21715

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้สตาร์ชดัดแปรในการปรับปรุงคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง

(Application of modified starch to improve quality of frozen rice noodle)

T097043

นางสาวจุฑาทิพย์ โทสังคหะทิสากุล รหัสประจำตัว 46040187
นางสาวพรรุจี ศุภดิษฐ์ รหัสประจำตัว 46040226
นางสาวอัญชลี พรมศักดิ์ รหัสประจำตัว 46040278

ปก.
จ 6211
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....97043.....
วัน,เดือน,ปี.....

.b.11478611.....
.i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้สตาร์ชดัดแปรในการปรับปรุงคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง

(Application of modified starch to improve quality of frozen rice noodle)

จัดทำโดย

นางสาวจุฑาทิพย์ โทสังคหะทิสากุล 46040187

นางสาวพรรุจี ศุภดิษฐ์ 46040226

นางสาวอัญชลี พรมศักดิ์ 46040278

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

....19.../...03.../...50...

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุฑาทิพย์ โทสังคหะทิสากุล, พรรุจี ศุภดิษฐ์ และอัญชลี พรมศักดิ์ 2549 : การใช้สตาร์ชดัดแปรในการปรับปรุงคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง (Application of modified starch to improve quality of frozen rice noodle) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ

ก๋วยเตี๋ยวเป็นอาหารที่ได้รับความนิยมมาช้านาน ทั้งการผลิตเพื่อบริโภคในประเทศและการส่งออกไปขายต่างประเทศ และในปัจจุบันอาหารแช่เยือกแข็งมีการเติบโตของตลาดอย่างรวดเร็ว ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงได้ทำการปรับปรุงคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็งโดยการผสมสตาร์ชดัดแปรเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นหลังจากการคืนรูปจากเยือกแข็ง ซึ่งในการทดลองได้ทำการศึกษาปริมาณของสตาร์ชดัดแปรในก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ในปริมาณที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลของการเติมสตาร์ชดัดแปรในปริมาณต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่แช่เยือกแข็งและปรับสูตรส่วนผสมเพื่อให้เหมาะสมกับเส้นก๋วยเตี๋ยวผัดสำหรับทำก๋วยเตี๋ยวราดหน้าภายหลังการแช่เยือกแข็ง โดยใช้สตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15

จากผลการทดลองพบว่าสตาร์ชดัดแปรชนิด FARINEX VA15 ที่ผสมในเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็งที่ระดับ 10% เป็นระดับที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดและที่ระดับ 3% และ 6% เป็นระดับที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับไม่แตกต่างกับ 10% ส่วนในการทดลองทำเส้นก๋วยเตี๋ยวผัดแช่เยือกแข็ง พบว่าสตาร์ชดัดแปรชนิด FARINEX VA15 ที่ระดับ 1% เป็นระดับที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด

จุฑาทิพย์ โทสังคหะทิสากุล
พรรุจี ศุภดิษฐ์
อัญชลี พรมศักดิ์ 19/03/50

ลายมือชื่อนักศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วันเดือนปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การใช้สตาร์ชดัดแปรในการปรับปรุงคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง (Application of modified starch to improve quality of frozen rice noodle) สำเร็จลงด้วยดี คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของคณะผู้จัดทำที่กรุณาสละเวลาอันมีค่า คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา และดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี ชี้แนวทางในการทำปัญหาพิเศษ รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและขอขอบคุณพี่นักวิทยาศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือในการเบิกยืมอุปกรณ์ และให้คำปรึกษามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่ให้กำลังใจและกำลังทรัพย์ในการทำงานครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

คณะผู้จัดทำ

8 มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ..... ก

กิตติกรรมประกาศ..... ข

สารบัญ ..... ค

สารบัญตาราง..... ง

สารบัญรูปภาพ..... จ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์..... 2

2.1 ก๋วยเตี๋ยว.....2

2.2 การแช่เยือกแข็ง..... 5

2.3 สตาร์ชดัดแปรที่ใช้ในอาหารแช่เยือกแข็ง.....7

บทที่ 3 วารสารปริทัศน์.....9

3.1 วัตถุดิบ..... 9

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์.....9

3.3 การทดลอง.....9

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....13

4.1 การศึกษาปริมาณของอะไมโลสในแป้งข้าวเจ้าที่ใช้ผลิต เส้นก๋วยเตี๋ยว..... 13

4.2 การศึกษาปริมาณของสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิต เส้นก๋วยเตี๋ยว.....13

4.3 การศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวภายหลัง การแช่เยือกแข็ง..... 15

4.4 การปรับสูตรส่วนผสมเพื่อให้เหมาะสมกับเส้นก๋วยเตี๋ยวผัดสำหรับ ทำก๋วยเตี๋ยวราดหน้าภายหลังการแช่เยือกแข็ง.....16

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง..... 18
ภาคผนวก..... 20
ภาคผนวก ก แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส..... 20
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส 22
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ผลทางสถิติ..... 25
ภาคผนวก ง ประวัติผู้เขียน..... 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงสูตรในการทำเส้นก๋วยเตี๋ยว..... 10

3.2 แสดงสูตรทำเส้นก๋วยเตี๋ยวผัด..... 11

4.1 ค่าเฉลี่ยของค่าความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ในปริมาณต่างกัน..... 13

4.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางประสาทด้านต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ในปริมาณที่ต่างกัน..... 15

4.3 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวผสมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ที่ระดับต่างกัน.....16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ FARINEX VA15 และค่าความเหนียว..... 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากความต้องการอาหารพร้อมบริโภคในปัจจุบันมีมากขึ้น อาหารแช่เยือกแข็งจึงเป็นอาหารอีกประเภทที่ต้องการศึกษาและพัฒนาคุณภาพให้ดียิ่งขึ้น จากการที่ก๋วยเตี๋ยวเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวเจ้าที่คนไทยนิยมบริโภคกันทั่วไป มีราคาถูก ปรุงง่าย สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด และมีการเติบโตของตลาดอย่างรวดเร็ว ทั้งการผลิตเพื่อบริโภคในประเทศและการส่งออกไปขายต่างประเทศ ดังนั้นการผลิตก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็งจึงเป็นเรื่องหนึ่งที่น่าสนใจ แต่การนำก๋วยเตี๋ยวซึ่งมีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลักไปแช่เยือกแข็งนั้น เมื่อคืนรูปจากเยือกแข็งมีผลให้เส้นก๋วยเตี๋ยวขุ่นและแข็งมากขึ้น ความเหนียวและความยืดหยุ่นลดลง ทำให้เส้นขาดง่าย ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นคุณภาพที่ไม่ต้องการ การเติมสารเจือปนอาหาร (food additives) ที่มีสมบัติเกี่ยวกับความคงตัวต่อการคืนรูปจากเยือกแข็ง (freeze thaw stability) เช่น สตาร์ชดัดแปร (modified starches) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆของอาหารแช่เยือกแข็ง แต่การเติมสารเจือปนอาหารในเส้นก๋วยเตี๋ยวก็อาจมีผลต่อสมบัติของสตาร์ช อาทิเช่น อุณหภูมิเจลาทิไนเซชัน คุณสมบัติด้านความหนืด ลักษณะการเกิดเจลและความแข็งแรงของเจล เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจมีผลต่อลักษณะของเส้นที่ได้ และอาจทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวภายหลังการคืนรูปจากเยือกแข็งมีลักษณะขุ่น แข็งเปราะมากขึ้น มีความเหนียวยืดหยุ่น และความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง เกิดการแยกตัวของน้ำออกจากเจล (syneresis) มากขึ้นก็เป็นได้

