

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



208843



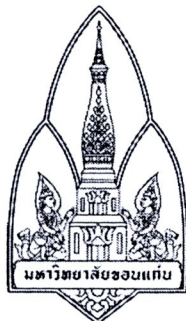
ผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว พันธุ์และวิธีการไม่ต่อปริมาณสตาร์ชทนย่อยของแป้งเผือกและ
การใช้ในก๋วยเตี๋ยวเสริมใยอาหาร

EFFECTS OF HARVESTING SEASONS, VARIETIES AND MILLING
METHODS ON RESISTANT STARCH OF TARO FLOUR USED
IN FIBRE-FORTIFIED RICE NOODLE

นางสาวศิริลักษณ์ ภักดีศรีพันธ์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554



ผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว พันธุ์และวิธีการโม่ต่อปริมาณสตาร์ชทนย่อยของแป้งเผือกและ
การใช้ในก๋วยเตี๋ยวเสริมใยอาหาร

EFFECTS OF HARVESTING SEASONS, VARIETIES AND MILLING
METHODS ON RESISTANT STARCH OF TARO FLOUR USED
IN FIBRE-FORTIFIED RICE NOODLE



นางสาวสิริลักษณ์ รักดีศรีพันธ์

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

**EFFECTS OF HARVESTING SEASONS, VARIETIES AND MILLING
METHODS ON RESISTANT STARCH OF TARO FLOUR USED
IN FIBRE-FORTIFIED RICE NOODLE**

MISS SIRILAK PHAKDEESRIPHAN

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD TECHNOLOGY
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

2011



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

หลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

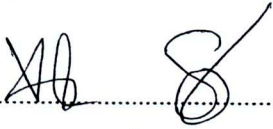
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร

ชื่อวิทยานิพนธ์ : ผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว พันธุ์และวิธีการไม่ต่อปริมาณสารพิษของ
แป้งเผือกและการใช้ในก๋วยเตี๋ยวเสริมใยอาหาร

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ : นางสาวสิริลักษณ์ ภักดีศรีพันธ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.ชนกร ไธจนกร	ประธานกรรมการ
ผศ.ดร. จันทน์ อริยะพงษ์สรรค์	กรรมการ
รศ.วรรณุช ศรีเจริญรักษ์	กรรมการ
ดร.กรรณิการ์ ห้วยแสน	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ :


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทน์ อริยะพงษ์สรรค์)


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมดัย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกษม นันทชัย)
คณบดีคณะเทคโนโลยี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ในโอกาสนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทน์ อริยะพงศ์สรรค์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ ให้คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ ชี้แนะแนวทางในการดำเนินการวิจัย และกรุณาเสียสละเวลาในการตรวจสอบแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด ตลอดจนให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆ เพื่อให้ข้าพเจ้าได้ทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ และตรวจสอบข้อบกพร่องในงานวิจัยให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่าน ที่กรุณาถ่ายทอดวิชาความรู้ และประสบการณ์อันมีค่าให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคุณเทพฤทธิ์ ปิติฤทธิ์ คุณไพโรจน์ จันธานี และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาเทคโนโลยีอาหารทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ด้วยความเมตตากรุณา

ขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาเอก และปริญญาโทของภาควิชาเทคโนโลยีอาหารทุกคน โดยเฉพาะพี่หน้อย พี่ปลา พี่หุ่ย พี่แอน พี่ปิ่น มอส (หญิงและชาย) วิว มาร์ค มะเดี้ยว น้องอ้อม และน้องเนต ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาโดยตลอด

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และโรงงานก๋วยเตี๋ยวชนิดย์ สวรรคโลก ภายใต้โครงการเชื่อมโยงภาคการผลิตกับงานวิจัยทุน สกว. – อุตสาหกรรมที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุคนธ์ คุณแม่พรจิต ภักดีศรีพันธ์ และบุคคลอันเป็นที่รักของข้าพเจ้าทุกคน สำหรับความรัก ความห่วงใย และคอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา

สิริลักษณ์ ภักดีศรีพันธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 สตาร์ชทนย่อย (resistant Starch; RS)	3
2.2 เผือก	6
2.3 แป้งและสตาร์ช	9
2.4 เส้นก๋วยเตี๋ยว	20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้สตาร์ชทนย่อยในผลิตภัณฑ์อาหาร	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
3.1 วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ	30
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	32
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	36
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	37
4.1 ผลของปริมาณสตาร์ชทนย่อยในหัวเผือกสดที่สายพันธุ์และ ฤดูกาลเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน	37
4.2 ผลของวิธีการไม่ต่อปริมาณสตาร์ชทนย่อยในแป้งและสตาร์ชจากเผือก	38
4.3 ผลของการใช้แป้งและสตาร์ชจากเผือกในผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยว	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	71
5.1 สรุปผลการวิจัย	71
5.2 ข้อเสนอแนะ	73
เอกสารอ้างอิง	74
ภาคผนวก	78
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และเคมี	79
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	92
ภาคผนวก ค แบบทดสอบทางประสามสัมผัส	117

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 คุณสมบัติด้านความหนืดของสสารชนิดต่างๆ	18
ตารางที่ 2 ช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลในเซชันของแป้งชนิดต่างๆที่วัดด้วยเครื่อง DSC	19
ตารางที่ 3 ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) และปริมาณสสารขุ่นน้อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของหัวเผือกสดในแต่ละสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่างๆ	38
ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและสสารที่ผ่านการโม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	39
ตารางที่ 5 ค่าสีของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและสสารที่ผ่านการโม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	40
ตารางที่ 6 คุณสมบัติด้านหนืดของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและสสารที่ผ่านการโม่เปียกของเผือกสายพันธุ์ต่างๆที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	43
ตารางที่ 7 ปริมาณสสารขุ่นน้อยและปริมาณสสารทั้งหมด (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและสสารที่ผ่านการโม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	44
ตารางที่ 8 ค่าแรงดึง (tensile strength, g) ของก้วยเตี๋ยเส้นเล็กสดที่มีการทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดในระดับต่างๆกัน	45
ตารางที่ 9 ค่าเนื้อสัมผัสของก้วยเตี๋ยเส้นเล็กสดที่มีการทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	46
ตารางที่ 10 ค่าสีของก้วยเตี๋ยเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งและสสารจากเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	49
ตารางที่ 11 ปริมาณสสารขุ่นน้อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของก้วยเตี๋ยเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	50
ตารางที่ 12 เปรียบเทียบปริมาณสสารขุ่นน้อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของก้วยเตี๋ยเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งจากเผือกที่สูงที่สุดกับสูตรควบคุม	51
ตารางที่ 13 ค่าแรงดึงของก้วยเตี๋ยเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิระดับต่างๆ	53

