



การผลิตขนมจีนเสริมใบเตย

**Production of Khanom-Jeen add *Pandanus odoratus* Ridl**

โดย

วิภาดา มุรินทร์นพมาศ

ตุนวออิสมาแอ ตุนวอบีรู

ศรัสมิ์ชัย หิเด

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ปีการศึกษา 2552

การผลิตขนมจีนเสริมใบเตย

Production of Khanom-Jeen add *Pandanus odoratus* Ridl

โดย

วิภาดา มุรินทร์นพมาศ  
ตู่เวอิสมาแอ ตู่แวบิรุ  
ต๋รมีชีย์ หิเด

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณบำรุงการศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา  
ปีการศึกษา 2552

ชื่อเรื่อง	การผลิตขนมจีนเสริมใบเตย
ผู้วิจัย	นางวิภาดา มุรินทร์พมาศ นายตูแวนีสมาแอ ตูแวนปีรุ นายตรีมิชัย 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 นุ่ม 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 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส และ เอสเชอริเชีย คอลิ เท่ากับ  $14.5 \times 10^1$  CFU/g ,  $< 3$  CFU/g และ  $< 3$  MPN/g ตามลำดับ แสดงว่าขนมจีนเสริมใบเตยมีปริมาณจุลินทรีย์เป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 500/2547) ซึ่งปลอดภัย

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือเป็นอย่างดี จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิภาภัทร์ คุณพล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ จรียา สุขจันทร์ ที่ช่วยตรวจงานวิจัยต้นฉบับ ขอขอบคุณ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่ช่วยเป็นผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส และ คุณภารดี พลไชย เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือต่าง ๆ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

วิภาดา มุรินทร์นพมาศ และคณะ

กรกฎาคม 2552

## 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
วัตถุประสงค์	17
อุปกรณ์	17
วิธีการทดลอง	18
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล	22
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	33
สรุปผล	33
ข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	37
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมี	38
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางกายภาพ	45
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางจุลินทรีย์	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 และไฟโตล	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 ผลของระดับอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการ โรยเส้นต่อลักษณะปรากฏขนมจีนเสริม ใบเตย	29
4.3 ขนมจีนเสริมใบเตยสูตรพัฒนา	31

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปัญหาคุณภาพของน้ำต่อคุณภาพของนมจีนและวิธีการแก้ไข	6
4.1 ผลของความเข้มข้นของน้ำไบโอดีต่อค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแลกติกของนมจีนเสริมไบโอดี	23
4.2 ผลของความเข้มข้นของน้ำไบโอดีที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นนมเสริมไบโอดีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส	25
4.3 ผลของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นนมจีนต่อค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดแลกติกของนมจีนเสริมไบโอดี	27
4.4 ผลของอุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นนมจีนมีผลต่อลักษณะสัมผัสของเส้นนมจีนเสริมไบโอดี	29
4.5 องค์ประกอบทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของนมจีนเสริมไบโอดี	32



## สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า
1.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษา ความเข้มข้นน้ำตาลอ้อย	51
1.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษาอุณหภูมิ ที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย	52

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

ขนมจีน หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดหนึ่งที่ทำมาจากแป้ง เป็นเส้นกลมๆคล้ายเส้นหมี่ (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2525) เป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักประเภทแป้งชนิดหนึ่งที่คนไทยนิยมบริโภคกันมาก เนื่องจากเส้นมีความเหนียวนุ่มและมีกลิ่นหมักเป็นลักษณะเฉพาะ โดยจะบริโภคเป็นอาหารกลางวันหรือเป็นอาหารมื้อใดมื้อหนึ่งก็ได้ แล้วแต่ความชอบของผู้บริโภคและความนิยมของแต่ละท้องถิ่น ขนมจีนมี 2 ชนิด คือ ขนมจีนแป้งสด และขนมจีนแป้งหมัก ซึ่งมีข้อแตกต่างกันในกรรมวิธีการผลิต คือ ขนมจีนแป้งหมักทำโดยวิธีการหมักปลายข้าวเจ้าที่ใช้เป็นวัตถุดิบก่อนนำมาไม่ ในขณะที่ขนมจีนแป้งสดทำมาจากแป้งสดหรือแป้งที่ไม่ใหม่ ๆ ซึ่งขนมจีนแป้งหมักจะมีกลิ่นหมักและมีความเหนียวมากกว่าขนมจีนแป้งสด รวมทั้งอายุการเก็บของขนมจีนแป้งหมักจะนานกว่าขนมจีนแป้งสดด้วย จึงได้คัดเลือกมาใช้ในงานวิจัยนี้

ไบโอดีปเป็นสมุนไพรชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ปรุงแต่ง สี กลิ่นและรสชาติให้อาหารมีความน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีสรรพคุณทางสมุนไพรคือ มีสารคลอโรฟิลล์ช่วยลดอาการกระหายน้ำ บำรุงหัวใจ และช่วยทำให้สดชื่น อีกทั้งมี แคลเซียม และฟอสฟอรัสในปริมาณสูง คนไทยคุ้นเคยการใช้ไบโอดีปกันมานาน เนื่องจากในอดีตนิยมนำเคยหอมมาประกอบอาหาร และขนมหวาน เช่น ใก่อบห่อไบโอดีป ใช้แต่งกลิ่นเวลาหุงข้าวเจ้า และข้าวเหนียวหรือนำไปแต่งกลิ่น และสีของขนม เช่น วุ้นกะทิ ขนมชั้น ขนมลอดช่อง ขนมขี้หนู เป็นต้น ดังนั้นจึงได้ทำการวิจัย การผลิตขนมจีนเสริมเสริมไบโอดีป เพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ขนมจีน นอกจากนี้ ในการผลิตขนมจีน โดยทั่วไปมักมีการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสในสัดส่วนค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในระหว่างการซัดสีข้าว และกระบวนการผลิตขนมจีน การเพิ่มฟอสฟอรัสจากไบโอดีป จึงนับว่าเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์จากขนมจีนมากยิ่งขึ้นด้วย

### วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำไบโอดีปที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมไบโอดีป
2. เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการต้มเส้นขนมจีนเสริมไบโอดีป
3. เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมไบโอดีปที่พัฒนาแล้ว

## ขอบเขตของการศึกษาปัญหาพิเศษ

ศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมใบเตย รวมทั้ง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการต้มเส้นขนมจีนและ คุณภาพของสูตรเส้นขนมจีนที่พัฒนาแล้ว

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

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

## คำสำคัญ

ขนมจีน ขนมจีนเสริมใบเตย ใบเตย

## นิยามศัพท์เฉพาะ

ขนมจีน หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดหนึ่งที่ทำมาจากแป้ง เป็นเส้นกลมๆคล้ายเส้นหมี่ (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2525)

ขนมจีนเสริมใบเตย หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดหนึ่งที่ทำมาจากแป้งโดยมีการเติมน้ำใบเตย ในระหว่างขั้นตอนการโม้ ผลิตภัณฑ์ขนมจีนที่ได้มีสีเขียว กลิ่นหอมของใบเตย

ใบเตย หมายถึง พืชจำพวกหญ้า แตกเป็นกอใหญ่ มีเหง้าและลำต้นอยู่ใต้ดิน มีก้านและใบที่โผล่ ขึ้นมาเหนือพื้นดิน ใบออกจากลำต้น เรียงเวียนรอบลำต้นอย่างหนาแน่น ใบสีเขียวรูปรียาวาวประมาณ 8-10 นิ้ว ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ เมื่อขยี้ใบสดจะมีกลิ่นหอมเย็น นิยมสกัดใบเพื่อแต่งกลิ่นและสีเขียวสวยงาม ในขนมต่างๆ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pandanus odoratus Ridl.*

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ประวัติขนมจีน

ขนมจีน หมายถึง ผลิตภัณฑ์อาหารเส้นชนิดหนึ่งที่ทำมาจากแป้ง เป็นเส้นกลมๆคล้ายเส้นหมี่ (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2525) ขนมจีนเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวที่คนไทยนิยมบริโภคกันมาก ตั้งแต่สมัยโบราณ โดยเฉพาะงานบุญและเทศกาลต่างๆ โดยมีการผลิตทุกภาคของประเทศไทย การผลิตขนมจีนในประเทศไทยเริ่มมาตั้งแต่เมื่อใดยังไม่ทราบแน่ชัด เข้าใจว่ามีการบริโภคขนมจีนมาตั้งแต่สมัยโบราณ ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยามีคลองซึ่งชื่อคลองขนมจีนและคลองน้ำยาปรากฏอยู่ การบันทึกเกี่ยวกับขนมจีนได้เริ่มตั้งแต่สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้นในสมัยพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก ซึ่งมีการทำขนมจีนเคียงกันเป็นงานใหญ่ต่อมาในสมัยสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัวได้รับสั่งว่าขนมจีนมิใช่เป็นของชาวจีนเพียงแต่มีชื่อจีนเท่านั้น 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 ก่อนนำมาไม่ทำขนมจีน ขนมจีนชนิดนี้มีความเหนียว สีคล้ำเล็กน้อย มีกลิ่นหมัก สามารถเก็บไว้ได้นาน จึงเป็นที่นิยมมากในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มากกว่าขนมจีนแป้งสด

2. ขนมจีนแป้งสด เป็นขนมจีนที่ทำจากข้าวเจ้าหรือปลายข้าวเจ้าที่ผ่านการแช่น้ำหรือล้างน้ำ ก่อนที่จะนำมาไม่แล้วทำเป็นขนมจีน ขนมจีนชนิดนี้ไม่เหนียวและเก็บได้ไม่นาน นิยมบริโภคทางภาคใต้ ภาคอื่นนิยมบ้างแต่น้อยกว่า ขนมจีนแป้งหมัก

การผลิตขนมจีนมี 3 ระดับ คือ การผลิตระดับอุตสาหกรรม การผลิตระดับพื้นบ้านและการผลิตระดับครัวเรือน

## คุณค่าทางโภชนาการของเส้นขนมจีน

เอกลักษณ์ที่สำคัญของขนมจีนแป้งหมักของไทย เช่น มีสีขาวนวลสม่ำเสมอ มีกลิ่นรสหมักธรรมชาติ มีความเป็นกรด และเส้นนุ่มเหนียว (ลาวัณย์ ไกรเดช และคณะ, 2546) ขนมจีนที่มีคุณภาพดีควรจะมีสีขาว เส้นเหนียว ไม่ละ ไม่มีกลิ่นกรด ไม่มีรสเปรี้ยว และสามารถเก็บไว้ได้นานพอสมควร ขนมจีนที่มีเส้นไม่เหนียว เพื่อย่อยเกิดจากการใช้ข้าวที่ไม่เหมาะสม 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 (นวรรณ์ สุพิชญางกูร และ วรณี จีรภาคย์กุล, 2547)

## วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเส้นขนมจีน

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) โอไรซี (*Oryzae*) พืชเผ่าพันธุ์นี้มีอยู่ประมาณ 25 ชนิด (Species) ในจำนวนนี้มีอยู่สองชนิดเท่านั้นที่ปลูกเพื่อใช้เป็นอาหาร (Cultivated varieties) คือ โอไรซ่า ซาไต้หวัน (*Oryza sativa*) ที่ปลูกบางส่วนในทวีปแอฟริกา ชนิดที่เหลือถือเป็นข้าวป่า (คันสนีย์ เนียมเปรม, 2543) ข้าวพวกโอไรซ่า ซาไต้หวัน แบ่งออกเป็น 3 พวก คือ จาโปนิกา (Japonica) อินดิกา (Indica) และจาวานิกา (Javanica) โดยยึดถือเอาลักษณะภายนอกข้างต้น เมล็ด และปริมาณของข้าวลูกผสม ระหว่างข้าวทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว (Hybrid sterility) เป็นหลัก จาโปนิกาเป็นข้าวปลูกในตอนเหนือ และตะวันออกของประเทศจีน ญี่ปุ่น เกาหลี และประเทศอื่นๆ ที่อยู่เขตอบอุ่น อินดิกา เป็นข้าวปลูกในประเทศต่างๆ ในเขตร้อน เช่น ศรีลังกา ตอนใต้และตอนกลางของจีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ ไทย ฟิลิปปินส์ เป็นต้น ส่วนจาวานิกาเป็นข้าวที่พบในประเทศอินโดนีเซียเท่านั้น (คันสนีย์ เนียมเปรม, 2543)

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

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

## 2. น้ำ

น้ำที่ใช้ในการทำขนมจีนควรปราศจากสารแขวนลอย มีความกระด้างต่ำ ถ้าเป็นน้ำบาดาล ควรสูบมาพักไว้เพื่อให้ อีออนของเหล็กตกตะกอนก่อนจึงนำไปกรองผ่านทรายแล้วผ่านเครื่องกำจัดน้ำกระด้าง ถ้าเป็นประปาไม่ควรมีคลอรีนมากเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นผิดปกติ ถ้าน้ำขุ่นจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ำ นอกจากนี้พบว่าน้ำที่ใช้ในการผลิตจะมีผลต่อสีของขนมจีน คือ น้ำที่มีฤทธิ์เป็นกรดเล็กน้อยมีค่าพีเอช 6.4 จะทำให้สีขนมจีนที่ได้มีสีปกติกขาวออกเหลือง แต่ถ้าใช้น้ำมีฤทธิ์ก่อนไปทางด่าง 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 จะทำให้เส้นขนมจีนที่อยู่ด้านล่างและ เตะ เกิดเชื้อรา บุคเร็วกว่าปกติ และการเก็บเส้นขนมจีนในบริเวณที่ไม่สะอาด มีปริมาณจุลินทรีย์และฝุ่นละอองมาก ถ้าไม่มีการป้องกันจะเก็บได้ไม่นาน	น้ำที่มีจุลินทรีย์มากจะไม่ค่อยใส ชุ่น โดยส่วนใหญ่ที่พบ จะมาจากแหล่งน้ำตื้น น้ำในต้นฤดูฝนหรือช่วงหน้าแล้ง และน้ำประปาเทศบาล น้ำประปาหมู่บ้านหรือแหล่งน้ำที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำสกปรก เช่น ใกล้เคียงน้ำเสีย ใกล้ที่ทิ้งขยะ เป็นต้น	<ol style="list-style-type: none"> <li>ติดตั้งเครื่องกรองน้ำ</li> <li>การฆ่าเชื้อด้วยใช้คลอรีน</li> <li>น้ำที่ใช้ในการนวดต้องผ่านการต้ม</li> <li>ควรใส่เกลือในอ่างที่ใช้จับเส้น และเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยๆ</li> <li>น้ำที่ใช้ในนวดหรือจับเส้นอย่าใช้น้ำที่มีปัญหา</li> <li>ภาชนะที่ใส่ต้องสะอาด ระบายน้ำได้ดี อากาศถ่ายเทไม่อับชื้น</li> </ol>
2. น้ำมีคลอรีน	เส้นขนมจีนจะค่อนข้างแข็ง ไม่นิ่ม และมีสีขุ่นไม่เหนียว	น้ำที่มีคลอรีนมาก จะเหม็นคลอรีน	เก็บน้ำใส่ภาชนะเปิดฝาทิ้งไว้กลางแจ้งอย่างน้อย 12 ชั่วโมง หรือใช้น้ำจากแหล่งอื่นเฉพาะตอนนวดและจับเส้น
3. น้ำกระด้าง	เส้นขนมจีนจะค่อนข้างแข็ง ไม่นิ่ม และมีสีขุ่นไม่เหนียว	น้ำกระด้างมีรสเฝื่อนเวลาฟอกสบูหรือใช้ผงซักฟอก จะมีฟองน้อย ปัญหาที่เกิดขึ้นจะเกิดในหม้อต้ม แหล่งที่เกิดมาจากน้ำประปา และแหล่งน้ำธรรมชาติ	ถ้าเป็นน้ำกระด้างชั่วคราว ให้แก้ไขโดยการต้ม ถ้าเป็นน้ำกระด้างถาวรต้องใช้วิธีทางเคมีเท่านั้น ส่วนน้ำกระด้างสามารถนำมาล้างเส้นได้ ส่วนน้ำที่ใช้นวดและ ropy จับเส้น ควรใช้น้ำจากแหล่งอื่น