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงได้ทำการศึกษาปริมาณของสตาร์ชดัดแปรในก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ในปริมาณที่แตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบผลของการเติมสตาร์ชดัดแปรในปริมาณต่างๆต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่แช่เยือกแข็ง และปรับสูตรส่วนผสมเพื่อให้เหมาะสมกับเส้นก๋วยเตี๋ยวผัดสำหรับทำก๋วยเตี๋ยว ราดหน้าภายหลังการแช่เยือกแข็ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงปริมาณของสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมที่เติมลงในเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็งเมื่อเติมสตาร์ชดัดแปร
3. เพื่อศึกษาการปรับสูตรส่วนผสมเพื่อให้เหมาะสมกับเส้นก๋วยเตี๋ยวผัดสำหรับทำก๋วยเตี๋ยวราดหน้าภายหลังการแช่เยือกแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ก๋วยเตี๋ยว

ก๋วยเตี๋ยวเป็นผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวเจ้าที่คนไทยนิยมบริโภครองลงมาจากข้าว และยังเป็นผลิตภัณฑ์ส่งออกที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ข้าว (สุนทรีย์, 2544) โดยในแต่ละปีประเทศไทยจะส่งออกก๋วยเตี๋ยวไปยังประเทศต่าง ๆ อาทิเช่น สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย ญี่ปุ่น แคนาดา และฮ่องกง เป็นมูลค่าหลายล้านบาท โดยในปี 2546 ประเทศไทยมีการส่งออกเส้นหมี่และเส้นก๋วยเตี๋ยวรวม 40.58 ล้านกิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าการส่งออกรวม 1,366.50 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศสถาบันอาหาร, 2547)

2.1.1 ความหมายของก๋วยเตี๋ยว

ก๋วยเตี๋ยวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 959-2533) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากข้าวเจ้าที่นำมาโม่หรือแป้งข้าวเจ้า ซึ่งอาจมีแป้งชนิดอื่นผสมอยู่ด้วยก็ได้ ทำให้เป็นแผ่นบาง นึ่งให้สุก ตัดเป็นเส้น มีความหนาสม่ำเสมอไม่เกิน 0.7 มม. มีสีขาวนวล ไม่มีกลิ่นหืนนิ่ม และเหนียวไม่เกาะติดกัน

2.1.2 ชนิดของก๋วยเตี๋ยว

ณรงค์ (2538) ได้แบ่งก๋วยเตี๋ยวออกเป็น 4 ชนิด คือ

2.1.2.1 ก๋วยเตี๋ยวสด เป็นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการนำแผ่นก๋วยเตี๋ยวมาหั่นเป็นเส้นโดยไม่ผ่านขั้นตอนการทำแห้ง และอาจจะเป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กหรือใหญ่ก็ได้ โดยก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่จะมีขนาด 1.5 – 2.5 ซม. ส่วนก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กจะมีขนาด 0.4 – 0.5 ซม. ซึ่งก๋วยเตี๋ยวสดมีความชื้นสูงประมาณร้อยละ 62 – 64 ทำให้เก็บได้ไม่นาน ต้องรับประทานภายใน 1 – 2 วัน

2.1.2.2 ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กกึ่งแห้ง เป็นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการผึ่งลมหรืออบในตู้อบลมร้อนมาบ้างแล้ว เพื่อลดความชื้นก่อนจะนำมาตัดเป็นเส้น ซึ่งก๋วยเตี๋ยวชนิดนี้มีความชื้นประมาณร้อยละ 35 – 37 (วิภา, 2541) โดยปกติจะเก็บได้นาน 1 – 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กแห้ง เป็นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการผึ่งลมหรืออบในตู้อบลมร้อนนำมาตัดเป็นเส้น และทำให้แห้งที่อุณหภูมิไม่เกิน 50°ซ ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 11 – 13 สามารถเก็บรักษาได้นานเป็นปี ซึ่งก๋วยเตี๋ยวเส้นจันท์ได้จัดอยู่ในก๋วยเตี๋ยวประเภทนี้

ก๋วยเตี๋ยวเส้นจันท์เป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กที่มีชื่อของจังหวัดจันทบุรี มีสมบัติเด่นคือ มีความเหนียวนุ่มไม่เปื่อยยุ่ย (วิภา, 2541)

2.1.2.4 แผ่นกวยจั๊บ เป็นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการนึ่งแผ่นก๋วยเตี๋ยวให้สุกเพียงครึ่งเดียวของความหนา นำมาผึ่งลมหรืออบในตู้อบลมร้อนเพื่อลดปริมาณความชื้นให้เหลือประมาณร้อยละ 12 (วิภา, 2541) โดยทั่วไปจะตัดให้มีขนาด 3.0 – 3.5 ซม. อาจเป็นรูปสามเหลี่ยมก็ได้ใช้ในการทำกวยจั๊บโดยเฉพาะ

2.1.3 กระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้น (ณรงค์, 2538; วิภา, 2541)

2.1.3.1 การเตรียมข้าว

การเตรียมข้าวเป็นการล้างทำความสะอาดข้าว ควรใช้อัตราส่วนของข้าว : น้ำ ให้เหมาะสมโดยให้น้ำท่วมข้าวเพียงเล็กน้อยหรือประมาณ 1 : 2.5 ส่วน คนหรือกลับข้าวบ้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการล้าง ไม่ควรคนข้าวตลอดเวลาเพราะจะทำให้เมล็ดข้าวแตกและละลายหรือแขวนลอยออกมากับน้ำล้างมาก เมื่อล้างข้าวเสร็จควรแช่ข้าวไว้อย่างน้อย 3 ชม. เพื่อให้ข้าวดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดเป็นการเพิ่มความชื้นทำให้เม็ดข้าวนิ่ม โม่ง่าย นอกจากนี้ยังมีผลทำให้เม็ดสตาร์ชแตกมากขึ้นในขณะโม่

2.1.3.2 การโม่ข้าว

การโม่ข้าวเป็นการทำให้เม็ดสตาร์ชและองค์ประกอบอื่น ๆ หลุดและแตกออก รวมทั้งทำให้เยื่อหุ้มเม็ดสตาร์ชแตกด้วย ซึ่งการโม่จะใช้โม่หินและโม่แบบเปียก โดยการโม่แบบนี้ทำให้เม็ดสตาร์ชถูกบดละเอียดและแตกตัวได้มาก และการเติมน้ำลงไปจะช่วยทำให้อุณหภูมิในขณะโม่ไม่สูงเกินไป ซึ่งแป้งที่ได้มีคุณภาพดีไม่บูดง่าย และจากการศึกษาของพัชรี (2538) พบว่าการโม่ข้าวแบบโม่เปียกด้วยโม่หิน 2 ครั้ง ได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เหนียวและยืดหยุ่นสูงกว่าการโม่เพียงครั้งเดียว

ซึ่งการโม่ข้าวโดยทั่วไปใช้อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำประมาณ 2 : 1 จากนั้นตั้งน้ำแป้งทิ้งไว้ 30 – 60 นาที เพื่อให้เม็ดสตาร์ชดูดน้ำทำให้เม็ดสตาร์ชพองตัวและแตกง่ายเมื่อนำไปนึ่ง ซึ่งน้ำแป้งที่ได้ในขั้นตอนนี้มีความข้นหนืดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.3 การปรับความเข้มข้นของน้ำแป้ง

