



การพัฒนาบะหมี่สดเสริมรีซีสแตนท์สตาร์ช
Development of Fresh Noodle supplemented
with Resistant Starch

กฤติกา บุรณโชคไพศาล

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2556



การพัฒนาบะหมี่สดเสริมรีซีสแตนท์สตาร์ช
Development of Fresh Noodle supplemented
with Resistant Starch

กฤติกา บุรณโชคไพศาล

และ ชนิษฐา ศรีนวล

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2556

กฤติกา บุรณโชคไพศาล และชนิษฐา ศรีนวล. 2556. *การพัฒนาบะหมี่สดเสริมรีชีสแดนท์สตาร์ช*.

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่มีส่วนผสมของแป้งกล้วย (รีชีสแดนท์สตาร์ช) ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าใยอาหารมีประโยชน์มากมาย สามารถช่วยป้องกันและบรรเทาโรคได้หลายชนิด แต่แนวโน้มการบริโภคใยอาหารกลับลดลง เนื่องจากการประกอบอาหารรับประทานเองมีน้อยลง และมีการบริโภคอาหารสำเร็จรูปมากขึ้นซึ่งอาหารประเภทเส้นถือว่าเป็นอาหารที่มีการบริโภคเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการวิจัยเพื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารเข้าไปในอาหารประเภทบะหมี่สด โดยเลือกแป้งกล้วยที่มีปริมาณแป้งทeny่อยอยู่สูง เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหารและเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์บะหมี่สด เมื่อทำการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าสามารถเสริมรีชีสแดนท์สตาร์ชได้ร้อยละ 20 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่ามีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 48.95 มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 16.96 ปริมาณไขมันร้อยละ 3.80 ใยอาหารร้อยละ 1.13 เถ้าร้อยละ 3.13 ความชื้นร้อยละ 26.03 และมีปริมาณรีชีสแดนท์สตาร์ชสูงขึ้นเป็นร้อยละ 9.3 ซึ่งสูงกว่าบะหมี่ที่ไม่ได้เสริมรีชีสแดนท์สตาร์ชถึง 5 เท่า ถือได้ว่าบะหมี่สดเสริมรีชีสแดนท์สตาร์ชเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ใส่ใจในการเลือกอาหารเพื่อสุขภาพ

คำสำคัญ : บะหมี่สด, แป้งกล้วย, รีชีสแดนท์สตาร์ช

Kritika Buranachokpaisan and Khanittha Srinual. 2013. **Development of Fresh Noodle supplemented with Resistant Starch.** Research in Food science and technology, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University.

ABSTRACT

This research was developed of fresh noodle supplemented with banana flours (resistant starch), which is well known that dietary fiber has many benefits. Can help to prevent and relieve a variety of ailments. However, the general population still consumes dietary fiber at a rate below recommended levels. Home-made meals are rarely seen and are being replaced by ready-to-cook and ready-to-eat foods. Noodle products have become one of the food products that are consumed by it are many. Therefore, many attempts have been made to add dietary fiber to noodle products. This study aim to supplemented fresh noodle by using resistant starch from banana flours in order to increase the amount of dietary fiber and add value to fresh noodles. Results from product application testing and sensory evaluation indicated that resistant starch could partially substitute for wheat flour up to 20 % and chemical analysis showed that the amount of total carbohydrate 48.95 %, protein 16.96%, fat 3.80%, dietary fiber 1.13 %, ash 3.13 %, moisture 26.03%, and the amount of resistant starch to 9.3 %, which was markedly higher than control noodles (about 5 times). Fresh noodle supplemented with resistant starch could be recommended as an alternative food choice for health conscious consumers.

Keywords : fresh noodle, banana flour, resistant starch

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่อุดหนุนทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้
ขอขอบพระคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อนุเคราะห์เครื่องมือในการ
วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ขอขอบพระคุณพ่อและแม่ที่ให้งำลังใจในการทำงานวิจัย และขอขอบคุณ
เพื่อนๆและพี่ๆ ที่ช่วยเหลือในระหว่างทำงานวิจัยเป็นอย่างดี

ข้าพเจ้าหวังว่าโครงการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้สนใจ และหากมีข้อผิดพลาด
ประการใด ข้าพเจ้าขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