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ปัญหาที่พบ	ลักษณะทั่วไป	การสังเกต	การแก้ไข
4. ปัญหาของน้ำที่มี สนิมของโลหะหนัก สูง	เส้นขนมจันมีสีน้ำตาล หรือสีอื่นๆ ที่ไม่ใช่สี เดียวกับแป้ง ขึ้นกับ โลหะชนิดนั้นๆ	น้ำประปาถ้ามีโลหะเหล็ก น้ำจะสีแดงขุ่นมีกลิ่นสนิม ถ้าเป็นน้ำบาดาลใต้ดินที่ เพิ่งสูบใหม่ๆ จะใส ทิ้งไว้ สักกระยะหนึ่งจะขุ่นแดง และตกตะกอน ถ้ามี สังกะสี น้ำจะมีสีแดงขุ่น และรสขม	สูบใส่อ่างทิ้งให้ตะกอน แดงตกตะกอนไว้กลาง แจ้งหรือต้องการให้เร็ว ขึ้นให้ใช้สารส้มแกว่ง ในน้ำ เพื่อการตก ตะกอนนอนก้น
5. น้ำมีค่าความเป็นด่าง สูง (ค่า pH ของน้ำที่ เหมาะสม คือ 5-7)	เส้นขนมจันไม่ใส มีสี คล้ำและไม่เหนียว เนื้อ แป้งเหลวมีสีเหลือง หรือแดง	มักพบในน้ำบาดาลและ น้ำประปา ถ้าเป็นด่างจัด จะมีรสฝาด	นำสารส้มใส่ถุงผ้า แกว่ง ในน้ำดังกล่าวปริมาณตาม ความเหมาะสม
6. น้ำมีกรดสูง (ค่า pH ต่ำกว่า 4)	เส้นขนมจันมีรสเปรี้ยว น้ำมีกรดสูง เส้นและ เร็วและเก็บไว้ไม่ได้ นาน	น้ำมีรสเปรี้ยว	ใช้น้ำปูนเคี้ยวหมาก ละลายน้ำ เทอส่วนที่ ใส ผสมพอประมาณ ตามความเหมาะสม กรดมากหรือน้อย
7. น้ำมีความเข้มข้น เกลือสูง	เส้นขนมจันมีรสเค็ม เก็บเส้นได้ไม่นาน และเร็ว	น้ำมีรสเค็ม	ใช้น้ำจากแหล่งอื่น ผสมหรือไม่ใช้น้ำล้าง เส้นอย่างเด็ดขาด
8. น้ำขุ่นมีตะกอนมาก	เส้นมีสีขุ่น คล้ำ ไม่ใส เท่าที่ควร	น้ำขุ่นมาจากน้ำแม่ น้ำ หรือบ่อน้ำตื้น	ใช้สารส้มแกว่ง เพื่อให้ ตกตะกอน ถ้ายังเปรี้ยว อยู่ให้ใช้น้ำปูนใส รวมด้วย หรือใช้น้ำจาก แหล่งอื่น

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



### 3. เกลือ

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

#### กรรมวิธีการผลิตเส้นขนมจีน

กรรมวิธีการผลิตเส้นขนมจีน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การหมักข้าว โดยนำปลายข้าวมาล้างด้วยน้ำสะอาด ให้ปราศจากฝุ่นและสิ่งเจือปน ใส่ข้าวในภาชนะสำหรับหมัก ซึ่งทำจากไม้ไผ่สาน เช่น กระบุงหรือเข่ง หมักด้วยการตั้งทิ้งไว้กลางแดดหรือในที่ร่ม ถ้าหมักกลางแดดข้าวจะเป็นสีขาว ถ้าเอาไว้ในที่ร่มจะได้ข้าวสีเหลืองอมส้ม นิยมหมักปลายข้าวเป็นเวลา 2 วันในระหว่างการหมักต้องล้างปลายข้าวทุกวัน ส่วนการผลิตระดับพื้นบ้านจะหมักปลายข้าวจนเปื่อยยุ่ยและสามารถนวดได้โดยใช้มือโดยไม่ต้อง โม่ การใช้ปลายข้าวหมัก จะทำให้เปื่อยยุ่ยง่าย เนื่องจากแป้งถูกไฮโดรไลซ์ได้สารประกอบ แดกตริน (Dextrin) และ มอลโตส (Maltose) โดยเอนไซม์อะไมเลสซึ่งอยู่ในแป้งเร่งปฏิกิริยา ข้าวที่ผ่านการหมัก 2-3 วัน จะมีลักษณะทางกายภาพและปริมาณ โปรตีนของขนมจีนที่แตกต่างกัน โดยข้าวหมักจะเปื่อยมีสีคล้ำและมีกลิ่นแรง เนื่องจากมีเชื้อ *Lactobacillus* sp. และ *Streptococcus* sp. เจริญเติบโตขึ้นมา เชื่อว่าการหมักจะทำให้เม็ดแป้งดูน้ำและแตกตัวได้ดีเมื่อสัมผัสกับความร้อน เนื่องจากโปรตีนที่อยู่รอบเม็ดแป้งสลายตัวไปร้อยละ 2-3 แต่อย่างไรก็ตามถ้าหมักนานเกินไปขนมจีนอาจไม่เหนียว เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ที่มีอยู่ในข้าว การแตกตัวจะทำให้เม็ดแป้ง อะไมโลส หลุดออกมามากด้วย นอกจากนั้นการที่โปรตีนในแป้งต่ำลงทำให้เจล หรือเส้นขนมจีนที่ได้มีความหนุ่ม ไม่กระด้างเหมือนเส้นหมี่

2. การโม่ปลายข้าวหมัก เมื่อหมักปลายข้าวครบสองวัน แล้วล้างปลายข้าวให้สะอาด นำไปบดด้วยโม่หินที่หมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือนำไปสีผ่านผ้าขาวที่ผูกไว้ที่ปากโถงขณะโม่ใส่เกลือประมาณร้อยละ 7 ของน้ำหนักข้าว ถ้าข้าวเก่าจะใช้ประมาณร้อยละ 4