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 14 ค่าแรงดึงของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห่งทดแทนด้วยแป้งฝือกต่างชนิดผ่าน การอบแห้งที่ความเร็วลมระดับต่างๆ	53
ตารางที่ 15 ค่าความแข็งและค่าความดัดเหนียวของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห่งทดแทน ด้วยแป้งฝือกต่างชนิดผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิระดับต่างๆ	54
ตารางที่ 16 ค่าความเหนียวหนีบของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห่งทดแทนด้วยแป้งฝือกผ่าน การอบแห้งที่ความเร็วลมระดับต่างๆ	55
ตารางที่ 17 ค่าความเหนียวหนีบ ความยืดหยุ่นและความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวของก้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห่งทดแทนด้วยแป้งจากฝือกชนิดต่างๆ	55
ตารางที่ 18 ค่าความเหนียวหนีบและความคงทนเมื่อถูกเคี้ยวของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห่ง ทดแทนด้วยแป้งฝือกผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิระดับต่างๆ	56
ตารางที่ 19 ค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของก้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห่งหลังการลวกที่ทดแทนด้วยแป้งฝือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้ง ที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ	57
ตารางที่ 20 ค่าความสว่าง (L^*) ของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห่งที่มีการทดแทนด้วยแป้งฝือก ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ (หลังการลวก)	58
ตารางที่ 21 ร้อยละการสูญเสียของแข็งขณะลวกของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห่งที่ทดแทน ด้วยแป้งฝือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่ความเร็วลมระดับต่างๆ	58
ตารางที่ 22 ปริมาณสารขหนย่อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห่ง ทดแทนด้วยแป้งฝือกชนิดต่างๆ	59
ตารางที่ 23 เปรียบเทียบปริมาณสารขหนย่อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของก้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห่งทดแทนด้วยแป้งจากฝือกที่สูงที่สุดกับสูตรควบคุม	59
ตารางที่ 24 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดึงของเส้นเล็กสดที่ทดแทนด้วยแป้งจากฝือก และเส้นเล็กแห่งที่ผ่านการอบแห้ง ณ อุณหภูมิระดับต่างๆ	60
ตารางที่ 25 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดึงของของเส้นเล็กสดที่ทดแทนด้วยแป้ง จากฝือกและเส้นเล็กแห่งที่ผ่านการอบแห้ง ณ ความเร็วลมระดับต่างๆ	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 26 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของเส้นเล็กสดที่ทดแทนด้วยแป้งจากเผือกและเส้นเล็กแห้งที่ผ่านการอบแห้ง ณ อุณหภูมิระดับต่างๆ	61
ตารางที่ 27 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนียวหนึบของเส้นเล็กสดและเส้นเล็กแห้งที่ทดแทนด้วยแป้งจากเผือกชนิดต่างๆ	62
ตารางที่ 28 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงปริมาณสตาร์ชทนย่อยของของเส้นเล็กสดและเส้นเล็กแห้งที่ทดแทนด้วยแป้งจากเผือกชนิดต่างๆ	63
ตารางที่ 29 ค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบของผู้บริโภคต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ใช้แป้งทนย่อยจากเผือกทดแทนแป้งข้าวบางส่วน	65
ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของหัวเผือกสดในแต่ละสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่างๆ	93
ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณสตาร์ชทนย่อยของหัวเผือกสดในแต่ละสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูกาลต่างๆ	93
ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของแป้งที่ผ่านการโม่แห้งและสตาร์ชที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	94
ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไขมันของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาร์ชที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	94
ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาร์ชที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	95
ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเถ้าของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาร์ชผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	95
ตารางที่ 36 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L^*) ของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาร์ชที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	96
ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาร์ชที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาρχที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	97
ตารางที่ 39 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีความขาว (whiteness) ของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาρχที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	97
ตารางที่ 40 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดสูงสุดของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้ง และสตาρχที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	98
ตารางที่ 41 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเบรคดาวน์ของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้ง และสตาρχที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	98
ตารางที่ 42 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความหนืดสุดท้ายของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้ง และสตาρχที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	99
ตารางที่ 43 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าการคั้นตัวของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้ง และสตาρχที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	99
ตารางที่ 44 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนอุณหภูมิที่เริ่มเกิดความหนืดของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาρχที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	100
ตารางที่ 45 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสตาρχทนย่อยของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาρχที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	100
ตารางที่ 46 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสตาρχทั้งหมดของแป้งที่ผ่านการ โม่แห้งและสตาρχที่ผ่านการ โม่เปียกของเผือกต่างสายพันธุ์ ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	101
ตารางที่ 47 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงดึง (tensile strength) ของก๊วยเดี่ยว เส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	101