กฤติกา บุรณโชคไพศาล
ชนิษฐา ศรีนวล
มีนาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
3. ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
4. กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1. บะหมี่	3
2. Resistant starch	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
1. วัตถุดิบ	23
2. อุปกรณ์	23
3. แผนการดำเนินงาน	24
บทที่ 4 ผลการวิจัย	28
1. ศึกษาสูตรการทำบะหมี่สด	28
2. ศึกษาปริมาณรีซีสแตนท์สตาร์ชที่ทดแทนแป้งสาลีในบะหมี่สด	29
3. ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของบะหมี่เสริมรีซีสแตนท์สตาร์ช	31
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	32
บรรณานุกรม	33
ภาคผนวก	35

ภาคผนวก ก.	มาตรฐานผลิตภัณฑ์บะหมี่สด	36
ภาคผนวก ข.	ภาพบะหมี่สดที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วย	43
ภาคผนวก ค.	แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค	49
ภาคผนวก ง.	การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	51
ภาคผนวก จ.	การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	54
ภาคผนวก ฉ.	การเผยแพร่งานวิจัย	65
ภาคผนวก ช.	การบูรณาการกับการเรียนการสอน	68
ประวัตินักวิจัย		73

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งที่เหมาะสมในการทำบะหมี่จีน	7
ตารางที่ 2.2 ปริมาณ RS ในแห้งชนิดต่าง ๆ หลังการใช้หม้อนึ่งความดันที่ 121 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราส่วนแป้งต่อน้ำ 1 ต่อ 3.5	15
ตารางที่ 2.3 ปริมาณ RS ในตัวอย่างแป้งทั้งชนิด สตาร์ชและแป้ง	16
ตารางที่ 2.4 ปริมาณ RS ที่ได้จากการวิเคราะห์จากวิธีที่ต่างกัน	21
ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของบะหมี่สดที่ใช้เป็นสูตรต้นแบบ	24
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางผลประสารทสัมผัสและค่าสีของบะหมี่สูตรพื้นฐาน	28
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางผลประสารทสัมผัสและค่าสีของบะหมี่ที่เติมแป้งกล้วยที่ระดับต่างๆ	29
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบทางกายภาพค่าสีและอัตราการดูดน้ำของบะหมี่เสริมวีซีเอสแทนท์สตาร์ช	31
ตารางที่ ผก.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน	40

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการผลิตบะหมี่	5
ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตบะหมี่สด	25
ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการผลิตแป้งกล้วย (รีชีสแดนซ์สตาร์ช)	26
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้งกล้วยที่ระดับต่างๆ กับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ	30
ภาพที่ ผข.1 กล้วยน้ำว้าดิบที่ใช้ทำแป้งกล้วย	44
ภาพที่ ผข.2 กล้วยน้ำว้าดิบ หลังอบที่ 50 องศาเซลเซียส	44
ภาพที่ ผข.3 แป้งกล้วยน้ำว้าดิบ (รีชีสแดนซ์สตาร์ช)	45
ภาพที่ ผข.4 โดที่ได้หลังการนวดส่วนผสมทั้งหมด	45
ภาพที่ ผข.5 แผ่นแป้งที่ได้หลังจากการรีดด้วยเครื่องรีด	46
ภาพที่ ผข.6 เส้นบะหมี่สดที่ตัดเป็นเส้นด้วยเครื่องตัด	46
ภาพที่ ผข.7 บะหมี่สดที่ผลิตจากแป้งสาลี	47
ภาพที่ ผข.8 บะหมี่สดที่ผลิตจากแป้งสาลี หลังลวกน้ำร้อน	47
ภาพที่ ผข.9 บะหมี่สดที่ผลิตจากแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งกล้วย	48
ภาพที่ ผข.10 บะหมี่สดที่ผลิตจากแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งกล้วย หลังลวกน้ำร้อน	48