ส่วนผสมของน้ำแป้งที่โม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยว ปริมาณน้ำที่ใช้ต้องพิจารณาจากชนิดและลักษณะของข้าว โดยข้าวยิ่งเก่ามากและมีอะไมโลสสูงต้องใช้น้ำในการหุงสุกสูงกว่าข้าวใหม่และมีอะไมโลสต่ำกว่า ซึ่งปริมาณน้ำจะเป็นตัวควบคุมความแข็งของก๋วยเตี๋ยว คือถ้าน้ำที่ใช้น้อยเกินไปก๋วยเตี๋ยวที่ได้ก็จะมีเนื้อแข็ง ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้น้ำมากเกินไปเส้นก๋วยเตี๋ยวจะนิ่มและขาดง่าย โดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของน้ำแป้งในการผลิตก๋วยเตี๋ยวสดควรมีปริมาณของแข็งร้อยละ 38 – 40 โดยน้ำหนัก หรือประมาณ 16 โบเม (วัดที่ 28°ซ) สำหรับการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นแห้งความเข้มข้นน้ำแป้งสูงกว่า และมีค่าประมาณ 20 โบเม (วัดที่ 28°ซ) ซึ่งสามารถปรับความเข้มข้นโดยการคำนวณน้ำหนักของน้ำแป้งดังนี้

$$\text{น้ำหนักของน้ำแป้ง (กก.)} = \frac{\text{น้ำหนักของข้าว (กก.)} \times [100 - \text{ความชื้นของข้าว (ร้อยละ)}]}{[100 - \text{ความชื้นของน้ำแป้งที่ต้องการทำก๋วยเตี๋ยว (ร้อยละ)}]}$$

2.1.3.4 การนึ่ง

การนึ่งเป็นการทำให้น้ำแป้งสุกด้วยไอน้ำ โดยความร้อนจากไอน้ำทำให้แป้งสุกเรียกว่าการเกิดเจลาทิไนเซชัน (gelatinization) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 – 2 นาที

2.1.3.5 การผึ่งลมและตัดเส้น

การผึ่งลมเป็นการทำให้แป้งสุกเย็นตัวลง เกิดเป็นเจลที่มีความแข็งแรงและเหนียวมากขึ้น เกาะยึดเป็นแผ่นได้ดี ซึ่งเป็นผลมาจากการรีโทรเกรเดชันของอะไมโลส จากนั้นจึงนำมาตัดเป็นเส้น ซึ่งได้ก๋วยเตี๋ยวสดมีความชื้นประมาณร้อยละ 62 – 64 แต่ถ้าต้องการเส้นเล็กกึ่งแห้งต้องนำแผ่นก๋วยเตี๋ยวสดไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 145°ซ 15 นาที เมื่อออกจากตู้อบใช้พัดลมเป่าให้เย็น แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่ออกมามีความชื้นประมาณร้อยละ 30 – 40 จากนั้นนำมาวางเรียงซ้อนกันและบ่มไว้ประมาณ 6 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นกระจายเท่ากันทั้งแผ่นก่อนนำมาตัดเป็นเส้น ผลิตภัณฑ์เส้นเล็กกึ่งแห้งที่ได้มีความชื้นประมาณร้อยละ 35 – 37 ส่วนเส้นเล็กแห้งนั้นนำเส้นเล็กกึ่งแห้งมาอบแห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 45 – 48°ซ จนมีความชื้นประมาณร้อยละ 11 – 13

2.1.4 แป้งมันสำปะหลัง (กัญญาพร หัดขุนทด และ สุพรรณี สอนวงษ์, 2544)

แป้งมันสำปะหลัง คือ แป้งที่ได้จากหัวมันสำปะหลัง ประกอบด้วยเม็ดแป้งตั้งแต่ 2-8 เม็ดมารวมตัวกัน แต่ละเม็ดจะมีความยาวตั้งแต่ 5-35 ไมครอน เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นรูปไข่ซึ่งปลายข้างหนึ่งถูกตัดออกและผิวตรงส่วนที่ตัดออกมีลักษณะเว้าเข้าข้างใน บางเม็ดอาจมีริมด้านหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โค้ง อีกด้านแบนไม่สม่ำเสมอกัน เม็ดแป้งเหล่านี้จะแสดงให้เห็นรอยบุ๋มอย่างชัดเจน และในบางครั้งอาจเห็นชั้นของแป้งด้วย

2.1.4.1 องค์ประกอบของแป้งมันสำปะหลัง

แป้งมันสำปะหลังประกอบด้วยโมเลกุล 2 ชนิด คือ

2.1.4.1.1 อะไมโลส เป็นโมเลกุลที่เป็นสายตรง ประกอบด้วยหน่วยของน้ำตาลกลูโคสต่อกันด้วยพันธะแอลฟา ต่อกันเป็นสายตรง (straight chain)

2.1.4.1.2 อะไมโลแพคติน เป็นโมเลกุลที่มีแขนงแตกแยกออกมา โดยประกอบไปด้วยหน่วยของน้ำตาลกลูโคส ซึ่งต่อกันด้วยพันธะแอลฟา ต่อกันเป็นกิ่งก้าน (branched chain)

อะไมโลสเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญในการเปลี่ยนเป็นเจลของแป้ง แป้งมันสำปะหลัง มีปริมาณของอะไมโลสร้อยละ 22 มีความใส ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจล เป็นชนิดเจลนิ่ม อะไมโลเพคตินเป็นส่วนของแป้งที่ไม่มีความสำคัญในการเกิดเจล เพราะสาขาที่แยกออกจะกีดกันการสร้างพันธะระหว่างโมเลกุลในการเกิดเจล แต่จะทำให้เกิดลักษณะเป็นสายแป้ง ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่ต้องกันที่ไม่ต้องการในผลิตภัณฑ์อาหาร องค์ประกอบของแป้งที่เรียกว่า เม็ดแป้ง จะมีรูปร่างแตกต่างกันแล้วแต่แหล่งของแป้ง ตามปกติแป้งที่ไม่ผ่านการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลจะต้องการความร้อนที่จะทำให้เม็ดแป้งพองตัว การพองตัวจะขึ้นกับเวลา อุณหภูมิและระดับความเป็นกรดด่าง

2.2 การแช่เยือกแข็ง

การแช่เยือกแข็งเป็นการถนอมอาหารโดยการเก็บรักษาอาหารไว้ที่อุณหภูมิต่ำ โดยอาศัยการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากอาหารไปยังสารให้ความเย็นซึ่งอาจมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ (สุวรรณี, 2541)

2.2.1 หลักพื้นฐานในการแช่เยือกแข็ง

หลักพื้นฐานในการแช่เยือกแข็ง คือ การลดอุณหภูมิของอาหารให้ต่ำลงจนถึงระดับที่สิ่งมีชีวิตนั้นไม่สามารถจะดำเนินปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่อไปได้ ซึ่งโดยทั่วไปมักจะเป็นที่อุณหภูมิ -18 °ซ หรือต่ำกว่า ซึ่งหลักสำคัญคือ การเปลี่ยนสภาวะของน้ำในอาหารที่เป็นของเหลวให้เป็นน้ำแข็ง เพื่อมิให้น้ำนั้นสามารถทำหน้าที่ต่างๆในปฏิกิริยา (สายสนม, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการของสตาร์ชในการแช่เยือกแข็ง

Schoch (1968) กล่าวว่าการแช่เยือกแข็งของสารละลายไบโอพอลิเมอร์ (biopolymer solution) เกี่ยวข้องกับกระบวนการความเข้มข้น (concentration process) โดยเมื่อน้ำแยกออกมาเป็นน้ำแข็งความเข้มข้นของเฟสสารละลาย (solution phase) เพิ่มขึ้น ทำให้มีความเป็นไปได้มากในการเกิดครอสลิงระหว่างโมเลกุลพอลิเมอร์ อันเป็นสาเหตุของการลดการละลาย หรือการเกิดโครงสร้างร่างแห นอกจากนี้ความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นของตัวถูกละลายชนิดอื่นๆก็อาจมีผลต่อคุณสมบัติของพอลิเมอร์นั้นๆด้วย

