.58 และ 8.03 ตามลำดับ โดยเส้นขนมจีนมีสีเขียวสดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในขณะที่อัตราส่วนน้ำต่อใบเตย เท่ากับ 1:0.4 เส้นขนมจีนมีสีเขียวเหลือง แต่ที่ระดับความเข้มข้น 1:0.8 และ 1:1 เส้นขนมจีนมีสีเขียวเข้ม ซึ่งเป็นค่าสีที่อ่อนและเข้มจนเกินไปสำหรับผู้บริโภค

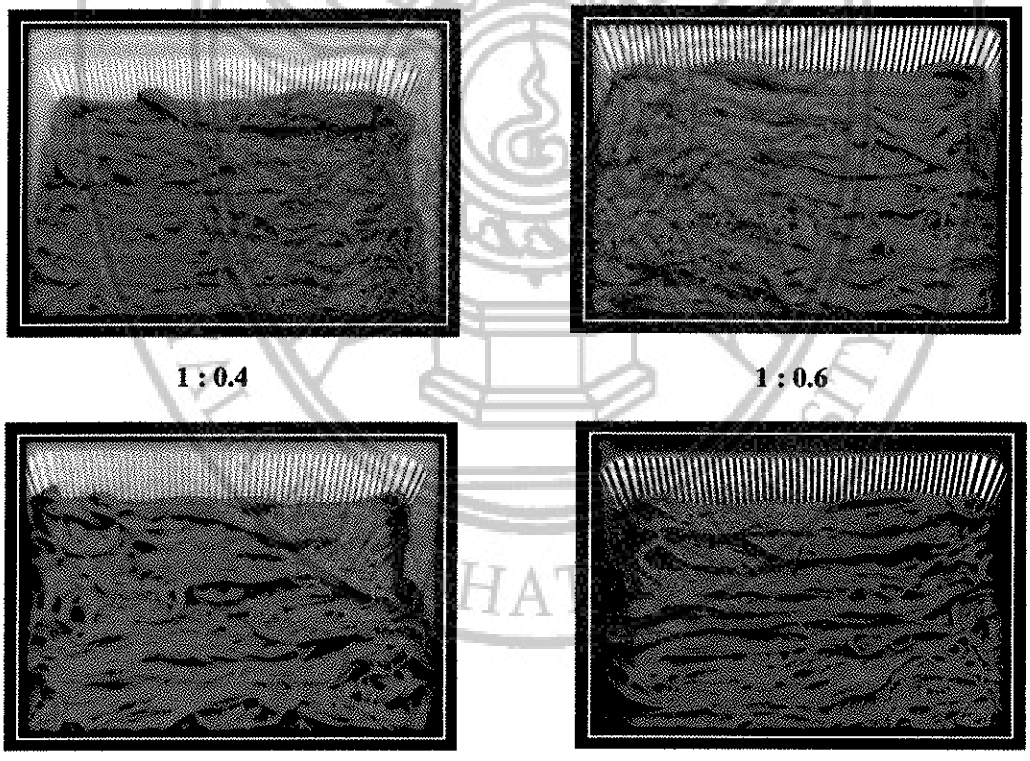
ด้านกลิ่น พบว่า ความเข้มข้นของน้ำใบเตยมีผลต่อกลิ่นใบเตยในเส้นขนมจีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กล่าวคือ เมื่อความเข้มข้นของน้ำใบเตยสูงขึ้น ทำให้เส้นขนมจีนมีกลิ่นใบเตยเพิ่มสูงขึ้น โดยเส้นขนมจีนที่มีการใช้น้ำใบเตย ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อใบเตยที่ระดับ 1:0.4 พบว่าเส้นขนมจีนที่ผลิตได้มีกลิ่นใบเตยเพียงเล็กน้อย แต่ที่ระดับอัตราส่วน 1:0.8 และ 1:1 พบว่าเส้นขนมจีนมีกลิ่นใบเตยเข้มข้นมากจนเกินไป จนผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นเหม็นเขียว โดยที่ระดับอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่เหมาะสม คือ ใช้อัตราส่วนของน้ำต่อใบเตย เท่า 1:0.6 ซึ่งทำให้เส้นขนมจีนมีกลิ่นใบเตยในระดับที่เหมาะสม จึงเป็นชุดการทดลองที่ได้รับคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นสูงสุด กลิ่นที่อยู่ในใบเตย เป็นสารประกอบพวกน้ำมันหอมระเหย พวกไลนาลิลอะซีเตท, เบนซิลอะซิเตท, ไลนาลูออล, เจรานิออล, คูมาริน, เฮททิลวานิลลิน (วันดี กฤษณพันธ์, 2538) และ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) (Laksanalamai & Ilangantilek, 1993)

ด้านความชอบรวม พบว่า ความเข้มข้นของน้ำใบเตยมีผลต่อคะแนนความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยเส้นขนมจีนที่ใช้น้ำใบเตยที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อใบเตยที่ระดับ 1:0.6 มีความชอบรวมสูงสุด เนื่องจากเป็นชุดการทดลองที่มีคะแนนความชอบทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี และกลิ่นมากที่สุดนั้นเอง จึงคัดเลือกความเข้มข้นของน้ำใบเตยในระดับนี้ไปใช้ในการทดลองในขั้นต่อไป

ตารางที่ 4.2 ผลของความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นขนมจีนเสริมใบเตยคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ความเข้มข้นของน้ำใบเตย (อัตราส่วนน้ำต่อใบเตย)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	ความชอบรวม
1:0.4	6.10^{bc}	5.97^{bc}	5.30^{c}	6.08^{bc}
1:0.6	7.58^{a}	8.03^{a}	6.88^{a}	7.98^{a}
1:0.8	6.38^{bc}	6.35^{bc}	6.18^{bc}	6.68^{b}
1:1	6.23^{bc}	5.43^{c}	5.55^{bc}	6.13^{bc}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 4.1 ขนมจีนเสริมใบเตยที่อัตราส่วนความเข้มข้นน้ำต่อใบเตย 4 ระดับ คือ 1:1 1:0.8 1:0.6 และ 1:0.4 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก)

2. การศึกษาระดับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนใบเตย

2.1 ผลของระดับอุณหภูมิในการต้มเส้นขนมจีนต่อค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแลกติก

- ค่าสี

การศึกษาผลของระดับอุณหภูมิการต้มเส้นขนมจีน 3 ระดับ คือ 90-93, 94-96, 97-99 องศาเซลเซียส ต้มจนเส้นขนมจีนเสริมใบเตยสุกและลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ จากนั้นวัดค่าสีโดยใช้ระบบ CIE L*, a* และ b* ผลการทดลอง พบว่า ระดับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่สูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า L* (ค่าความสว่าง) กับค่า b* (ค่าสีเหลือง) ลดลงต่อเนื่อง แต่ค่า a * (ค่าสีเขียว) เพิ่มขึ้น เนื่องจากระดับอุณหภูมิน้ำร้อนที่สูงขึ้นในการต้มเส้นขนมจีนมีผลทำให้สารคลอโรฟิลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีในผลิตภัณฑ์ การต้มเส้นขนมจีนที่อุณหภูมิ 90-93 องศาเซลเซียส ได้เส้นขนมจีนที่มีสีเขียวและถ้าเพิ่มอุณหภูมิการต้มเป็น 94-96 องศาเซลเซียส เส้นขนมจีนมีสีเขียวสด แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการต้มสูงขึ้นเป็น 97-99 องศาเซลเซียส เส้นขนมจีนเปลี่ยนเป็นสีเขียวคล้ำมากขึ้น โดยเส้นขนมจีนที่ต้มที่อุณหภูมิ 90-93 องศาเซลเซียส มีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 54.84, -0.39 และ 24.55 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการต้มเป็น 97-99 องศาเซลเซียส พบว่า เส้นขนมจีน มีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 45.58, -0.48 และ 20.58 ตามลำดับ นั่นคือเส้นขนมจีนมีสีเขียวเพิ่มขึ้น ดังตาราง 4.3

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแลกติก

ผลของระดับอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนเสริมใบเตย 3 ระดับ คือ 90-93, 94-96 และ 97-99 องศาเซลเซียส ต่อองค์ประกอบทางเคมีของเส้นขนมจีน ดังตารางที่ 4.3 พบว่าอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรด–ด่าง และปริมาณกรดแลกติกโดยเส้นขนมจีนมีค่า pH และปริมาณกรดแลกติกใกล้เคียงกัน คือมีค่าอยู่ในช่วง 5.7-5.9 และร้อยละ 1.30-1.40 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ผลของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนต่อค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแลกติกของขนมจีนเสริมใบเตย

อุณหภูมิการต้มเส้นขนมจีน (C^o)	ค่าสี L*	a*	b*	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละ)
90-93	54.84	-0.39	24.55	5.7	1.40
94-96	49.59	-0.45	23.03	5.8	1.33
97-99	45.58	-0.48	20.58	5.9	1.30

2.2 ผลของระดับอุณหภูมิในการต้มเส้นขนมจีนต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นขนมจีนเสริมใบเตย

ผลของระดับอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนเสริมใบเตย 3 ระดับ คือ 90-93, 94-96 และ 97-99 องศาเซลเซียส ต่อลักษณะทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.4) โดยวิธีหาคะแนนความชอบแบบ 9 Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน พบว่าอุณหภูมิการต้มเส้นขนมจีนมีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส และความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่า ที่อุณหภูมิ 90-93 องศาเซลเซียส ลักษณะปรากฏของเส้นขนมจีนเส้นมีขนาดเล็กและแข็งรวมทั้งใช้เวลาในการต้มมากที่สุด ในขณะการต้มเส้นขนมจีนในน้ำร้อนอุณหภูมิ 94-96 องศาเซลเซียส นั้นพบว่าเส้นขนมจีนสุกทั้งหมด เส้นไม่ขาดและนิ่ม มีความเหมาะสมคล้ายเส้นขนมจีนทางการค้า เนื่องจากเม็ดแป้งเกิดเจลาติไนเซชัน (Gelatinization) ที่สมบูรณ์ (อรอนงค์ นัยวิกุล และคณะ, 2532) ดังนั้นจึงเป็นช่วงอุณหภูมิการต้มที่ทำให้เส้นขนมจีนมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏสูงสุด คือ 7.85 คะแนน ส่วนอุณหภูมิการต้มที่ระดับ 97-99 องศาเซลเซียสนั้น ทำให้เส้นขนมจีนที่ได้ที่มีความยาวไม่มาก เนื่องจากในขณะที่ใกล้น้ำเดือดจะเกิดเป็นฟองอากาศจำนวนมากและแรงดันจากน้ำเดือด ทำให้แป้งที่โรยลงน้ำไม่เป็นเส้นต่อเนื่อง ขาดง่าย และแป้งเกิดการอมน้ำมากเกินไป เส้นจึงค่อนข้างบวมน้ำ ดังภาพ 4.2 ซึ่งสอดคลองกับงานวิจัยของ ศันสนีย์ เนียมเปรม (2543) ที่ทำการศึกษา การพัฒนาแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุกสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมจีน โดยใช้อุณหภูมิในการต้มเส้นขนมจีนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส พบว่า เส้นขนมจีนค่อนข้างสั้นและเละ

ด้านสี พบว่า ระดับของอุณหภูมิในการต้มเส้นขนมจีน มีผลต่อสีของเส้นขนมจีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การต้มเส้นขนมจีนในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90-93 องศาเซลเซียส เส้นขนมจีนยังคงมีสีเขียวอยู่เนื่องจากคลอโรฟิลล์ยังไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ส่วนการต้มเส้นขนมจีนในน้ำร้อนที่อุณหภูมิเพิ่มเป็น 94-96 องศาเซลเซียส พบว่าเส้นขนมจีนมีสีเขียวสดขึ้น เนื่องจากก๊าซที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อถูกกำจัดไป และน้ำที่ใช้หุงต้มเข้ามาแทนที่ ทำให้สีของคลอโรฟิลล์ชัดขึ้น (สินธนา สุคันธา, 2535; รัชนี ตัณฑะพานิชกุล, 2547) ดังนั้นจึงเป็นช่วงอุณหภูมิการต้มที่ทำให้เส้นขนมจีนมีคะแนนความชอบด้านสีสูงสุดคือ 7.95 คะแนน และเมื่อเพิ่มอุณหภูมิการต้มเส้นขนมจีนในน้ำร้อนสูงถึงช่วง 97-99 องศาเซลเซียส พบว่าเส้นขนมจีนมีสีเขียวมะกอก (เขียวคล้ำ) เนื่องจากในระหว่างกระบวนการแปรรูปพืชผักที่มีสีเขียวโดยใช้ความร้อนสูง จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยา ฟีโอไฟทินไนเซชั่น (Pheophytinization) คือ แมกนีเซียมไอออนจะถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจนอะตอม ทำให้คลอโรฟิลล์ถูกเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟติน จึงเป็นการสูญเสียแร่ธาตุแมกนีเซียมออกไปจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ สีเขียวของพืชจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวมะกอก (Olive-brown) ของฟีโอไฟติน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549)

ด้านกลิ่น พบว่า อุณหภูมิในการต้มเส้นขนมจีน ทั้ง 3 ระดับ พบว่าไม่มีผลต่อกลิ่นใบเตยในเส้นขนมจีนทางสถิติ ($p>0.05$) กล่าวคืออุณภูมิการต้มทั้ง 3 ระดับ คือ 90-93, 94-96 และ97-99 องศาเซลเซียส ทำให้เส้นขนมจีนมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นที่ใกล้เคียงกันคือ 6.75, 7.55 และ 7.05 คะแนนตามลำดับ ในใบเตยจะมีน้ำมันหอมระเหยเป็นตัวให้กลิ่นหลายชนิด ซึ่งประกอบด้วย ไลนาลิลอะซิเตท เบนซิลอะซิเตท ไลนาลูออล และเจรานิออล (วันดี กฤษณพันธ์, 2538)

ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า อุณหภูมิในการต้มเส้นขนมจีนมีผลต่อเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กล่าวคือ การต้มเส้นขนมจีนในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90-93 องศาเซลเซียส เส้นขนมจีนค่อนข้างแข็ง ไม่เหนียวและขนมจีนสุกไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเม็ดแป้งเกิดเจลาติไนเซชันที่ยังไม่สมบูรณ์ ส่วนการต้มเส้นขนมจีนในน้ำร้อนอุณหภูมิ 94-96 องศาเซลเซียส เส้นขนมจีนสุกอย่างสมบูรณ์ เส้นมีความมันวาว และมีความเหนียว จึงเป็นช่วงอุณหภูมิการต้มเส้นขนมจีนที่มีความเหมาะสมและมีคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสสูงสุด คือ 7.90 คะแนน ในขณะที่การต้มเส้นขนมจีนลงในน้ำร้อนอุณหภูมิ 97-99 องศาเซลเซียส พบว่าเส้นขนมจีนค่อนข้างบวม และมีการดูดน้ำมาก เส้นค่อนข้างนิ่ม และขาดง่าย ซึ่งมีลักษณะของเส้นขนมจีนที่ไม่ดี

ด้านความชอบรวม พบว่าอุณหภูมิในการต้มเส้นขนมจีนมีผลต่อความชอบรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เส้นขนมจีนที่ใช้อุณหภูมิการต้มที่ระดับ 94-96 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบรวมสูงสุดคือ 8.10 คะแนน ทั้งนี้เนื่องจากเป็นระดับอุณหภูมิการต้มที่ 94-96 องศาเซลเซียส มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสสูงกว่าระดับอุณหภูมิการต้มที่ 90-93 และ 97-99 องศาเซลเซียส ส่งผลให้คะแนนความชอบรวมสูงไปด้วย และเส้นขนมจีนที่ได้ มีสีเขียวสด

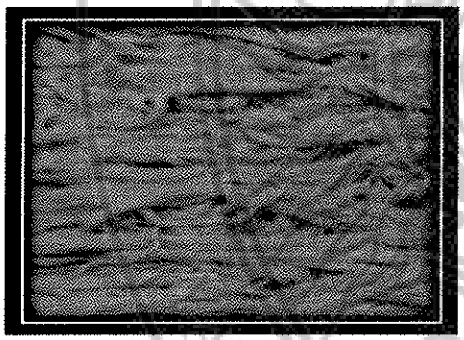
เส้นเหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอมของใบเตย และเส้นมีความยาวเหมาะสม คล้ายเส้นขนมจีนทางการค้า จึงได้คัดเลือกเส้นขนมจีนที่ใช้น้ำใบเตยที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อใบเตยที่ระดับ 1:0.6 อุณหภูมิการต้มเส้นขนมจีนที่ 94-96 องศาเซลเซียส เป็นเส้นขนมจีนสูตรพัฒนา และใช้ในการศึกษาในข้อต่อไป

ตารางที่ 4.4 ผลของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนมีผลต่อลักษณะสัมผัสของเส้นขนมจีนเสริมใบเตย

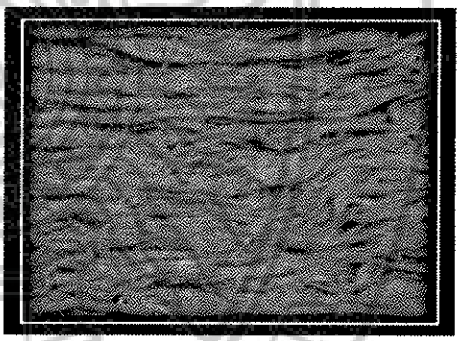
อุณหภูมิการต้ม	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
เส้นขนมจีน(C^o)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
90-93	6.45^{bc}	6.85^{c}	6.75^{ns}	7.00^{b}	6.95^{b}
94-96	7.85^{a}	7.95^{a}	7.55^{ns}	7.90^{a}	8.10^{a}
97-99	6.73^{bc}	7.45^{b}	7.05^{ns}	7.35^{ab}	7.15^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

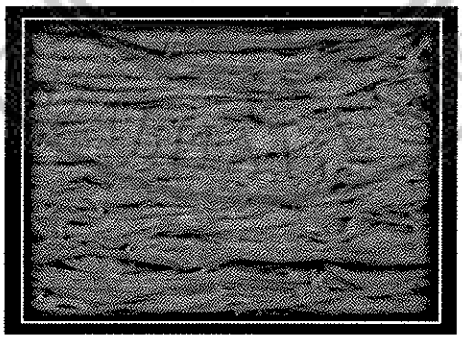
ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)



90 - 93 C^o



94 – 96 C^o



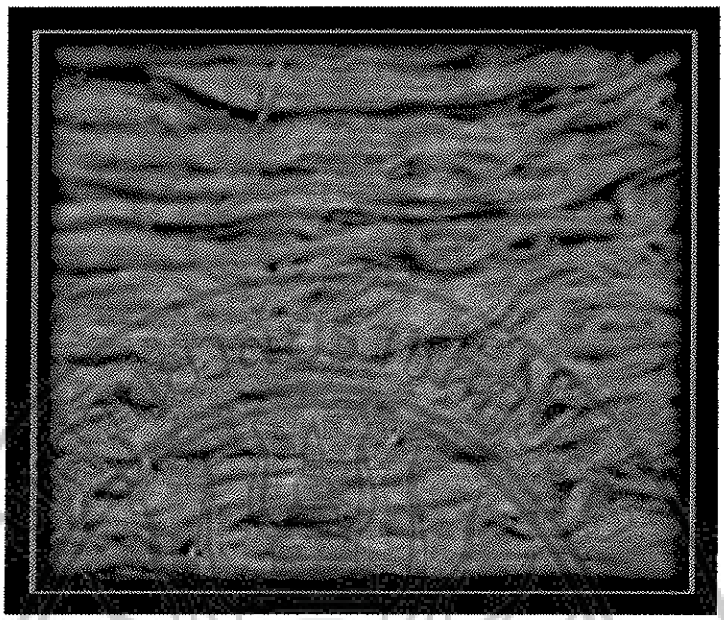
97 – 99 C^o

ภาพที่ 4.2 ผลของระดับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นต่อลักษณะปรากฏขนมจีนเสริมใบเตย

3. องค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของขนมจีนเสริมใบเตยชุดพัฒนา

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของขนมจีนเสริมใบเตยที่ผลิตจากน้ำใบเตยที่มีความเข้มข้นของน้ำต่อใบเตย ที่ระดับ 1:0.6 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) และต้มเส้นขนมจีนที่อุณหภูมิ 94-96 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นเส้นขนมจีนสูตรพัฒนา (ภาพ 4.3) พบว่า ค่าสีของเส้นขนมจีนเสริมใบเตยมีค่า L* (ค่าความสว่าง) ค่า b* (ค่าสีเหลือง) และค่า a* (ค่าสีเขียว) เท่ากับ 50.05, -0.46 และ 21.35 ตามลำดับ ซึ่งค่าสีของเส้นขนมจีนจากงานวิจัย มีค่า L* และ ค่า b* ต่ำ แต่ค่า a* สูงกว่าเส้นขนมจีนแป้งหมักทางการค้าที่ผลิตที่จังหวัดฉะเชิงเทราซึ่งมีค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 69.13, -1.62, 1.84 ตามลำดับ (นวรัตน์ สุพิชญางกูล และวรรณี จีรภาคย์กุล, 2543) และเส้นขนมจีนจากแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุกซึ่งมีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 90.25, -0.85 และ 2.95 ตามลำดับ (ศันสนีย์ เนียมเปรม, 2543) ทั้งนี้เนื่องจากเส้นขนมจีนจากงานวิจัยมีสีเขียว แต่เส้นขนมจีนแป้งหมักจากจังหวัดฉะเชิงเทราและเส้นขนมจีนจากแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุก มีสีขาวเหลือง นั่นเอง

องค์ประกอบทางเคมีของขนมจีนเสริมใบเตย พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่า a_w เท่ากับ 5.8 และ 0.97 ตามลำดับ ปริมาณกรดแลกติก ความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน และ คาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 1.23, 73.76, 1.45, 0.05, 3.02 และ 21.72 ตามลำดับ ซึ่งขนมจีนจากงานวิจัยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น และคาร์โบไฮเดรต ใกล้เคียงกับเส้นขนมจีนจากแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุก ซึ่งมีค่า เท่ากับ 5.9, ร้อยละ 73.17 และร้อยละ 2.95 ตามลำดับ (ศันสนีย์ เนียมเปรม, 2543) นอกจากนี้ในด้านสุขลักษณะทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ขนมจีนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 500/2547 ที่ได้กำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x10^6$ โคโลนี/กรัม สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนี/กรัม และ เอสเชอริเชีย โคไล ต้องน้อยกว่า 3/ตัวอย่าง 1 กรัม จากการตรวจสอบคุณลักษณะทางจุลินทรีย์ของขนมจีนเสริมใบเตย พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 14.5×10^1 CFU/g ปริมาณสตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส น้อยกว่า 3 MPN/g และเอสเชอ ริเชีย คอไล น้อยกว่า 3 MPN/g แสดงว่าขนมจีนเสริมเสริมใบเตยมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามประกาศของกระทรวงสาธารณะสุข ซึ่งปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค นอกจากนี้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในขนมจีนจากงานวิจัยยังมีปริมาณใกล้เคียงขนมจีนจากแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุก (ศันสนีย์ เนียมเปรม, 2543) ซึ่งมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 CFU/g



ภาพที่ 4.3 ขนมจีนเสริมใบเตยสูตรพัฒนา

YALA RAJABHAT UNIVERSITY

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของขนมเสริมจีนใบเตย

คุณลักษณะ	ขนมจีนเสริมใบเตย[1]	ขนมจีนแป้งหมักทางการค้าของฉะเชิงเทรา[2]	ขนมจีนแป้งข้าวหอมมะลิผสมแป้งบุก[3]	มาตรฐานขนมจีน[4]
ทางกายภาพ				
ค่าสี				
L*	50.05	69.13	90.25	-
a*	-0.46	-1.62	-0.85	-
b*	21.35	1.84	2.95	-
ทางเคมี				
ความเป็นกรด – ด่าง (pH)	5.8	-	5.9	-
ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละ)	1.23	-	-	-
ค่า a_w	0.97	-	0.49	-
ความชื้น (ร้อยละ)	73.76	-	73.17	-
เถ้า (ร้อยละ)	1.45	-	0.75	-
ไขมัน(ร้อยละ)	0.05	-	0.59	-
โปรตีน (ร้อยละ)	3.02	-	5.39	-
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	21.72	-	20.07	-
ทางจุลินทรีย์				
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/กรัม)	$14.5x10^1$	-	น้อยกว่า 250	ต้องไม่เกิน $1x10^6$
สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (โคโลนี/กรัม)	<3	-	-	ไม่เกิน 100
เอสเชอริเชีย คอไล (MPN/กรัม)	<3	-	-	< 3

หมายเหตุ : [1] คือ ผลจากการทดลอง

[2] คือ ผลจากการทดลองของ ศันสนีย์ เนียมเปรม (2543)

[3] คือ ผลจากการทดลองของ นวรัตน์ สุพิชญางกูล และวรรณี จีรภาคย์กุล (2543)

[4] คือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมจีน (มผช)

- คือ ไม่วิเคราะห์

บทที่ 5
สรุป

การผลิตขนมจีนเสริมใบเตย โดยทำการศึกษาความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนใบเตยที่ใช้อัตราส่วนของน้ำต่อใบเตย 4 ระดับ คือ 1:1 1:0.8 1:0.6 และ 1:0.4 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสม คือ 1:0.6 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นและความชอบรวมสูงสุด จากนั้นทำการศึกษาระดับอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีน 3 ระดับ คือ 90-93, 94-96 และ 97-99 องศาเซลเซียส ต้มจนเส้นขนมจีนเสริมใบเตยสุกและลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำร้อนที่เหมาะสมสำหรับการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย คือ อุณหภูมิ ระหว่าง 94-96 องศาเซลเซียส ที่ทำให้ เส้นขนมจีนมีสีเขียวสด สุกทั้งหมด เส้นเป็นมันวาว ไม่ขาดและเหนียวมีความเหมาะสม คล้ายเส้นขนมจีนทางการค้า และเป็นช่วงอุณหภูมิที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชอบรวมสูงสุด คุณภาพของเส้นขนมจีนเสริมใบเตยสูตรพัฒนา พบว่ามีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 50.05, -0.46 และ 21.35 และค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) และค่า a_w เท่ากับ 5.8 และ 0.97 ปริมาณกรดแลกติก ความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ ร้อยละ 1.23, 73.76, 1.45, 0.05, 3.02 และ 21.72 ตามลำดับ และพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณสตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส และปริมาณเอสเชอริเชีย คอไล เท่ากับ 14.5×10^1 CFU/g, < 3 CFU/g และ < 3 MPN/g ตามลำดับ แสดงว่าขนมจีนเสริมใบเตยมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 500/2547) ซึ่งปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการผลิตขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปใบเตย เพื่อเพิ่มอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์
2. ควรปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการของขนมจีน เช่น การใส่เนื้อปลาบดหรือไข่ขาว เพื่อเพิ่มโปรตีน หรือรำข้าว เพื่อเพิ่มโปรตีนและเยื่อใย ตลอดจนเกลือแร่และวิตามินต่างๆ ที่สำคัญ
3. เนื่องจากขนมจีนเสริมใบเตยที่ผลิตได้มีอายุการเก็บรักษาค่อนข้างสั้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาเส้นขนมจีน เช่น ลักษณะการบรรจุ การใช้สารยืดอายุการเก็บรักษาต่างๆ เช่น สารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

งามชื่น คงเสรี. (2541). **ผลิตภัณฑ์ข้าว.** ในเอกสารการสอนวิชาผลิตภัณฑ์อาหาร หน่วยที่ 1-7. นนทบุรี: สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เตยหอม สมุนไพรที่ให้มากกว่าความหอม. (2552). [On-line]. Available: http://members.tripod.com/kin_dee/b4.htm [2552 มิถุนายน 25].