บทที่ 1

บทนำ

1. ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

ปัจจุบันการบริโภคอาหารสุขภาพหรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นที่นิยมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งแนวโน้มตามที่วารสาร Prepared Foods ของสหรัฐอเมริกาได้รวบรวมไว้ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์แอนติออกซิแดนท์ ผลิตภัณฑ์ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกระดูก แคลเซียมและวิตามินดี ผลิตภัณฑ์ช่วยป้องกันโรคหัวใจ ผลิตภัณฑ์ที่เสริมความจำและการเรียนรู้ ผลิตภัณฑ์ป้องกันการเกิด และผลิตภัณฑ์เสริมการทำงานของระบบย่อยอาหาร จากแนวโน้มการบริโภคอาหารสุขภาพในปัจจุบัน ผู้บริโภคหันมาเอาใจใส่สุขภาพกันมากขึ้น จึงมีผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ออกวางตลาดมากขึ้น เช่น อาหารจำพวกข้าวโอ๊ต ข้าวไรน์ ซูการ์บีท ซึ่งมีใยอาหารสูง และเป็นที่ทราบกันดีว่าใยอาหารมีประโยชน์มากมาย สามารถป้องกันและบรรเทาอาการของโรคได้หลายชนิด มะเร็งลำไส้ใหญ่ โรคหัวใจ โรคเบาหวานช่วยควบคุมปริมาณกลูโคส อินซูลิน และไตรกลีเซอไรด์ในกระแสเลือดได้ แต่กลับพบว่าปัจจุบันการประกอบอาหารรับประทานเองมีน้อยลงทำให้การบริโภคเส้นใยต่ำลง และนิยมรับประทานอาหารสำเร็จรูปหรือปรุงสุกง่ายอย่างบะหมี่ซึ่งถูกจัดไว้ในกลุ่มอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำเนื่องจากมีปริมาณของไขมันและคาร์โบไฮเดรตสูง แต่มีปริมาณใยอาหารต่ำ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความคิดเพิ่มปริมาณใยอาหารเข้าไปในอาหารประเภทบะหมี่ โดยใช้แหล่งของเส้นใยอาหารจากธรรมชาติ ประเภทรีชีสแดนสตาร์ชที่กำลังได้รับความนิยมเนื่องจากไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก คล้ายคลึงกับใยอาหาร ซึ่งหากคำนึงถึงคุณประโยชน์ต่อสุขภาพจากใยอาหารปริมาณมากดังกล่าวแล้วการทำบะหมี่สดเสริมรีชีสแดนสตาร์ชจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ใส่ใจกับสุขภาพ

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สดเสริมรีชีสแดนสตาร์ช

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

โดยทำการวิเคราะห์ผลของการเสริมรีชีสแดนท์สตาร์ชที่มีต่อลักษณะโดยรวมของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับของผู้บริโภค พร้อมทั้งวิเคราะห์คุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่สด

4. ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

บะหมี่สดที่เสริมรีชีสแดนท์สตาร์ชจะมีปริมาณเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. บะหมี่

บะหมี่นับเป็นอาหารหลักอีกชนิดหนึ่งของประชาชนชาวเอเชียมาช้านานแล้ว เริ่มตั้งแต่ 500 ปีก่อนคริสตกาล ซึ่งชาวจีนรู้จักวิธีการทำบะหมี่ จนเป็นที่นิยมในการบริโภคแพร่หลาย ไปยังประเทศต่างๆ ในเอเชีย โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น ได้รับรูปแบบและแนวทางการทำมาจากจีนมาดัดแปลงกลายเป็นบะหมี่ญี่ปุ่น (Udon) จนในปัจจุบัน มีการผลิตบะหมี่มากมายหลายชนิด บริโภคกันทั่วไปในหมู่ชาวเอเชียรวมทั้งชาวไทยเราด้วย ซึ่งนิยมบริโภคเป็นอาหารหลักในมื้อกลางวันเป็นส่วนใหญ่ (อรอนงค์, 2539) บะหมี่เป็นผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของมักกะโรนี สปาเก็ตตี้และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายๆ กัน ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้มีแป้งสาลีและน้ำเป็นส่วนประกอบหลักอาจมีการใส่เครื่องเทศ สารชูรส หรือสารเคมีชนิดอื่นด้วยก็ได้ การผลิตบะหมี่นั้นได้เริ่มกันมานับเป็นเวลาหลายพันปีมาแล้วสันนิษฐานว่าชาวจีนเป็นผู้ผลิตขึ้นก่อน ชาวจีนส่วนหนึ่งรับประทานข้าวสาลีเป็นอาหารและมีการนำมาทำเป็นเส้นยาวๆ ที่เรียกกันว่า “Mein” (บะหมี่) แต่อย่างไรก็ตามจากประเทศจีนนี้เองได้มีผู้นำไปผลิตในประเทศญี่ปุ่นและประเทศใกล้เคียง ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตหลายแบบทั้งบะหมี่สด บะหมี่แห้ง และบะหมี่ทันใจ บะหมี่สดที่รู้จักกันดี เช่น อุด้ง (Udon) ฮิยามุกิ (Hiya-mugi) โซเมน (Somen) เป็นต้น ซึ่งแต่ละชนิดมีขนาดแตกต่างกัน (อรอนงค์, 2540)