ในระหว่างการแช่เยือกแข็งของระบบสตาร์ชเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ต้องการ เช่น การเพิ่มความขุ่นของผลิตภัณฑ์ การพัฒนาโครงสร้างที่แข็งกระด้าง รวมทั้งการสูญเสียน้ำ โดยสิ่งที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลมาจากการรีโทรเกรเดชันของโมเลกุลสายตรง และการเชื่อมต่อกันของโมเลกุลสายกิ่งในสตาร์ชจากธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวเจ้า โดยระดับการรีโทรเกรเดชันของโมเลกุลสายตรงสูง ดังนั้นอาหารที่ประกอบไปด้วยสตาร์ชเหล่านี้จึงมีแนวโน้มของการเกิดเจล ความขุ่นเพิ่มขึ้น และความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง และการแช่เยือกแข็งอย่างช้าๆมีผลทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่และสตาร์ชถูกทำลายได้

ในการแช่เยือกแข็งเพสต์จากสตาร์ชข้าวโพดและแป้งสาลีร้อยละ 10 ที่อัตราเร็วต่างๆกัน พบว่าเกิดโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ (spongy) เมื่ออัตราเร็วในการแช่เยือกแข็งต่ำกว่า 10 มม.ต่อชม. เป็นผลมาจากการเกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ทำให้ส่วนของพอลิเมอร์มีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น นำไปสู่การเกิดผลึกของทั้งอะไมโลสและแอมิโลเพกทิน ในขณะที่การแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็วช่วยรักษาคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัส ป้องกันการเกิดโครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ และลดการสูญเสียน้ำ เนื่องจากการแช่เยือกแข็งอย่างรวดเร็วผ่านสภาวะรับเบอร์ (rubbery state) ซึ่งเป็นสภาวะที่มีการเกิดนิวเคลียสผลึก และเติบโตของผลึกไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่มีผลึกของทั้งอะไมโลสและแอมิโลเพกทินเกิดขึ้น

2.2.3 ความคงตัวต่อการคืนรูปจากเยือกแข็ง (freeze thaw stability) ของสตาร์ช

Schoch (1968) กล่าวว่า ความคงตัวต่อการคืนรูปจากเยือกแข็งของอาหาร หมายถึงการที่อาหารยังคงมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน (homogencous) เมื่อทำการแช่เยือกแข็ง โดยไม่มีลักษณะเป็นก้อน (lumpy) เป็นเม็ด (grainy) หรือมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ (spongy) และปราศจากการแยกตัวของน้ำออกจากเจล

ซึ่งความคงตัวต่อการคืนรูปจากเยือกแข็งนั้นเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสอบความคงทนของสตาร์ช หรือผลิตภัณฑ์ที่มีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบเมื่อผ่านการคืนรูปจากเยือกแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระหว่างที่ทำการแช่เยือกแข็ง น้ำในระบบที่มีสตาร์ชกับน้ำผสมกันอยู่กลายเป็นน้ำแข็ง ทำให้สตาร์ชเข้มข้นขึ้น ช่วยเร่งการเกาะกันของสายโมเลกุลสตาร์ช การเกาะกันนี้อาจเกิดขึ้นอย่างถาวร หรือผันกลับได้ ถ้าโมเลกุลส่วนมากที่เกาะกันในลักษณะที่ผันกลับได้ แสดงว่าสตาร์ชชนิดนั้นมีความคงตัวต่อการคืนรูปจากเยือกแข็ง

2.3 สตาร์ชดัดแปรที่ใช้ในอาหารแช่เยือกแข็ง

กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล (2543) กล่าวถึง สตาร์ชดัดแปรที่ใช้ในอาหารแช่เยือกแข็งเพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการคงตัวต่อการคืนรูปจากเยือกแข็ง เช่น ไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช และ สตาร์ชฟอสเฟตมอโนเอสเทอร์ เป็นต้น ในที่นี้กล่าวถึงเฉพาะไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช

ไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช (hydroxypropyl starch) เป็นสตาร์ชดัดแปรที่ไม่มีประจุ ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาอีเทอริฟิเคชัน (etherification) ระหว่างสตาร์ชกับสารเคมีที่มีหมู่อีเทอร์ หรือเรียกอีกอย่างว่า ปฏิกิริยาไฮดรอกซีแอคิลเลชัน(Hydroxyalkylation) สตาร์ชทำปฏิกิริยากับ โพรพิลีนออกไซด์ในสภาวะที่เป็นเบส โดยในส่วนเกิดการแทนที่หมู่ฟังก์ชันตรงหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2

การดัดแปรด้วยวิธีนี้ทำให้ได้สตาร์ชดัดแปรที่มีความหนืดสูง (peak viscosity) สูงกว่าแป้งทั่วไป มีกำลังการพองตัว (swelling power) และความสามารถในการละลาย (solubility) เพิ่มขึ้น แต่มีอุณหภูมิเจลาทิไนซ์ และเจลาทิไนเซชันเอนทัลปี (gelatinization enthalpy) ต่ำลง ซึ่งสิ่งนี้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของพลาสติไซเซชัน (plasticization) ภายในและการลดความคงตัว (destabilization) ของส่วนอสัณฐาน (amorphouse regions) ของเม็ดสตาร์ช เนื่องจากหมู่ ไฮดรอกซีโพรพิลซึ่งเป็นพวกชอบน้ำ (hydrophilic) ส่วนมากจับกับโมเลกุลของสตาร์ชในส่วน อสัณฐานทำให้เกิดสายโซ่ข้างที่มีความยืดหยุ่น (flexible side chain) การเคลื่อนที่ของสายโซ่ข้างนี้มีผลทำให้มีปริมาตรอิสระ (free volume) มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิกลาสทรานซิชัน และอุณหภูมิที่ผลึกหลอมละลาย (crystallite melting temperature) ลดต่ำลงด้วย ทำให้อุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืด (pasting temperature) ลดต่ำลงด้วย และนอกจากนี้จากการศึกษาของ Islam and Azemi (1995) ยังพบว่าการมีหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลทำให้การจัดเรียงตัวของโมเลกุลสตาร์ชเป็นแบบหลวมๆ และทำลายพันธะไฮโดรเจนในโมเลกุลสตาร์ช ซึ่งสามารถตรวจพบการลดลงของความเป็นผลึกในโมเลกุลสตาร์ชได้ด้วยเครื่องเอกซ์เรย์ดิฟแฟรกโทมิเตอร์ (X-ray diffractometer) นอกจากนี้การที่หมู่ไฮดรอกซีโพรพิลเป็นพวกที่ชอบน้ำ จึงทำให้สตาร์ชดัดแปรชนิดนี้มีความสามารถในการอุ้มน้ำ ลดการแยกตัวของน้ำออกจากเจล โดยการป้องกันสายของกลูโคสที่มารวมตัวกัน (associate) ทำให้มีความคงตัวในการคืนรูปจากเยือกแข็ง และมีความคงตัวต่อการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ ได้แป้งเปียกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความใสและเนื้อสัมผัสที่ดีเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแช่เยือกแข็ง และยังพบว่าไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ชจากสตาร์ชข้าวเหนียวเหมาะในการทำอาหารแช่เยือกแข็งมากที่สุด เมื่อเทียบกับการดัดแปรแบบครอสลิง และการดัดแปรแบบครอสลิงรวมกับ ไฮดรอกซีโพรพิล เนื่องจากเพสต์ที่ได้เมื่อผ่านการแช่เยือกแข็งแล้วยังคงมีความใส และสามารถเก็บได้เป็นเวลา 6 เดือน โดยที่เกิดการแยกตัวของน้ำเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อนำ ไฮดรอกซีโพรพิลจากสตาร์ชข้าวเหนียวมาเป็นส่วนประกอบในการทำไส้พายสตอร์เบอร์รี ทำให้ได้ไส้พายที่มีความใสและไม่เกิดการแยกตัวของน้ำ แม้ผ่านการคืนรูปจากการแช่เยือกแข็งและเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ และการใช้ไฮดรอกซีโพรพิลจากสตาร์ชข้าวเหนียวช่วยขัดขวางการเกิด รีโทรเกรเดชันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ได้เค้กข้าวเหนียวเกาหลีที่นุ่มและยืดหยุ่นมากกว่าเค้กจากสตาร์ชข้าวเหนียวที่ไม่ผ่านการดัดแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 แป้งข้าวเจ้า ตราใบหยก