นวรัตน์ สุพิชญางกูร, วรรณี จีรภาคย์กุลและ อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและชนิดของสารระเหยในขนมจีนแป้งหมักทางการค้า. ใน **การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 42 วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นฤดม บุญหลง และศิริลักษณ์ สินธวาลัย. (2525). **รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากมันสำปะหลังเพื่อเป็นอาหารและอาหารสัตว์.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). **เคมีอาหาร.** กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

ใบเตย : คุณค่าทางอาหารและสรรพคุณ. (2552). [On-line]. Available: http://bodin2.exteen.com/20070121/pandanus [2552 มิถุนายน 25].

ปราโมทย์ ศิริโรจน์, ลาวัณย์ ไกรเดช, อรอนงค์ นัยวิกุล, สุภรัตน์ ชวนะ, พัชรี โสธนาสมบูรณ์, พรเทพ พัฒนานุรักษ์ และ มาลี สุวรรณอัตถ์ (2534). การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางกายภาพของขนมจีนในกระบวนการผลิต. ใน **การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 29 วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2534.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนูญ อเนกชัย. (2530). ศึกษาคุณภาพของเส้นขนมจีนจากพันธุ์ข้าวเปลือกที่มีอายุการเก็บรักษาต่างกัน รายงานการศึกษาวิเคราะห์ผลงานวิจัย **เรื่อง การแปรรูปข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว** นนทบุรี: สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547) มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมจีน มผช. 500/ 2547. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

รัชนี ตัณฑะพานิชกุล. (2549) **เคมีอาหาร.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

รัชชานนท์ ทองมัน และวุฒิชาติ วชีระสูตร. (2548). **การศึกษาการผลิตขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปเสริมเผือกหอม.** ปัญหาพิเศษ. นครสวรรค์: คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

ลาวัณย์ ไกรเดช, ฉกามาศ วงศ์ข้าหลวง, มาลัย บุญรัตนกรกิจ, พัชรี ตั้งตระกูล, ปทุมพร ฉิมอเนก และ อรนุช อุตรภิชาติ. (2530). **การคัดเลือกแบคทีเรียกรดแลคติกซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อซัลโมเนลลาและการผลิตกล้าเชื้อเพื่อใช้หมักแหนม.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันดี กฤษณพันธ์. (2538). **สมุนไพรสารพัดประโยชน์.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเภสัชวินิจฉาย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศันศนีย์ เนียมเปรม. (2541). **การศึกษาวิธีการแยกโปรตีนในแป้งข้าวห้อมมะลิ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพร จันทนา. (2529). **ผลของการหมักที่มีปริมาณโปรตีนในขนมจีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิวาพร ศิวเวชช. (2535). ศึกษาการผลิตขนมจีนจากข้าวฟ่าง. **วารสารเกษตรศาสตร์, 26** (3), 291-295.

สุพรรณิการ์ ศรีบัวทอง, สุดสาย ตรีวานิช, วรรณี จิรภาคย์กุลและ อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). การเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์และคุณสมบัติของแบคทีเรียกรดแล็กติกเพื่อใช้เป็นกล้าเชื้อขนมจีนแป้งหมัก. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 วันที่ 3-6 กุมภาพันธ์ พ.ศ.** กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2537). **สรีระวิทยาของพืช.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพฤกศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สินธนา สุคันธา. (2535). **เอกสารประกอบการสอนวิชา วทอ 402. การแปรรูปผักและผลไม้.** เชียงใหม่: ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะธุรกิจการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตร แม่โจ้

อรอนงค์ นัยวิกุล, สุภรัตน์ ชวนะ, มาลี สุวรรณอัตถ์, ลาวัณย์ ไกรเดช, ปราโมทย์ ศิริโรจน์, พรเทพ พัฒนานุรักษ์และอรรควุฒิ ทัศน์สองชั้น.(2534). **เรื่องของข้าว.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. 1999. Official Method of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.16th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.16th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc

BAM. 2001. Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual. 8th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc

BAM. 2002. Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual. 8th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc

Laksanalamai, V. and S. Ilangantilekl. (1993). Comparison of aroma compound (2-acetyl-1-pyrroline) In leaves from pandan (*Pandanus amaryllifolius*) and Thai fragrant rice (Khao Dawk Mali-105). **Cereal Chem. 70**; 381-384.

Salrbury. F.B. and C.W. Ross. (1985). **Plant Physiology,** 2 nd Ed. New York: Wadsworth.

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
YALA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

1. การวิเคราะห์ความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยวิธี A.O.A.C, (1999)

1.ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม เติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร ผสมเข้าด้วยกัน

2.วัดความเป็นกรด – ด่างด้วยเครื่อง pH – metre

2. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (Total Titratable Acidity) โดยวิธี A.O.A.C. (2000)

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 นอร์มอล
2. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างจำนวน 10 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำกลั่นจำนวน 30 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนประมาณ 3 หยด
3. เขย่าให้เข้ากัน
4. นำไปไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งถึงจุดยุติได้เป็นสารละลายสีชมพู่อ่อน

คำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณกรดแลคติก (ร้อยละ)} = \frac{N \times V1 \times 90.08 \times 100}{1{,}000 \times V2}$$

โดย N คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

V1 คือ ปริมาณของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล)

V2 คือ ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ (กรัม)

3. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยวิธี A.O.A.C, (1999)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture can)
2. ตู้อบไฟฟ้า (electric oven)
3. โถดูดความชื้น (desiccator)
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการทดลอง

1. อบภาชนะอลูมีเนียมสำหรับหาความชื้นในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 – 3 ชั่วโมง นำมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเย็นนำไปชั่งน้ำหนัก
2. กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1 จนได้น้ำหนักที่แน่นอน หรือชั่งสองครั้งติดต่อกันผลต่างไม่เกิน 1 – 3 มิลลิกรัม
3. ชั่งตัวอย่างขนมจีน 1 – 2 กรัมใส่ลงในภาชนะอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว
4. นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 – 5 ชั่วโมง นำมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก แล้วนำไปอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่

คำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{ผลต่างน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

YALA RAJABHAT UNIVERSITY

4. การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน โดยวิธี A.O.A.C, (1999)

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (VELP)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (thimble)
3. ภาชนะใส่ตัวอย่างทำลาย (extraction vessel)
4. ตู้อบไฟฟ้า (electric oven)
5. โถดูดความชื้น (desiccator)
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
7. ปิโตรเลียม อีเทอร์หรือเฮกเซน (petroleum ether หรือ hexane)

วิธีการทดลอง

1.อบ extraction vessel สำหรับหาปริมาณไขมันในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งตัวอย่าง 3 – 5 กรัม บนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแน่นอน ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงในหลอดใส่ตัวอย่าง

3. นำหลอดใส่ตัวอย่างใส่เข้าเครื่อง แล้วผลักปุ่มด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง Washing

4. เติมสารละลายเฮกเซนลงใน extraction vessel ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนประมาณ 50 มิลลิลิตร วางบน heating plate ดึงคานให้แน่น

5. ประกอบชุดสกัดไขมัน พร้อมเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่นและเปิดสวิตซ์ให้ความร้อนเปิดเครื่องมือสกัดไขมัน

6. เปิดเครื่องมือสกัดไขมันพร้อมเปิดน้ำเข้า ตั้งอุณหภูมิ heating plate ที่ 180 องศาเซลเซียส

7. เปิดก๊อกให้อยู่ในตำแหน่งตั้งตรงและผลักปุ่นด้านหน้าเครื่องไปตำแหน่ง Immersion และเปิดสวิตซ์เริ่มให้ความร้อน เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที

8. เมื่อสิ้นสุดการสกัดผลักปุ่นด้านหน้าเครื่องไปที่ตำแหน่ง Washing

9. Reflux washing นาน 15 นาที

10. เมื่อสิ้นสุดการ reflux washing ปิดก๊อกแก้วให้อยู่ในตำแหน่งขวางและรอการดูดกลับของตัวทำละลายเสร็จสิ้น

11. ปลดคานบังคับ extraction vessel ลง นำหลดใส่ตัวอย่างออก

12. ปล่อยตัวทำละหลาย (เฮกเซน) ลงในบิกเกอร์ (นำกลับไปใช้ใหม่)

13. นำ extraction vessel อบในตู้อบ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก

คำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

5. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน โดยวิธี A.O.A.C, (1999)

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ย่อยโปรตีน (B-426) และเครื่องดักจับไอกรด (scrubber)
2. อุปกรณ์กลั่นโปรตีน (B-316)
3. กระบอกตวง ขนาด 1000 มิลลิลิตร
4. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร และขวดปรับปริมาณ ขนาด 1000 มิลลิลิตร
5. ปิเปตต์ ขนาด 5 และ10 มิลลิลิตร
6. บิลเรตต์ขนาด 25 มิลลิลิตร
7. ลูกแก้ว
8. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
9. สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต ($Cuso_4 . 5H_2O$) และโพแทสเซียมซัลเฟต (k_2So_4)อัตราส่วน 1:10
10. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc H_2So_4)
11. โซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 40
12. กรดบอริกที่มีความเข้มข้นร้อยละ 4
13. กรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล
14. อินดิเคเตอร์ (indicater) เป็นสารผสมระหว่างเมทิลเรดเมทิลีนบลูและโบรโมครีซอลกรีน

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนการย่อย

1. ชั่งตัวอย่างของให้ได้น้ำหนักแน่ประมาณ 1 กรัม ใส่หลอดย่อยโปรตีนและทำแบลงค์ด้วย
2. ใส่สารผสม $CuSo_4$. $5H_2O$ และ K_2So_4 ปริมาณ 5 กรัม
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ปริมาณ 20 มิลลิลิตร
4. วางหลอดย่อยแล้วประกอบสายยางระหว่างฝาครอบ ขวดใส่ด่างและเครื่องดักจับไอกรดให้เรียบร้อย
5. เปิดสวิทซ์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อย ทำการ Pheheat โดยปรับอุณหภูมิไปที่ตำแหน่ง 10 เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นปรับเพิ่มอุณหภูมิไปที่ตำแหน่ง 8 ย่อยต่ออีก 60 นาที จนได้สานละลายใส
6. ปล่อยให้เย็น

ขั้นตอนการกลั่นและไตรเตรด

1. จัดอุปกรณ์กลั่น และเปิดน้ำหล่อเย็นเครื่องควบแน่นด้วย แล้วเปิด สวิทซ์ให้ความร้อน (ทำ การPheheat ก่อนใช้)
2. นำขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร ทีบรรจุกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาณ 20 มิลลิลิตร ซึ่งเติมอินดิเคเตอร์ 2 – 3 หยดเรียบร้อยแล้วไปร้องรับของเหลวที่กลั่นได้ โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้
3. นำหลอดย่อยสารจากขั้นตอนการย่อยข้อ 6 พร้อมเติมน้ำกลั่นปริมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วนำเข้าเครื่องกลั่น
4. เติมโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 40 จนสารละลายทั้งหมดเท่ากับ 100 มิลลิลิตร กลั่นประมาณ 4 นาที (หรือจากสารละลายในหลอดเท่ากับ 150 มิลลิลิตร) ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ
5. ไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดเกลือที่มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล (หาความเข้มข้นมาตรฐาน) จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง
6. คำนวณหาปริมาณโปรตีนจากสูตร

คำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณโปรตีนคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(A-B) \times N \times 1.4007 \times F}{W}$$

A คือ ปริมาณกรดที่ใช้ไตรเตรตกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B คือ ปริมาณกรดที่ใช้ไตรเตรตกับแบลงค์ (มิลลิลิตร)

N คือ ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)

F คือ แฟกเตอร์ เท่ากับ 6.25

W คือ น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

6. การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า โดยวิธี A.O.A.C, (1999)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. เตาเผา (Muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)
3. โถดูดความชื้น (Desiccators)
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีการทดลอง

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิทซ์ เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจึงถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งน้ำหนักเผาซ้ำอีกครั้งประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นข้อที่ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม
2. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ ซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วจึงนำเข้าเตาเผา ตั้งอุณหภูมิเตาเผาไว้ที่ 600 องศาเซลเซียส แล้วกระทำเช่นเดียวกับข้อที่ 1-2
3. คำนวณหาปริมาณเถ้าจากสูตร

คำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณเถ้าคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = 100 \times \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

7. การวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) โดยวิธี A.O.A.C, (1999)