3. การนอมน้ำแป้ง น้ำแป้งที่ได้จากการโม่หรือบดแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางใส่ลงในโถงปล่อยทิ้งไว้ให้แป้งตกตะกอนนาน 1-2 วัน แล้วดูค้ำส่วนบนออก 2-3 ครั้ง ขั้นตอนนี้มีผลทำให้แป้งมีสีขาวและมีกลิ่นหมักน้อยลง โดยดูค้ำทิ้งทุกวันพร้อมใส่เกลือทุกครั้งที่เปลี่ยนน้ำ ในการผลิตระดับพื้นบ้านบางรายอาจนอมน้ำแป้งได้ถึง 1 เดือน แต่จะต้องเปลี่ยนน้ำทุกวันพร้อมใส่เกลือ

4. การทบน้ำแป้ง เป็นการกำจัดน้ำส่วนเกินออกไปโดยนำแป้งที่ได้จากการนอนน้ำแป้งใส่ในถุงผ้าดิบแล้วผูกปากถุงด้วยเชือกให้แน่นทับด้วยของหนักไว้ 1 คืน แป้งที่ได้จากขั้นตอนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ 42-44

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

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

7. การกรองแป้ง เนื่องจากการนวดแป้งไม่สามารถทำให้แป้งแตกออกได้หมด บางส่วนยังมีเม็ดเล็กๆปนอยู่ จะต้องกรองแป้งผ่านผ้าขาวบางเพื่อให้แป้งที่ผ่านการกรองมีความละเอียดสม่ำเสมอได้สะดวก

8. การต้มเส้นขนมจีน การต้มเส้นขนมจีน อาจทำได้หลายวิธี ถ้าเป็นการผลิตแบบพื้นบ้านมักใช้แว่นหรือเฟือง แว่นมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว เจาะรูเล็กๆตามขนาดที่ต้องการต้มผิวหน้าของโลหะ วางแผ่นโลหะกลมตรงกลางผืนผ้าซึ่งเจาะเป็นวงกลมขนาดเดียวกับแผ่นโลหะ แล้วเย็บตรึงขอบแผ่นโลหะติดกับผ้า เมื่อใส่แป้งลงในแว่นแล้วต้องรวบปลายผ้าให้เข้ากัน ใช้อีกมือหนึ่งบีบเพื่อให้แป้งผ่านรูเล็กๆ ลงไปบนกระทะวงกลมพยายามอย่าให้เส้นขาด สำหรับเฟือนั้นเป็นภาชนะรูปทรงกระบอก ทำด้วยโลหะอาจเป็นสังกะสีหรือเหล็กปลอดสนิม เจาะรูเล็กๆ ที่ก้น มีหู 2 หู สำหรับยึดภาชนะอีกหนึ่งใบที่มีขนาดเล็กกว่า สามารถสวมเข้าไปในภาชนะใบแรกได้พอดี ในโรงงานขนาดใหญ่จะใช้เครื่องมือที่มีลักษณะคล้ายแว่นแต่ทำด้วยโลหะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4 นิ้ว ต่อตรงกับท่อและบีบและถังที่เก็บแป้งที่นวดแล้ว เมื่อเดินเครื่องบีบจะทำให้แป้งถูกอัดผ่านแว่นลงในน้ำร้อน ในขณะที่ต้มเส้นควรรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 90-95 องศาเซลเซียส เมื่อเส้นลอยขึ้นมาตักใส่น้ำเย็นแล้วใส่อ่างน้ำเพื่อทำเป็นจับต่อไป

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

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัชชานนท์ ทองมัน และวุฒิชชาติ วชิระสูตร (2548) ได้ทำการศึกษาการผลิตขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปเสริมเปลือกหอม โดยทดลองใช้เปลือกหอม 4 ระดับ คือ สูตรที่ 1 ไม่ใช้เปลือกหอม สูตรที่ 2 ใช้เปลือกหอมร้อยละ 10 ของส่วนผสม สูตรที่ 3 ใช้เปลือกหอมร้อยละ 20 ของส่วนผสมและสูตรที่ 4 ใช้เปลือกหอมร้อยละ 30 ของส่วนผสม ขนมจีนที่ได้นำมาทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า นาน 4-5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 65-75 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาคืนรูปและทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภค จากนั้นจึงหาอัตราส่วนที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Mixture Design พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตขนมจีนกึ่งสำเร็จรูปเสริมเปลือกหอม คือ แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 42 เปลือกหอมร้อยละ 13 และน้ำร้อยละ 45 และระยะเวลาที่ใช้ในการลวกเพื่อการคืนรูปของขนมจีนที่ 8 นาทีได้รับการยอมรับมากที่สุด

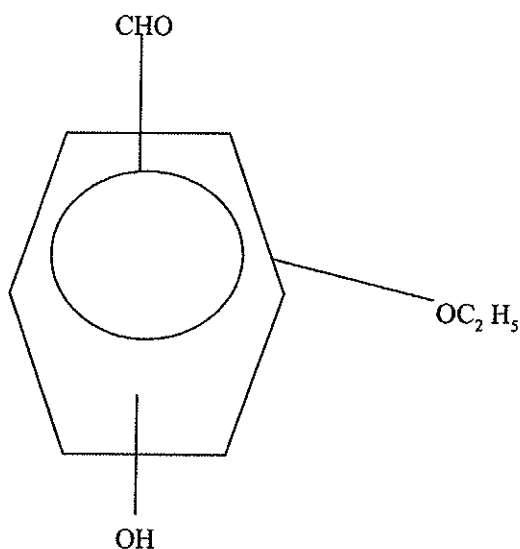
ศิวาพร ศิวเวช (2535) ได้ทำการศึกษาการผลิตขนมจีนจากข้างฟ้าง โดยใช้ข้าวฟ้างผสมกับปลายข้าว ร้อยละ 0, 25, 40 และ 50 พบว่าสามารถใช้ข้าวฟ้างในการผลิตขนมจีนได้สูงถึงร้อยละ 40 โดยผู้บริโภคยังยอมรับและศึกษาการปรับปรุงคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมจีนข้าวฟ้างโดยใช้กัวร์กัม (Guar gum) ในปริมาณร้อยละ 0, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 พบว่าการใช้ กัวร์กัม (Guar gum) ร้อยละ 0.1 จะเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดและระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่งให้ก้อนแป้งสุกประมาณร้อยละ 30 จะเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดที่จะทำให้เส้นขนมจีนมีลักษณะเนื้อสัมผัสดีที่สุดในอกจากนี้จากการทดลองยังพบว่าคุณค่าทางโภชนาการของขนมจีนข้าวฟ้างดีกว่าขนมจีนธรรมดา

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 โดยน้ำหนัก มีลักษณะคุณภาพและเนื้อสัมผัสของเส้นดีที่สุด เส้นขนมจีนไม่เกาะติดกัน เนื้อสัมผัสไม่ยุ่ย และลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมจีนที่ใช้แป้งมันสำปะหลังผสมกับแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 15 โดยน้ำหนัก เมื่อเก็บค้างคืนเส้นจะแฉะ ส่วนเส้นขนมจีนใช้แป้งมันสำปะหลังผสมกับแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก เมื่อเก็บค้างคืนเส้นไม่แฉะ แต่เส้นจะมีการเกาะติดกันอยู่บ้าง

ศิริพร จันทนา (2529) ศึกษาถึงผลของการหมักข้าวที่มีต่อปริมาณ โปรตีนในขนมจีน โดยทำการหมักข้าวเจ้าพันธุ์ขาว-500 ในอุณหภูมิห้อง ซึ่งมีระยะเวลาการหมัก 1, 2 และ 3 วัน ตามลำดับ และได้วิเคราะห์โปรตีนของข้าวก่อนการหมัก แป้งทับน้ำ และเส้นขนมจีน จากการศึกษาพบว่า ขนมจีนแป้งหมัก 1, 2 และ 3 วัน มีโปรตีนในระยะต่างๆดังกล่าวลดลงตามลำดับ สำหรับโปรตีนในเส้นขนมจีน แป้งหมัก 1, 2 และ 3 วัน มีโปรตีนร้อยละ 5.66, 5.11 และ 3.82 ตามลำดับ (น้ำหนักแห้ง) และลักษณะสัมผัสของขนมจีนแป้งหมัก 2 และ 3 วัน มีความเหนียว แต่มุ่ม 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 ชอบขึ้นในที่ชื้นแฉะใกล้น้ำ 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 (Linalyl acetate) เบนซิลอะซิเตท (Benzyl acetate) ไลนาลูอล (Linalool) และเจรานีอล (Geraniol) แต่เมื่อนำใบเตยมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์จะได้สารหอม คูมาริน (Coumarin) และ เอทิลวานิลลิน (Ethyl vanillin) (ภาพที่ 1) และ สารสีเขียวในใบเตยเป็นสารจำพวกคลอโรฟิลล์ (วันดี กฤษณพันธ์, 2538)



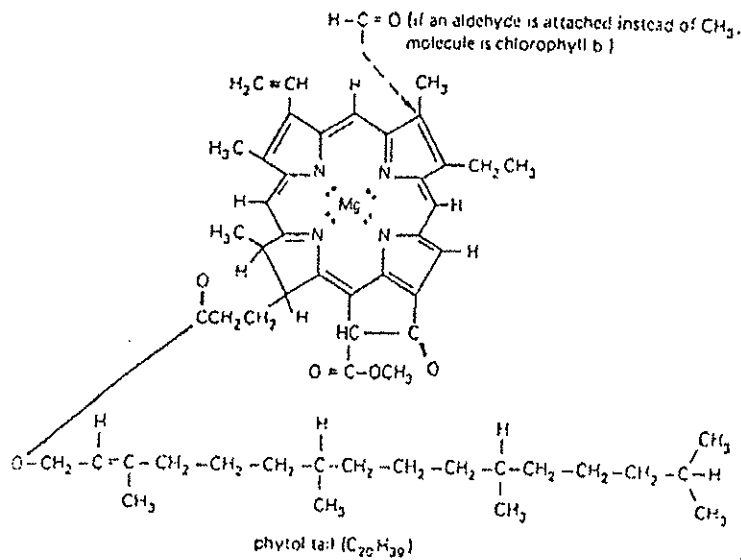
ภาพที่ 1 โครงสร้างเอทิลวานิลลิน  
ที่มา : (วันดี กฤษณพันธ์, 2538, หน้า 16)

### คลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นสีที่มีอยู่ในพืชสีเขียวทุกชนิด ผลไม้บางชนิดจะมีสารนี้อยู่ด้วย คลอโรฟิลล์เป็นกลุ่มสีธรรมชาติที่มีรงควัตถุที่พบในพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของใบ จะเป็นสีที่ไม่คงตัวต่อแสง อุณหภูมิ และระยะเวลา เป็นปัจจัยที่สำคัญที่เป็นสาเหตุให้สีคลอโรฟิลล์มีการเปลี่ยนแปลงได้ มีการพยายามใช้วิธีเปลี่ยนคลอโรฟิลล์ให้อยู่ในรูปคลอโรฟิลล์ไลด์ (Chlorophyllide) แต่ปรากฏว่ายังไม่ค่อยได้ผลนัก นอกจากนี้ยังได้มีการใช้สารประกอบแคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรือ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ เพื่อลดการเกิดฟิโอฟิติน (Pheophytin) แต่พบว่าถ้าหากใช้สารที่กล่าวมามากเกินไปจะทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เสียไป และได้มีการทดลองใช้วิธีอื่นๆ อีกหลายวิธีส่วนใหญ่ มักจะได้ผลระยะแรก พอเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ระยะหนึ่งพบว่าสีจะเปลี่ยนแปลงไปอีก คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่มีความสำคัญในพืชชั้นสูง พบในทุกส่วนของพืชที่มีสีเขียวเช่น ใบ ก้าน และในผลไม้ดิบ โดยใบจะเป็นส่วนที่มีคลอโรฟิลล์มากกว่าส่วนอื่น (รัชณี ดัฒนะพานิชกุล, 2537) คลอโรฟิลล์มีความสำคัญในการสังเคราะห์แสงโดยมีหน้าที่ในการดูดแสงและการกระตุ้นปฏิกิริยาในกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากคลอโรฟิลล์แล้วในพืชยังมีรงควัตถุชนิดอื่นๆ ได้แก่ แคโรทีนอยด์ ไฟโคบิลิน (Phycobilin) ไฟโคอีริทริน (Phycocerythrin) ซึ่งทำหน้าที่รับแสง และส่งพลังงานกระตุ้นให้แก่ โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ที่อยู่ถัดไปในกระบวนการสังเคราะห์แสง (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2537)

### คุณสมบัติทั่วไปของคลอโรฟิลล์

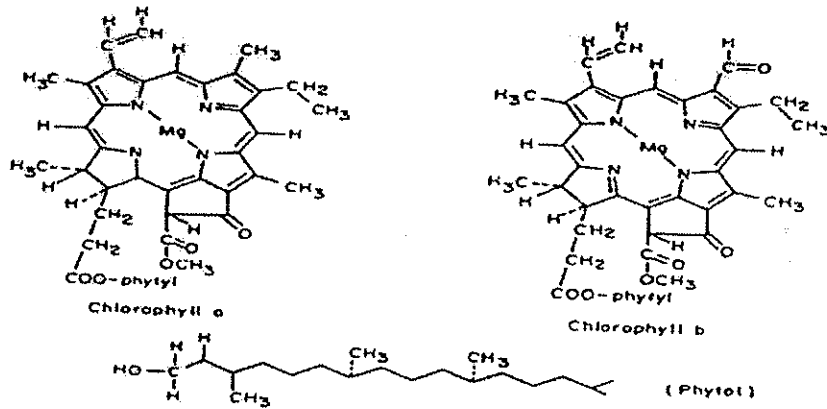
คลอโรฟิลล์จัดอยู่ในกลุ่มเม็ดสีที่ละลายในน้ำมันและไขมัน ไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน ทูโลอิน และแอลกอฮอล์ แต่อาจละลายได้บ้างในน้ำเมื่อกลุ่มไฟทอลถูกแยกออกจากโครงสร้าง (สินธนา สุคันธา, 2535) คลอโรฟิลล์มีสูตรโครงสร้าง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์

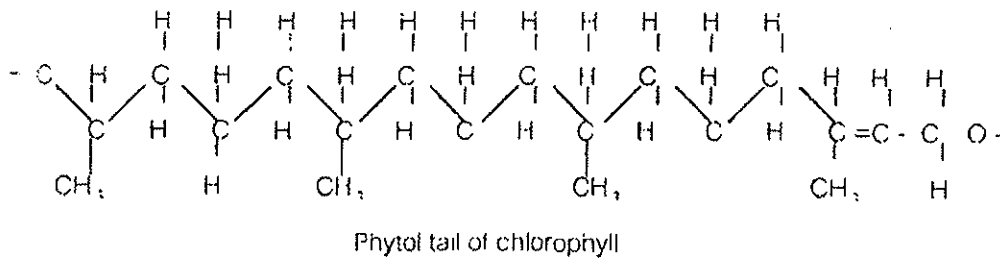
ที่มา: (Salisbury & Ross, 1985, หน้า 7)

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



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

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่สำคัญซึ่งอยู่ใน 5 คลอโรพาส ของเซลล์พืชที่มีสีเขียว รงควัตถุนี้มีบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญในการดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช โมเลกุลของคลอโรฟิลล์ประกอบด้วยส่วนที่มีอะตอมของแมกนีเซียมล้อมรอบด้วยวงแหวนของคาร์บอนและไนโตรเจน และส่วนหางที่เป็นโซ่ยาวของไฮโดรคาร์บอน เรียกว่า ไฟทอล ดังภาพที่ 3

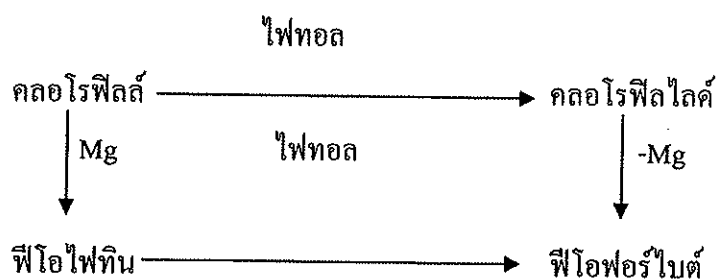


ภาพที่ 4 โครงสร้างของไฟทอล  
ที่มา : (รัชณี ตัณฑะพานิชกุล, 2537, หน้า 8)

คลอโรฟิลล์มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยส่วนที่ชอบน้ำ ที่ทำหน้าที่ดูดพลังงาน ส่วนที่มีโครงสร้างเป็นไฮโดรคาร์บอนวงแหวน 4 วง โดยมีแมกนีเซียมไอออน (Mg) เป็นศูนย์กลาง และมีส่วนหางที่เป็นไฮโดรคาร์บอนช่วยยึดรงควัตถุกับระบบแสง (รัชณี ตัณฑะพานิชกุล, 2537)

### คุณสมบัติทางเคมีของคลอโรฟิลล์

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์ อาจจะได้หลายทาง แต่ในขบวนการประกอบอาหาร การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด คือ ฟิโอฟิตินในเซชัน ซึ่งเป็นกระบวนการที่แมกนีเซียมในคลอโรฟิลล์ถูกแทนที่ด้วยไฮโดรเจน และทำให้เกิดสีน้ำตาลของฟิโอฟิติน นอกจากนี้ยังมีการแตกออกของไซโฟทอลซึ่งเกิดคลอโรฟิลล์ไลด์ คลอโรฟิลล์ไลด์มีสีเขียวเช่นเดียวกับคลอโรฟิลล์แต่ละลายน้ำได้ดีกว่าคลอโรฟิลล์ ถ้าแมกนีเซียมในคลอโรฟิลล์ถูกแทนที่ด้วย ไฮโดรเจน จะได้ฟิโอฟอร์ซึ่งมีสีเดียวกับฟิโอฟิติน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์

ที่มา: (รัชณี ตัณฑะพานิชกุล, 2537, หน้า 11)

### กลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์

กลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ มีดังนี้

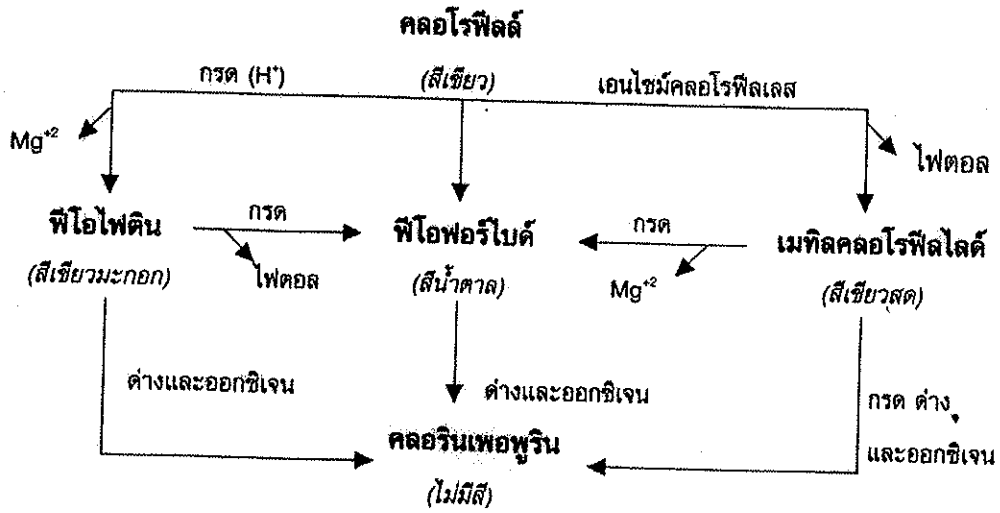
คลอโรฟิลล์ยังอาจเปลี่ยนเป็นคลอโรฟิลล์ไลด์ (chlorophyllide) ได้โดยอาศัยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส เกิดการสูญเสียหมู่ไฟตอลออกไปจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ทำให้คลอโรฟิลล์ไลด์ละลายในน้ำได้ดีกว่าคลอโรฟิลล์ (นิธิยา รัตนานนท์, 2549)

- สภาพที่เป็นกรด ทำให้อะตอมของแมกนีเซียมหลุดออกไปจากส่วนหัวของ โมเลกุลได้สารฟิโอฟิติน ซึ่งยังมีสีเขียวอยู่

- การทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส คลอโรฟิลล์จะแยกส่วนหัวและหางของ โมเลกุล ออกจากกัน แต่ผลที่ได้ยังคงมีสีเขียวอยู่

- พันธะคู่ในวงแหวนพอร์ไฟรินถูกทำลายลง ซึ่งเกิดขึ้น โดยการออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจน สีเขียวของคลอโรฟิลล์จะหมดไป กลไกการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ สามารถสรุปได้ ดังภาพที่ 5





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

**การใช้ประโยชน์และสรรพคุณของใบเตย**

ใบเตยสด มีน้ำมันหอมระเหย รสหวาน กลิ่นหอม และมีสีเขียว นิยมใช้แต่งสีอาหาร ขนมหวาน เป็นสารคลอโรฟิลล์ช่วยลดอาการกระหายน้ำ บำรุงหัวใจ และช่วยทำให้สดชื่น อีกทั้งมีเกลือแร่ แคลเซียม และฟอสฟอรัส (ใบเตย : คุณค่าทางอาหารและสรรพคุณ, 2552) สมุนไพรเตยหอม นั้น คนไทยคุ้นเคยกันมานาน เนื่องจากอดีตนิยมนำ เตยหอมมาประกอบอาหาร และขนมหวาน เช่น ใ้ก่อบห่อใบเตย 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
- ชามผสมแอสแตนเลส
- เครื่องผสมอาหารตรา Pop Thailand รุ่น Variable Gear Mixer TS201
- กระบอกลมกวดเส้น 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. การผลิตขนมจีนเสริมไบโอดีดัดแปลงจาก สิริพร จันทนา (2529) และ ศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำไบโอดีที่เหมาะสมต่อการผลิตขนมจีนเสริมไบโอดี มีขั้นตอนดังนี้

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

- การหมัก ใช้ผ้าขาวบางชุบน้ำพอกหมักคลุมข้าว ระหว่างการหมักจะใช้น้ำปริมาณ 200 มิลลิลิตร พรมข้าวในตอนเช้าและเย็น ทุกครั้งที่พรมน้ำจะต้องนำผ้าขาวบางชุบน้ำพอกหมักคลุมข้าว ซึ่งจะปฏิบัติเช่นนี้จนถึงระยะหมัก 2 วัน

- การล้างข้าวภายหลังการหมัก ข้าวที่ผ่านการหมักแล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง ครั้งละ 2,000 มิลลิลิตร ใช้มือบีบข้าวที่จับกันเป็นก้อนให้แยกจากกัน โดยไม่ต้องขยี้หรือดูข้าว เทข้าวพร้อมกันกับน้ำที่ล้างในตระกร้าพลาสติกที่มีรูโปร่ง เมื่อล้างครบ 2 ครั้ง แล้วปล่อยให้ข้าวสะเด็ดน้ำสักครู่

- การโม่ ตักข้าวที่ล้างแล้วลงในช่องตัวโม่ โม่แป้งใช้น้ำไบโอดีในการโม่ 1,000 มิลลิลิตร ใส่เกลือในน้ำแป้งปริมาณร้อยละ 7 ของน้ำหนักข้าวสาร (การเตรียมน้ำไบโอดีโดยนำไบโอดีมาล้างให้สะอาดแล้วหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปปั่นในเครื่องปั่น โดยเติมน้ำในอัตราส่วน น้ำต่อไบโอดีเป็น 1:1, 1:0.8, 1:0.6, และ 1:0.4 คั้นน้ำไบโอดี กรองด้วยผ้าขาวบาง ใต้น้ำไบโอดีที่มีความเข้มข้น 4 อัตราส่วน เพื่อใช้ในการผลิตขนมจีน) จากนั้นนอนน้ำแป้ง

- การนอนน้ำแป้ง เป็นวิธีการทำให้แป้งตกตะกอน โดยทิ้งให้แป้งตกตะกอนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

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

- การตม้มน้ำแป้ง ปั่นแป้งที่ทับแล้วเป็นก้อนกลมหนัก 200 กรัม นำแป้งไปตม้มน้ำร้อน ใช้น้ำในการตม้มน้ำ 3,000 มิลลิลิตร อุณหภูมิของน้ำระหว่าง 97 – 98 องศาเซลเซียส ตม้มน้ำเป็นเวลา 3 นาที แป้งสุกสีประมาณ 0.30 เซนติเมตร

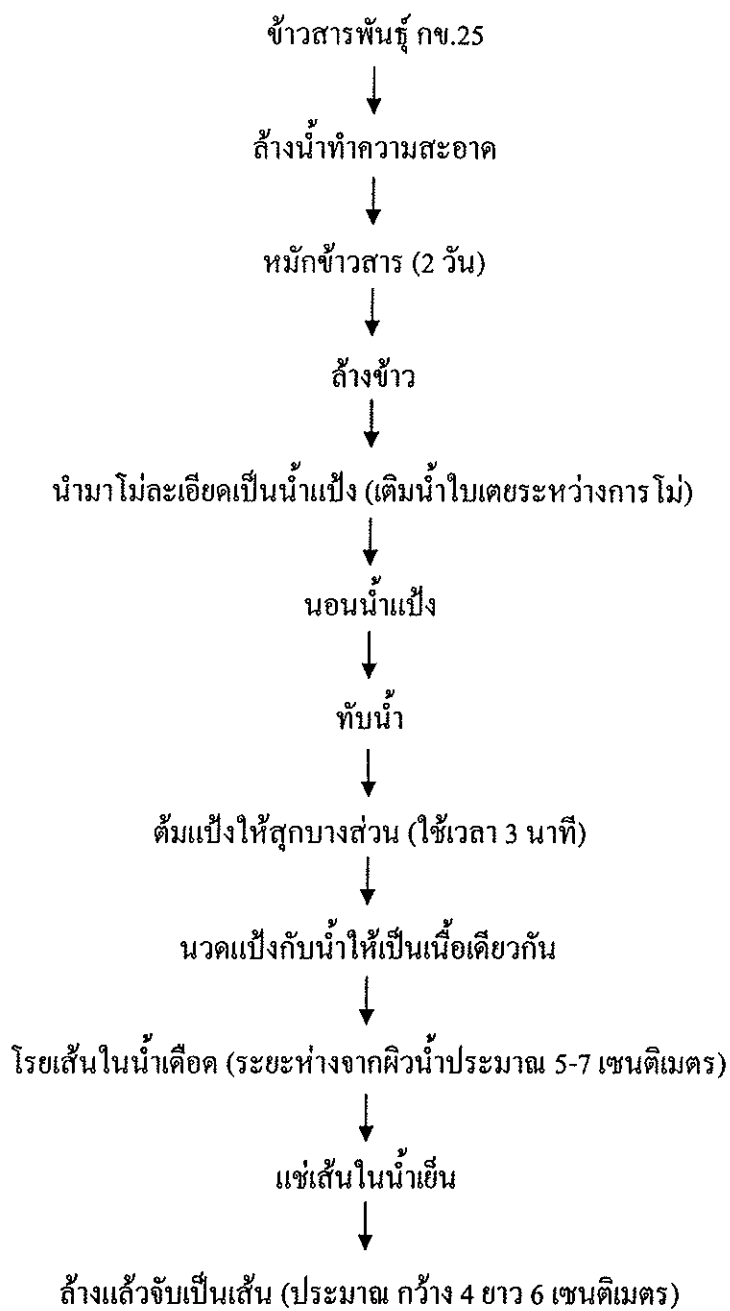
- การนวดแป้ง แป้งที่ตม้มน้ำแล้วทิ้งไว้สักครู่จึงนำไปนวดด้วยเครื่องผสมอาหาร ใช้ความเร็วเครื่องเบอร์ 2 และนวดแป้งเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยหยุดเครื่องเมื่อนวดครบ 30 นาที เมื่อเริ่มนวดครั้งที่ 2 ค่อยๆ ใต้น้ำร้อนอุณหภูมิระหว่าง 60 – 65 องศาเซลเซียส ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นวดจนครบ 30 นาที จากนั้น นำแป้งที่ผ่านการนวดแล้ว นำไปตม้มน้ำต่อไป

- การตม้มน้ำขนมจีน ใต้น้ำลงในก้นรังถึง ต่ำจากขอบล่างประมาณ 3 นิ้ว ตม้มน้ำเดือด 2-3 นาที แล้วจึงลดอุณหภูมิให้คงที่ที่ 97-98 องศาเซลเซียส ตักแป้งใส่ที่บิบบแล้วบิบบเส้นขนมจีนลงในน้ำร้อน

ด้วยแรงดันสม่ำเสมอ ระดับความสูงคงที่ เคลื่อนมือเป็นวงกลมรอบภาชนะ ขนมหินจะเป็นเส้นยาว ขนมหินที่สุกแล้วจะลอยขึ้นสู่ผิวน้ำ ทิ้งไว้สักครู่จึงใช้กระชอนตักขนมหินใส่ในน้ำเย็น (อุณหภูมิต่ำ) เพื่อทำเป็นจับ

- การทำเป็นจับ ใช้มือขวาหยิบเส้นขนมหินประมาณ 7-8 เส้น พาดบนมือซ้าย แล้วพันเส้นขนมหินที่จัดเรียงกันวนหัวแม่มือของมือซ้าย จนได้ขนาดจับตามที่ต้องการ ใช้นิ้วเค็ดเส้นขนมหินให้ขาดออกจากกัน ทำเป็นจับทิ้งไว้ในอุณหภูมิต่ำ 1 ชั่วโมง ขั้นตอนการผลิตขนมหินดังภาพที่ 1

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



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตขนมจีนใบเตย

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

## 2. การศึกษาอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการต้มเส้นขนมจีนเสริมไบโตน

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

## 3. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมไบโตนที่พัฒนาแล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

### 3.1 คุณภาพทางเคมี

นำผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมไบโตนมาวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลกติก ความเป็น กรด – ค่า (โดย pH-meter) วัดค่า Water activity ( $a_w$ ) ปริมาณความชื้น, ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน, ปริมาณถั่ว และ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีของ (A.O.A.C.1999)

### 3.2 คุณภาพทางกายภาพ

นำผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมไบโตนมาวิเคราะห์ค่าสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี ( Colour Flex) ตรา Aqualab รุ่น S 36090

### 3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

นำผลิตภัณฑ์ขนมจีนเสริมไบโตนมาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Viable Count) สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) และเอสเชอริเชีย คอลิ (*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) บนแกนสีเขียว (-) กับสีแดง (+) และค่า  $b^*$  แสดงค่าสีบนแกนสีเขียว (-) 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 (รัชณี คัมภะพานิชกุล, 2549) โดยเส้นขนมจีนที่มีการเติมน้ำใบเตย ที่ใช้อัตราส่วนของน้ำต่อใบเตยที่ระดับ 1:0.4 พบว่ามีค่าสี  $L^*$ ,  $a^*$  และ  $b^*$  คือ 57.53, -0.16 และ 26.76 ตามลำดับ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำใบเตยมากขึ้นโดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อใบเตยเป็น 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 (คันสนีย์ เนียมเปรม, 2543) ส่วน %Titratable acidity ของกรดแลกติกของเส้นขนมจีนที่มีการเติมน้ำใบเตยที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วงร้อยละ 0.83-0.89 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงเดียวกับ

งานวิจัยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์และคุณสมบัติของแบคทีเรียกรดแลกติกเพื่อใช้เป็น  
 ก้าวเชื้อ

ขนมจีนแป้งหมัก ซึ่งมีปริมาณกรดแลกติกที่ร้อยละ 0.7-1.5 (สุพรรณิการ์ ศรีบัวทอง, สุธาสาย  
 ตรีวานิช, วรณีย์ จิรภาคย์กุล และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547) ในการผลิตขนมจีน เชื้อแบคทีเรียที่สร้าง  
 กรดแลกติกหลายชนิด เช่น *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*  
 และ *Streptococcus* มีบทบาทสำคัญในการหมักจนก่อให้เกิดสารเมแทบอลิซึม เช่น ทำการย่อยน้ำตาล  
 จนกลายเป็นกรดแลกติก ส่งผลให้ขนมจีนมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ลดลง ซึ่งอาจเป็นตัวการทำให้  
 ขนมจีนมีลักษณะ กลิ่นรสเฉพาะตัว รวมทั้งมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และแบคทีเรียโอซิน ที่มี  
 คุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ (สุพรรณิการ์ ศรีบัวทอง, สุธาสาย  
 ตรีวานิช, วรณีย์ จิรภาคย์กุล และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547; นวรัตน์ สุพิชญางกูร, วรณีย์ จิรภาคย์กุล  
 และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2547)

ตารางที่ 4.1 ผลของความเข้มข้นของน้ำใบเตยต่อค่าสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดแลกติก  
 ของขนมเสริมเงินใบเตย

ความเข้มข้น ของน้ำใบเตย (น้ำ:ใบเตย)	ค่าสี L*	ค่าสี		ค่าความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละ)
		a*	b*		
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 ผลของอัตราส่วนความเข้มข้นของน้ำใบเตยต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมจีน เสริมใบเตย

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 เมื่อนำมาเติมในการผลิตเส้นขนมจีนจึงทำให้มีสารคลอโรฟิลล์เพิ่มมากขึ้น ในผลิตภัณฑ์นั่นเอง (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

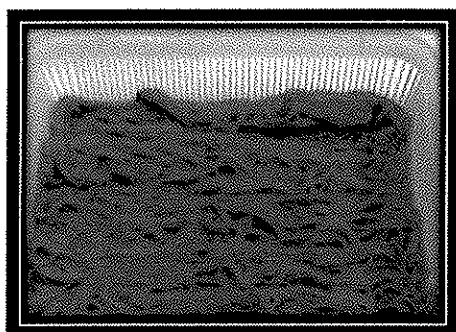
ด้านกลิ่น พบว่า ความเข้มข้นของน้ำใบเตยมีผลต่อกลิ่นใบเตยในเส้นขนมจีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กล่าวคือ เมื่อความเข้มข้นของน้ำใบเตยสูงขึ้น ทำให้เส้นขนมจีนมีกลิ่นใบเตยเพิ่มสูงขึ้น โดยเส้นขนมจีนที่มีการใช้น้ำใบเตย ที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อใบเตยที่ระดับ 1:0.4 พบว่าเส้นขนมจีนที่ผลิตได้มีกลิ่นใบเตยเพียงเล็กน้อย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

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

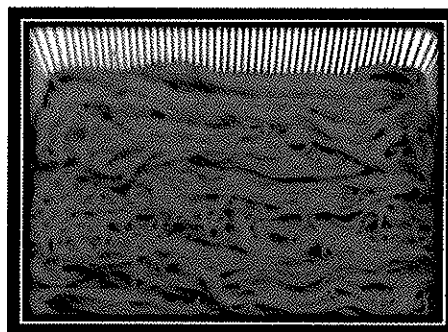
ตารางที่ 4.2 ผลของความเข้มข้นของน้ำไบเตยที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นขนมจีน  
เสริมไบเตยคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ความเข้มข้นของน้ำไบเตย (อัตราส่วนน้ำต่อไบเตย)	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	ความชอบรวม
1:0.4	6.10 <sup>bc</sup>	5.97 <sup>bc</sup>	5.30 <sup>c</sup>	6.08 <sup>bc</sup>
1:0.6	7.58 <sup>a</sup>	8.03 <sup>a</sup>	6.88 <sup>a</sup>	7.98 <sup>a</sup>
1:0.8	6.38 <sup>bc</sup>	6.35 <sup>bc</sup>	6.18 <sup>bc</sup>	6.68 <sup>b</sup>
1:1	6.23 <sup>bc</sup>	5.43 <sup>c</sup>	5.55 <sup>bc</sup>	6.13 <sup>bc</sup>

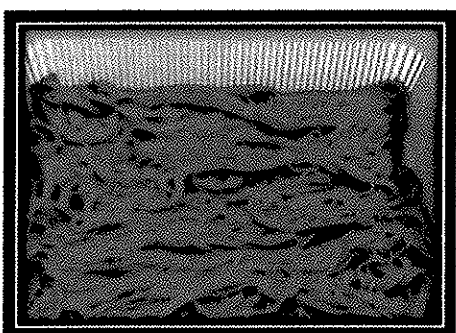
หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



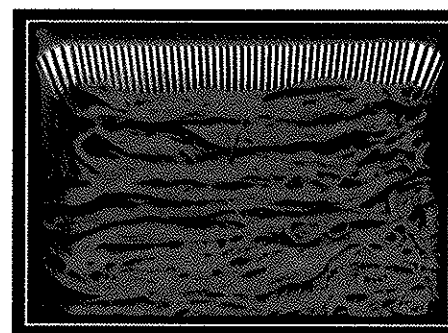
1 : 0.4



1 : 0.6



1 : 0.8



1 : 1

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