1.1 ชนิดของบะหมี่

1.1.1 บะหมี่สด

ทำได้จากการผสมแป้งสาลีและส่วนผสมอื่น ได้แก่ สารละลายต่าง ไข่ เกลือ และอาจใส่สีเหลืองที่ใช้ใส่ได้ลงไป ผสมจนเป็นโดเรียบเนียน ความชื้นร้อยละ 35 และพักไว้ 20 นาที นำมารีดให้มีความหนาประมาณ 1.5-2.0 มิลลิเมตร ตัดเป็นเส้นกลมขนาดเล็กหรือกลมขนาดใหญ่ อาจทำเป็นแผ่นบางๆ เรียกว่าแผ่นเกี้ยว จัดเป็นบะหมี่ที่ยังดิบอยู่นิยมทำเพื่อบริโภคทันทีหรือภายใน 1-2 วัน โดยก่อนบริโภคต้องนำมอลวกหรือต้มให้สุกและปรุงรสตามความนิยมของชนในท้องถิ่นอาจใส่หมูแดง ลูกชิ้นปลา เครื่องใน หอม ผักชี ทำเป็นบะหมี่น้ำ หรือบะหมี่แห้ง หรือเป็น

เกี่ยวห่อหุ้ม ลวกหรือต้มน้ำร้อน หรือนำไปทอดก่อนหรือนำมาเป็นเครื่องปรุงในบะหมี่อีกส่วนหนึ่งซึ่งเป็นวิธีการปรุงบะหมี่สดของชาวไทย โดยได้รับอิทธิพลและการประกอบอาหารเส้นประเภทบะหมี่น้ำมาจากชาวจีนเป็นส่วนใหญ่

1.1.2 บะหมี่สุก

เมื่อนำบะหมี่สดมาลวกให้ผิวนอกของเส้นสุก เพื่อเป็นการทำลายจุลินทรีย์ และช่วยให้เก็บได้นานวันขึ้นคลุกด้วยน้ำมันเพื่อไม่ให้เส้นติดกันง่าย บะหมี่สุกนี้จะมีความชื้นประมาณร้อยละ 50 เมื่อบริโภคก็นำมาลวกให้สุกทั้งหมดอีกครั้งและปรุงรสตามชอบ

1.1.3 บะหมี่แห้ง

เพื่อช่วยให้สามารถเก็บบะหมี่สดไว้ได้นานขึ้น จึงได้พัฒนากรรมวิธีโดยนำบะหมี่สดมาทำให้แห้ง ด้วยการตากแดดอย่างช้าๆ หรือการนำเข้าตู้อบควบคุมความร้อนให้ค่อยๆ สูงขึ้นอย่างเหมาะสม เพื่อให้เส้นบะหมี่ค่อยๆ แห้งลงจากความชื้นร้อยละ 3 ลงเหลือ 8-10 วิธีการทำแห้งนี้ต้องระมัดระวังมากเพื่อไม่ให้เส้นบะหมี่แห้งเปราะและหักง่ายจึงต้องทำเป็นลำดับ 3 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 ลดความชื้นร้อยละของบะหมี่จาก 35 เหลือ 24 ด้วยการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 เป็นเวลา 30-40 นาที ขั้นที่ 2 ลดอุณหภูมิของตู้อบลงเป็น 28-30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 72-77 เพื่อการกระจายความชื้นในเส้นให้สม่ำเสมอ ขั้นที่ 3 จะควบคุมอุณหภูมิของตู้อบให้อยู่ระหว่าง 25-28 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 68-72 จนกระทั่งบะหมี่แห้งมีความชื้นร้อยละเพียง 8-10