3.1.2 แป้งมันสำปะหลัง ตรา TESCO

3.1.3 สตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องแก้ว

3.2.2 ลังถึง

3.2.3 เครื่องครัว

3.2.4 ตู้แช่เยือกแข็งอุณหภูมิ - 18 ° c

3.2.5 สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) รุ่น Spectro 22

3.2.6 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TA TX2i

3.3 การทดลอง

3.3.1 การศึกษาปริมาณของอะไมโลสในแป้งข้าวเจ้าที่ใช้ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณอะไมโลสในแป้งข้าวเจ้าตามวิธีการของ Juliano (1971)

3.3.2 วิธีการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

เตรียมน้ำแป้งให้มีความเข้มข้น 42% โดยใช้แป้งข้าวเจ้า 32 กรัม ผสมกับแป้งมันสำปะหลัง 10 กรัม เติมน้ำ 58 กรัมลงในส่วนผสมแล้วจึงผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที เทน้ำแป้ง 60 กรัม ลงบนถาดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว เอียงถาดให้น้ำแป้งเกาะให้ทั่วและสม่ำเสมอ นำไปนึ่งนาน 3 นาที เมื่อแป้งสุก ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ลอกแผ่นก๋วยเตี๋ยวออกวางบนถาดที่ทาน้ำมัน ผึ่งไว้ 1 ชั่วโมง ตัดเป็นเส้นขนาด 2 × 20 เซนติเมตร หนาประมาณ 0.9 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การศึกษาปริมาณของสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

เตรียมน้ำแป้งให้มีความเข้มข้น 42% โดยใช้แป้งข้าวเจ้า 32 กรัม โดยมีการทดแทนแป้งมันสปะหลังด้วยสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ตามปริมาณในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงสูตรในการทำเส้นก๋วยเตี๋ยว

สูตร	แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	FARINEX VA15 (กรัม)
1. Control	10	0
2. สตาร์ชดัดแปร 3%	7	3
3. สตาร์ชดัดแปร 6%	4	6
4. สตาร์ชดัดแปร 10%	0	10

เตรียมเส้นก๋วยเตี๋ยวตามวิธีในข้อ 3.3.2 แล้วนำมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิดโพลีเอทธิลีน (PE) เก็บไว้ในตู้แช่เยือกแข็งอุณหภูมิ - 18° c เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ก่อนนำไปทำการทดสอบต่อไป

3.3.3.1 การศึกษาความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวภายหลังจากแช่เยือกแข็ง

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่แช่เยือกแข็งไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ไปคืนรูปด้วยไมโครเวฟโดยใช้โปรแกรมละลายน้ำแข็งเป็นเวลา 5 นาที แล้วนำมาวัดความต้านแรงดึง (Tensile strength) ด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) โดยพันเส้นก๋วยเตี๋ยว 1 เส้นกับหัววัดซึ่งใช้ที่จับดึงสปาเกตตี 5 กิโลกรัมโหลดเซลล์ (Spaghetti tensile grips 5 kg load cell) เป็นหัววัด เพื่อศึกษาคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวจากสูตรตามตารางด้านบน โดยรายงานค่าแรงสูงสุด (max force) หน่วยนิวตัน

การวัดสมบัติทางกายภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยวภายหลังจากแช่เยือกแข็งใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized (CRD) และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของค่าแรงสูงสุด (max force) หน่วยนิวตัน โดยวิธี Duncan's Multiple Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS Version 12.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 การศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวภายหลังการแช่เยือกแข็ง

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มาประเมินค่าทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 7 คะแนน (7 – point hedonic scale) จาก 1 (ไม่ชอบมาก) ถึง 7 (ชอบมาก) โดยผู้ทดสอบจำนวน 20 คน

การวัดคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD) และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบโดยวิธี Duncan's Multiple Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS Version 12.0

3.3.4 การปรับสูตรส่วนผสมเพื่อให้เหมาะสมกับเส้นก๋วยเตี๋ยวผัดสำหรับทำก๋วยเตี๋ยวราดหน้าภายหลังการแช่เยือกแข็ง

ทำเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยใช้วิธีการเดียวกับการทดลองในข้อที่ 2 โดยปรับสูตรส่วนผสมตามปริมาณในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงสูตรทำเส้นก๋วยเตี๋ยวผัด

สูตร	แป้งมันสำปะหลัง (กรัม)	FARINEX VA15 (กรัม)
1. Control	10	0
2. สตาร์ชดัดแปร 1%	9	1
3. สตาร์ชดัดแปร 2%	8	2
4. สตาร์ชดัดแปร 3%	7	3

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มาผัดในกระทะ โดยผสมกับเครื่องปรุงในอัตราส่วน เส้นก๋วยเตี๋ยว 200 กรัม : ซีอิ๊วดำหวาน 1 ช้อนชา : น้ำมันพืช 5 ช้อนชา ผัดในกระทะเป็นเวลา 3 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น บรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดสนิท เก็บไว้ในตู้แช่เยือกแข็งอุณหภูมิ - 18° c เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นนำไปคืนรูปด้วยไมโครเวฟโดยใช้โปรแกรมละลายน้ำแข็งเป็นเวลา 5 นาที

นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มาประเมินค่าทางประสาทสัมผัสทางด้านความเหนียวด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 7 คะแนน (7 – point hedonic scale) จาก 1 (ไม่ชอบมาก) ถึง 7 (ชอบมาก) โดยผู้ทดสอบจำนวน 20 คน การวัดคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการทดลองแบบ Randomized Completed Block Design (RCBD) และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนโดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบโดยวิธี Duncan's Multiple Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS Version 12.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาปริมาณของอะไมโลสในแป้งข้าวเจ้าที่ใช้ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

จากการทดลองเพื่อหาปริมาณของอะไมโลสในแป้งข้าวเจ้าที่ใช้ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวตามวิธีการของ Juliano (1971) ได้ปริมาณของอะไมโลสในแป้งข้าวเจ้า 34.4 %

4.2 การศึกษาปริมาณของสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

จากการทดลองเพื่อหาปริมาณของสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยใช้สตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ซึ่งจะใช้แป้งในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0%, 3%, 6% และ 10% นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้มาวัดค่าความเหนียว ด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture analyzer) ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของค่าความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ในปริมาณต่างกัน

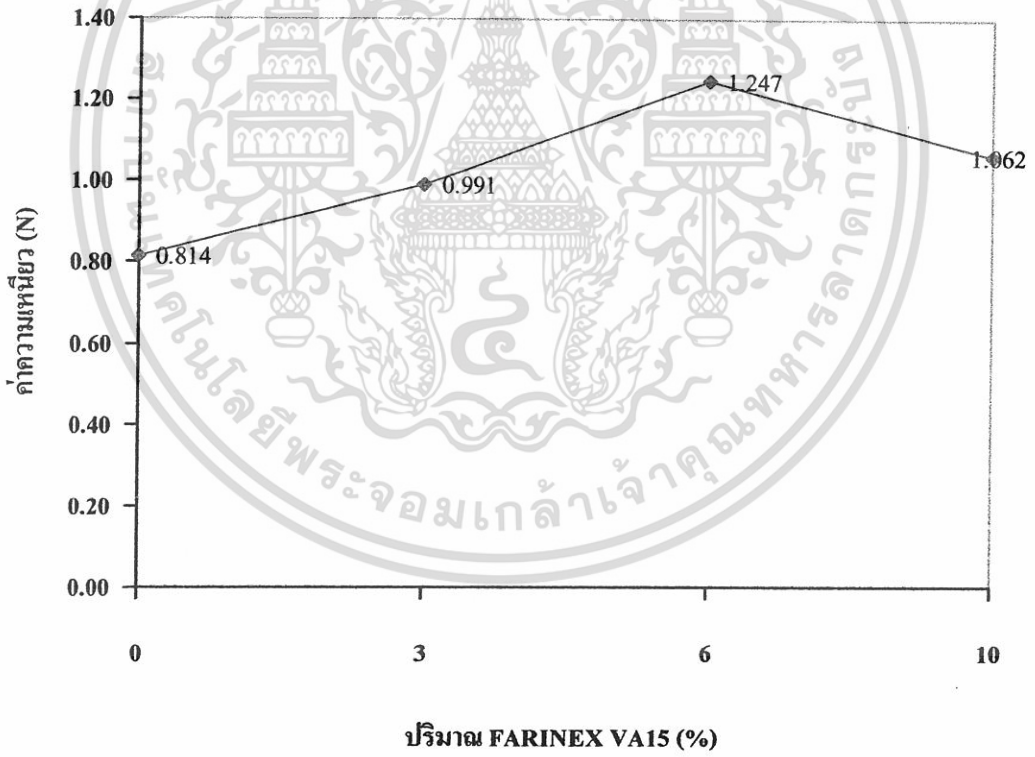
ปริมาณ FARINEX VA15 (%)	ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง (%)	ค่าความเหนียว (N)
0	10	0.814 ± 0.024^{c}
3	7	0.991 ± 0.030^{b}
6	4	1.247 ± 0.026^{a}
10	0	1.062 ± 0.115^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การใช้สตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ในปริมาณต่างกันมีผลทำให้ค่าความเหนียวที่ได้มีความแตกต่างกันเพราะ FARINEX VA15 มีคุณสมบัติทนต่อการแช่แข็ง, การคืนรูปจากการแช่แข็งและช่วยเพิ่มความเหนียวให้กับเส้น เนื่องจาก FARINEX VA15 เป็นไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ชซึ่งหมู่ไฮดรอกซีโพรพิลเป็นพวกที่ชอบน้ำจึงทำให้สตาร์ชดัดแปรชนิดนี้มีความสามารถในการอุ้มน้ำลดการแยกตัวของน้ำออกจากเจล โดยการป้องกันสายของกลูโคสที่มารวมตัวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(associate) ทำให้มีความคงตัวในการคืนรูปจากการแช่เยือกแข็ง และมีความคงตัวต่อการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ จะได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีเนื้อสัมผัสที่ดี นอกจากนี้แป้งมันสำปะหลังมีปริมาณอะไมโลสสูง ซึ่งช่วยเพิ่มปริมาณอะไมโลสในแป้งที่ใช้ผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีปริมาณสูงขึ้นจึงเป็นการเพิ่มความเหนียวให้กับเส้นก๋วยเตี๋ยว นอกจากนี้แป้งมันสำปะหลังยังมีส่วนช่วยในการเกิดเจลของแป้งซึ่งมีผลกับความเหนียวของเส้นเช่นกัน ในการใช้ FARINEX VA15 ร่วมกับแป้งมันสำปะหลัง ในปริมาณที่ต่างกันจะมีผลทำให้ค่าความเหนียวที่ได้แตกต่างกัน โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ FARINEX VA15 6% มีค่าความเหนียวมากที่สุด รองลงมาคือที่ 10% , 3% และ 0% ตามลำดับ โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ FARINEX VA15 3% และ 10% มีค่าความเหนียวไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P > 0.05$) แสดงว่า ปริมาณ FARINEX VA15 6% เป็นระดับที่เหมาะสมในการนำมาทดแทนแป้งมันสำปะหลัง



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ FARINEX VA15และค่าความเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวภายหลังการแช่เยือกแข็ง

จากการทดลองเพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของการผสมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ในเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยใช้ปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ นำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการผสมในปริมาณที่แตกต่างกันคือ 0%, 3%, 6% และ 10% มาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางประสาทด้านต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ในปริมาณที่ต่างกัน

คะแนน	ปริมาณ FARINEX VA15 (%) + ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง(%)			
	0 + 10	3 + 7	6 + 4	10 + 0
1. ความขุ่นของเส้น	4.225 ± 0.835^{b}	4.275 ± 0.596^{b}	4.750 ± 1.070^{a}	4.800 ± 0.657^{a}
2. ความนิ่ม	3.400 ± 0.940^{c}	4.200 ± 0.880^{b}	4.350 ± 0.919^{b}	4.825 ± 0.783^{a}
3. ความเหนียว	3.650 ± 1.125^{b}	4.400 ± 0.883^{a}	4.200 ± 0.880^{a}	4.300 ± 0.594^{a}
4. ความยืดหยุ่น	3.700 ± 0.952^{b}	4.175 ± 0.964^{a}	4.150 ± 0.709^{a}	4.275 ± 0.835^{a}
5. ความชอบโดยรวม	3.575 ± 0.977^{b}	4.350 ± 0.796^{a}	4.600 ± 0.995^{a}	4.625 ± 0.776^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ความขุ่นของเส้น : เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 10% มีคะแนนความชอบในด้านความขุ่นของเส้นมากที่สุด รองลงมาคือที่ 6% , 3% และ 0% ตามลำดับแสดงว่าแป้งมันมีส่วนช่วยให้เส้นมีความใสมากขึ้น โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 6% และ 10% มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P > 0.05$) และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 0% และ 3% มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P > 0.05$)

ความนิ่ม : เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 10% มีคะแนนความชอบในด้านความนิ่มมากที่สุด รองลงมาคือที่ 6% , 3% และ 0% ตามลำดับ โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 3% และ 6% มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P > 0.05$)

ความเหนียว : เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 3% มีคะแนนความชอบในด้านความเหนียวมากที่สุด รองลงมาคือที่ 10% , 6% และ 0% ตามลำดับ โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 3% , 6% และ 10% มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยืดหยุ่น : เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 10% มีคะแนนความชอบในด้านความยืดหยุ่นมากที่สุด รองลงมาคือที่ 3% , 6% และ 0% ตามลำดับ โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 3% , 6% และ 10% มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P > 0.05$)

ความชอบโดยรวม : เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 10% มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด รองลงมาคือที่ 6% , 3% และ 0% ตามลำดับ โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีปริมาณ modified starch 3% , 6% และ 10% มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P > 0.05$)

4.4 การปรับสูตรส่วนผสมเพื่อให้เหมาะสมกับเส้นก๋วยเตี๋ยวผัดสำหรับทำก๋วยเตี๋ยวราดหน้าภายหลังการแช่เยือกแข็ง

จากการนำเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ในปริมาณที่ต่างกัน คือ 0%, 3%, 6% และ 10% มาผัดสำหรับทำเส้นก๋วยเตี๋ยวราดหน้า พบว่าสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ที่ ระดับ 3% มีความเหนียวน้อยกว่าที่ระดับ 6% และ 10% ซึ่งมีความเหนียวมากเกินไปไม่เหมาะสมในการนำมาทำเส้นก๋วยเตี๋ยวราดหน้า แต่อย่างไรก็ตามที่ระดับ 3% เมื่อผัดเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวราดหน้าพบว่ามีความเหนียวมาก จึงได้ทำการปรับสูตรส่วนผสมโดยใช้ปริมาณสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ที่ระดับต่างกัน 4 ระดับ คือ 0%, 1%, 2% และ 3% เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวผสมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ที่ระดับต่างกัน

ปริมาณ FARINEX VA15 (%)	ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง (%)	คะแนนความชอบด้านความเหนียว
0	10	3.550 ± 0.793^{a}
1	9	4.275 ± 1.292^{a}
2	8	4.250 ± 0.835^{a}
3	7	4.175 ± 1.360^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลของการลดปริมาณสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ลงจาก 3% เป็น 1% ไม่ได้ทำให้ความชอบของผู้บริโภคมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงเลือกใช้เพียง 1% ก็เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. แป้งข้าวเจ้าที่นำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวมีปริมาณอะไมโลสเท่ากับ 34.4% ซึ่งเป็นปริมาณที่เพียงพอในการนำมาผลิตเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว เพราะแป้งข้าวเจ้าที่นำมาผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวต้องมีปริมาณอะไมโลสไม่ต่ำกว่า 27% (กิตติพงษ์, 2548)

2. เส้นก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง : จากการทดลองพบว่าสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ผสมกับแป้งที่ระดับ 10% เป็นระดับที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดและที่ระดับ 3% และ 6% เป็นระดับที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับไม่แตกต่างกับ 10% ดังนั้นจงควรเลือกใช้ที่ระดับ 3% เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

3. เส้นก๋วยเตี๋ยวผัดแช่เยือกแข็ง : จากการทดลองพบว่า สตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ผสมกับแป้งที่ระดับ 1% เป็นระดับที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ในขณะที่ทำการนึ่งควรวางลังถึงให้มีระดับขนานกับพื้นเพื่อให้แผ่นก๋วยเตี๋ยวมีความหนาสม่ำเสมอกันทั่วทั้งแผ่น

2. ก่อนนำเส้นไปบรรจุลงถุงควรตั้งเส้นทิ้งไว้ให้เย็นเพื่อป้องกันการเกิดไอน้ำขึ้นในถุง

3. ในการผสมแป้งก๋วยเตี๋ยวควรคนส่วนผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้แป้งดูดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

97043

เอกสารอ้างอิง

กัญญาพร หัดขุนทด และ สุพรรณี สอนวงษ์. 2544. **การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งดิบมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์ขนมอบ.** ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปียะจอมขวัญ. 2543. **เทคโนโลยีของแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2548. **Directory อุตสาหกรรมเกษตร 2003 – 4.** ใน, กระบวนการผลิตการผลิตและแนวโน้มการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นจากข้าวเจ้า, 29-36. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. **ธัญพืชและพืชหัว.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัชรี เนตรน้อย. 2538. **การผลิตแป้งก๋วยเตี๋ยว.** ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภา สุโรจนะเมธากุล. 2541. **คุณสมบัติของข้าวและการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยวและเส้นหมี่.** หน้า 33-51. ใน รายงานการสัมมนาเรื่องการพัฒนาเพื่อยกระดับอุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยวและขนมจีนโดยใช้เทคโนโลยีที่สะอาด. กรุงเทพฯ : สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร.

ศูนย์สารสนเทศสถาบันอาหาร. 2547. **สถิติการนำเข้า-ส่งออก.** [online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.nfi.or.th/stat.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2540. **กระบวนการแช่เยือกแข็งอาหาร.** หน้า 131-163. ใน คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร(ผู้รวบรวม). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนทรีย์ เกตุคง. 2544. "ข้าวผลิตภัณฑ์จากคนไทยเลี้ยงคนไทยและพลโลก." **วารสารสถาบันอาหาร.** 3(17) :26-31.

สุวรรณี อาจหาญณรงค์. 2541. "คุณภาพของอาหารแช่เยือกแข็ง." **คหกรรมศาสตร์สาส์น.** 71(1) :37-53.

Islam, M.N. and B.M.N.M. Azemi. 1995. Thermal behaviour of calcium-hydroxypropyl rice starch complexes. **Starch/Starke.** 47 :461-465.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schoch, T.J. 1968. **Effects of freezing and cold storage on pasted starches.** pp. 44-56. In D.K. Tressler, W.B.V. Arsdel and M.J. Copley, eds. The Freezing Preservation of Foods. Vol. IV. Connecticut : The AVI Publishing Company, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ชื่อ ..... วันที่ .....

ผลิตภัณฑ์ เส้นก๋วยเตี๋ยว

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบตามสเกลที่ให้มาให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

1 = ไม่ชอบมาก
2 = ไม่ชอบ
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
4 = เฉยๆ
5 = ชอบเล็กน้อย
6 = ชอบ
7 = ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....
คะแนน				
1. ความขุ่นของเส้น	.....	.....	.....	.....
2. ความนิ่ม	.....	.....	.....	.....
3. ความเหนียว	.....	.....	.....	.....
4. ความยืดหยุ่น	.....	.....	.....	.....
5. ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ ..... วันที่ .....

ผลิตภัณฑ์ เส้นก๋วยเตี๋ยวผัด

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนความชอบตามสเกลที่ให้มาให้ตรงกับรหัสตัวอย่าง

1 = ไม่ชอบมาก
2 = ไม่ชอบ
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
4 = เฉยๆ
5 = ชอบเล็กน้อย
6 = ชอบ
7 = ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....
คะแนนความเหนียว	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส (Juliano, 1971)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 ขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

1.2 สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectronic 22)

1.3 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

1.4 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

2. สารเคมี

2.1 เอทธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

2.2 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล เตรียมโดยชั่ง NaOH หนัก 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 800 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 ลิตร

2.3 กรดแอซิติกล้วน (glacial acetic acid) ความเข้มข้น 1 นอร์มัล เตรียมโดยตวงกรดแอซิติกล้วนปริมาตร 60 มิลลิลิตร ใส่ลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรต่อด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร

2.4 อะไมโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่ง (pure potato amylase)

2.5 สารละลายไอโอดีน เตรียมโดยชั่งไอโอดีน (I_2) 0.2 กรัม และโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2.0 กรัม ผสมสารทั้งสองให้เข้ากันแล้วละลายในน้ำกลั่นแล้วละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ควรเก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชา

3. วิธีการวิเคราะห์

3.1 ชั่งตัวอย่างแป้ง 0.1000 กรัม ใส่ในขวด ขนาด 50 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท

3.2 เติมเอทธิลแอลกอฮอล์ 1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ เพื่อเกลี่ยแป้งให้กระจายออก ระวังอย่าให้แป้งขึ้นมาเกาะตามผนังขวด

3.3 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล จำนวน 9 มิลลิลิตร พร้อมทั้งล้างแป้งที่เกาะอยู่ตามผนังขวด

3.4 นำแป้งไปให้ความร้อนในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ถ่ายแป้งลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำล้าง 2 – 3 ครั้ง เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน

3.6 ดูดน้ำแป้งปริมาณ 5 มิลลิลิตร ลงในขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร

3.7 เติมกรดแอซิติกล้วนความเข้มข้น 1 นอร์มัล จำนวน 1 มิลลิลิตร และสารละลายไอโอดีน จำนวน 2 มิลลิลิตร

3.8 เติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร เขย่าและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที

3.9 ทำแบลงค์โดยนำขวดกำหนดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตรมาเติมกรดแอซิติกล้วนความเข้มข้น 1 นอร์มัล 2 มิลลิลิตร และเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร

3.10 วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (nm) โดยปรับค่าของแบลงค์เป็น 0

3.11 นำค่าการดูดกลืนแสงไปคำนวณหาค่าปริมาณอะไมโลสโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

4. การเขียนกราฟมาตรฐาน (Standard curve)

4.1 ชั่งอะไมโลสบริสุทธิ์จากมันฝรั่งจำนวน 0.0400 กรัม ใส่ในขวดกำหนดปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร และดำเนินกานเช่นเดียวกับข้อ 3.2 – 3.4 ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ใช้เป็นสารละลายมาตรฐาน

4.2 ปิเปตแบ่งสารละลายมาตรฐาน 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดกำหนดปริมาตร เติมกรดแอซิติกล้วนความเข้มข้น 1 นอร์มัล ปริมาตร 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วที่มีสารละลายมาตรฐานตามลำดับ เติมสารละลาย ไอโอดีน 2.0 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยการเติมน้ำกลั่น เขย่าและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที

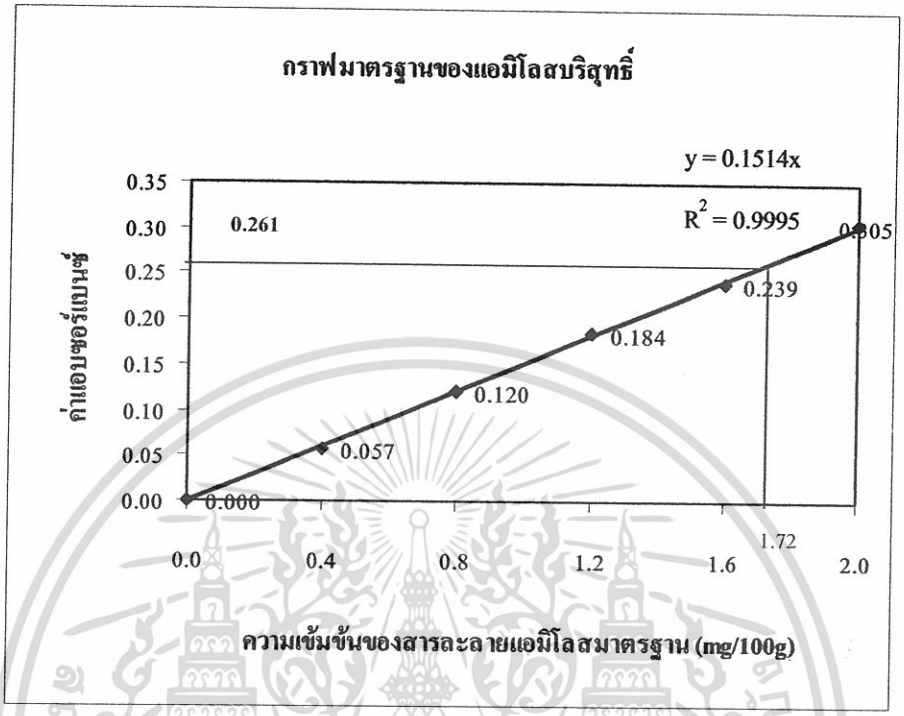
4.3 วัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (nm)

4.4 เขียนกราฟระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายอะไมโลสมาตรฐาน (แกน X) และค่าการดูดกลืนแสง (แกน Y)

5. วิธีการคำนวณ

$$\text{ร้อยละของปริมาณอะไมโลส} = \frac{\text{ความเข้มข้นที่อ่านได้จากสารละลายอะไมโลสมาตรฐาน (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)} \times 10}{5 \times \text{น้ำหนักแป้งแห้ง (กรัม)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวอย่าง : แป้งข้าวเจ้าตราใบหยก

ครั้งที่	ค่า Absorbance (λ_{620})
1	0.261
2	0.261
3	0.262
เฉลี่ย	**0.261**

ร้อยละของปริมาณอะไมโลส = $\frac{\text{ความเข้มข้นที่อ่านได้จากกราฟมาตรฐาน x 10 (mg/100 ml)}}{\text{5 x น้ำหนักแป้งแห้ง (g)}}$

$$= \frac{1.72 \times 10}{5 \times 0.1000}$$

$$= \mathbf{34.4}$$

ดังนั้น แป้งข้าวเจ้าตราใบหยกมีปริมาณอะไมโลส 34.4%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. ค่าเฉลี่ยของค่าความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เติมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ในปริมาณต่างกัน

Duncan

modified starch(%)	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
0%	3	.81367		
3%	3		.99133	
10%	3		1.06167	
6%	3			1.24700
Sig.		1.000	.202	1.000

2. ค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางประสาทด้านต่าง ๆ ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผสมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ในปริมาณที่ต่างกัน

2.1 ความขุ่นของเส้น

Duncan

modified starch(%)	N	Subset	
		1	2
0%	20	4.225	
3%	20	4.275	
6%	20		4.750
10%	20		4.800
Sig.		.829	.829

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ความนิ่ม

Duncan

modified starch(%)	N	Subset		
		1	2	3
0%	20	3.400		
3%	20		4.200	
6%	20		4.350	
10%	20			4.825
Sig.		1.000	.529	1.000

2.3 ความเหนียว

Duncan

modified starch(%)	N	Subset	
		1	2
0%	20	3.650	
6%	20		4.200
10%	20		4.300
3%	20		4.400
Sig.		1.000	.408

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความยืดหยุ่น

Duncan

modified starch(%)	N	Subset	
		1	2
0%	20	3.700	
6%	20		4.150
3%	20		4.175
10%	20		4.275
Sig.		1.000	.594

2.5 ความชอบโดยรวม

Duncan

modified starch(%)	N	Subset	
		1	2
0%	20	3.575	
3%	20		4.350
6%	20		4.600
10%	20		4.625
Sig.		1.000	.291

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวผสมสตาร์ชดัดแปร FARINEX VA15 ที่ระดับต่างกัน

Duncan

modified starch(%)	N	Subset
		1
0%	20	3.550
3%	20	4.175
2%	20	4.250
1%	20	4.275
Sig.		.060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ประวัติผู้เขียน

1. นางสาวจุฑาทิพย์ โทสังคหะทิสากุล : เกิดวันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดเชียงใหม่ มีพี่น้อง 2 คน ข้าพเจ้าเป็นบุตรคนที่ 1 บ้านเลขที่ 4353/58 กรมอุตุนิยมวิทยา ถ. สุขุมวิท บางนา กทม. 10260 เบอร์โทรศัพท์ (089)664-2296 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสายน้ำผึ้ง จังหวัดกรุงเทพ ในปีการศึกษา 2545 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) คณะอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2549

2. นางสาวพรรุจี ศุภดิษฐ์ : เกิดวันที่ 26 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีพี่น้อง3 คน ข้าพเจ้าเป็นบุตรคนที่ 2 บ้านเลขที่ 45 หมู่ 11 ต.ศาลเจ้าโรงทอง อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง 14110 เบอร์โทรศัพท์ (086)905-5604 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนวิเศษไชยชาญ "ตันติวิทยาภูมิ" จังหวัดอ่างทองในปีการศึกษา 2545 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2549

3. นางสาวอัญชลี พรมศักดิ์ : เกิดวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2527 ที่จังหวัด นครสวรรค์ มีพี่น้อง 2 คน ข้าพเจ้าเป็นบุตรคนที่ 1 บ้านเลขที่ 84 หมู่ 2 ต.บางประมุง อ. โกรกพระ จ.นครสวรรค์ 60170 เบอร์โทรศัพท์ (081)044-7398 จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ในปีการศึกษา 2545 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร) จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้