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 48 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็ง (hardness) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	102
ตารางที่ 49 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหนียวหนึบ (adhesiveness) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	102
ตารางที่ 50 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสามารถในการยึดเกาะ (cohesiveness) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	103
ตารางที่ 51 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความยืดหยุ่น (springiness) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	103
ตารางที่ 52 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความติดเหนียว (gumminess) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	104
ตารางที่ 53 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (chewiness) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	104
ตารางที่ 54 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	105
ตารางที่ 55 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสีแดง (a*) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	105
ตารางที่ 56 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสีเหลือง (b*) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	106
ตารางที่ 57 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีความขาว (whiteness) ของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	106
ตารางที่ 58 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารขุ่นของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดที่ระดับต่างๆ	107
ตารางที่ 59 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบปริมาณสารขุ่นของก้วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้งจากเผือกที่สูงที่สุดกับสูตรควบคุม	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 60 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าแรงดึง (tensile strength) ของก้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ และความเร็วลมระดับต่างๆ	108
ตารางที่ 61 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความแข็ง (hardness) ของก้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ และความเร็วลมระดับต่างๆ	108
ตารางที่ 62 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเหนียวหนึบ (adhesiveness) ของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้ง ที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ	109
ตารางที่ 63 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสามารถในการยึดเกาะ (cohesiveness) ของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้ง ที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ	109
ตารางที่ 64 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความยืดหยุ่น (springiness) ของก้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ และความเร็วลมระดับต่างๆ	110
ตารางที่ 65 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความติดเหนียว (gumminess) ของก้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ และความเร็วลมระดับต่างๆ	110
ตารางที่ 66 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความคงทนเมื่อถูกเคี้ยว (chewiness) ของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้ง ที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ	111
ตารางที่ 67 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความสว่าง (L*) ของก้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้ง ทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลม ระดับต่างๆ (หลังการลวก)	111

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 68 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของกล้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ และความเร็วลมระดับต่างๆ (หลังการลวก)	112
ตารางที่ 69 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของกล้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกต่างชนิดอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลม ระดับต่างๆ (หลังการลวก)	112
ตารางที่ 70 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนดัชนีความขาว (whiteness) ของกล้วยเดี่ยว เส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ และความเร็วลมระดับต่างๆ (หลังการลวก)	113
ตารางที่ 71 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร้อยละการสูญเสียของแข็งขณะลวกของ กล้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งที่ทดแทนด้วยแป้งเผือกชนิดต่างๆผ่านการอบแห้ง ที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ	113
ตารางที่ 72 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณสารขุ่นน้อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งเผือก ชนิดต่างๆผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิและความเร็วลมระดับต่างๆ	114
ตารางที่ 73 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนเปรียบเทียบปริมาณสารขุ่นน้อย (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้ง จากเผือกที่สูงที่สุดกับสูตรควบคุม	114
ตารางที่ 74 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ใช้แป้งทนย่อยจากเผือกทดแทนแป้งข้าวบางส่วน	115
ตารางที่ 75 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสี ของผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ใช้แป้งทนย่อยจากเผือกทดแทนแป้งข้าวบางส่วน	115
ตารางที่ 76 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ใช้แป้งทนย่อยจากเผือกทดแทนแป้งข้าวบางส่วน	115
ตารางที่ 77 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ใช้แป้งทนย่อยจากเผือกทดแทนแป้งข้าวบางส่วน	116

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 โครงสร้างของสตาร์ชทนย่อยชนิดที่ 1 (A) และชนิดที่ 2 (B)	4
ภาพที่ 2 โครงสร้างของสตาร์ชทนย่อยชนิดที่ 3	4
ภาพที่ 3 โครงสร้างของสตาร์ชทนย่อยชนิดที่ 4	4
ภาพที่ 4 ผีอกหอมเชียงใหม่ (ข้าว) และผีอกพันธุ์พิจิตร 1 (ข้าว)	8
ภาพที่ 5 โครงสร้างของแอมิโลส	11
ภาพที่ 6 โครงสร้างของแอมิโลเพคติน	12
ภาพที่ 7 ลักษณะโครงสร้างเกลียวคู่ของแอมิโลเพคติน	12
ภาพที่ 8 ลักษณะโครงสร้างแอมิโลเพคตินที่ประกอบด้วยส่วนผลึกและส่วนอสัณฐาน	12
ภาพที่ 9 บริเวณส่วนผลึก และส่วนอสัณฐานของเม็ดสตาร์ช	14
ภาพที่ 10 รูปแบบการหักเหรังสีเอ็กซ์เรย์ของเม็ดสตาร์ชที่มีโครงสร้างผลึกที่ต่างกัน	14
ภาพที่ 11 รูปแบบการพองตัวของแป้งต่างชนิด	16
ภาพที่ 12 ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง DSC	19
ภาพที่ 13 หัวเผือกสดสายพันธุ์ต่างๆที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน	37
ภาพที่ 14 กราฟแสดงคุณสมบัติความหนืดโดยใช้เครื่อง RVA ของแป้งผ่านการโม่แห้ง (dry milling) และสตาร์ชผ่านการโม่เปียก (wet milling) ของเผือกสายพันธุ์ต่างๆ	43
ภาพที่ 15 กราฟแท่งเปรียบเทียบค่าความเป็นสีแดง (a^*) ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดและเส้นเล็กแห้งหลังลวกที่ทดแทนด้วยแป้งจากเผือก	62
ภาพที่ 16 กราฟแท่งเปรียบเทียบค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) ของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดและเส้นเล็กแห้งหลังลวกที่ทดแทนด้วยแป้งจากเผือก	63
ภาพที่ 17 Scree plot ของข้อมูลความชอบโดยรวมจากผู้บริโภค 100 คน	68
ภาพที่ 18 Scree plot ของข้อมูลความชอบต่อเนื้อสัมผัสจากผู้บริโภค 100 คน	68
ภาพที่ 19 Principle Component Analysis (PCA) แสดงความชอบโดยรวมต่อผู้บริโภค 100 คน	69
ภาพ 20 Principle Component Analysis (PCA) แสดงความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้ง 6 สูตร	69

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 21 Principle Component Analysis (PCA) แสดงความชอบด้านเนื้อสัมผัสของ ผู้บริโภคร 100 คน	70
ภาพที่ 22 Principle Component Analysis (PCA) แสดงความชอบด้านเนื้อสัมผัสต่อ ผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้ง 6 สูตร	70

สิริลักษณ์ ภักดีศรีพันธ์. 2554. ผลของฤดูกาลเก็บเกี่ยว พันธุ์และวิธีการไม่ต่อปริมาณสตาร์ชทนย่อย
ของแป้งเผือกและการใช้ในก๋วยเตี๋ยวเสริมใยอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทน์ อูริยะพงศ์สรรค์

บทคัดย่อ

208843

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการไม่ สายพันธุ์ และฤดูกาลเก็บเกี่ยวของเผือกต่อ
ปริมาณสตาร์ชทนย่อย(resistant starch, RS) และศึกษาผลของการใช้ RS จากเผือกในผลิตภัณฑ์
ก๋วยเตี๋ยว การศึกษาปริมาณ RS ของหัวเผือกสด 4 พันธุ์ (เผือกหอม (PH) เผือกหอมเขียวใหม่ (PHC)
เผือกตาแดง (PT) และ เผือกไม้ (PM)) ที่เก็บเกี่ยวใน 3 ฤดู (ฤดูร้อน ฝน และ หนาว) พบว่าพันธุ์
เผือกและฤดูกาลเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลร่วมต่อปริมาณ RS หัวเผือกสดพันธุ์ PM PHC PH และ PT ที่
เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนมีปริมาณ RS มากที่สุด (49.97, 48.76, 48.02 และ 47.45%, โดยน้ำหนักแห้ง
ตามลำดับ) ขณะที่หัวเผือกสดพันธุ์ PM ที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนมีปริมาณ RS น้อยที่สุด (22.8%, โดย
น้ำหนักแห้ง) เมื่อเทียบกับพันธุ์และฤดูกาลอื่น และได้คัดเลือกเผือกสด 3 สายพันธุ์ที่มี RS สูงซึ่ง
เก็บเกี่ยวในฤดูร้อนเพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี (ไขมัน โปรตีน และเถ้า) สี และ
คุณสมบัติด้านความเหนียวของแป้งเผือกที่ใช้วิธีการอบแห้ง และของสตาร์ชโดยวิธีการไม่เปียก จาก
หัวเผือกสดแต่ละพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในฤดูร้อน พบว่า แป้งเผือกจากพันธุ์ PM มีปริมาณไขมัน โปรตีน
และ เถ้าสูงที่สุด (0.48, 10.54 และ 4.01% ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบสตาร์ชของพันธุ์ PM (0.01,
0.26 และ 0.35% ตามลำดับ) รวมทั้งแป้งและสตาร์ชของพันธุ์อื่น แป้งเผือกพันธุ์ PM มีปริมาณ RS
มากที่สุด (49.68) และมีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มากที่สุด (4.17) เมื่อเทียบกับแป้งและสตาร์ช
พันธุ์อื่นๆ สตาร์ชจากเผือกทุกพันธุ์มีค่าความเหนียวต่ำ และ ค่าการคืนตัวสูง แต่มีค่าอุณหภูมิที่
เริ่มเกิดความร้อนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับแป้ง

การศึกษาคูณสมบัติของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดทดแทนด้วยแป้ง และสตาร์ชจากเผือก 6 ชนิด
ที่ปริมาณ 3 ระดับ (10, 20 และ 30%) พบว่าชนิดแป้งหรือสตาร์ชจากเผือก และระดับการทดแทน
มีอิทธิพลร่วมต่อคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส (ที่วัด แบบ TPA compression 70% และค่าแรงดึงที่วัด
แบบ Tensile strength) ค่าสี และปริมาณ RS ของก๋วยเตี๋ยวสด ($p \leq 0.05$) การทดแทนด้วยแป้งหรือ
สตาร์ชจากเผือกมีผลให้คุณสมบัติของก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดต่างกัน เช่น เมื่อเพิ่มระดับการทดแทน
จาก 10 เป็น 20 และ 30% ด้วยแป้งทำให้ค่าแรงดึงลดลง แต่เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนด้วยสตาร์ชทำ
ให้ค่าแรงดึงสูงขึ้น ค่าความสว่าง (L*) ของเส้นเล็กสดที่ทดแทนด้วยแป้งหรือสตาร์ชจากเผือกมี
แนวโน้มลดลง ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กสดที่ทดแทนด้วยแป้งจากเผือกมีค่าความเป็นสีแดง (a*) สูงกว่าที่
ทดแทนด้วยสตาร์ชจากเผือก โดยแป้งจาก PH. และ PHC. 30% ให้ค่าความเป็นสีแดงสูงที่สุด (2.66

208843

และ 2.53 ตามลำดับ) การทดแทนด้วยแป้งหรือสตาร์ชจากเผือก 10% ช่วยเพิ่ม RS ในกล้วยเดี่ยวสด แต่ระดับการเพิ่มที่ 20 และ 30% ไม่ทำให้กล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดมี RS สูงขึ้นกว่าการทดแทนที่ 10% ($p \leq 0.05$) กล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดที่ทดแทนด้วยแป้งจาก PHC 10% มีปริมาณ RS สูงที่สุด (1.83% โดยน้ำหนักแห้ง) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม (0.72% โดยน้ำหนักแห้ง)

จากการศึกษาผลของการอบแห้งกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ กล้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งที่คัดเลือกกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสด 3 ชนิด (ทดแทนด้วยแป้ง PM. 10% PH. 20% และ PHC. 30%) ซึ่งอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 และ 55°C และความเร็วลม 0.4 และ 0.6 m/s พบว่า อุณหภูมิและ/หรือความเร็วลมในการอบแห้งมีผลให้กล้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งที่ทดแทนด้วยแป้งจากเผือกมีค่าแรงดึง ความแข็งและความเหนียวหนึบของลดลง และค่าความเป็นสีแดงและเหลืองเพิ่มขึ้น แป้งเผือกต่างชนิด อุณหภูมิ และความเร็วลมในการอบแห้งมีผลให้กล้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งมีค่าการสูญเสียของแข็งขณะต้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสด โดยที่แป้งจาก PHC ที่ระดับการทดแทน 30% สูญเสียของแข็งน้อยกว่าสูตรอื่นๆ ซึ่งผลการทำผลิตภัณฑ์กล้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งจากกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กสดนั้น ทำให้มีปริมาณการเปลี่ยนแปลงของ RS เพิ่มขึ้นในกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้ง อย่างไรก็ตามกล้วยเดี่ยวเส้นเล็กแห้งทดแทนด้วยแป้งจาก PM. 10% และ PH 20% มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบ และเมื่อจัดกลุ่มผู้บริโภคโดยใช้เทคนิค PCA แบ่งกลุ่มความชอบโดยรวมของผู้บริโภคได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่หนึ่งชอบผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งสูตรควบคุมและเส้นเล็กแห้งทางการค้า กลุ่มที่สอง คือกลุ่มที่ชอบผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ทดแทนด้วยแป้งจากเผือกไม่ร้อยละ 10 และเผือกหอมร้อยละ 20 และกลุ่มที่สามคือกลุ่มที่ชอบผลิตภัณฑ์เส้นเล็กแห้งที่ทดแทนด้วยแป้งจากเผือกหอมเชิงใหม่ร้อยละ 30

Sirilak Phakdeesriphan. 2011. **Effects of Harvesting Seasons, Varieties and Milling Methods on Resistant Starch of Taro Flour Used in Fibre-fortified Rice Noodle**. Master of Science Thesis in Food Technology, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Assistant Professor Dr. Juntanee Uriyapongson

ABSTRACT

208843

This research aimed to investigate milling methods, varieties and harvesting season on resistant starch (RS) content of taro tuber and the use of RS from taro tuber flour in rice noodle. The RS content of four varieties of taro tuber (Peauk Hom, PH, Peaukhom Chaingmai, PHC, Peauk Tadang, PT and Peaukmai, PM) harvested in three seasons (summer, winter, rainy) were studied. There was an interaction between variety and season on RS content. Fresh tuber of PM PHC PH and PT harvested in summer had the highest RS content (49.97, 48.76, 48.02 and 47.45%, db respectively) while fresh tuber of PM in rainy season had the lowest (22.8%, db) compared to the other. Three varieties of taro tuber harvested in summer have high RS content was selected. Chemical composition (lipid, protein and ash), color and pasting properties of oven-dried taro tuber flour from each variety harvested in summer and their starches prepared by wet milling were investigated. PM flour showed the highest content of fat, protein and ash (0.48, 10.54, and 4.01%, respectively) compared to PM starch (0.01, 0.26, and 0.35%, respectively). PM flour contained the highest RS content (49.68%) and showed the highest b* yellow color value (4.17). Starches from all taro varieties had significantly higher final viscosity, setback but reduced in pasting temperature compared to the taro flours ($P \leq 0.05$).

The effects of taro tuber flour and starch containing RS on rice noodle properties were studied with substitution of six types of taro tuber flour and starch using three levels of substitution (10, 20 and 30%). The results showed that there were interaction effects between types of taro tuber flour or starch and substitution levels on noodle texture using TPA compression at 70% and tensile strength, noodle color and RS content of rice noodle ($p \leq 0.05$). Substitution of taro tuber flour at 10 to 30% decreased tensile strength of rice noodle but the substitution with taro starch increased tensile strength. Rice noodle containing taro tuber flour or taro starch had lower lightness (L^*) compared to the control noodle but higher red color (a^*) with taro tuber flour than with taro starch. PH and PHC flour at 30% showed the highest a^* red color value (2.66 and 2.53, respectively). The substitution with taro flour or starch at 10% increased RS content in rice noodle but there was no significant different effect on RS content with substitution at 20 and 30%. The substitution with PHC flour at 10% had the highest RS content (1.83%, db) compared to the control (0.72%, db).

The effect of drying process (drying temperature: 45 and 55°C and air velocity: 0.4 and 0.6 m/s) on characteristics of dried rice noodle was studied using three types of taro

208843

tuber flour (PM 10%, PH 20% and PHC 30%) as a substitution of rice flour. The results showed that temperature and/or air velocity decreased tensile strength, hardness and adhesiveness but increased red and yellow color value of dried noodle. Different taro flour, temperature and air velocity affected noodle cooking properties. Dried noodle containing PHC flour at 30% had cooking loss lower than other formulae. The drying process of rice noodle affected RS content of dried rice noodle. However, dried rice noodle with substitution of taro flour from PM at 10% and PH at 20% showed overall consumer liking score in the range of like slightly to like moderately. Consumer liking score of dried rice noodle was classified into three groups using the principle component analysis (PCA); first group: control from laboratory and commercial noodle second group: rice noodle containing taro tuber flour (PM. 10% and PH. 20%) and third group: rice noodle containing taro tuber flour (PHC. 30%).