วัสดุเครื่องมือและอุปกรณ์

1. ปริมาณของตัวอย่างที่ใช้ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของภาชนะบรรจุ (ปริมาตรประมาณ 5 มิลลิลิตร)
2. ปริมาณที่ใช้น้อยที่สุด ควรใช้ครอบคลุมพื้นที่ของก้นภาชนะบรรจุ (ปริมาณเท่ากับฝาภาชนะบรรจุ)
3. ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าที่ขอบริมที่ด้านนอกของภาชนะบรรจุสะอาด
4. ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าตัวอย่างที่เตรียมไว้มีอุณหภูมิไม่สูงเกินกว่า 4 องศาเซลเซียสกับอุณหภูมิของ Chamber

วิธีการวัดค่า a_w ของตัวอย่าง

1. ใส่ภาชนะบรรจุลงไปในลิ้นชักใส่ตัวอย่าง ปิดลิ้นชักด้วยความระมัดระวังเพื่อไม่ให้ตัวอย่างหก
2. หมุนปุ่มลิ้นชักจากตำแหน่ง OPEN/LOAD ไปยังตำแหน่ง READ เครื่องจะเริ่มทำการวัดค่า a_w
3. เมื่อเครื่องเริ่มทำการวัดค่า a_w จะมีสัญญาณเตือน 1 ครั้ง
4. เครื่องจะแสดงผลของค่า a_w ที่อ่านครั้งแรก เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 40 วินาที
5. เมื่อเครื่องวัดค่า a_w เสร็จเรียบร้อย จะมีสัญญาณเตือน
6. ทีหน้าจอ LCD ของเครื่องจะแสดงค่า a_w ทีอ่านได้ค่าสุดท้าย พร้อมอุณหภูมิของตัวอย่าง

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

1. การวัดค่าสี

วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าสี Color Flex รุ่น cx 1471

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่อง และเลือกโปรแกรม STANDARDIZE โดยกดปุ่นสัญลักษณ์
2. ทำการ calibration
   - วางแผ่นสีดำมาตรฐาน (Black Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์
   - วางแผ่นสีดำมาตรฐาน (White Glass) ในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์
   - หน้าจอเครื่องปรากฏ

1. วางตัวอย่างในที่สำหรับวางตัวอย่าง แล้วกดสัญลักษณ์
2. อ่านผลที่ได้จากเครื่อง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา YALA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ค.
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี A.O.A.C, (1999)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. Plate Count Agar (PCA)
2. สารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 0.85 จนได้ความเจือจางที่เหมาะสม
2. ปิเปตสารละลายที่ระดับความเจือจางที่เตรียมไว้ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ
3. ทำการหลอมอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) และทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส มาทำ pour plate technique บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง
4. นับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โดยเลือกนับเฉพาะที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี รายงานผลของจุลินทรีย์ทั้งหมดในรูปโคโลนีต่อกรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา YALA RAJABHAT UNIVERSITY

2. การวิเคราะห์เชื้อ *(Staphylococus aureus)* โดยวิธี BAM (2001)

วิธีการทดลอง

1. ตัวอย่างอาหารหนัก 25 กรัม + phosphate buffer solution (PBS) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ได้ความเจือจาง 10^{-1}
2. ดูดมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน phosphate buffer solution (PBS) จากนั้นทำการเจือจางต่อไปจนได้ความเจือจางระดับ 10^{-3}
3. ดูดสารละลายตัวอย่าง 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน TSB (trypticase soy broth) (ที่ใส่ 10% Nacl และ 1% ssodium pyruvate) ปริมาตร 9 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
4. นำเชื้อจากทุกหลอดไป streak บนจานอาหารแข็ง mannitol salt agar (MSA) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง
5. เลือกโคโลนีที่มีลักษณะจำเพาะ (typical colonies) ของเชื้อ *Staphylococus aureus* โดยมีโคโลนีสีเหลืองขุ่น และอาหารเลี้ยงเชื้อรอบโคโลนี มีลักษณะทึบแสง โคโลนีขนาด 1 มิลลิเมตร
6. นำไปยืนยันผลการพบเชื้อโดยนำไปทดสอบปฏิกิริยาโคแอกูเลส (coagulase test) โดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ ถ่ายเชื้อที่สงสัยลงในหลอดอาหารเหลว brain heart infusion (BHI) ที่มีปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 16-18 ชั่วโมง
7. นำไปเติม coagulase plasma มีปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 4-6 ชั่วโมง
8. ดูการแข็งของพลาสมา ถ้ามีการแข็งตัวแสดงว่าพบเชื้อ *Staphylococus aureus*

3. ปริมาณเชื้อเอสเชอริเชีย คอไล *(Escherichia coli)* โดยวิธี BAM (2002)

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมตัวอย่าง

- ชั่งตัวอย่างละ 10 กรัม ลงในขวดปลอดเชื้อ
- เติมสารละลายฟอสเฟตบัตเฟอร์จำนวน 90 มิลลิลิตร แล้วปั่นด้วยความเร็วต่ำเป็นเวลา 1 นาทีนำไปตั้งทิ้งไว้ในตู้เย็น 30 นาที
- ทำการเจือจางให้เป็น 1:100, 1:1, 000, 1:10, 1:10,000 ตามลำดับ โดยใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์

2. การตรวจนับจุลินทรีย์

2.1 การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptiv test)

- เตรียมหลอดทดลองพร้อมหลอดดักก๊าซวางคว่ำในหลอด แบบ 3 แถว และ 5แถว
- ดูดตัวอย่างอาหารในแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อแถว 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ โดยดูดตัวอย่างอาหารในแต่ละความเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ LST broth ที่มีหลอดดักก๊าซวางคว่ำในหลอดทดลอง
- เขย่าหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่ตัวอย่างด้วย Vortex จากนั้นนำไปเข้าตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ 35±0.5องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ±2ชั่วโมง
- อ่านผล ตรวจดูความขุ่นและก๊าซในหลอดดักก๊าซที่เกิดขึ้นในแต่ละหลอด หลอดที่มีก๊าซผลเป็นบวก แล้วทำการตรวจสอบในขั้นยืนยัน

2.2 การตรวจสอบขั้นยืนยัน (Confirmend test)

- นำหลอดทดลองที่ให้ผลบวกในการตรวจสอบขั้นแรกทุกหลอดมาทำการยืนยันต่อในขั้นต่อไป
- เตรียมหลอดทดลองพร้อมหลอดดักก๊าซวางคว่ำในหลอดทดลองเพื่อบรรจุอาหารเหลว EC broth ใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 9 มิลลิลิตร ฆ่าเชื้อที่หม้อนึ่งไอน้ำ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

- นำหลอดที่เกิดก๊าซจากการตรวจสอบขั้นแรก เขย่าเบาๆ แล้วใช้ Wire loopซึ่งลนไฟจนแดง ทิ้งไว้ให้เย็น ถ่ายจากหลอด LST ที่ให้ผลบวก ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด EC broth หลอดต่อหลอด
- เขย่าหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใสตัวอย่างด้วย Vortex จากนั้นนำไปเข้าตู้บ่มเชื้อ ควบคุมอุณหภูมิ44.5±0.5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ±2ชั่วโมง
- หลอดทดลองที่ใส่ผลบวก เขี่ยเชื้อบน Levin EMB agar เข้าตู้บ่มเชื้อ ควบคุมอุณหภูมิ35±0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ±2ชั่วโมง
- ถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่สงสัย ซึ่งมีจุดดำตรงกลาง มีหรือไม่มี Metallic sheen นำไปทดสอบ IMVIC นำผลที่ได้มาเปิดตาราง Most Probable Number Index (MPN)

YALA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ง.

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. แบบทดสอบางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9 Point-Hedonic scale) ของขนมจีนเสริมใบเตย

ชื่อผู้ทดสอบ.....**วันที่**.....

คำชี้แจง กรุณาตอบแบบสอบถามต่อไปนี้จากซ้ายไปขวาโดยให้คะแนนที่ตรงตามความรู้สึกดังนี้

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

ลักษณะที่ชอบ	**รหัสตัวอย่าง**		
	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

2. แบบทดสอบางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ (9 Point-Hedonic scale) ของขนมจีนเสริมใบเตย

ชื่อผู้ทดสอบ.....**วันที่**.....

คำชี้แจง กรุณาตอบแบบสอบถามต่อไปนี้จากซ้ายไปขวาโดยให้คะแนนที่ตรงตามความรู้สึกดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก 5 = เฉยๆ 8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

ลักษณะที่ชอบ	**รหัสตัวอย่าง**		
	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์ KALA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก จ.
การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษาความเข้มข้นน้ำต่อใบเตยที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนใบเตย

ลักษณะปรากฏ	SV	DF	SS	MS	F	CV
สี	Treatmemt	3	75.33	25.11	4.75*	11.07%
	Error	57	28.10	0.49		
	Total	80	3469.75			
กลิ่น	Treatmemt	3	29.72	9.91	3.48*	17.11%
	Error	57	62.52	1.10		
	Total	80	3021.00			
ลักษณะปรากฏ	Treatmemt	3	27.76	9.25	4.07*	10.63%
	Error	57	26.55	0.47		
	Total	80	3542.25			
ความชอบรวม	Treatmemt	3	46.94	15.65	2.69*	11.12%
	Error	57	31.06	0.54		
	Total	80	3710.50			

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย LOEI RAJABHAT UNIVERSITY

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนใบเตย

ลักษณะปรากฏ	SV	DF	SS	MS	F	CV
สี	Treatmemt	2	12.13	6.08	2.83*	10.38%
	Error	38	22.53	0.60		
	Total	60	3367.00			
กลิ่น	Treatmemt	2	6.33	3.27	1.02^{ns}	13.82%
	Error	38	36.80	0.97		
	Total	60	3101.00			
เนื้อสัมผัส	Treatmemt	2	8.23	4.12	1.46*	11.80%
	Error	38	29.10	0.77		
	Total	60	3359.00			
ลักษณะปรากฏ	Treatmemt	2	20.41	10.21	2.82*	11.36%
	Error	38	14.93	0.39		
	Total	60	3024.50			
ความชอบรวม	Treatmemt	2	15.10	7.55	1.12*	12.58%
	Error	38	32.90	0.87		
	Total	60	3352.00			

หมายเหตุ : * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ภาคผนวก ฉ.
ประวัติผู้วิจัย

1.ผู้วิจัย

นางวิภาดา มุนินทร์นพมาศ

ตำแหน่ง อาจารย์ ระดับ 7

ประสบการณ์งานวิจัย

งานวิจัย

-ปี พ.ศ.2543 เป็นผู้วิจัย เรื่อง การผลิตวุ้นมะพร้าวในน้ำผลไม้บรรจุขวดสเตอริไรส์ ได้รับเงินอุดหนุนจากองค์การบริหาร ส่วนจังหวัดยะลา

- ปี พ.ศ. 2545 เป็นผู้วิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบการผลิตน้ำส้มสายชูจากกล้วยหินและกล้วยน้ำว้า ได้รับเงินอุดหนุนจาก สถาบันวิจัยฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

- ปี พ.ศ. 2548 เป็นผู้ร่วมวิจัย เรื่อง การพัฒนาบูดูข้าวยำ: เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ได้รับเงินอุดหนุนจาก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

- ปี พ.ศ. 2550 เป็นผู้วิจัย เรื่อง คุณภาพและสุขลักษณะที่ดีในการจำหน่ายน้ำบูดู ได้รับเงินอุดหนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

- ปี พ.ศ. 2551 เป็นผู้วิจัย เรื่อง การผลิตวุ้นมะพร้าวในน้ำส้มโชกุน ได้รับเงินอุดหนุนจากสำนักวิจัยฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

- ปี พ.ศ. 2552 เป็นผู้วิจัย เรื่องการผลิตโยเกิร์ตนมแพะพร้อมดื่มรสส้มโชกุนได้รับเงินอุดหนุนจากสำนักวิจัยฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

- ปี พ.ศ. 2552 เป็นผู้วิจัย เรื่อง การผลิตขนมจีนเสริมใบเตย ได้รับเงินอุดหนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

- ปี พ.ศ. 2552 เป็นผู้ร่วมวิจัย เรื่อง การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ชุมชนจังหวัดยะลาของสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ได้รับเงินอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ผลงานตีพิมพ์

- คุณภาพของน้ำบูดูบรรจุขวดจากแหล่งผลิต ในจังหวัดปัตตานีและนราธิวาส. ว.มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา . 4(1), 2552:1-10.
- สถานการณ์การผลิตบูดูในจังหวัดปัตตานี.ว.มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. 4(1), 2552:11-21.

การเสนอผลงาน

- การพัฒนาบูดูข้าวยำ: เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ในงานวันราชภัฏวิจัย...เทิดไท้องค์ราชันย์, ในวันที่ 6 กันยายน 2549. ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
- การพัฒนาบูดูข้าวยำ: เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ในการประชุมวิชาการนานาชาติ ระหว่างวันที่ 8-10 สิงหาคม 2550 ณ มหาวิทยาลัยทักษิณ จังหวัดสงขลา

2. ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ นาย ตูแวอิสมาแอ ตูแวบีรู
วันเกิด 15 เมษายน 2527
ที่อยู่ บ้านเลขที่ 4 ม. 1 ต.หนองแรต อ. ยะหริ่ง จ. ปัตตานี 94150
รหัสนักศึกษา 404841010
นักศึกษาหลักสูตร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ภาควิชา เทคโนโลยีการเกษตร
คณะ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

3. ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ นาย ตัรมีซีย์ หิเล
วันเกิด 10 กรกฎาคม 2529
ที่อยู่ บ้านเลขที่ 124/2 ม. 3 ต.กระโด อ. ยะรัง จ. ปัตตานี 94160
รหัสนักศึกษา 404841015
นักศึกษาหลักสูตร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ภาควิชา เทคโนโลยีการเกษตร
คณะ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา