การทดแทนแป้งบางส่วนด้วยเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารเส้น

นางสาว ณัฐญา โกมลมณี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-393-7

ลิขสิทธิ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 19206133

# SUPPLEMENTARY USE OF DIETARY FIBER IN NOODLE PRODUCTS

Miss Nutaya Gomolmanee

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology

Departmeant of Food Technology
Graduate School
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-332-393-7

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การทดแทนแป้งบางส่วนด้วยเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารเส้น |
| โดย | นางสาว ณัฐญา โกมลมณี |
| ภาควิชา | เทคโนโลยีทางอาหาร |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา สุภิมารส |

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณา สุภิมารส)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยธัญ)

..... กรรมการ
(นางสาว พรดี ชนะนิธิธรรม)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ณัฐญา โกมลมณี : การทดแทนแป้งบางส่วนด้วยเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารเส้น (SUPPLEMENTARY USE OF DIETARY FIBER IN NOODLE PRODUCTS). อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.สุวรรณา สุภิมารส, 130 หน้า. ISBN 974-332-393-7

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารเส้นจากแป้งชนิดต่างๆ ได้แก่ เส้นบะหมี่ เส้นก๋วยเตี๋ยว และ เส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ โดยการทดแทนส่วนของแป้งด้วย microcrystalline cellulose (MCC) และ resistant starch (RS) ในการหาสูตรเบื้องต้นเพื่อผลิตเส้นบะหมี่เป็นการหาสัดส่วนของแป้งผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน โดยแปรปริมาณแป้งสาลีเอนกประสงค์เป็น 25-100% พบว่าเมื่อใช้แป้งสาลีเอนกประสงค์ 75% จะได้เส้นบะหมี่ที่ได้รับการยอมรับด้านประสาทสัมผัสสูงที่สุดและเมื่อศึกษาปริมาณ NaCl และ $Na_2CO_3$ที่เหมาะสมในการผลิตเส้นบะหมี่ พบว่าการใช้ NaCl 1.5% และ $Na_2CO_3$ 1% จะให้เส้นบะหมี่ที่ได้คะแนนความชอบรวมสูงที่สุด เมื่อทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย MCC 2.5-7.5% หรือ RS 5-15% พบว่าสามารถทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย MCC ได้ 7.5% และสามารถทดแทนด้วย RS ได้ 15% โดยใช้ร่วมกับ xanthan gum 0.5% ของน้ำหนักแป้ง และการทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าที่ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวด้วย MCC และ RS พบว่าในขั้นตอนการหาความเข้มข้นของน้ำแป้งที่เหมาะสมโดยแปรความเข้มข้นน้ำแป้งเป็น 30-37.5% นั้น เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากน้ำแป้ง 32.5% มีคะแนนความนุ่ม ความเหนียวและความชอบรวมสูงที่สุด และเมื่อทดแทนส่วนของแป้งด้วย MCC 5-15% หรือ RS 10-20% ตามลำดับ พบว่าสามารถทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย MCC ได้ 10% และสามารถทดแทนด้วย resistant starch ได้15% สำหรับการทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวที่ผลิตเส้นเซี่ยงไฮ้ด้วย MCC และ RS พบว่าในการหาความเข้มข้นของน้ำแป้งถั่วเขียวที่เหมาะสมโดยแปรความเข้มข้นน้ำแป้งเป็น 25-30% นั้น เส้นเซี่ยงไฮ้ที่ผลิตจากน้ำแป้ง 25% มีคะแนนความนุ่ม และความชอบรวมสูงที่สุด และเมื่อทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย MCC 5-15% และ RS 10-20% ตามลำดับ พบว่า สามารถทดแทนส่วนของแป้งด้วย MCC ได้ 10% และสามารถทดแทนด้วย RS ได้ 20% และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนส่วนของแป้งทั้ง 3 ชนิดพบว่า เส้นบะหมี่มีเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นเป็น 11.42% และ 8.29% เส้นก๋วยเตี๋ยวมีเพิ่มขึ้นเป็น 18.41% และ 10.84% และเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้มีเพิ่มขึ้นเป็น 19.19% และ 15.04% จากเดิมที่มี 3.57%, 2.54% และ 3.67% โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต ณัฐญา โกมลมณี

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

## C827456 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY
KEY WORD: HIGH FIBER NOODLES / CELLULOSE SUBSTITUTED NOODLES / RESISTANT STARCH SUBSTITUTED NOODLES
NUTAYA GOMOLMANEE : SUPPLEMENTARY USE OF DIETARY FIBER IN NOODLE PRODUCTS.
THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SUWANNA SUBHIMAROS, Dr. Ing. 130 pp. ISBN 974-332-393-7.

The objective of this research was to increase dietary fiber in noodle products such as alkali noodle, rice noodle and mungbean starch noodle. Firstly, formulation of alkali noodle were studied. Proportions of all purpose flour and soft flour were studied from 25-100% and quantities of NaCl and $Na_2CO_3$ were varied from 1-2% and 0.5-1.5%. The mixed wheat flour were then substituted by 2.5-7.5% microcrystalline cellulose(MCC) or 5-15%resistant starch (RS) respectively. The results showed that alkali noodle with 75% all purpose flour, 1.5% NaCl and 1% $Na_2CO_3$ gave the best sensory quality and $Na_2CO_3$ were varied from 1-2% and 0.5-1.5%. The mixed wheat flour were then substituted by 2.5-7.5% microcrystalline cellulose(MCC) or 5-15%resistant starch (RS) respectively. The results showed that alkali noodle with 75% all purpose flour, 1.5% NaCl and 1% $Na_2CO_3$ gave the best sensory quality and noodle contained 7.5% MCC or 15% RS with 0.5% xanthan gum(of weight flour) was accepted by sensory test with no significantly difference ($p>0.05$) from 100% all purpose flour noodle. In rice noodle formulation,varying the concentration of rice flour and water slurry from 30-37.5% were studied and then, with the substitution of 5-15% MCC or 10-20% RS respectively to the rice flour. It was found that rice noodle with10% MCC and 15% RS were accepted. In mungbean starch noodle formulation, varying the concentration of mungbean starch and water slurry from 25-30% were studied, then substituted of 5-15% MCC or 10-20% RS respectively to the mungbean starch were carried out. The result showed that mungbean starch noodle with10% MCC and 20% RS were accepted by sensory test with no significantly difference ($p>0.05$) from 100% mungbean starch noodle. Proximate analysis of the noodles supplemented with MCC and RS showed that total dietary fiber (TDF) of alkali noodle were 11.42% and 8.29%, rice noodle were 18.41% and 10.84% and mungbean starch noodle were 19.19% and 15.04% when TDF of alkali noodle, rice noodle and mungbean starch noodle were 3.57%, 2.54% and 3.67% of dry weight respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต นุชญา โกมลมณี

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณา สุภิมารส อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจแก้วิทยานิพนธ์ รวมทั้งยังอบรมและให้ข้อคิดเห็น เพื่อให้ข้าพเจ้ารู้จักการทำงานอย่างมีระเบียบแบบแผน มีความละเอียดรอบคอบ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการทำงานในอนาคต

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล และ รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยธัญ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ คุณพรดี ชนะนิธิธรรม ที่กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์แก่งานวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณนิติยาภรณ์ ล้อมแสงดาว บริษัท รามาโปรดักชั่น จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ microcrystalline cellulose Mr. Chris Barton บริษัท เนชันแนลสตาร์ช จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ resistant starch และคุณพิเชษฐ์ หาญวิญญานันท์ บริษัท System Bio-Industries (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์สาร xanthan gum เพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ และขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนบางส่วนแก่งานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คุณกมล พันพรสิน กรรมการผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายแป้ง บริษัทแหลมทองสหการ ที่อนุญาตให้ใช้เครื่อง Farinogram และ Extensigram และขอขอบคุณ คุณเกษราภรณ์ บุญญานพคุณ หัวหน้าห้องปฏิบัติการ ฝ่ายโรงงานแป้ง และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้ความสะดวกในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่ให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และพี่ชาย ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงิน ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยเสมอมา

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| กิตติกรรมประกาศ | ฉ |
| สารบัญ | ช |
| สารบัญตาราง | ฌ |
| สารบัญรูป | ฑ |
| บทที่ | |
| 1. บทนำ | 1 |
| 2. วารสารปริทัศน์ | 2 |
| 3. การทดลอง | 20 |
| 4. ผลการทดลอง | 29 |
| 5. วิจารณ์ผลการทดลอง | 81 |
| 6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 97 |
| รายการอ้างอิง | 100 |
| ภาคผนวก ก | 104 |
| ภาคผนวก ข | 113 |
| ภาคผนวก ค | 116 |
| ภาคผนวก ง | 125 |
| ภาคผนวก จ | 129 |
| ประวัติผู้วิจัย | 130 |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | การจำแนกประเภทของข้าวตามปริมาณอะมิโลส ..... | 4 |
| 2.2 | ลักษณะของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากข้าวพันธุ์ต่างๆหลังนึ่งสุก ..... | 12 |
| 3.1 | สูตรการทำบะหมี่ ..... | 22 |
| 4.1.1 | สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน ..... | 29 |
| 4.1.2 | สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวเจ้า ..... | 30 |
| 4.1.3 | สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งถั่วเขียว ..... | 31 |
| 4.1.4 | สมบัติทางเคมีและกายภาพของเส้นใยอาหาร ..... | 31 |
| 4.2.1 | สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีผสม ..... | 33 |
| 4.2.2 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณโปรตีน และสีของแป้งสาลีผสม ..... | 33 |
| 4.2.3 | การเกิดโดของแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน ..... | 34 |
| 4.2.4 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า water absorption, development time, stability, resistant และ elasticity ของโดแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน ..... | 34 |
| 4.2.5 | สีของเส้นบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน ..... | 35 |
| 4.2.6 | การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี ( L, a, b ) ของเส้นบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลี ผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน ..... | 36 |
| 4.2.7 | เนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน ..... | 36 |
| 4.2.8 | การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่า tension, extension และ hardness ของเส้นบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน ..... | 37 |

ตารางที่(ต่อ) หน้า


4.2.9 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน ..... 37

4.2.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของเส้นบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลีผสมระหว่างแป้งสาลีเอนกประสงค์และแป้งสาลีชนิดอ่อน ..... 38

4.2.11 สีของเส้นบะหมี่ที่แปรปริมาณเกลือ และโซเดียมคาร์บอเนต ..... 39

4.2.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นบะหมี่ที่แปรปริมาณเกลือ และโซเดียมคาร์บอเนต ..... 39

4.2.13 เนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต ..... 40

4.2.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้น บะหมี่ที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต ..... 40

4.2.15 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นบะหมี่ที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต ..... 41

4.2.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นบะหมี่ที่แปรปริมาณเกลือและโซเดียมคาร์บอเนต ..... 42

4.2.17 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีผสม microcrystalline cellulose... 43

4.2.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystaline cellulose ..... 43

4.2.19 การเกิดโดของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose ..... 44

4.2.20 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่า water absorption, development time, resistance และ elasticity ของโดที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย micro-crystaline cellulose ..... 44

4.2.21 สีของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose 45

4.2.22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose ..... 46

ตารางที่(ต่อ) หน้า


4.2.23 เนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose ..... 47

4.2.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose ..... 47

4.2.25 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose ..... 48

4.2.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose ..... 48

4.2.27 สมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีผสม resistant starch ..... 49

4.2.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ..... 49

4.2.29 การเกิดโดของแป้งที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ..... 50

4.2.30 การวิเคราะห์ความแตกต่างค่า water absorption, development time, ressitance และ elasticity ของโดที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ..... 51

4.2.31 สีของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ..... 52

4.2.32 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ..... 52

4.2.33 เนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งด้วย resistant starch ..... 53

4.2.34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ..... 53

4.2.35 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ..... 54

4.2.36 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ..... 55

4.3.1 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากน้ำแป้งความเข้มข้นต่างๆ ..... 56

4.3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๋วยเตี๋ยว ..... 56

4.3.3 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากน้ำแป้งความเข้มข้นต่างๆ ..... 56

ตารางที่(ต่อ) หน้า


4.3.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยว ..... 57

4.3.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากน้ำแป้งความเข้มข้นต่างๆ ..... 58

4.3.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส ..... 58

4.3.7 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose ..... 59

4.3.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose ..... 60

4.3.9 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose ..... 60

4.3.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose 61

4.3.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose ..... 61

4.3.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose ..... 62

4.3.13 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ..... 63

4.3.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ..... 63

4.3.15 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ..... 64

4.3.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ..... 64

4.3.17 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ..... 65

ตารางที่(ต่อ) หน้า


4.3.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ..... 65

4.4.1 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ผลิตจากน้ำแป้งถั่วเขียวความเข้มข้นต่างๆ ..... 66

4.4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้..... 67

4.4.3 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ผลิตจากน้ำแป้งถั่วเขียวความเข้มข้นต่างๆ ..... 67

4.4.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ ..... 68

4.4.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ผลิตจากน้ำแป้งถั่วเขียวความเข้มข้นต่างๆ ..... 68

4.4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ผลิตจากน้ำแป้งถั่วเขียวความเข้มข้นต่างๆ ..... 69

4.4.7 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย micro-crystalline cellulose..... 70

4.4.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย microcrystalline cellulose ..... 70

4.4.9 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย microcrystalline cellulose ..... 71

4.4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย microcrystalline cellulose ..... 71

4.4.11 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย microcrystalline cellulose ..... 72

4.4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียวและความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย microcrystalline cellulose ..... 72

ตารางที่(ต่อ) หน้า


4.4.13 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch ..... 73

4.4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าสี (L, a, b) ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch ..... 73

4.4.15 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch ..... 74

4.4.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่า tension, extension และ hardness ของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch ... 74

4.4.17 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch ..... 75

4.4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ..... 75

4.5.1 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณพลังงานจากผลิตภัณฑ์บะหมี่และบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วยเส้นใยอาหาร ..... 76

4.5.2 ปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ได้รับจากเส้นบะหมี่ 1 ส่วนบริโภค ..... 77

4.5.3 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณพลังงานจากผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวและเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วยเส้นใยอาหาร ..... 78

4.5.4 ปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ได้รับจากเส้นก๋วยเตี๋ยว 1 ส่วนบริโภค ..... 78

4.5.5 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณพลังงานจากผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้และเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วยเส้นใยอาหาร ..... 79

4.5.6 ปริมาณสารอาหารและพลังงานที่ได้รับจากเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ 1ส่วนบริโภค ..... 80

# สารบัญรูป


| รูปที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | คุณสมบัติและองค์ประกอบของโปรตีนในแป้งสาลี ..... | 3 |
| 2.2 | ขั้นตอนการผลิตแป้งถั่วเขียวและสตาร์ชถั่วเขียว ..... | 6 |
| 2.3 | สูตรโครงสร้างของ flavonoid ..... | 8 |
| 2.4 | แผนภาพแสดงขั้นตอนการผลิตเส้นบะหมี่ชนิดต่างๆ ..... | 11 |
| 2.5 | แผนภาพแสดงการจำแนกชนิดของเส้นใยอาหาร ..... | 14 |
| 2.6 | ภาพแสดงโครงสร้างผลึกแบบ A และ B ด้วยเทคนิค X-ray diffraction ..... | 16 |
| 2.7 | ภาพแสดงขนาดของเซลลูโลสและ resistant starch ก่อนและหลังจับกับน้ำ..... | 17 |
| 3.1 | แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำบะหมี่ ..... | 23 |
| 3.2 | แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำเส้นก๋วยเตี๋ยว ..... | 25 |
| 3.3 | แผนภาพแสดงขั้นตอนการทำเส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ ..... | 27 |
| 4.1 | ภาพถ่าย microcrystalline cellulose จาก scanning electron microscope ขนาดขยาย 1000 เท่า ..... | 32 |
| 4.2 | ภาพถ่าย resistant starch จาก scanning electron microscope ขนาดขยาย 1000 เท่า ..... | 32 |
| ค 1 | เครื่องรีดบะหมี่ Ampia ..... | 116 |
| ค 2 | เส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย microcrystalline cellulose ..... | 117 |
| ค 3 | เส้นบะหมี่ที่ทดแทนส่วนของแป้งสาลีด้วย resistant starch ..... | 118 |
| ค 4 | เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย microcrystalline cellulose ... | 119 |
| ค 5 | เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนส่วนของแป้งข้าวเจ้าด้วย resistant starch ..... | 120 |
| ค 6 | เส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย microcrystalline cellulose ..... | 121 |
| ค 7 | เส้นก๋วยเตี๋ยวเซี่ยงไฮ้ที่ทดแทนส่วนของแป้งถั่วเขียวด้วย resistant starch ..... | 122 |
| ค 8 | เครื่องวัดเนื้อสัมผัสด้วยการดึงโดยเครื่อง Texture Analyser และ A / SPR probe ..... | 123 |
| ค 9 | เครื่องวัดเนื้อสัมผัสด้วยการกดโดยเครื่อง Texture Analyser และ P 100 probe | 124 |
| ง 1 | ภาพแสดง Farinogram ..... | 125 |

รูปที่(ต่อ) หน้า

ง 2 ภาพแสดง Extensogram ..... 126
ง 3 ภาพแสดงกราฟจากการวัดแรงดึง ..... 127
ง 4 ภาพแสดงกราฟจากการวัดแรงกด ..... 128

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย