



ผลของการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูป

Effects of Addition Hydrocolloids on Quality of Rice
Noodles Flour Mix

ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2555



ผลของการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูป

Effects of Addition Hydrocolloids on Quality of Rice
Noodles Flour Mix

ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2555

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่อุดหนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้
ขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่เอื้อเพื่อ
สถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับทำการวิจัย

นางสาวขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา

ชื่อเรื่อง	ผลของการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของแป้งกล้วยเดี่ยวสำเร็จรูป
ผู้วิจัย	ขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา
หน่วยงาน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีที่ทำการวิจัย	2555

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นกล้วยเดี่ยว ทำการทดลองโดยผสมแป้งข้าวเจ้ากับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 5:3 ผสมแซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำแป้ง คนผสมให้เข้ากันแล้วนำไปให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ 600 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที นำเส้นกล้วยเดี่ยวที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัสพบว่า การเติมไฮโดรคอลลอยด์ตามชนิดและความเข้มข้นข้างต้นไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ต่อค่าสีเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นกล้วยเดี่ยวชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ แต่มีอิทธิพลต่อค่าความแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ทั้งจากการวัดค่าความแข็งด้วยเครื่องมือวัดเนื้อสัมผัส และการวัดทางประสาทสัมผัส โดยเส้นกล้วยเดี่ยวชุดควบคุมมีค่าความแข็งมากที่สุด และมีร้อยละผลได้น้อยที่สุด การเติมไฮโดรคอลลอยด์สามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพทางเนื้อสัมผัสของเส้นกล้วยเดี่ยวได้เล็กน้อย ซึ่งบางลักษณะทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ การศึกษาการยอมรับของเส้นกล้วยเดี่ยวที่ผลิตจากแป้งกล้วยเดี่ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมของเส้นกล้วยเดี่ยวที่มีการเติมกัวร์กัมร้อยละ 0.10 ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับเส้นกล้วยเดี่ยวเชิงพาณิชย์ ซึ่งได้คะแนนความชอบรวมอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และเส้นกล้วยเดี่ยวชุดควบคุมได้คะแนนความชอบรมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ซึ่งได้คะแนนความชอบรวมอยู่ในช่วงเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย

คำสำคัญ: ไฮโดรคอลลอยด์ แป้งสำเร็จรูป

Title	Effects of Addition Hydrocolloids on Quality of Rice Noodles Flour Mix
Author	Kwanjit Anukulwattana
Institute	Phetchabun Rajabhat University
Year	2555

Abstract

The objective of the research was to study on the effect of type and hydrocolloid concentration on the rice noodles quality. In this study, rice flour and cassava flour was mix in ration 5:3. Hydrocolloids (0.05 and 0.1% of xanthan gum, carboxymethylcellulose and guar gum) were added into flour slurry. Heated by microwave 600 watt for 1 min. Physical properties (colour and texture) and sensory evaluation (intensity and hedonic scoring) were evaluated. The physical properties of rice noodle made from hydrocolloid adding flour mixes showed that the addition of hydrocolloid was not significant ($p>0.05$) effect on the colour quality compare with control rice noodle (not added any hydrocolloid) but it was significant ($p\leq 0.05$) on the hardness both from texture analyzer and sensory evaluation. The control rice noodle gave the higher hardness and lower %yield. The addition of hydrocolloids slightly improve the qualities of rice noodle that panel could not detect in some attributes. The study of the sensory acceptance of rice noodles found that rice

noodle containing 0.10% guar gum gave the higher scores of overall liking which was closed to commercial rice noodle were in a slightly to moderate liking level and control rice noodle gave the lower scores of overall liking which in neither like nor dislike to slightly liking level.

Keywords: Hydrocolloid, flour mixes

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว	4
2. กรรมวิธีการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว	5
3. คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว	10
4. ไฮโดรคอลลอยด์	10
5. คุณสมบัติและหน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์	12
6. แป้งผสมสำเร็จรูป	17
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
1. วัตถุประสงค์	19
2. เครื่องมือและอุปกรณ์	19
3. วิธีการทดลอง	19
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	22
1. การศึกษาชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว	22
2. การศึกษาการยอมรับของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์	26
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	28
1. สรุปผล	28
2. ข้อเสนอแนะ	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	32
ภาคผนวก ก การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	33
ประวัตินักวิจัย	40

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของน้ำแป้งต่อคุณลักษณะของเจลที่ได้	8
ตารางที่ 2 คุณภาพทางสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์	23
ตารางที่ 3 คุณภาพทางเนื้อสัมผัส และร้อยละผลได้ของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์	25
ตารางที่ 4 คะแนนความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์	26
ตารางที่ 5 คะแนนความชอบของลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์	27

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 แผนภูมิการผลิตถ้วยเดียว	6
ภาพที่ 2 ลักษณะโครงสร้างของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส	14
ภาพที่ 3 ลักษณะโครงสร้างของกัวร์กัม	15
ภาพที่ 4 ลักษณะโครงสร้างของแซนแทนกัม	16

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ประชากรของโลกมากกว่าครึ่งบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก โดยเฉพาะชาวเอเชียบริโภคมากถึงร้อยละ 90 ซึ่งข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยมานานนับจากอดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นอาหารหลักของคนไทย และเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรในหลายพื้นที่ ผลผลิตข้าวกว่าร้อยละ 55 ใช้บริโภคในประเทศ ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 45 ส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศทั่วโลกทั้งในลักษณะข้าวสาร และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว นับตั้งแต่ปี 2545 เป็นต้นมา การส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าวแปรรูปของไทยนับว่าเป็นสินค้าดาวรุ่งที่มีการขยายตัวสูงและต่อเนื่องทุกปี ซึ่งในปี 2551 มีมูลค่าการส่งออกสูงถึง 10,013 ล้านบาท ขยายตัวจากปี 2550 มากถึงร้อยละ 37 โดยผลิตภัณฑ์ส่งออกหลักได้แก่ เส้นก๋วยเตี๋ยว-เส้นหมี่พร้อมปรุงหรือสำเร็จรูป มีสัดส่วนการส่งออกร้อยละ 30 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการเติบโตสูงถึงร้อยละ 82 (ศูนย์วิจัยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2552) เนื่องจากอาหารนี้มีความคล้ายคลึงกับอาหารเส้นที่ทำจากแป้งสาลี เช่น สปาเกตตี (spaghetti) จึงเป็นโอกาสให้ผู้บริโภคต่างประเทศยอมรับเร็วขึ้น (ศรัลย์ภักค์, 2551) ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีลักษณะเป็นสีขาว มีความเหนียว นุ่ม เนื้อก๋วยเตี๋ยวเรียบเนียน และไม่ขาดง่าย แต่ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบคือ เมื่อเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่ง ก๋วยเตี๋ยวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยจะมีความกระด้างแห้ง และแข็งเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ส่งผลให้เส้นก๋วยเตี๋ยวนี้ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค และเส้นก๋วยเตี๋ยวสดที่ผลิตได้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ทั้งนี้ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่สามารถเก็บได้นานไม่เกิน 2 วัน ก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กเก็บได้ประมาณ 3-4 วัน (ดร.ณิ มุลโรจน์ และคณะ 2550) เหตุนี้ทำให้ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวที่นิยมผลิต และส่งออก คือ เส้นหมี่ และเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้ง เพราะมีอายุการเก็บนาน สำหรับก๋วยเตี๋ยวสด มีตลาดค่อนข้างแคบกว่า เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บสั้น (ศรัลย์ภักค์, 2551)

แป้งผสมสำเร็จรูป หมายถึง แป้งที่มีการผสมส่วนที่เป็นของแข็งทั้งหมดไว้ด้วยกัน ปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปมากทั้งเรื่องชนิดและส่วนผสม ตลอดจนคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แป้งชนิดนี้ให้ความสะดวกแก่ผู้ใช่มากเพียงใส่ของเหลวลงไป ผสมให้เข้ากันแล้วดำเนินการตามขั้นตอนปกติ การใช้แป้งชนิดนี้นอกจากจะให้ความสะดวกในการใช้แล้ว ยังทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำ ใช้เครื่องจักรน้อย ไม่ต้องใช้เนื้อที่เก็บวัตถุดิบมาก และยังทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ แป้งสำเร็จรูปมีหลายชนิด เช่น แป้งโดว์สำเร็จรูป แป้งสำเร็จที่ใช้กับยีสต์ และแป้งเค้กสำเร็จรูป เป็นต้น (ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538)

ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเส้นของไทยมีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมมาเป็นเวลานาน โดยเริ่มจากอุตสาหกรรมในครัวเรือนที่ทำการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศ ต่อมาได้พัฒนาเป็นอุตสาหกรรม เพื่อการส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการขยายกำลังการผลิต และการพัฒนานวัตกรรมการผลิตของผู้ประกอบการไทยอย่างต่อเนื่อง แต่ก็มีหลายประเทศที่ได้มีการพัฒนาคุณภาพข้าวเพื่อแย่งส่วนแบ่งตลาดของประเทศไทย ดังนั้นประเทศไทยจำเป็นต้องปรับปรุงแนวทางการพัฒนาข้าว โดยเน้นประสิทธิภาพ การผลิต การตลาด การปรับปรุงคุณภาพ ตลอดจนการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้น (อรอนงค์, 2547) ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งก๊วยเตี๋ยวสำเร็จรูป สำหรับผู้บริโภคที่ต้องการทำเส้นก๊วยเตี๋ยวด้วยตนเองอย่างง่าย ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษานาน ง่ายต่อการขนส่ง และการเก็บรักษา โดยมีการเติมสารเจือปนอาหาร (food additives) ประเภทไฮโดรคอลลอยด์ที่มีสมบัติเพิ่มความคงตัว ปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น ลดการสูญเสีย น้ำ ทำให้เส้นก๊วยเตี๋ยวนุ่ม ไม่แข็ง แข็ง กระด้างเร็วเกินไป และทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ก๊วยเตี๋ยวยาวนานขึ้นด้วย ทำให้ผู้ประกอบการสามารถขยายตลาดการค้าได้มากขึ้น และผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นก๊วยเตี๋ยว

2. เพื่อศึกษาการยอมรับของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดร

คอลลอยด์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว
2. เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูป
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวประเภทอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก๋วยเตี๋ยวเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่คนไทยนิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวางมาเป็นเวลานานแล้ว ซึ่งก๋วยเตี๋ยวเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวเจ้า หรือแป้งข้าวเจ้า อาจมีแป้งชนิดอื่นผสมอยู่ด้วยก็ได้ แล้วนำมาทำเป็นแผ่น นึ่งให้สุก ตัดเป็นเส้น คนไทยนิยมบริโภคก๋วยเตี๋ยว เนื่องจากปรุงง่าย สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายรูปแบบ และมีราคาถูก (วิภา, 2541) เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตในประเทศไทย แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ เส้นก๋วยเตี๋ยวหมัก ได้แก่ ขนمجี่ และเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่หมักซึ่งมีปริมาณถึงร้อยละ 66 ของการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวทั้งหมด ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ เส้นเล็ก เส้นหมี่ และเส้นก๋วยจั๊บ โดยก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ และเส้นหมี่มีกำลังการผลิตสูงสุดในกลุ่มนี้ (ศจี และคณะ, 2548)

การผลิตก๋วยเตี๋ยวเป็นศิลปะอย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความชำนาญที่ได้เรียนรู้เทคนิคสืบทอดกันมาจากบรรพบุรุษ จึงไม่มีหลักเกณฑ์ทางวิชาการที่แน่นอน การพัฒนาอาศัยความชำนาญและประสบการณ์เป็นส่วนใหญ่ การตรวจสอบคุณภาพของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ยังคงใช้ประสาทสัมผัสและอาศัยความนิยมของผู้บริโภคเป็นหลัก โดยทั่วไปคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวขึ้นอยู่กับวัตถุดิบและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตว่าสอดคล้องกันหรือไม่ ข้าวที่เลือกใช้เพื่อการผลิตก๋วยเตี๋ยวควรมีการตรวจสอบคุณสมบัติก่อนผลิต เนื่องจากเป็นข้าวท่อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากโรงสีข้าว และโรงสีข้าวมักจะรวบรวมข้าวพันธุ์ต่างๆเข้าด้วยกัน ทำให้คุณภาพน้ำแป้งไม่สม่ำเสมอ และทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอไปด้วย (วิภา, 2541) ขณะที่ผู้บริโภคต้องการก๋วยเตี๋ยวที่มีสีขาว ผิวเรียบเนียน มีความสะอาด และปลอดภัยในการบริโภค ด้วยเหตุนี้เส้นก๋วยเตี๋ยวจึงต้องผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ดี ทางผู้ผลิตจะต้องเอาใจใส่ ปรับปรุงและแก้ไขกรรมวิธีการผลิตให้สอดคล้องกับวิธีการจัดการสุขลักษณะที่ดี (Good Manufacturing Practice; GMP) ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต ไม่ว่าจะเป็น

สถานที่ผลิต เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต กรรมวิธีการผลิต การบรรจุ ตลอดจนการสุขาภิบาลและ
 สุขลักษณะของพนักงาน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี สะอาด ปลอดภัย และถูกใจผู้บริโภค

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

1. ข้าวเจ้า

ข้าวที่ใช้ในกระบวนการผลิตจะเป็นข้าวหักหรือข้าวเกร็ดสองที่ไม่เหมาะต่อการบริโภคโดยตรง ใน
 การผลิตแป้งข้าวเจ้าในประเทศไทยนั้นจะเป็นการไม่เปียก แต่โปรตีนและสิ่งแปลกปลอมส่วนใหญ่ยังติดอยู่กับ
 แป้ง ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นประเภท ฟลาวัวร์ (rice flour) และนิยมใช้ข้าวประเภทที่มีอะมิโลสสูง ข้าวหอมมะลิที่
 บริโภคไม่เหมาะสมใช้ผลิตฟลาวัวร์ เพราะมีปริมาณอะมิโลสต่ำ ข้าวที่เหมาะสมสำหรับการทำเส้นก๋วยเตี๋ยวคือ ข้าว
 ที่มีปริมาณอะมิโลสมากกว่าร้อยละ 27 หรือมีปริมาณอะมิโลสอยู่ในช่วงร้อยละ 27-33 เพราะหลังจากที่แบ่ง
 สุกตามกระบวนการผลิตและทำให้เย็นลง แป้งสุกจะเกิดการคืนตัว และจับตัวเชื่อมกันเป็นแผ่นที่มีลักษณะ
 เหนียวหยุ่น ไม่แฉะติดกัน อะมิโลสจะช่วยเพิ่มความสามารถดูดซับน้ำของเมล็ดสตาร์ช และช่วยให้การขยายตัว
 ของเมล็ดสตาร์ชเป็นไปอย่างมั่นคงไม่ยุบตัว นอกจากคาร์โบไฮเดรตแล้ว ข้าวยังประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 7
 ไขมันร้อยละ 1.5 ที่เหลือเป็นวิตามิน เกลือแร่และสารอาหารอื่นๆอีกร้อยละ 1.5 สำหรับการทำก๋วยเตี๋ยวนั้น
 โปรตีนจะทำให้สีของเส้นก๋วยเตี๋ยวล้าลง และยังทำให้ความเหนียวลดลงด้วย นอกจากองค์ประกอบของข้าว
 จะมีผลต่อคุณสมบัติของเส้นก๋วยเตี๋ยวแล้ว ความเก่า-ใหม่ของข้าวก็มีผลในการทำก๋วยเตี๋ยวเช่นกัน โดยพบว่า
 ข้าวเก่ามีความสามารถในการดูดน้ำและขยายปริมาตรได้มากกว่าข้าวใหม่ ในขณะที่ในน้ำข้าวจะมีของแข็ง
 ลดลง และข้าวสุก่วนแข็งขึ้น กลิ่นหอมของข้าวลดลง เมล็ดข้าวเก่ามักพบมีสีคล้ำลง เนื่องจากความเหนียว
 ของข้าวสุกตกลง ดังนั้นข้าวเก่าจึงเหมาะสมสำหรับเป็นวัตถุดิบในการทำผลิตภัณฑ์เส้น โดยข้าวเจ้าที่โรงงาน
 นิยมใช้ในการผลิตก๋วยเตี๋ยว เป็นข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บรักษาข้าวเปลือกมากกว่า 4 เดือน จะได้เส้นก๋วยเตี๋ยว

ที่ร้อนไม่ติดสายพานที่ใช้หนึ่ง และเส้นที่ได้ม้วนน้ำมาก นอกจากนี้ข้าวเก่ายังมีอัตราการสูญเสียระหว่างการล้างน้อยกว่า แต่อายุการเก็บรักษาข้าวนานเกินไปก็ไม่เหมาะสำหรับนำมาผลิตก๋วยเตี๋ยว เพราะจะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้แข็ง กระด้าง เปราะ ทำเป็นแผ่นได้ไม่ดี จึงต้องมีการเจือปนข้าวใหม่บ้าง ซึ่งปริมาณผสมไม่สามารถกำหนดได้แน่นอนต้องทดลองหนึ่งเป็นก๋วยเตี๋ยวดูก่อน (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2546)

2. น้ำ

น้ำที่ใช้ในการผลิตควรเป็นน้ำสะอาดเหมาะสมสำหรับบริโภค ปราศจากสารแขวนลอย มีความกระด้างต่ำ มีคลอรีน 0.2-0.5 ส่วนในล้านส่วน มีความเป็นกรด-เบสระหว่าง 5-7 มีเกลือแคลเซียม หรือแมกนีเซียมเหมาะสม ซึ่งจะทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีความเหนียวสูงที่สุด และถ้ามีเหล็ก หรือสารแขวนลอยอยู่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำ (วิภา, 2541) Malcolmson and Matsuo (1993) ได้วิเคราะห์ผลขององค์ประกอบของน้ำที่ใช้ในการต้มต่อความเหนียวของเส้นสปาเกตตี เมื่อน้ำมีองค์ประกอบของแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมโพแทสเซียม และซัลเฟตต่างกัน มีผลทำให้ความกระด้างแตกต่างกัน และทำให้เส้นสปาเกตตีมีความเหนียวต่างกัน

3. สารเคมี

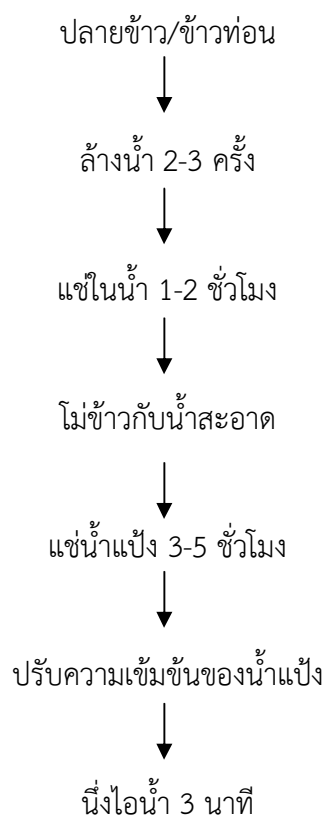
กรดเบนโซอิก หรือโซเดียมเบนโซเอต (C_6H_5COOH) นับเป็นสารเคมีที่สำคัญ และใช้กันอย่างกว้างขวางในก๋วยเตี๋ยว ทำหน้าที่เป็นสารกันบูด กรดเบนโซอิกช่วยขัดขวางการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย แต่จะทำให้สีอาหารเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งแก้ไขได้โดยใช้ร่วมกับโซเดียม หรือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ซึ่งช่วยคงสีของอาหาร นอกจากนี้ซัลเฟอร์ยังมีผลต่อสปอร์เชื้อราและแบคทีเรียมากกว่ายีสต์ ดังนั้นเมื่อใช้ร่วมกับโซเดียมเบนโซเอตซึ่งมีผลต่อยีสต์ดีกว่า จึงทำหน้าที่กันเสียได้ดี ปริมาณกรดเกลือ หรือเกลือเบนโซเอตที่อนุญาตให้ใช้โดยทั่วไปไม่เกินร้อยละ 0.1 โดยทั่วไปซัลเฟอร์ไดออกไซด์ระเหยไปกับไอน้ำได้ถึงร้อยละ 90 สำหรับปริมาณที่อนุญาตให้มีได้ในผลิตภัณฑ์สุดท้าย คือ น้อยกว่า 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (วิภา, 2541)

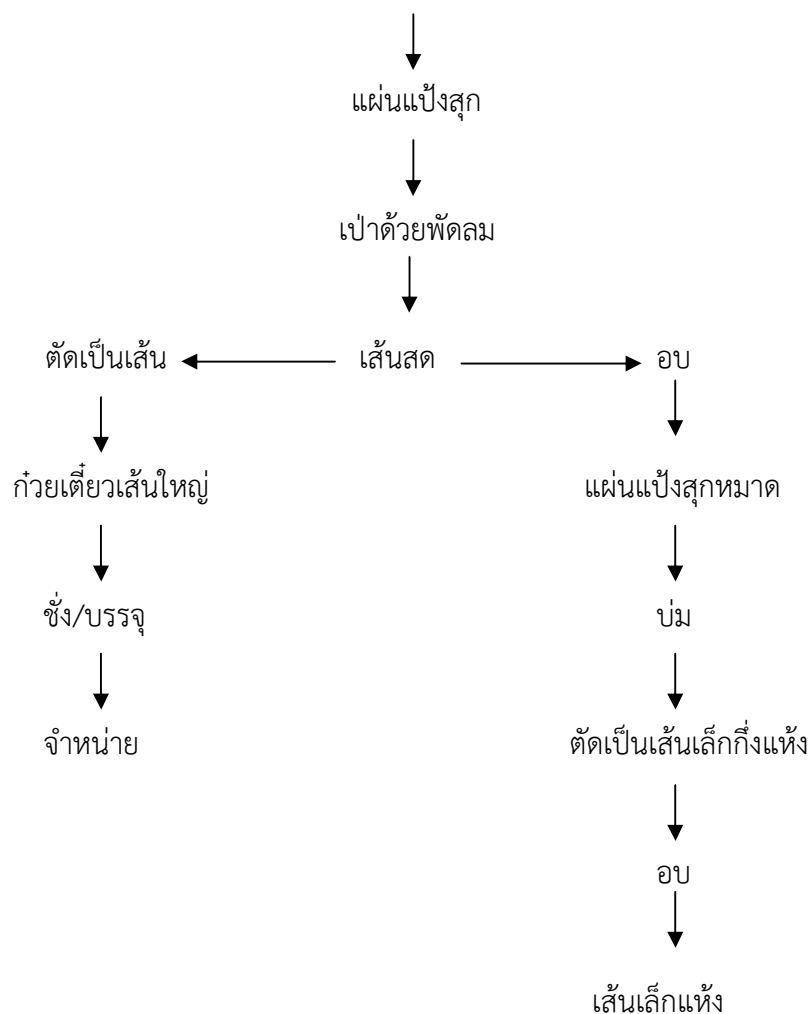
4. น้ำมันที่ใช้เคลือบแผ่นก้วยเตี่ยว

ต้องเป็นน้ำมันที่บริโภคได้ มีคุณภาพดี ไม่มีกลิ่นเหม็นหืน และไม่ควรเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิสูง โดยปกติโรงงานอุตสาหกรรมก้วยเตี่ยวมักใช้น้ำมันพืช ได้แก่ น้ำมันถั่วลิสง ทั้งนี้ น้ำมันที่ผ่านการใช้แล้วไม่ควรนำกลับมาใช้ในกระบวนการผลิตซ้ำอีก (ศรัลย์ภักตร์, 2551)

กรรมวิธีการผลิตเส้นก้วยเตี่ยว

โดยทั่วไปคุณภาพของก้วยเตี่ยวขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบ และเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตว่า สอดคล้องกันหรือไม่ เนื่องจากข้าวที่ใช้ผลิตก้วยเตี่ยวมักมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ จึงก่อให้เกิดปัญหาค่อนข้างมาก เพราะต้องปรับเปลี่ยนกรรมวิธีการผลิตไปตามความเหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะดีตรงตามความต้องการของผู้บริโภคส่วนใหญ่ (วิภา, 2541) กรรมวิธีการผลิตเส้นก้วยเตี่ยวโดยทั่วไป แสดงดังภาพที่ 1





ภาพที่ 1 แผนภูมิการผลิตก่ายเตี่ยว

ที่มา: วิภา, 2541

1. การเตรียมข้าว

เนื่องจากข้าวที่ใช้เป็นข้าวเก่า และอาจมีสิ่งปนเปื้อนมาก ในอุตสาหกรรมผลิตก่ายเตี่ยวมักทำความสะอาดขั้นต้นโดยใช้เครื่อง Classifier ซึ่งจะช่วยแยกเศษกระสอบ ฟูน ผง หิน แมลง และหญ้าออกไปก่อน แล้วจึงนำข้าวมาล้างน้ำ เพื่อล้างเอาส่วนของรำละเอียดและฟูนที่ไม่สามารถแยกได้ในขั้นตอนแรกออก ขณะล้างข้าวอาจมีการขัดข้าวด้วยใบกววน โดยทั่วไปจะล้างข้าวประมาณ 2-3 ครั้ง การล้างข้าวขึ้นกับคุณภาพของปลายข้าว ถ้าข้าวมีสีคล้ำมากอาจใช้สารเคมีจำพวกเมตาไบซัลไฟต์ประมาณ 0.1% ผสมในน้ำล้างข้าวจะช่วยให้สีข้าวขาวขึ้น และยังเป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจติดมากับข้าวและน้ำด้วย

ในขั้นตอนการล้างควรใช้อัตราส่วนของข้าว:น้ำให้เหมาะสม โดยให้น้ำท่วมข้าวเพียงเล็กน้อยหรือประมาณ 1:2.5 ส่วน คนหรือกลับข้าวบ้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการล้าง ไม่ควรคนข้าวตลอดเวลาเพราะจะทำให้เมล็ดข้าวแตกและละลายหรือแฉนวนลอยออกมากับน้ำล้างมาก โดยเฉพาะข้าวท้องถิ่นซึ่งมีโครงสร้างการเกาะตัวของเม็ดแบ่งแบบหลวมๆ เนื้อแบ่งจึงละลายออกมากับน้ำล้างได้ง่าย ดังนั้นในการล้างแต่ละครั้งจึงควรทำอย่างรวดเร็ว ซึ่งเมื่อล้างข้าวเสร็จควรแช่ข้าวไว้อย่างน้อย 3 ชม. เพื่อให้ข้าวดูดน้ำเข้าไปในเมล็ดเป็นการเพิ่มความชื้นทำให้เมล็ดข้าวนิ่ม ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังมีผลทำให้เมล็ดสตาร์ชแตกมากขึ้นในขณะโม่

2. การโม่ข้าว

การโม่ข้าวเป็นการทำให้เมล็ดสตาร์ชและองค์ประกอบอื่นๆหลุดและแตกออก รวมทั้งทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดสตาร์ชแตกด้วย ซึ่งการโม่จะใช้โม่หินและโม่แบบเปือก โดยการโม่แบบนี้ทำให้เมล็ดสตาร์ชถูกบดละเอียดและแตกตัวได้มาก และการเติมน้ำลงไปจะช่วยทำให้อุณหภูมิในขณะโม่ไม่สูงเกินไป ซึ่งแบ่งที่ได้มีคุณภาพดีไม่บูดง่าย แต่ปริมาณน้ำที่เติมต้องเหมาะสม โดยทั่วไปจะมีสัดส่วนข้าว:น้ำ ประมาณ 2:1 จะทำให้การโม่มีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ควรใช้น้ำมากเกินไปเพราะข้าวจะผ่านหน้าโม่ออกไปเร็วโดยฟันโม่จะกระทบกันเอง แบ่งที่ได้จะหยาบ และเสียเวลาต้องนำกลับมาโม่ใหม่ แต่ถ้าใช้น้ำน้อยเกินไป ข้าวจะติดอยู่ในโม่มาก หน้าโม่จะไม่บดกันต้องแรงมากในการโม่ และโม่ได้ช้าลง น้ำแบ่งที่ผ่านเครื่องโม่จะไหลผ่านตระแกรงร่อนที่มีรูเปิดขนาด 40-60 mesh เพื่อกรองและแยกอนุภาพแบ่งที่ไม่ละเอียดหรือสิ่งปนเปื้อนที่ผสมกับน้ำแบ่งออกไป น้ำแบ่งที่ได้จะนำมาตั้งทิ้งไว้ 30-60 นาที เพื่อให้เมล็ดสตาร์ชดูดน้ำ ทำให้เมล็ดสตาร์ชพองตัวและแตกง่ายขึ้นเมื่อนำไปนึ่ง โดยแบ่งที่จะนำมาทำเส้นใหญ่จะใช้เวลาแช่นานกว่าแบ่งที่นำมาทำเส้นเล็ก เนื่องจากเส้นใหญ่ต้องการความนุ่มนวลมากกว่าเส้นเล็ก ขณะแช่น้ำแบ่งจะต้องคนแบ่งเป็นระยะ เพื่อไม่ให้แบ่งตกตะกอนและยังช่วยให้แบ่งดูดน้ำได้ดี น้ำแบ่งที่ได้ในขั้นตอนนี้มีความข้นหนืดมากขึ้น จากการศึกษาของพัชร (2538) พบว่าการโม่ข้าวแบบโม่เปีกด้วยโม่หิน 2 ครั้ง ได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เหนียวและยืดหยุ่นสูงกว่าการโม่เพียงครั้งเดียว

3. การปรับความเข้มข้นของน้ำแบ่ง

ส่วนผสมของน้ำแป้งที่ไม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเหนียวของเส้นก๋วยเตี๋ยวปริมาณน้ำที่ใช้ต้องพิจารณาจากชนิดและลักษณะของข้าว โดยข้าวยิ่งเก่ามากและมีแอมิโลสสูงต้องใช้น้ำในการหุงสุกมากกว่าข้าวใหม่และมีแอมิโลสต่ำกว่า ซึ่งปริมาณน้ำจะเป็นตัวควบคุมความแข็งของก๋วยเตี๋ยว คือถ้าน้ำที่ใช้น้อยเกินไป ก๋วยเตี๋ยวที่ได้ก็จะมีเนื้อแข็ง ในทางตรงกันข้ามถ้าใช้น้ำมากเกินไปเส้นก๋วยเตี๋ยวจะนิ่มและขาดง่าย โดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของน้ำแป้งในการผลิตก๋วยเตี๋ยวสด ควรมีปริมาณของแข็งร้อยละ 38 – 40 โดยน้ำหนัก หรือประมาณ 16 โบเม (วัดที่ 28°ซ) สำหรับการผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นแห้งความเข้มข้นน้ำแป้งสูงกว่า และมีค่าประมาณ 20 โบเม (วัดที่ 28°ซ)

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของน้ำแป้งต่อคุณลักษณะของเจลที่ได้

ความเข้มข้นของน้ำแป้ง		ลักษณะของเจล
ร้อยละ	โบเม	
นน./ปริมาตร	(28°ซ)	
20	7.5	เกิดเจลที่บางมาก ส่วนของแป้งกระจายเป็นจุด ๆ ไม่สม่ำเสมอ ผิวหน้าแป้งสุกเปื่อยและ ไม่สามารถลอกออกเป็นแผ่นได้
30	11.4	ผิวหน้าเจลเปื่อยและติดมือเมื่อลอกออกฉีกขาดง่าย
35	13.0	เจลที่ได้สามารถลอกออกเป็นแผ่น แต่อาจฉีกขาดบางส่วน
38	14.0	เจลที่ได้มีความเหนียวนุ่ม ผิวหน้าเจลไม่ฉะ สามารถลอกออกเป็นแผ่นได้ง่ายโดยไม่ฉีกขาด
40	14.6	เจลที่ได้มีความเหนียวนุ่ม ผิวหน้าเจลไม่ฉะ สามารถลอกออกเป็นแผ่นได้ง่ายโดยไม่ฉีกขาด
42	15.2	เจลที่ได้สามารถลอกออกเป็นแผ่นได้ง่ายไม่ฉีกขาด เมื่อทิ้งไว้ได้เจลที่มีความเหนียวหนืดมาก
45	16.0	เจลที่ได้สามารถลอกออกเป็นแผ่นได้ง่ายไม่ฉีกขาด เมื่อทิ้งไว้ได้เจลที่มีความเหนียวหนืดมาก

4. การนึ่ง

การนึ่งเป็นการทำให้น้ำแป้งสุกด้วยไอน้ำ โดยความร้อนจากไอน้ำทำให้น้ำแป้งสุกเรียกว่า การเกิดเจลลาทีไนเซชัน (gelatinization) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 – 2 นาที ความร้อนจากการนึ่งทำให้สตาร์ชที่อยู่ในน้ำแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลง จากที่ไม่เหนียวและมีสีขาวขุ่น กลายเป็นใสและเหนียวเกาะกันเป็นแผ่นที่ตึงไม่ขาด

5. การผึ่งลมและตัดเส้น

การผึ่งลมเป็นการทำให้น้ำแป้งสุกเย็นตัวลง เกิดเป็นเจลที่มีความแข็งแรงและเหนียวมากขึ้น เกาะยึดเป็นแผ่นได้ดี ซึ่งเป็นผลมาจากการรีโทรเกรเดชันของเอมิลโลส จากนั้นจึงนำมาตัดเป็นเส้น ซึ่งได้ก้วยเตี่ยวสดมีความชื้นประมาณร้อยละ 62-64 แต่ถ้าต้องการเส้นเล็กกึ่งแห้งต้องนำแผ่นก้วยเตี่ยวสดไปอบในตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 145°ซ 15 นาที เมื่อออกจากตู้อบใช้พัดลมเป่าให้เย็น แผ่นก้วยเตี่ยวที่ออกมามีความชื้นประมาณร้อยละ 30-40 จากนั้นนำมาวางเรียงซ้อนกันและบ่มไว้ประมาณ 6 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นกระจายเท่ากันทั้งแผ่น ก่อนนำมาตัดเป็นเส้นผลิตภัณฑ์เส้นเล็กกึ่งแห้งที่ได้มีความชื้นประมาณร้อยละ 35-37 ส่วนเส้นเล็กแห้งนั้นนำเส้นเล็กกึ่งแห้งมาอบแห้งด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 45-48°ซ จนมีความชื้นประมาณร้อยละ 11-13

6. การบรรจุหีบห่อ

ก้วยเตี่ยวเส้นสดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณความชื้นสูง อายุการเก็บจึงสั้นมาก ภาชนะบรรจุที่ใช้ต้องสามารถเก็บรักษาความชื้นในเส้นให้มากที่สุด เพราะถ้าความชื้นลดลงทำให้เส้นเปลี่ยนคุณภาพ ในท้องตลาดปัจจุบันใช้ใบตองห่อ และทับด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์อีกชั้นหนึ่ง หรือใช้ถุงพลาสติกใส สำหรับก้วยเตี่ยวเส้นแห้งก่อนเก็บควรให้เส้นแห้งเย็นสนิทอย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเกิดเหี่ยวในถุงหลังปิดผนึก การเกิดเหี่ยวเนื่องจากเส้นยังไม่เย็นสนิททำให้เกิดกลิ่น หรือเชื้อราขึ้น พลาสติกที่ใช้บรรจุควรเป็นชนิดที่ยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้บ้าง เช่น ถุงโพลีเอทิลีน (PE) ถุงโพลีโพรพิลีน(PP) และควรบรรจุถุงลงกล่องกระดาษแข็งอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันการแตกหักของเส้นก้วยเตี่ยว

คุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว

1. คุณภาพทางฟิสิกส์

คุณภาพทางฟิสิกส์ของเส้นก๋วยเตี๋ยวตามที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2533)

กำหนด คือ ต้องมีขนาดเส้นใกล้เคียงกัน มีความสม่ำเสมอ สีขาวนวลสม่ำเสมอ และมีกลิ่นรสตามธรรมชาติ ไม่ มีกลิ่นหืน หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์อื่น ปกติสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความแตกต่างกันขึ้นกับคุณภาพข้าวที่ใช้ในการ ผลิต โดยข้าวที่มีโปรตีนสูงมักมีสีคล้ำ ในขณะที่ข้าวที่มีโปรตีนต่ำมีสีขาวนวล สีเหลืองคล้ำนี้เกิดจากปฏิกิริยาเคมี ระหว่างกรดอะมิโนกับน้ำตาล ซึ่งสีเหลืองจะเกิดมากขึ้นถ้าใช้น้ำที่มีคุณสมบัติเป็นเบส การขัดขาวมีผลต่อสีของ ก๋วยเตี๋ยวมาก ข้าวที่ผ่านการขัดขาวทำให้โปรตีนถูกกำจัดออกไป ส่งผลให้ก๋วยเตี๋ยวมีสีขาวขึ้น (ณรงค์, 2538)

2. คุณภาพทางเคมี

ก๋วยเตี๋ยวบดแห้งโดยทั่วไปมีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับข้าวที่ใช้ผลิต คือ มีโปรตีนร้อยละ

7.14 ไขมันร้อยละ 0.89 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 91.12 และเส้นใยร้อยละ 0.35 (ณรงค์, 2538) โดยมีความชื้น ไม่เกินร้อยละ 12 มีอะฟลาทอกซินไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และอนุญาตให้ใช้วัตถุเจือปนอาหาร ได้แก่ โซเดียมหรือโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ หรือโซเดียมหรือโพแทสเซียมไฮโดรเจนซัลไฟต์ หรือซัลเฟอร์ได ออกไซด์ในปริมาณที่เหมาะสม แต่ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เหลือในก๋วยเตี๋ยวต้องไม่เกิน 20 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม (สำนักงานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2533)

ไฮโดรคอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) คือ กัมที่ละลายในน้ำ (water-soluble gum) เป็นคำศัพท์ที่มา
จากคำว่า hydro ซึ่งเป็นภาษากรีก แปลว่า น้ำ รวมกับภาษาฝรั่งเศส col แปลว่า กาว และ oid แปลว่า
เหมือน ส่วน gum เป็นภาษาอียิปต์โบราณแปลว่า สารเหนียว (sticky substance) (Peterson and
Johnson, 1978) ไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดมีหน้าที่แตกต่างกันในอาหารเช่น เป็นสารให้ความข้นหนืด
(thickening agent) ช่วยในการเกิดเจล (gelling agent) หรือเป็นสารช่วยเพิ่มความคงตัว (stabilizer)
(Stephen, 1995)

การแบ่งประเภทของไฮโดรคอลลอยด์ตามแหล่งกำเนิดได้ 3 ประเภทดังนี้ (กมลวรรณ, 2548)

1. ไฮโดรคอลลอยด์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากสาหร่าย

1.1 แอลจีเนต (Alginate) เป็นเกลือของกรดแอลจินิก (alginic acid) ได้จากการสกัด สาหร่ายสี
น้ำตาล (*Phaeophyceae*) ด้วยด่าง

1.2 วุ้น (Agar) สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง (*Rhodophyceae*) สายพันธุ์ *Gracilariaspp.*,
Gelidium spp. (Morris, 1998) และ *Gelidiella spp.*

1.3 คาร์ราจีแนน (Carrageenan) สกัดได้จากสาหร่ายสีแดง (*Rhodophyceae*) (Morris, 1998)
สายพันธุ์ *Chondrus*, *Eucheuma* และ *Gigartina spp.*

2. ไฮโดรคอลลอยด์ที่มีแหล่งกำเนิดมาจากพืช

2.1 เพกทิน (Pectins) เป็นส่วนประกอบอยู่ในผนังเซลล์พืช

2.2 อนุพันธ์เซลลูโลส (Cellulose derivative) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากการดัดแปรคุณสมบัติ
ของเซลลูโลส (Morris, 1998) มีหลายชนิดได้แก่ คาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose;
CMC) , เมทิลเซลลูโลส (Methylcellulose; MC) , ไฮดรอกซิลเมทิล-โพรพิลเซลลูโลส (Hydroxymethyl-
propylcelluloses; HPMCs) เป็นต้น

2.3 กัมอารบิก (Gum arabic) เป็นยาง (exudate) ของต้นอคาเซีย (Acacia)

2.4 กัมคารายา (Gum Karaya) เป็นยาง (exudate) ของต้น *Sterculiaurens*

2.5 กาแล็กโทแมนแนน (Galactomannans) สกัดจากเนื้อเมล็ด (endosperms) ของเมล็ดถั่ว (legume seeds) (Morris, 1998) ที่รู้จักกันทั่วไปได้แก่ โลคัสบีนกัม (Locust bean gum; LBG) ได้จากเมล็ดโลคัสบีน (locust bean seeds) และ กัวกัม (Guar gum) ได้จากเมล็ดกัว (guar seeds)

2.6 กลูโคแมนแนน (Glucomannans) ที่สำคัญได้แก่ คอนยัค แมนแนน (Konjac mannan) สกัดจากหัว (tubers) ของ *Amorphophallus konjac*

3. ไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากจุลินทรีย์

3.1 แซนแทนกัม (Xanthan gum) เป็นกัมที่สังเคราะห์ขึ้นโดยแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris*

3.2 เจลแลนกัม (Gellan gum) เป็นกัมที่สังเคราะห์ขึ้นโดยแบคทีเรีย *Sphingomonas elodea* หรือ *Pseudomonas elodea*

คุณสมบัติและหน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์ เป็นพอลิแซ็กคาไรด์และโปรตีนต่างๆ ที่ถูกพิจารณาว่าเป็น colloidal materials ในเฟสของน้ำ เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์มีขนาดของโมเลกุลใหญ่มากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำ ไฮโดรคอลลอยด์มีลักษณะใกล้เคียงกับของเหลว และใกล้เคียงกับของแข็ง โดยสมบัติที่เรียกว่า liquid-like properties เกิดจากส่วนประกอบส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 80 เป็นน้ำ ส่วนสมบัติที่เรียกว่า solid-like properties เกิดจากการ

สร้างโครงสร้างตาข่าย (network) ขึ้น ซึ่งระบุลักษณะดังกล่าวด้วยค่า elastic modulus สำหรับ hydrogels ของพอลิแซ็กคาไรด์ มักใช้ทอมของ junction zone ในการอธิบาย crosslink เนื่องจากแต่ละ crosslink เกี่ยวข้องกับการรวมกลุ่มกัน (aggregates) ของสายโพลิโมเลกุลที่เป็นระเบียบ เช่น helices โดยพันธะที่เกี่ยวข้องใน junction zone มักเป็นพันธะ non-covalent เช่น พันธะไฮโดรเจน พันธะไอออนิก และ hydrophobic interactions เป็นต้น พอลิแซ็กคาไรด์บางชนิด เช่น แชนแทนกัม มีสายโพลิโมเลกุลเชื่อมต่อกันอย่างบางเบาในสารละลาย ทำให้เกิดโครงสร้างตาข่าย 3 มิติ โดย junction zone ที่เชื่อมต่อกันนี้สามารถทำให้แตกได้ง่าย และโครงสร้างตาข่ายจะถูกทำลายแม้ว่าจะใช้ shear rate ที่ต่ำมากๆ (รุ่งนภา, 2547; Phillips and Williams, 2000)

ในอุตสาหกรรมอาหารมีการนำเอาพอลิแซ็กคาไรด์ไปใช้ประโยชน์เป็นสารเพิ่มความคงตัว (stabilizer) สารให้ความหนืด (thickener) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) suspending agent gelling agent, film-forming agent, encapsulating agent และหน้าที่อื่นๆ ในผลิตภัณฑ์อาหาร สมบัติและหน้าที่ดังกล่าวจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณภาพดีขึ้น เช่น มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีและมีอายุการเก็บได้นานขึ้น (นิริยา, 2545)

หน้าที่เบื้องต้นของไฮโดรคอลลอยด์ในระบบอาหารทั่ว ๆ ไป คือ ความสามารถในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของน้ำในอาหาร ที่สำคัญคือทำให้โมเลกุลของน้ำบางส่วนไม่เคลื่อนที่ ส่วนที่ถูกจับไว้ในไฮโดรคอลลอยด์ก็จะไม่หลุดออกมา ส่วนหน้าที่อื่น ๆ ที่เด่นชัด คือ ช่วยลดอัตราการระเหยของน้ำ เปลี่ยนแปลงจุดเยือกแข็ง ปรับเปลี่ยนการเกิดผลึกน้ำแข็งในระหว่างการเก็บในสภาพแช่เยือกแข็ง ควบคุมและปรับสมบัติในการไหล พยายามรักษาความหนืดของน้ำให้คงที่ ไม่ให้ไหลเกินไป ทำให้โฟมและอิมัลชันอยู่ตัว และทำให้หยดน้ำมันกระจายอยู่ในระบบที่มีไฮโดรคอลลอยด์อยู่ด้วย (สุวรรณ, 2543)

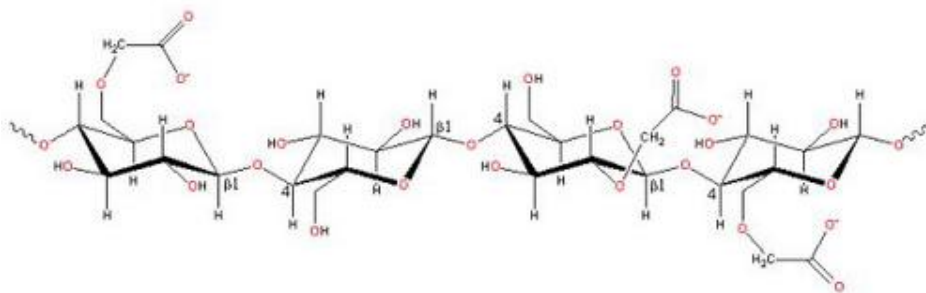
Ward and Andon (1993) ได้อธิบายบทบาทหน้าที่ของกัมในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวว่า ช่วยรักษาความกรอบและลดกิจกรรมของน้ำ (water activity) การใช้กัมต่างๆ เช่น กัวร์กัม เซลลูโลสกัม โลคัสกัม และ

แซนแทนกัม เพียงอย่างเดียวหรือผสมร่วมกับสตาร์ช จะทำให้ได้คุณลักษณะของเนื้อสัมผัสที่ดี และให้ความรู้สึกภายในปาก เช่น เซลลูโลสกัมที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีผลมาจากกระบวนการผลิต ส่วนด้านคุณลักษณะเนื้อสัมผัสจะช่วยปรับปรุงความแข็ง และลดการแตกหักระหว่างการขนส่ง นอกเหนือจากนั้นในการทดสอบทางประสาทสัมผัสคะแนนความชอบในด้าน mouthfeel ของผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่มีการเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสลงไปมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวที่ไม่ได้เติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส เนื่องจากการจับตัวกับน้ำของกัมในผลิตภัณฑ์นั้นๆ สามารถช่วยปรับปรุงคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ การนำกัมมาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจะช่วยให้การกักเก็บความชื้น ทำให้มีอายุการเก็บนานขึ้น มีความคงตัวในกระบวนการ freeze-thaw และการเติมกัมลงในสตาร์ชเป็นการดัดแปรสตาร์ชเพื่อให้สตาร์ชมีสมบัติที่ดีกว่าสตาร์ชจากธรรมชาติ

1. คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose: CMC)

เซลลูโลสเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ มีโครงสร้างเป็นเส้นตรงประกอบด้วยน้ำตาล D-glucose ที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β -1,4 สมบัติของเซลลูโลส คือ ไม่ละลายน้ำและไม่สามารถย่อยสลายได้โดยน้ำย่อยในร่างกายมนุษย์ ถึงแม้ว่าในโครงสร้างของเซลลูโลสจะมีหมู่ไฮดรอกซิลที่ชอบน้ำอยู่ 3 หมู่ แต่สมบัติการไม่ละลายน้ำของเซลลูโลสทำให้เป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน จึงต้องมีการเปลี่ยนเซลลูโลสให้อยู่ในรูปเซลลูโลสอีเทอร์ (cellulose ether) ที่สามารถละลายน้ำได้ โดยเซลลูโลสอีเทอร์ได้จากการทำปฏิกิริยาระหว่างเซลลูโลสกับด่างเกิดเป็น alkali cellulose ซึ่งเมื่อ alkali cellulose ทำปฏิกิริยากับ sodium chloroacetate จะทำให้เกิดโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส หมู่ไฮดรอกซิลจะถูกแทนที่ สมบัติของ CMC แต่ละชนิดจะผันแปรไปตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความสม่ำเสมอของการแทนที่ degree of substitution และ degree of polymerization (DP) สารละลาย CMC มีลักษณะคล้ายซูดอพลาสติก สารละลาย CMC ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะมีความหนืดต่ำ และมีความเป็นซูดอพลาสติกลดลงกว่าสารละลาย CMC ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง CMC ถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ไอศกรีมโดยทำให้เนื้อสัมผัสของไอศกรีมเรียบ พู ตลอดจนช่วยให้ไอศกรีม

ละลายช้าลง ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ CMC ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืด เพิ่มความคงตัว ช่วยรักษาความชื้น ปรับปรุงเนื้อสัมผัส ใช้ในอาหารขึ้นรูปและอาหารซุบแป้งเพื่อทำหน้าที่ในการยึดเกาะขึ้นเนื้อทำให้ง่ายต่อการผลิต และใช้ในน้ำผลไม้เพื่อให้เนื้อของผลไม้แขวนลอยอยู่ได้ (Nussinovitch, 1997)



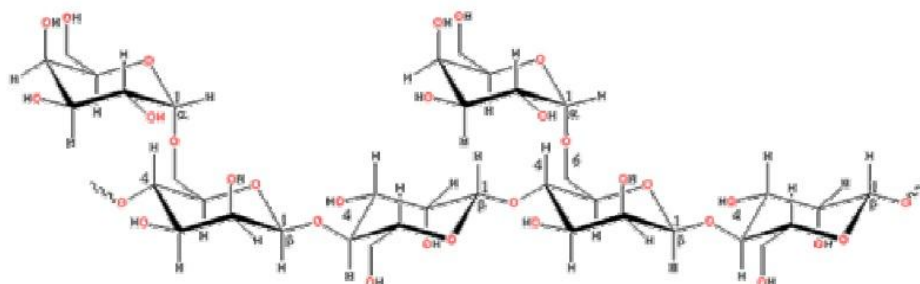
ภาพที่ 2 ลักษณะโครงสร้างของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

ที่มา: Chaplin (2004)

2. กัวร์กัม (guar gum)

กัวร์กัมได้จากเอนโดสเปิร์มของเมล็ดจากต้นกัวร์ โครงสร้างของโมเลกุลกัวร์กัมเป็นพอลิเมอร์สายยาวของกาแลคโตแมนแนน มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ทุกๆ 2 โมเลกุลของน้ำตาลแมนโนสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α -1,6 ทำให้อัตราส่วนของน้ำตาลแมนโนสต่อกาแลคโตสเป็น 2:1 แขนที่เป็นกิ่งก้านจำนวนมากของกัวร์กัมมีผลต่อความคงตัวของส่วนผลึกในโครงสร้างของกัวร์กัม ทำให้การแพร่ของน้ำเข้าโครงสร้างได้มากขึ้น กัวร์กัมไม่สามารถเกิดเจลได้ แต่อุ่นน้ำและกระจายตัวได้ดีในน้ำเย็น สารละลายที่ได้มีความหนืดสูง และจะให้ความหนืดสูงสุดภายหลังเวลานาน 2 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะอุ่นน้ำได้มากขึ้นและมีความหนืดเพิ่มขึ้นด้วย ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืด เพิ่มความคงตัว และช่วยอุ้มน้ำ ความหนืดของสารละลายกัวร์กัมจะขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ พีเอช เวลา ความเข้มข้น การกวน และขนาดของอนุภาค เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นความหนืดของสารละลายกัวร์กัมจะเพิ่มขึ้นด้วย (นิธิยา, 2545) กัวร์กัมถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ขนมหวาน ซอส ซุป ไอศกรีม น้ำสลัด ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และใช้เป็นส่วนผสมของเกรวี่ และซุบที่อยู่นิรูปผง การใช้กัวร์กัมร้อยละ 1 สามารถลด

การดูดซับน้ำมันในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการทอดแบบ deep fry เนื่องจากกัวร์กัมสร้างฟิล์มบาง ๆ เคลือบอาหาร ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงสามารถรักษาความชื้นได้ นอกจากนี้กัวร์กัมยังทำหน้าที่เพิ่มความคงตัวของฟองในผลิตภัณฑ์กาแฟเข้มข้น (Nussinovitch, 1997)



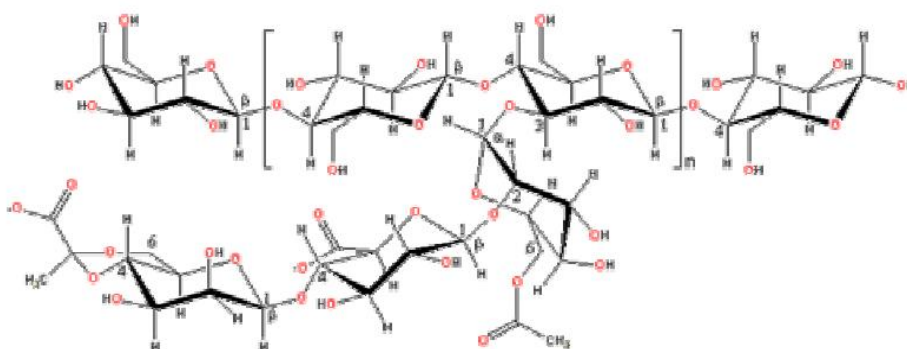
ภาพที่ 3 ลักษณะโครงสร้างของกัวร์กัม

ที่มา: Chaplin (2004)

3. แขนแทนกัม (xanthan gum)

แขนแทนกัมได้จากการกระบวนการหมักของจุลินทรีย์ ชนิดที่ใช้ผลิตในระดับอุตสาหกรรม คือ *Xanthomonas compestris* เป็นเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ที่มีน้ำตาลกลูโคส แมนโนส และกรดกลูคูโรนิก ในอัตราส่วน 2.8:3:2 มีหมู่อะซิดล้อยละ 4.7 และกรดไพรูวิกประมาณร้อยละ 3 โดยน้ำตาลกลูโคสต่อกับแมนโนสด้วยพันธะ β -1,4 และน้ำตาลแมนโนสที่เป็นสายแขนงต่อกับสายหลักด้วยพันธะ 1,2 หรือ 1,3 ส่วนกรดกลูคูโรนิกต่อกันด้วยพันธะ β -1,2 สารละลายแขนแทนกัมให้ความหนืดสูงแม้ที่ความเข้มข้นต่ำ มีความคงตัวสูงต่อความร้อน ความหนืดของสารละลายแขนแทนกัมจะคงที่ ถึงแม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 0-100 องศาเซลเซียส และแสดงลักษณะการเป็นซูดอพลาสติกสูง โดยไม่มีสมบัติการเปลี่ยนแปลงความหนืดตามระยะเวลา (thixotropic) สมบัติการเป็นซูดอพลาสติกนี้เกิดจากโครงสร้างเฉพาะตัวของแขนแทนกัมเมื่อมีแรงมากระทำ แขนแทนกัมไม่มีสมบัติเป็น gelling agent แต่สามารถเกิด thermo reversible gel ได้

แซนแทนกัมถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวในน้ำสลัด เพื่อให้เครื่องเทศและส่วนประกอบอื่น ๆ แขนวลอยอยู่ได้ เก็บได้นานโดยไม่เกิดการแยกชั้น ในผลิตภัณฑ์ซอสแซนแทนกัมใช้เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด และทำให้ส่วนผสมต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ขนมอบผสมเข้ากันได้ง่ายในระหว่างการนวด ทำให้โพรงอากาศกระจายตัวและมีความคงตัวอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ดี (Imeson, 1997)



ภาพที่ 4 ลักษณะโครงสร้างของแซนแทนกัม

ที่มา: Chaplin (2004)

การนำไฮโดรคอลลอยด์ไปใช้ในผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์เส้น ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ ขนมหุ้น บะหมี่ มักโรนี และสปาเกตตี ได้มีการนำกัมชนิดต่างๆ ไปใช้เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น ศิวาพร และ ประยุทธ์ (2536) พบว่าการใช้คาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส ไม่ทำให้สีหรือกลิ่นรสของเส้นหมี่ข้าวฟ่างเปลี่ยนแปลง แต่ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของเส้นหมี่ข้าวฟ่างทำให้มีความเหนียวมากขึ้น

Edward *et al.* (1995) พบว่าการเติมแซนแทนกัมที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสทางด้านความแน่นเนื้อ (firmness) ของเส้นพาสต้า (pasta) และเพิ่มความทนทานต่อการสุกเกิน (overcooking)

สำหรับผลิตภัณฑ์แผ่นแป้งชนิดทอร์ทิลลา (Tortilla) พบว่าการเติมไฮโดรคอลลอยด์ลงไปหลายชนิด อาทิเช่น แอลจินต คาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลส กวักัม โลคัสปีนัม แป้งคอนยัค (konjac flour) และ แชนแทนกัม Torres *et al.* (1993) พบว่าการเติมคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลสช่วยลดการเสื่อมคุณภาพ (staling) ของทอร์ทิลลาจากแป้งสาลีที่ประกอบไปด้วยแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 20 และช่วยเพิ่มความคงทนต่อการเก็บรักษาทอร์ทิลลาจากข้าวโพด (Yau *et al.*, 1994) นอกจากนี้ Arambula *et al.* (1999) พบว่าทอร์ทิลลาที่ทำจากมาซา (masa) ที่เติมมะนาวร้อยละ 0.2 และแชนแทนกัมร้อยละ 0.5 ก่อนผ่านกระบวนการเอกซ์ทรูชัน (extrusion) มีคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่ดี และมีผลได้ (yield) สูงที่สุด Gurkin (2002) ได้ทำการศึกษาในการใช้กัมเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ tortilla พบว่าเมื่อใช้กัมที่มีความเข้มข้นต่ำเพียงร้อยละ 0.1-0.3 สามารถช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น เนื้อสัมผัส การจับตัวกับน้ำ และการเกาะติดกันดีขึ้น โดยกัมมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องมีอายุการเก็บที่นานขึ้น เพิ่มความคงตัว และรักษาความยืดหยุ่นได้ดี

Ward and Andon (2002) ศึกษาเกี่ยวกับกัมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบและผลิตภัณฑ์จากธัญพืช เพื่อปรับปรุงเรื่องของ film former, adhesive และ gelling agent พบว่า แชนแทนกัมมีความคงตัวที่อุณหภูมิสูงเป็นข้อดีในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ทำให้เกิดเจลที่มีความยืดหยุ่นดีขึ้น และเพิ่มความคงตัวในกระบวนการ freeze-thaw โดยผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีส่วนผสมของแชนแทนกัมร้อยละ 0.1-0.15 จะมีการยึดติดกับน้ำที่ดี

แป้งผสมสำเร็จรูป

แป้งผสมสำเร็จรูป (flour mixes) หมายถึง แป้งที่มีการผสมส่วนที่เป็นของแข็งทั้งหมดไว้ด้วยกันแล้ว เช่น แป้ง น้ำตาล นมผง ไข่ผง ซอทดัด (shortening) และยีสต์ แป้งชนิดนี้ได้มีผู้ผลิตมาประมาณ 50 ปี มาแล้ว ปัจจุบันได้มีการพัฒนาไปมากทั้งเรื่องชนิดและส่วนผสม ตลอดจนคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แป้งชนิดนี้ให้ความสะดวกแก่ผู้ใช่มาก เพียงใส่ของเหลวลงไป ผสมให้เข้ากันแล้วดำเนินการตามขั้นตอนปกติ การใช้แป้งชนิด

นี่นอกจากจะให้ความสะดวกในการใช้แล้ว ยังทำให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำ ใช้เครื่องจักรน้อย ไม่ต้องใช้เนื้อที่เก็บวัตถุดิบมาก และยังทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ แป้งสำเร็จรูปมีหลายชนิด เช่น แป้งโดนต์สำเร็จรูป แป้งสำเร็จที่ใช้กับยีสต์ และแป้งเค้กสำเร็จรูป เป็นต้น (ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Fan and Minn (1983) ศึกษาสูตรของแป้งขนมปังสำเร็จรูป ซึ่งจะให้กลิ่นของยีสต์ที่ดี โดยไม่ต้องมีการนวดหรือการหมักโดซึ่งใช้เวลานาน โดยสูตรของแป้งขนมปังสำเร็จรูปประกอบด้วยส่วนผสมดังต่อไปนี้ แป้งสาลีกลูเตนสูง 14.7% (wheat flour) 100% ยีสต์ผง 5.0% นมผงที่ปราศจากไขมัน 2.0% น้ำตาลทราย 6.0% กัมผสม 3.6% โพรพิลีนไกลคอลอัลจิเนต 0.9% แชนแทน 0.9% คาราจีแนน 0.9% คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส 0.9% โซดาผง 3.0% ผงฟู 10.0% สารปรับสภาพโด 0.6% ซึ่งเมื่อนำไปอบปริมาณของขนมปังจะเพิ่มขึ้นเป็น 975 ซีซี และมีค่าการเกาะติดกัน (cohesivity) เท่ากับ 0.64

Radlove and Wheeling (1981) ได้ทดลองผลิตแป้งขนมเค้กแคลอรีต่ำสำเร็จรูป โดยใช้น้ำตาลฟรุคโตสจาก high fructose corn syrup เป็นสารให้ความหวานแล้วผสมกับส่วนผสมอื่น เช่น แป้ง อิมัลซิไฟเออร์ ผงฟู และ กลูโคโนเตลต้าแลคโตน ซึ่งจะทำให้เกิดกรดในส่วนผสมทำให้เค้กที่ได้มีปริมาณเพิ่มขึ้น มีเนื้อสัมผัส กลิ่น ความชื้น และความรู้สึกที่รับประทานดีขึ้น

ธงชัย พุฒทองศิริ (2542) ศึกษากรรมวิธีผลิตแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป โดยได้สูตรพื้นฐานคือ แป้งมันสำปะหลัง 15% แป้งข้าวเจ้า 5% กะทิ 40% น้ำตาลทราย 30% และน้ำ 10% จากนั้นนำสูตรพื้นฐานที่ได้มา

ปรับให้เป็นแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป โดยวิเคราะห์ความชื้นของส่วนผสมขนมชั้นโดยคั้นน้ำใบเตยในอัตราส่วนผสมเป็นฐานแห้ง นอกจากนั้นยังได้ศึกษาการนำน้ำใบเตยมาใช้ในแป้งผสมขนมชั้น โดยคั้นน้ำใบเตยในอัตราส่วนต่อน้ำเป็น 1:1 นำน้ำใบเตยที่ได้ไปผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนต่างๆกัน อบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงจนแห้ง แล้วบด เมื่อนำมาใช้ในส่วนผสมของแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป พบว่า การใช้แป้งมันสำปะหลังผสมน้ำใบเตยในอัตราส่วน 1:1 จะได้ขนมชั้นที่มีคะแนนการยอมรับในด้านสี กลิ่น และความชอบรวมมากที่สุด และเมื่อนำขนมชั้นที่ทำจากแป้งสำเร็จรูปมาเปรียบเทียบกับขนมชั้นที่ทำจากวิธีดั้งเดิม พบว่าไม่มีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับในคุณสมบัติต่างๆ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

1. กัวร์กัม (guar gum: บริษัท Ingredient Center Co.,Ltd)
2. คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethylcellulose; CMC: บริษัท Ingredient Center Co.,Ltd)
3. แชนแทนกัม (xanthan gum: บริษัท Ingredient Center Co.,Ltd)
4. แป้งข้าวเจ้า (บริษัท โรงเส้นหมี่ขอเอง จำกัด)
5. แป้งมันสำปะหลัง (บริษัท อี.ที.ซี. เอี้ยบตงจัน จำกัด)
6. น้ำมันพืช (บริษัท ลำสูง จำกัด)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (balance: SPS402, OHAUS[®], USA)
2. เครื่องไมโครเวฟ
3. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer รุ่นTA.XT.plus: บริษัท Charpa Techcenter Co., Ltd.)
4. เครื่องวัดสี (colorimeter รุ่น CR-10 จากบริษัท Minolta Co., Ltd.)
5. เวอร์เนียคาลิเปอร์

วิธีการทดลอง

1. ศึกษาชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว

การศึกษาชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete randomized design, CRD) ศึกษาชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ 3 ชนิด คือ แชนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัม ที่ความเข้มข้นชนิดละ 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักน้ำแป้ง สิ่งทดลองทั้ง 6 มีตัวย่อดังนี้ Xg0.05%, Xg0.10%, CMC0.05%, CMC0.10%, Gg0.05%, Gg0.10% ตามลำดับ โดยมีเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ได้ใส่ไฮโดรคอลลอยด์ (Control) เป็นสิ่งทดลองควบคุม

ผสมแป้งข้าวเจ้ากับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน 5:3 นำแป้งผสมนี้มาทำเป็นน้ำแป้งให้มีความเข้มข้นของน้ำแป้งร้อยละ 36 โดยมีการผสมไฮโดรคอลลอยด์ตามชนิดและปริมาณดังกล่าวข้างต้น คนผสมให้เข้ากันแล้วนำไปเทใส่จานก้นแบนที่ทาน้ำมันพืชแล้ว ให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟที่ 600 วัตต์ เป็นเวลา 1 นาที พักไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้ เพื่อคำนวณร้อยละผลได้ (%yield) หลังจากนั้นนำเส้นก๋วยเตี๋ยวมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1.1 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยว วัดค่าสีในระบบ CIELAB ค่าที่วัด ได้แก่ ค่า L* (ค่าความสว่างของสี ซึ่งมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง สีดำ, 100 หมายถึง สีขาว) a* (“+” หมายถึง วัตถุมีสีแดง, “-” หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และ b* (“+” หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง, “-” หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน) (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, 2542) ทำการวัดค่าสีของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยการตัดเส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีขนาด 5 x 20 เซนติเมตร จำนวน 3 เส้น ต่อหนึ่งสิ่งทดลอง วัดค่าด้วยเครื่องวัดสี 3 ตำแหน่งต่อหนึ่งเส้นคือ ตำแหน่งที่ปลายทั้ง 2 ข้าง และตรงกลาง

1.1.2 เนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยการวัดค่าความยืดหยุ่น (springiness) ความแข็ง (hardness) การเกาะตัวกัน (cohesiveness) และความยากง่ายในการเคี้ยว (chewiness) เตรียมตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวให้มีขนาด 5 x 5 เซนติเมตร วัดค่าด้วยเครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส ใช้หัวทดสอบทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร กดลงไปบนเส้นก๋วยเตี๋ยวให้ลึก 75% ของความหนา ด้วยความเร็ว 12 เซนติเมตรต่อวินาที

1.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว ใช้วิธีการทดสอบ

เชิงพรรณนาโดยปริมาณ แบบการให้คะแนนความเข้ม (intensity) (Meilgaard *et al.*, 1999) ใช้เส้นตรงความยาว 15 เซนติเมตร ประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวด้านความยืดหยุ่น ความแข็ง การเกาะตัวกัน และความยากง่ายในการเคี้ยว โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน

2. ศึกษาการยอมรับของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูป

ทำการศึกษาการยอมรับของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูป และเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงพาณิชย์ที่มีการขายอยู่ในตลาด (market) ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดย 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด ประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น ความแข็ง การเกาะตัวกัน และความยากง่ายในการเคี้ยว และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การศึกษาชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว และการศึกษาการยอมรับของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูป วิเคราะห์ผลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. ศึกษาชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว

การศึกษานี้ศึกษาชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยศึกษาชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ 3 ชนิด คือ แชนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัม ที่ความเข้มข้นชนิดละ 2 ระดับ คือ ร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักน้ำแป้ง สิ่งทดลองทั้ง 6 มีตัวย่อนี้ Xg0.05%, Xg0.10%, CMC0.05%, CMC0.10%, Gg0.05%, Gg0.10% ตามลำดับ โดยมีเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ได้ใส่ไฮโดรคอลลอยด์ (Control) เป็นสิ่งทดลองควบคุม ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านต่างๆของเส้นก๋วยเตี๋ยวได้ผลดังนี้

1.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1.1.1 สีของเส้นก๋วยเตี๋ยว

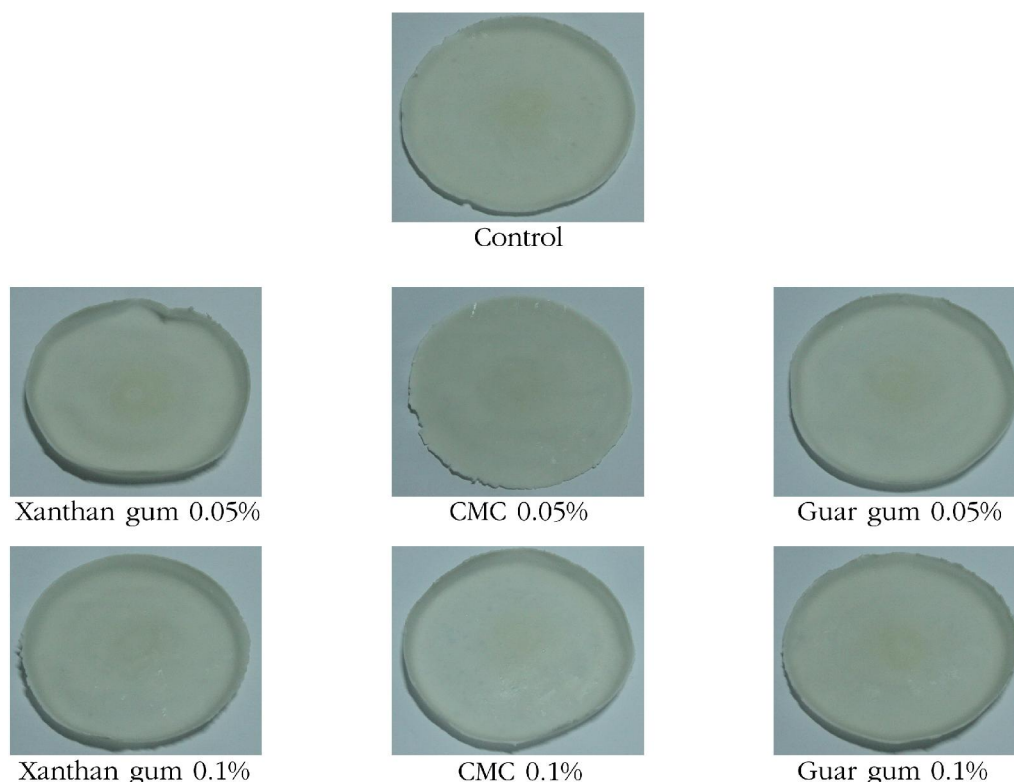
ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านสีของเส้นก๋วยเตี๋ยวทั้ง 7 สิ่งทดลอง แสดงดังตารางที่ 2 พบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวทุกสิ่งทดลองมีค่า L^* (ค่าความสว่างของสี) อยู่ในช่วง 61.61 ถึง 62.76 ค่า a^* (ค่าความเป็นสีเขียวเมื่อมีค่าติดลบ) อยู่ในช่วง -0.80 ถึง -0.50 และค่า b^* (ค่าความเป็นสีเหลืองเมื่อมีค่าเป็นบวก) อยู่ในช่วง 11.45 ถึง 12.18 โดยค่าความสว่างของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมแชนแทนกัมร้อยละ 0.10 มีค่ามากที่สุด และเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมมีค่าน้อยที่สุด สำหรับค่าสีเขียวเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมแชนแทนกัมร้อยละ 0.10 มีค่ามากที่สุด และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0.10 มีค่าน้อยที่สุด และสำหรับค่าสีเหลืองเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมแชนแทนกัมร้อยละ 0.10 มีค่ามากที่สุด และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมกัวร์กัมร้อยละ 0.10 มีค่าน้อยที่สุด การเติมแชนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักน้ำแป้ง ในเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่ทำให้ค่าสีมีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับก้วยเดี่ยวชุดควบคุมซึ่งไม่มีการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ เส้นก้วยเดี่ยวที่ผลิตจากแป้งสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ในการทดลองนี้ และเส้นก้วยเดี่ยวชุดควบคุมแสดงดังภาพที่ 5

ตารางที่ 2 คุณภาพทางสีของเส้นก้วยเดี่ยวที่ผลิตจากแป้งก้วยเดี่ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์

สิ่งทดลอง	L*	a*	b*
Control	61.61±0.60 ^b	-0.57±0.16 ^{ab}	11.87±0.31 ^b
Xg0.05%	62.17±0.57 ^{ab}	-0.56±0.22 ^{ab}	11.64±0.43 ^{bc}
Xg0.10%	62.76±0.56 ^a	-0.80±0.10 ^c	12.18±0.32 ^a
CMC0.05%	62.32±0.79 ^{ab}	-0.66±0.16 ^{abc}	11.82±0.28 ^b
CMC0.10%	62.16±0.49 ^{ab}	-0.50±0.19 ^a	11.65±0.29 ^{bc}
Gg0.05%	62.01±0.63 ^{ab}	-0.72±0.23 ^{bc}	11.81±0.30 ^b
Gg0.10%	62.14±0.71 ^{ab}	-0.56±0.27 ^{ab}	11.45±0.36 ^c

หมายเหตุ a-c หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคุณภาพเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)



ภาพที่ 5 เส้นกัวยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ และเส้นกัวยเตี๋ยวชุดควบคุม

1.1.2 เนื้อสัมผัสของเส้นกัวยเตี๋ยว

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเส้นกัวยเตี๋ยวทั้ง 7 สิ่งทดลอง แสดงดังตารางที่ 3 พบว่า เส้นกัวยเตี๋ยวทุกสิ่งทดลองมีค่าความยืดหยุ่น (springiness) ความแข็ง (hardness) การเกาะตัวกัน (cohesiveness) และความยากง่ายในการเคี้ยว (chewiness) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.96-1.04 หน่วย 6107.98-6465.72 กรัม 0.78-0.89 4843.79-5305.93 ตามลำดับ โดยการเติมแซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัม ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักรูปแป้ง มีอิทธิพลต่อความแข็งของเส้นกัวยเตี๋ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นกัวยเตี๋ยวชุดควบคุม เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์มีคุณสมบัติในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของน้ำในอาหารที่สำคัญคือ ทำให้โมเลกุลของน้ำบางส่วนไม่เคลื่อนที่ ส่วนที่ถูกจับไว้ในไฮโดรคอลลอยด์ก็จะไม่หลุดออกมา จึงเป็นการช่วยลดอัตราการระเหยของน้ำ ทำให้ผลิตภัณฑ์ชุ่มฉ่ำ ไม่แห้ง แข็งกระด้าง (สุวรรณ, 2543) ดังจะเห็นได้จากค่าร้อยละผลได้ของเส้นกัวยเตี๋ยว

ชุดควบคุมที่มีค่าน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับก่วยเดี่ยวที่มีการเติมแซนแทนกัมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัม ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักน้ำแป้ง แต่การเติมไฮโดรคอลลอยด์ไม่ทำให้ค่าความยืดหยุ่น การเกาะตัวกัน และความยากง่ายในการเคี้ยวของเส้นก่วยเดี่ยวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับเส้นก่วยเดี่ยวชุดควบคุม ซึ่งอาจเป็นเพราะเส้นก่วยเดี่ยวชุดควบคุมที่ถึงแม้ไม่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ชนิดใดๆ แต่มีส่วนผสมของแป้งมันสำปะหลัง ซึ่งแป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่นิยมใส่ผสมกับแป้งชนิดอื่นๆ เพื่อเพิ่มความเหนียวนุ่มให้กับผลิตภัณฑ์มากขึ้น เนื่องจากแป้งมันสำปะหลังเป็นแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำจึงมีกำลังการพองตัวสูง ทำให้มีความหนืดสูง (peak viscosity) แต่แป้งเปียกของแป้งมันสำปะหลังไม่มีความคงตัวมากนัก (breakdown) เมื่อได้รับความร้อนและแรงกลอย่างต่อเนื่องจะมีความหนืดลดลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อแป้งเปียกของแป้งมันสำปะหลังเย็นตัวลง ความหนืดจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดในการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นสารให้ความหนืดในผลิตภัณฑ์ต่างๆ (ฉวีวรรณ และภริตา, 2546) จึงเป็นเหตุให้ต้องมีการเติมสารอื่นๆ เช่น ไฮโดรคอลลอยด์เพื่อเพิ่มความคงตัวในผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 3 คุณภาพทางเนื้อสัมผัส และร้อยละผลได้ของเส้นก่วยเดี่ยวที่ผลิตจากแป้งก่วยเดี่ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์

สิ่งทดลอง	ร้อยละผลได้ (%yield)	ลักษณะทางเนื้อสัมผัส			
		ความยากง่ายใน		การเคี้ยว	
		ความยืดหยุ่น (mm)	ความแข็ง (g)	การเกาะตัว กัน	การเคี้ยว (g)
control	65.06±0.32 ^d	0.96±0.02 ^a	6465.72±86.31 ^a	0.78±0.05 ^d	4843.79±344.81 ^b
Xg0.05%	70.36±0.48 ^{ab}	0.96±0.04 ^a	6265.46±148.01 ^b	0.87±0.04 ^{ab}	5222.71±366.98 ^{ab}

Xg0.10%	71.98±1.31 ^a	1.04±0.17 ^a	6301.65±59.14 ^b	0.82±0.07 ^c	5208.16±768.25 ^{ab}
CMC0.05%	69.21±0.38 ^{bc}	0.98±0.02 ^a	6304.81±52.35 ^b	0.84±0.04 ^{bc}	5182.05±241.59 ^{ab}
CMC0.10%	68.56±1.33 ^{bc}	0.98±0.10 ^a	6191.38±168.00 ^{bc}	0.86±0.02 ^{ab}	5192.32±400.12 ^{ab}
Gg0.05%	67.56±0.96 ^c	0.98±0.02 ^a	6107.98±228.04 ^c	0.86±0.04 ^{ab}	5177.84±440.65 ^{ab}
Gg0.10%	68.72±0.30 ^{bc}	1.00±0.12 ^a	6168.63±253.49 ^{bc}	0.89±0.08 ^a	5305.93±847.43 ^a

หมายเหตุ a-d หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคุณภาพเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

1.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว ใช้วิธีการทดสอบ

เชิงพรรณนาโดยปริมาณ แบบการให้คะแนนความเข้มข้นเส้นตรงความยาว 15 เซนติเมตร โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน แสดงดังตารางที่ 4 พบว่าการเติมแซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัม ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักร้าแป้ง มีอิทธิพลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบด้านความแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ใดๆ มีค่าความแข็งมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการวัดค่าเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสที่ให้ค่าความแข็งของเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมมากที่สุดเช่นกัน แต่การเติมแซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัม ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักร้าแป้ง ไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบด้านสีขา ความยืดหยุ่น การเกาะตัวกัน และความยากง่ายในการเคี้ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงว่าผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างของลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมแซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัม ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักร้าแป้งได้ โดยผู้ทดสอบให้ความคิดเห็นว่า ก๋วยเตี๋ยวแต่ละสิ่งทดลองมีลักษณะทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกันมาก

ตารางที่ 4 คะแนนความเข้มของลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์

สิ่งทดลอง	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				ความยากง่ายในการเคี้ยว
	สีขาว	ความยืดหยุ่น	ความแข็ง	การเกาะตัวกัน	
control	7.12±0.59 ^a	5.98±1.63 ^a	9.50±1.19 ^a	4.08±1.11 ^a	4.68±0.65 ^a
Xg0.05%	6.93±0.42 ^a	6.12±0.34 ^a	7.88±0.78 ^b	4.45±0.81 ^a	4.90±0.98 ^a
Xg0.10%	6.88±0.79 ^a	6.08±0.69 ^a	7.88±0.88 ^b	4.43±1.00 ^a	5.02±1.24 ^a
CMC0.05%	7.12±0.54 ^a	5.98±0.31 ^a	8.05±0.48 ^b	4.22±1.33 ^a	5.23±1.06 ^a
CMC0.10%	7.18±0.77 ^a	5.97±0.62 ^a	7.60±1.70 ^b	4.42±1.36 ^a	5.13±0.97 ^a
Gg0.05%	7.03±1.01 ^a	6.05±0.68 ^a	7.70±0.96 ^b	4.38±0.64 ^a	5.37±1.10 ^a
Gg0.10%	7.13±0.38 ^a	6.12±1.44 ^a	7.43±1.06 ^b	4.20±0.63 ^a	5.42±0.91 ^a

หมายเหตุ a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคุณภาพเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ศึกษาการยอมรับของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์

ผลการศึกษาการยอมรับของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูป ด้วยวิธีการให้

คะแนนความชอบ ในลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านความยืดหยุ่น ความแข็ง การเกาะตัวกัน และความยากง่ายในการเคี้ยว และความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบของลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยว

สำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์

สิ่งทดลอง	ลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	สีขาว	ความ	ความแข็ง	การเกาะตัว	ความยากง่าย	ความชอบรวม
		ยืดหยุ่น		กัน	ในการเคี้ยว	
market	6.00±0.89 ^{ab}	6.33±0.52 ^a	6.670±0.82 ^a	6.83±0.75 ^a	6.67±0.82 ^a	7.00±0.63 ^a
control	6.17±0.41 ^{ab}	5.50±0.84 ^a	4.83±0.75 ^b	5.50±1.22 ^{ab}	5.67±1.03 ^a	5.50±0.55 ^b
Xg0.05%	5.50±0.84 ^{ab}	5.17±0.98 ^a	5.83±1.60 ^{ab}	5.50±1.64 ^{ab}	6.50±1.22 ^a	6.00±0.63 ^{ab}
Xg0.10%	5.17±1.17 ^b	5.33±0.82 ^a	6.00±1.67 ^{ab}	5.50±1.03 ^{ab}	6.17±0.75 ^a	6.50±0.84 ^{ab}
CMC0.05%	6.00±1.10 ^{ab}	5.17±1.17 ^a	6.50±1.87 ^{ab}	5.67±1.03 ^{ab}	6.33±1.03 ^a	6.50±1.05 ^{ab}
CMC0.10%	6.33±1.03 ^a	5.33±1.21 ^a	6.33±0.82 ^{ab}	6.17±0.75 ^{ab}	6.33±0.82 ^a	6.65±0.82 ^a
Gg0.05%	6.00±0.10 ^{ab}	6.00±0.63 ^a	6.33±1.03 ^{ab}	5.83±1.17 ^{ab}	6.17±1.17 ^a	6.33±1.03 ^{ab}
Gg0.10%	6.17±0.75 ^{ab}	6.00±1.09 ^a	6.17±1.17 ^{ab}	5.67±0.82 ^{ab}	6.17±0.75 ^a	6.67±0.82 ^a

หมายเหตุ a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคุณภาพเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านสีขาว ความยืดหยุ่น ความแข็ง การเกาะตัวกัน ความยากง่ายในการเคี้ยว และความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงพาณิชย์ และคะแนนความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมแซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักน้ำแป้ง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งมีคะแนนความชอบรวม อยู่ในช่วง 6.00-6.67 คะแนน คือ ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมได้คะแนนความชอบรวม

น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยได้คะแนนความชอบรวม 5.50 คะแนน คือ รู้สึกเฉยๆถึงชอบเล็กน้อย

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

1. ศึกษาชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการเพิ่มคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว

การเติมแซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และกัวร์กัม ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 ของน้ำหนักน้ำแป้งในเส้นก๋วยเตี๋ยวไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ต่อค่าสีคือ ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีเขียว และค่าความเป็นสีเหลือง แต่มีอิทธิพลต่อค่าความแข็งของเส้นก๋วยเตี๋ยวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งจากการวัดค่าความแข็งด้วยเครื่องมือวัดเนื้อสัมผัส และการวัดทางประสาทสัมผัส โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์มีความแข็งมากที่สุด และมีร้อยละผลได้น้อยที่สุด แสดงว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์มีความแข็งน้อยกว่า และมีความชุ่มฉ่ำ ไม่แห้งกระด้าง มากกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์

2. ศึกษาการยอมรับของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์

การศึกษากการยอมรับของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผลิตจากแป้งก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูปที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีการเติมกัวร์กัมร้อยละ 0.10 มากที่สุดซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับเส้นก๋วยเตี๋ยวเชิงพาณิชย์ โดยได้คะแนนความชอบรวมอยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง และเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมได้คะแนนความชอบรวมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งได้คะแนนความชอบรวมอยู่ในช่วงเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาวัตถุดิบอาหารประเภทอื่น ที่ช่วยเพิ่มคุณภาพของเส้นก๋วยเตี๋ยว เช่น

สารประกอบฟอสเฟต แป้งดัดแปร

2. การพัฒนาหรือนำแป้งชนิดอื่นมาผสมทำเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยว เช่น การใช้แป้งจากข้าวลิ้มผัวมาผสมใน

การทำเส้นก๋วยเตี๋ยวเพื่อให้ได้เส้นก๋วยเตี๋ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น สีสันสวยงาม

บรรณานุกรม

- กมลวรรณ อิศราคาร. 2548. ผลของการเติมสตาร์ชตัดแปรและไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยว
แช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2542. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับทฤษฎีการวัดสี. ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนัก
พัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีแป้ง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ฉวีวรรณ สิงาม และภริตา ชุ่มจิต. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวข้าวกล้องเสริมผัก.
วิทยานิพนธ์ และรายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. ธัญพืชและพืชหัว. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ดรุณี มูลโรจน์ นคร สานิชวรรณ กัญญา ครุฑน้อย วารี น้อยเทพ วาสนา รอดจัน และสมพร เจียมกลิ่น.
2550. ผลของกระบวนการผลิตที่มีต่ออายุการเก็บรักษา ก๋วยเตี๋ยว. คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2545. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 504 น.
- พัชรี เนตรน้อย. 2538. การผลิตแป้งก๋วยเตี๋ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2547. กัม (ไฮโดรคอลลอยด์) กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารและ
กระบวนการผลิต. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์.
คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิภา สุโรจนะเมธากุล. 2541. คุณสมบัติของข้าวและการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการผลิตก๋วยเตี๋ยว
และเส้นหมี่. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศจี สุวรรณศรี, รัตนา สนั่นเมือง, สุพัตรา สุวรรณธาดา และสอาง ไชยรินทร์. 2548. **การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก**. ในการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย “การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก” 21 ธันวาคม 2548. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก.

ศรัลย์ภัทร์ ชำนาญ. 2551. **ผลของวัตถุดิบเสีย เวลา และอุณหภูมิการเตรียมน้ำแป้งที่มีต่อคุณภาพการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศิวาพร ศิวเวช และ ประยุทธ์ สุวรรณชีวก. 2536. เส้นหมี่ข้าวฟ่าง. **อาหาร**. 23: 98-106.

ศูนย์วิจัยวิจัยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. 2552. อุตสาหกรรมข้าวและผลิตภัณฑ์แปรรูป. แหล่งที่มา: <http://fic.nfi.or.th/th/thaifood/product52-rice.asp>, 25 ธันวาคม 2553.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2533. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก๋วยเตี๋ยว**. มอก. 959-2533.

สุวรรณ สุภิมารส. 2543. **เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและซ็อกโกแลต**. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2542. **ผลิตภัณฑ์ข้าวไทย: จากอดีตถึงปัจจุบันสู่อนาคต**. ใน เอกสารประกอบการบรรยาย สัมมนาวิชาการ โครงการสมองไหลกลับ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ประจำปี2542. สถาบันผลิตผลเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และโครงการสมองไหลกลับสาขาอุตสาหกรรมเกษตร วันที่ 6-7 กรกฎาคม 2542 ณ หอประชุมใหญ่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. **ข้าว:วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Arambula, V.G., S.R.A. Mauricio, C.J.D. Figueroa, J. Gonzalez-Hernandez and F.C.A. Ordorica. 1999. Corn masa and tortillas from extruded instant corn flour containing hydrocolloids lime. **J. Food Sci.** 64(1): 120-124.

- Edwards, N.M., C.G. Biliaderis and J.E. Dexter. 1995. Textural characteristics of wholewheat pasta and pasta containing non-starch polysaccharides. **J. Food Sci** 60(6): 1321-1324.
- Fan, S.T. and M.G. Minn. 1983. Dry mix for bread. United States Patent 4,395,426.
- Gurkin, S. 2002. Hydrocolloids-ingredients that add flexibility to tortilla Processing. **Cereal Food World**. 42(2): 41-43.
- Imeson, A. 1997. **Thickening and Gelling Agents for Food**, 2nd ed. Blackie Academic & Professional. London. 577 p.
- Malcolmson, L.J. and R.R. Matsuo. 1993. Effects of cooking water composition on stickness and cooking loss of spaghetti. **Cereal Chem.** 70(30): 272-275.
- Meilgaard, M., G.V. Civille, and B.T. Carr. 1999. **Sensory Evaluation Techniques**. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 281 p.
- Nussinovitch, A. 1997. **Hydrocolloid Application**. Blackie Academic & professional. London. 354 p.
- Peterson, M.S. and A.H. Johnson. 1978. Hydrocolloids (Natural plant). **Encyclopedia of Food Science** vol. 3 (1978): 391-398.
- Phillips, G.O. and P.A. Williams. 2000. **Hand book of hydrocolloids**. Woodhead Publishing Limited. 450 p.
- Radlove, S.B. and I. Wheeling. 1981. **Premix product for a dietetic cake mix**. United States Patent.
- Stephen, A.M. 1995. **Food Polysaccharides and Their Applications**. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Torres, P.I., B. Ramirez-Wong, S.O. Serna-Saldivar and L.W. Rooney. 1993. Effect of sorghum flour addition on the characteristics of wheat flour tortillas. **Cereal Chem.**70(1): 8-13.

Ward, F.M. and S.A. Andon. 1993. Water-soluble gums used in snack food and cereal product. **Cereal Food World**. 38(10): 748-752.

Yau, J.C., R.D. Waniska and L.W. Rooney. 1994. Effects of food additives on storage stability of corn tortillas. **Cereal Food World**. 39(5): 396-402.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
วิทยาเขต/คณะ/ภาควิชา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

หมวดที่ 1 ลักษณะและข้อมูลโดยทั่วไปของรายวิชา

1. รหัสและชื่อรายวิชา 4143304 สารเจือปนในอาหาร (Food Additive)
2. จำนวนหน่วยกิต 3(3-0-6)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา 3.1 หลักสูตร วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร 3.2 ประเภทของรายวิชา วิชาเอกเลือก
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา อาจารย์ตรีชฎา อุทัยดา อาจารย์ผู้สอน อาจารย์ตรีชฎา อุทัยดา
5. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน ภาคเรียนที่ 1 / ชั้นปีที่ 3
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisites) (ถ้ามี) 4143301 เคมีอาหาร
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี) ไม่มี
8. สถานที่เรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
9. วันที่จัดทำรายละเอียดของรายวิชา หรือวันที่มีการปรับปรุงครั้งล่าสุด วันที่ 10 พฤษภาคม 2555

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

จุดมุ่งหมายของรายวิชา
1. เพื่อให้อธิบายความหมาย และความสำคัญของสารเจือปนในอาหาร
2. เพื่อให้ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารเจือปนในอาหาร
3. เพื่อให้สามารถจำแนกชนิดของสารเจือปนในอาหาร
4. เพื่อให้อธิบายบทบาทและการใช้สารเจือปนในอาหาร รวมถึงผลของสารเจือปนในอาหารที่มีต่อคุณภาพ การเก็บรักษาอาหาร และอันตรายจากการใช้

วัตถุประสงค์ในการพัฒนาปรับปรุงรายวิชา

เพื่อให้นักศึกษาสามารถประยุกต์พื้นฐานความรู้ในวิชานี้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร นอกจากนี้ ยังมีปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนและงานที่มอบหมายให้นักศึกษามีส่วนร่วม มีการคิดวิเคราะห์สถานการณ์ ประเด็นปัญหามากขึ้น พร้อมทั้งงานวิจัยและโครงการบริการวิชาการบูรณาการในการจัดกระบวนการเรียนการสอน

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ

1. คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญและชนิดของสารเจือปนในอาหาร ผลของสารเจือปนในอาหารที่มีต่อคุณภาพ การเก็บรักษาอาหารและอันตรายจากการใช้ กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับสารเจือปนในอาหาร

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย	สอนเสริม	การฝึกปฏิบัติ	การศึกษาด้วยตนเอง
45	ไม่มี	ไม่มี	90

3. จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะนำทางวิชาการแก่นักศึกษาเป็นรายบุคคล

1 ชั่วโมง/สัปดาห์

หมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา

1. คุณธรรมจริยธรรม

1.1 คุณธรรม จริยธรรม ที่ต้องพัฒนา

- 1.1.1 มีจิตสำนึกและตระหนักในการปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพ (TQF-Food 5.1.1)
- 1.1.2 แสดงความซื่อสัตย์สุจริตอย่างสม่ำเสมอ (TQF-Food 5.1.2)
- 1.1.3 มีวินัยและความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม (TQF-Food 5.1.3)
- 1.1.4 เคารพสิทธิและยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในชั้นเรียน ทั้งในกลุ่มและนอกกลุ่ม (TQF-Food 5.1.5)
- 1.1.5 มีสัมมาคารวะให้ความเคารพแก่ผู้อาวุโส (เพิ่มเติมเฉพาะวิชานี้)

1.2 วิธีการสอน

- 1.2.1 อาจารย์ผู้สอนต้องสอดแทรกเรื่องคุณธรรม จริยธรรม โดยใช้การสอนแบบสื่อสารสองทาง เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการตั้งคำถามหรือตอบคำถาม หรือแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม ในชั้นเรียนในโอกาสต่างๆ
- 1.2.2 ยกตัวอย่างกรณีศึกษา ตัวอย่างที่ขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และการประพฤติที่ผิดจรรยาบรรณในวิชาชีพ
- 1.2.3 กำหนดให้มีการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อฝึกให้มีความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 1.2.4 อาจารย์ปฏิบัติตนเป็นตัวอย่าง ให้ความสำคัญต่อจรรยาบรรณวิชาชีพ การมีวินัยเรื่องเวลา การเปิดโอกาสให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของนักศึกษา การเคารพและให้เกียรติแก่อาจารย์อาวุโส เป็นต้น

1.3 วิธีการประเมินผล

1.3.1 สังเกตพฤติกรรม

- การตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน
- การส่งงานตรงตามกำหนดเวลาที่มอบหมาย
- การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน การเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นซักถามและการมีสัมมาคารวะต่ออาจารย์
- สังเกตพฤติกรรมการเข้ากลุ่มการทำปฏิบัติการของนักศึกษา

1.3.2 กำหนดคะแนนการประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน และเทคนิคในการทำปฏิบัติการ

2. ความรู้

2.1 ความรู้ที่ต้องได้รับ

- 2.1.1 มีความรู้หลักการและทฤษฎีที่สัมพันธ์กัน (TQF-Food 5.2.1)
- 2.1.2 มีความรู้ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง (TQF-Food 5.2.2)
- 2.1.3 มีความคุ้นเคยกับความก้าวหน้าทางวิชาการในสาขาวิชา รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (TQF-Food 5.2.3)

2.2 วิธีการสอน

2.2.1 อาจารย์ผู้สอนบรรยายหลักการทางทฤษฎี และใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น ให้นักศึกษาหาทางค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม การสอนแบบศึกษาด้วยตนเอง และการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

2.2.2 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง

2.2.3 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม (นักศึกษาสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวม วิเคราะห์ และสรุปข้อมูล)

2.3 วิธีการประเมินผล

2.3.1 สอบกลางภาค สอบปลายภาค การทดสอบย่อย และสอบภาคปฏิบัติ

2.3.2 ประเมินจากการทำปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน

2.3.3 ประเมินจากผลงานของนักศึกษาทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม

3. ทักษะทางปัญญา

3.1 ทักษะทางปัญญาที่ต้องพัฒนา

3.1.1 สามารถค้นหาข้อเท็จจริง ทำความเข้าใจและประเมินข้อมูลสารสนเทศ แนวคิดและหลักฐานใหม่ๆ จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย และใช้ข้อมูลที่ได้ในการแก้ไขปัญหาหรืองานอื่นๆ ได้ด้วยตนเอง (TQF-Food 5.3.1)

3.1.2 สามารถศึกษาวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อน และเสนอแนวทางแก้ไขที่สร้างสรรค์ (TQF-Food 5.3.2)

3.1.3 สามารถใช้ทักษะและความรู้ความเข้าใจในกลุ่มวิชาที่เกี่ยวข้อง (TQF-Food 5.3.3)

3.2 วิธีการสอน

3.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง

3.2.2 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม (นักศึกษาสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล)

3.2.3 ให้นักศึกษาตอบปัญหาในชั้นเรียนและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน

3.3 วิธีการประเมินผล

3.3.1 สอบกลางภาค สอบปลายภาค และการทดสอบย่อย

3.3.2 ประเมินจากผลงานของนักศึกษาทั้งรายงานรายบุคคลและรายงานกลุ่ม

3.3.3 ประเมินจากการทำปฏิบัติการ การตอบปัญหาและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน

4. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

4.1 ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ที่ต้องพัฒนา

4.1.1 มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ทั้งงานรายบุคคลและงานกลุ่ม (TQF-Food 5.4.1)

4.1.2 สามารถปรับตัวทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและสมาชิกกลุ่ม (TQF-Food 5.4.2)

4.2 วิธีการสอน

4.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง

4.2.2 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม

4.2.3 เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการอภิปรายปัญหา ในการทำงานเป็นกลุ่ม และหาทางแก้ไขปัญห

4.3 วิธีการประเมินผล 4.3.1 ประเมินจากพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน 4.3.2 ประเมินความรับผิดชอบจากรายงานรายบุคคลและกลุ่มของนักศึกษา	
5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 5.1 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ต้องพัฒนา 5.1.1 สามารถสื่อสาร รู้จักเลือก และใช้รูปแบบของการนำเสนอที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ (TQF- Food 5.5.1) 5.1.2 มีวิจารณ์ญาณในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่เหมาะสม และใช้อย่างสม่ำเสมอ (TQF- Food 5.5.4) 5.1.3 สามารถใช้คอมพิวเตอร์จัดการเก็บข้อมูล (TQF- Food 5.5.5) 5.1.4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และนวัตกรรม (TQF- Food 5.5.6) 5.2 วิธีการสอน 5.2.1 มอบหมายงานที่ต้องมีการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต 5.3 วิธีการประเมินผล 5.3.1 ประเมินจากรายงานการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต (สาระ เนื้อหา หลักฐานอ้างอิง)	

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน				
ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
1-2	- แนะนำคำอธิบายรายวิชา เอกสาร ตำรา ประกอบการเรียนการสอน แผนการเรียน และวิธีการวัดและประเมินผล สารเจือปนในอาหาร - ความหมายของสารเจือปนในอาหาร - ประเภทของสารเจือปนในอาหาร - หลักเกณฑ์ในการใช้สารเจือปนในอาหาร	6	กิจกรรมการสอน - อธิบายประมวลการสอนรายวิชา แผนการเรียน วิธีการเรียน การให้คะแนน และมอบหมายงานเป็นรายบุคคลและกลุ่ม - ทดสอบก่อนเรียน - บรรยายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม แสดงความคิดเห็น สื่อการสอน - ประมวลการสอนรายวิชา - แบบทดสอบก่อนเรียน - เอกสารประกอบการบรรยาย - คอมพิวเตอร์/โปรเจคเตอร์	อ. ตรีชฎา
3-4	สารต้านอนุมูลอิสระ - ความหมายของสารต้านอนุมูลอิสระ - กลไกของกระบวนการแปรรูปอาหารที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน - การเสื่อมเสียของไขมัน น้ำมัน และอาหารที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ	6	กิจกรรมการสอน - แบ่งกลุ่มและแจกใบงาน เรื่องสารต้านอนุมูลอิสระ ให้เวลาร่วมกันค้นคว้าข้อมูล อภิปราย และนำเสนอหน้าชั้น - บรรยายและอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม	อ. ตรีชฎา

	- บทบาทของสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำมัน และไขมัน - การวัดหาความคงตัวและประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระ		สื่อการสอน - โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - ใบงาน - คอมพิวเตอร์/โปรเจคเตอร์	
5-6	สารให้ความหวาน - สารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ - สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ	6	กิจกรรมการสอน - ผู้สอนอธิบายเนื้อหา - มอบหมายให้ทำรายงานเป็นรายบุคคล - นำความรู้จากโครงการบริการวิชาการเรื่องการผลิตไอศกรีมเพื่อสุขภาพมาบูรณาการกับการเรียนการสอน กรณีศึกษา : สารให้ความหวาน - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและแสดงความคิดเห็น สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย	อ. ตรีชฎา
7-8	สารต่อต้านจุลินทรีย์ - กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอท - กรดซอร์บิกและเกลือซอร์เบท - กรดอินทรีย์สายสั้น - ไนไตรท์ - พาราเบน - ซัลไฟท์ - โซเดียมคลอไรด์ - ฟอสเฟต - ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ - สารต่อต้านจุลินทรีย์จากชีวภาพ	6	กิจกรรมการสอน - แจกใบงานและศึกษาเอกสารประกอบการบรรยาย หนังสือ ตำรา เรื่องสารต่อต้านจุลินทรีย์ ให้เวลาร่วมศึกษาและออกมาอภิปรายหน้าชั้น - ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมและสรุปเนื้อหา - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและแสดงความคิดเห็น สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - หนังสือ ตำราอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง - ใบงาน - คอมพิวเตอร์/โปรเจคเตอร์	อ. ตรีชฎา
9	สอบกลางภาค			
10-11	การใช้โพลีแซคคาไรด์เป็นสารปรุงแต่งอาหาร - แป้ง - แป้งปรุงแต่งทางเคมี - เซลลูโลส - เพคติน - ไฮโดรคอลลอยด์	6	กิจกรรมการสอน - ผู้สอนบรรยายและอธิบายเนื้อหา - <u>ปฏิบัติการโดยนำความรู้จากการวิจัยเรื่องผลของการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของแป้งกล้วยเดี่ยวสำเร็จรูป และโครงการบริการวิชาการ เรื่องการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารเพื่อพัฒนาท้องถิ่น มาบูรณาการ</u>	อ. ตรีชฎา

			<u>กับการเรียนการสอน กรณีศึกษา : สารไฮโดรคอลลอยด์</u> - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและแสดงความคิดเห็น - ทดสอบหลังเรียน สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - ใบงานการทำปฏิบัติการ	
12	สีผสมอาหาร - บทบาทและการใช้สีผสมอาหาร - ชนิดของสีผสมอาหาร	3	กิจกรรมการสอน - บรรยายและอธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและแสดงความคิดเห็น - มอบหมายงานกลุ่มสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสีผสมอาหาร สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - คอมพิวเตอร์/โปรเจคเตอร์	อ. ตรีชฎา
13-14	สารปรุงแต่งอาหารระคน - ความหมายของสารปรุงแต่งอาหารระคน - Firming agent - Formulation aids - Process aids - Propellants - Solvent - Synergist	6	กิจกรรมการสอน - บรรยายและอธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ - มอบหมายงานเป็นรายกลุ่ม ศึกษาเรื่องการใช้สารเจือปนในอาหารด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น นำเสนอในรูปแบบแผนผังความคิด - ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปราย ตอบข้อซักถาม และแสดงความคิดเห็น สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - คอมพิวเตอร์/โปรเจคเตอร์	อ. ตรีชฎา

15-16	กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับสารเจือปนในอาหาร - กฎข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเจือปนในอาหารในประเทศไทย - กฎข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเจือปนในอาหารตามมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ	6	กิจกรรมการสอน - แจกใบงานและศึกษาเอกสารประกอบการบรรยาย หนังสือ ตำรา เรื่อง กฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับสารเจือปนในอาหาร ให้เวลาร่วมศึกษา และออกมาอภิปรายหน้าชั้น - ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติมและสรุปเนื้อหา และ เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและแสดงความคิดเห็น สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - คอมพิวเตอร์/โปรเจคเตอร์	อ. ตรีชฎา
17	สอบปลายภาค			

การวัดผลการเรียน

2. แผนการประเมินการเรียนรู้			
ผลการเรียนรู้	วิธีการประเมิน	สัปดาห์ที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมิน
2.1, 2.2	สอบกลางภาค	8	20
2.1, 2.2	สอบปลายภาค	16	30
2.1, 2.2	การทดสอบย่อย (Quiz)	2-14	10
1.2, 1.3, 2.1, 3.2, 4.1	รายงานบุคคล ● ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และตรงต่อเวลา (2%) ● ความน่าสนใจ และทันสมัย (3%) ● ความถูกต้อง และเข้าใจในเนื้อหา (5%)	2-14	10
1.2, 1.3, 2.1, 3.2, 4.1, 4.2, 5.5	รายงานกลุ่ม - รายงานกลุ่มปฏิบัติการ ● ความซื่อสัตย์และตรงต่อเวลา (1%) ● รูปแบบถูกต้อง และครบถ้วนตามที่กำหนด (1%) ● ความถูกต้องของวิธีทำการทดลองตามที่ปฏิบัติจริง (1%) ● ความถูกต้องของผลการทดลอง การสรุปและวิจารณ์ผลและตอบคำถามท้ายการทดลอง (5%) - การประเมินพฤติกรรมกลุ่ม (2%)	2-14	10
1.2, 1.3, 4.1, 4.2	การประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ และ การมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน และเทคนิคในการทำปฏิบัติการ	1-16	20
รวม			100 %

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบการสอนหลัก

ตรีชฎา อุทัยดา. เอกสารประกอบการสอน รายวิชาสารเจือปนในอาหาร. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

ศิวาพร ศิวเวช. 2535. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุกิจ นวนวงศ์. 2548. *Food Additive Hand Book : คู่มือวัตถุเจือปนอาหาร*. กรุงเทพฯ : เอส สแตค.

2. หนังสือ เอกสาร และข้อมูลอ้างอิงที่สำคัญ

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2543. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 3 . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลาวัลย์ เบญจศีล. 2542. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.

3. หนังสือ เอกสาร และข้อมูลอ้างอิงที่แนะนำ

deMan, J.M. 1990. *Principles of Food Chemistry*. 2nd ed. New York : Van Nostrand Reinhold.

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา

- แบบประเมินรายวิชา

2. การประเมินการสอน

- แบบประเมินผู้สอน
- ผลการสอบ

3. การปรับปรุงการสอน

อาจารย์ผู้สอนทบทวน และปรับปรุงวิธีการสอน จากผลการประเมินประสิทธิผลของรายวิชา แล้วจัดทำแฟ้มสะสมงานรายวิชาและรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา (มคอ. 5) ทุกภาคการศึกษา สาขาวิชากำหนดให้และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อหาหรือปัญหาการเรียนรู้ของนักศึกษาและร่วมกันหาแนวทางแก้ไข

4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา

กรรมการพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการศึกษาทำหน้าที่ทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาโดยประเมินคุณภาพของข้อสอบและความเหมาะสมของการให้คะแนน ตลอดจนพิจารณาระดับคะแนนในรายวิชา

5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

จากผลการประเมิน และทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอน และรายละเอียดวิชา

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวขวัญจิตต์ อนุกุลวัฒนา

Miss Kwanjit Anukulwattana

2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3679900165844

3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

4. ตำแหน่งทางวิชาการ -

5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000

โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1411, 081-2076066 E-mail : noknok008@yahoo.com

6. ประวัติการศึกษา

วทม. (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย

- ปี 2547 งานวิจัย เรื่อง “ความสัมพันธ์ของสารเคมีและการบรรจุต่อคุณภาพของมะม่วงสดตัดแต่งที่อุณหภูมิห้อง”

- ปี 2548 วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากรรมวิธีการเก็บรักษาสำหรับมะม่วงสดตัดแต่งที่ผ่านกระบวนการแปรรูปขั้นต่ำ”

- ปี 2553 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง “การฝึกฝนผู้เรียนให้เป็นนักประเมินคุณภาพอาหารทางประสาทสัมผัสเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในวิชาการประเมินคุณภาพอาหารโดยประสาทสัมผัส”

- ปี 2553 ทุนอุดหนุนการวิจัยภายในมหาวิทยาลัย เรื่อง “การพัฒนาผงหมักไก่เนื้อนุ่ม”

- ปี 2554 ทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องเคมีนิวเคลียร์ของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นปีที่ ๑ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์”

- ปี 2555 ทุนอุดหนุนการวิจัยภายในมหาวิทยาลัย เรื่อง “ผลของการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของแป้งกล้วยเดี่ยวสำเร็จรูป”