1.1.4 บะหมี่ทอด

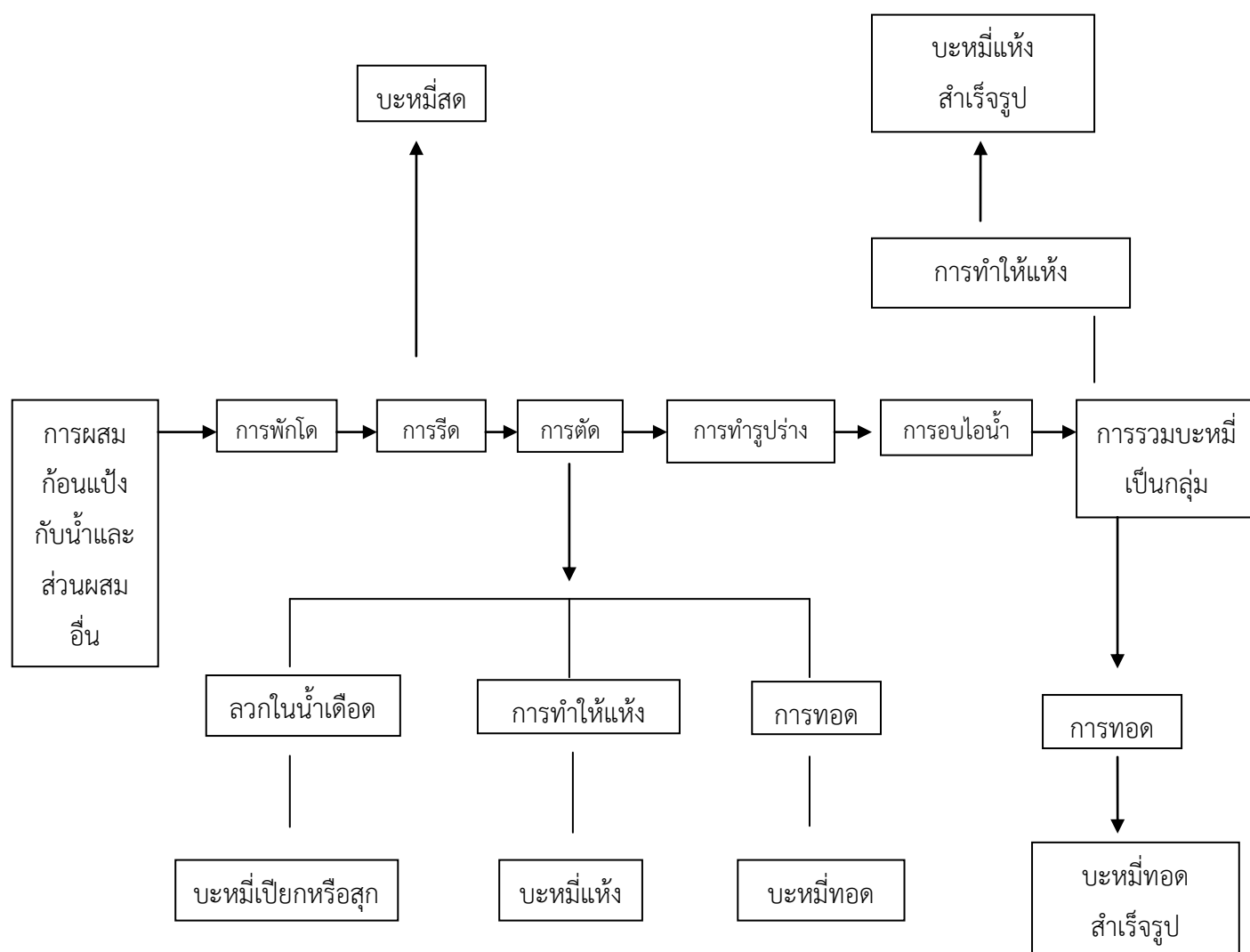
วิธีการทอดเป็นการลดความชื้นของบะหมี่สด เพื่อให้เก็บได้นานขึ้นอีกวิธีหนึ่ง ที่รวดเร็วกว่าการทำให้แห้งโดยให้ความร้อนและไม่ต้องการบริโภค จะต้มบะหมี่สุกเร็วกว่าบะหมี่แห้งธรรมดาจึงเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน โดยเพิ่มเติมและดัดแปลงกรรมวิธีต่อไปเป็นบะหมี่ทอดสำเร็จรูป

1.1.5 บะหมี่แห้งสำเร็จรูป

กรรมวิธีการทำบะหมี่แห้งสำเร็จรูปนี้ ปรับปรุงจากการทำบะหมี่สด โดยการนำมาผ่านไอน้ำให้สุกขึ้นหนึ่งก่อนแล้วจึงนำมาจัดรวมเป็นก้อนขนาดเหมาะสม ทำให้แห้งโดยวิธีการอบในตู้อบควบคุมอุณหภูมิ เมื่อแห้งดีแล้วจะมีความชื้นร้อยละ 10-13 นำมาบรรจุซองพร้อมกับซองเล็กใส่เครื่องปรุง ทั้งในรูปผงหรือน้ำมัน ผลิตภัณฑ์นี้จะเก็บได้นานเป็นปี เมื่อต้องการจะบริโภคก็นำมาต้มให้สุกเพิ่มขึ้นปรุงรสด้วยเครื่องปรุง พร้อมทั้งเติมเนื้อสัตว์และผักตามชอบ

1.1.6 บะหมี่ทอดสำเร็จรูป

เป็นวิธีที่นิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากเก็บได้นานและนำมาบริโภคได้ง่ายเพียง ลวกน้ำร้อนเดือด 3-5 นาที หรือต้มโดยใช้เวลานานกว่าบะหมี่แห้งสำเร็จรูป ประรสได้หลายรส รสชาติดี ทำโดยการนำบะหมี่สดมาอบไอน้ำร้อน จับเส้นเป็นกลุ่มขนาดและน้ำหนักคงที่เหมาะสมต่อ การบริโภคหนึ่งชาม นำไปทอดในน้ำมันร้อนเดือดด้วยการจุ่มให้น้ำมันท่วมเส้นทั้งหมด เมื่อสุกทำให้ สะเด็ดน้ำมันทิ้งให้เย็น บรรจุซองรวมกับซองเครื่องปรุงต่างๆ บะหมี่ชนิดจะมีความชื้นเพียง 5-8% จึงเก็บได้นานโดยที่ไม่มีกลิ่นเหม็นหืนจึงทำให้นิยมบริโภคกันแพร่หลายทั่วโลกโดยเฉพาะในประเทศ ในแถบเอเชีย



ภาพ 2.1 ขั้นตอนการผลิตบะหมี่

ที่มา: อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540

1.2 ส่วนผสมพื้นฐานในการทำบะหมี่

1.2.1 แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลักในการผลิตบะหมี่ ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 90-95 ในสูตรทำบะหมี่ ดังนั้นลักษณะของบะหมี่ทั้งทางกายภาพและทางเคมีจึงมีผลมาจากแป้งเป็นส่วนใหญ่ องค์ประกอบสำคัญในแป้งซึ่งมีผลต่อลักษณะเส้นของบะหมี่ ได้แก่ สตาร์ช โปรตีน เอนไซม์และสี เนื่องจากสตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลักที่มีในแป้งมากที่สุดประมาณร้อยละ 67 ดังนั้นสตาร์ชจึงเป็นโครงสร้างของเส้นบะหมี่ โดยมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับโปรตีนในรูปกลูเตน ซึ่งให้ความยืดหยุ่น เมื่อนำแป้งมานวดกับน้ำจนกลายเป็นโดเรียบเนียนสามารถรีเป็นแผ่นและตัดเป็นเส้นได้ สตาร์ชมีผลต่อเส้นบะหมี่เมื่อสุกโดยสตาร์ชที่มีความหนืดสูงจะช่วยให้เส้นบะหมี่ยึดตัวดี ลักษณะเส้นเหนียว ดังนั้นแป้งสาลีที่นำมาใช้ต้องมีคุณสมบัติเหมาะสมกับชนิดของบะหมี่ที่ต้องการทำ เช่น บะหมี่จีนต้องการความเหนียว ควรใช้แป้งที่มีโปรตีนสูง เช่น แป้งขนมปัง ส่วนบะหมี่ญี่ปุ่นต้องการความนุ่มเนียนควรใช้แป้งที่มีโปรตีนร้อยละ 9-10 (อรอนงค์, 2540)

แป้งสาลีนั้นมีคุณสมบัติเฉพาะที่ไม่เหมือนกับแป้งชนิดอื่น คือ แป้งสาลี จะประกอบด้วยโปรตีนซึ่งเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวชนิดอื่นแล้วจะได้กลูเตน (gluten) ซึ่ง เป็นสารที่มีลักษณะเหนียวเป็นยางและยืดหยุ่นได้ กลูเตนประกอบด้วย glutenin และ gliadin ในอัตราส่วนเท่าๆ กัน glutenin จะทำให้โดมีกำลังที่อึดก้ำกัซที่ขึ้นฟูไปได้ซึ่งจะเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ส่วน gliadin นั้นทำให้กลูเตนมีคุณสมบัติในการยึดตัวและยืดหยุ่นได้ นั่นคือ glutenin นั้นให้ความแข็งแรงตัวกับกลูเตน และ gliadin ซึ่งเป็นสารที่อ่อนและเหนียวจะเป็นตัวเชื่อม แป้งสาลีที่มีลักษณะที่เหมาะสมในการทำบะหมี่จีน โดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติดังแสดงในตาราง 2.1 (อรอนงค์, 2540)

1.2.2 ไข่และสารอื่นๆ

ไข่เป็นส่วนผสมที่ไม่จำเป็น แต่อาจใส่ลงในสูตรเพื่อปรับปรุงคุณภาพของบะหมี่ให้เป็นที่พอใจของผู้บริโภคมากขึ้น เช่น การใส่ไข่ มีผลให้ผู้บริโภคเห็นคุณค่าทางอาหารของบะหมี่ มากขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของโปรตีนที่ครบถ้วนตามความต้องการของร่างกาย และมีส่วนทำให้บะหมี่มีสีเหลืองสวยขึ้นจากสีของไข่แดงจึงทำให้บะหมี่มีราคาสูงกว่าบะหมี่ทั่วไป หรืออาจเติมแป้งถั่วเหลืองไขมันเต็มไม่เกิน 5% ของน้ำหนักแป้ง เพื่อเพิ่มคุณค่าอาหารโปรตีนในบะหมี่อีกชนิดหนึ่ง

สำหรับสารอื่นที่นิยมใส่ คือ สารเจือปนในอาหาร ได้แก่ สีสผสมอาหารช่วยให้มะหมีมีสีเหลืองสม่ำเสมอ เกลือพอลิฟอสเฟตช่วยให้โตแข็งแรงและยืดหยุ่น โซเดียมซิลิเกตมีผลทำให้โตเรียบเนียน เลซิทีนช่วยให้มะหมีทอดสำเร็จรูปมีลักษณะดีไม่อมน้ำมัน ทำให้เก็บรักษานานไม่เสื่อมเสียง่าย เมื่อนำมาต้มก็จะไม่เปื่อยยุ่ยได้ง่าย สารประเภทกัม เช่น สาหร่ายทะเล จะช่วยปรับปรุงลักษณะเนื้อของมะหมีในขณะให้ดีขึ้น

ในบางประเทศอาจมีการเติมสารช่วยในการเก็บรักษา (preservatives) โดยเฉพาะประเทศที่นิยมบริโภคมะหมีสด และมะหมีเปียกหรือสุก สำหรับปริมาณที่เติมจะขึ้นอยู่กับกฎหมายอาหารของแต่ละประเทศที่จะยอมให้ใส่สารอะไรในปริมาณเท่าไร สารเหล่านี้ได้แก่กรดแอสซิดิก กรดซิตริก ใช้ในการจุ่มมะหมีในสารละลายกรดนี้ แล้วจึงทำให้แห้ง ส่วนสารอื่นที่ใช้เติม เช่น ไดโซเดียมพอสเฟต โพแทสเซียมซอร์เบต โซเดียมคลอไรด์และคาร์บอนेट เป็นต้น (อรอนงค์, 2540)

ตาราง 2.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งที่เหมาะสมในการทำมะหมีจีน

ลักษณะคุณสมบัติ	แป้งพาทেন্ট		แป้งสตรตเกรต	
	อย่างดี ¹	ทั่วไป	อย่างดี ¹	ทั่วไป
แป้ง				
การดูดซึมน้ำ,%	64.4±1.1	56.0±71.6	62.3±1.5	5.7.3-70.6
การยืดตัว,ซ.ม.	24.5±1.1	15-29	25.4±1.4	20-28
แรงต้านการยืดตัว,อี.ยู. ²	471±43	220-630	319±54	170-470
สี	-1.6±0.2	0.2-2.8	-0.4±0.03	0.1-1.1
เถ้า,%	0.40±0.02	0.30-0.53	0.48±0.04	0.40-0.64
โปรตีน,%	12.5±0.6	8.8-16.8	11.7±0.8	8.6-14.1
ค่ามอลโทส,มก.	174±18	77-303	150±12	75-271
ความหนืดของสตาร์ช				
เวลาที่จุดสูงสุด,นาทึ	4.3±0.3	41.5-45.5	43.5±0.5	40.8-45.0
ค่าดี ³ ,เอ.ยู. ⁴	60±16	180-30	20±32	70-10

¹ค่าเฉลี่ย ± 95% ความเชื่อถือ

²อี.ยู. = เอกซ์เทนซิกรรฟ ยูนิต

ที่มา : อรอนงค์ นัยวิกุล,2540

1.2.3 น้ำ

ส่วนผสมสำคัญในการทำบะหมี่ คือ น้ำ ซึ่งต้องเติมลงไปเพื่อให้แป้งจับตัวกันเป็นก้อนโดที่มีความยืดหยุ่น และรีดเป็นแผ่นบางๆ ได้ น้ำมีผลต่อลักษณะของบะหมี่โดยตรง กล่าวคือถ้าใส่น้ำในส่วนผสมน้อยไป โครงร่างบะหมี่จะไม่แข็งแรง จะร่วนและโป่ง ทำให้เส้นบะหมี่แข็งและขาดง่าย แต่ถ้าใส่น้ำมากเกินไป โดจะแฉะเหนียวติดมือ รีดไม่ได้ ตัดเป็นเส้นก็จะติดกันง่าย ดังนั้นปริมาณน้ำที่เติมลงไปในสูตรควรจะเหมาะสมต่อชนิดของบะหมี่ ซึ่งโดยทั่วไปเติมประมาณ

ร้อยละ 30-40 นอกจากนั้นคุณภาพของน้ำที่ใช้ก็มีความสำคัญต่อลักษณะของโดเช่นกัน เนื่องจากน้ำมีองค์ประกอบของแร่ธาตุ สารอินทรีย์และก๊าซบางชนิดปนอยู่ด้วยเสมอ ดังนั้นน้ำจึงมีส่วนให้สภาพของโดเปลี่ยนแปลงไปถ้ามีแร่ธาตุและสารอื่นปนอยู่มาก โดยเฉพาะแร่ธาตุ แคลเซียม เหล็ก และแมกนีเซียม จะมีผลทำให้การดูดซึมน้ำของแป้งไม่สม่ำเสมอ มีโครงร่างของโดไม่เรียบเนียน จึงได้เส้นบะหมี่ที่ไม่ดี นอกจากนี้เกลือของเหล็กและทองแดง อาจทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้เกิดสีน้ำตาล และมีกลิ่นหืนเมื่อเก็บรักษาบะหมี่ไว้นาน ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค น้ำที่เหมาะสมในการทำบะหมี่ที่ดีจึงควรเป็นน้ำอ่อนมีแร่ธาตุและสารอื่นเจือปนในปริมาณต่ำ แต่ถ้าน้ำอ่อนไปไม่มีอะไรเจือปนเลยก็จะมีผลทำให้โดแฉะ มีความยืดหยุ่นตัวน้อยกว่าน้ำอ่อนที่เหมาะสม (อรอนงค์, 2540)

1.2.4 เกลือ

ปริมาณเกลือที่ใส่ลงในสูตรการทำบะหมี่ ก็เพื่อปรับสภาพน้ำให้เหมาะสมกับชนิดของบะหมี่ที่ต้องการซึ่งอาจจะใส่หรือไม่ใส่ก็ได้ร้อยละ (0-2) เกลือมีผลโดยตรงต่อลักษณะกลูเตน ในโดโดยเพิ่มความแข็งแรงและแรงต้านการยืดตัวของโด ช่วยไม่ให้โดแฉะ เมื่อเป็นเส้นบะหมี่จะไม่ติดกัน นอกจากนี้ เกลือยังช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ประเภทย่อยโปรตีนช่วยให้โดคงความเหนียวและความยืดหยุ่นอยู่ได้นานและยังช่วยระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ และราจึงทำให้สามารถเก็บรักษาบะหมี่ได้นาน (อรอนงค์, 2540)

1.2.5 สารละลายต่าง

ในการทำบะหมี่แบบจีน นิยมสารละลายเบสซึ่งเป็นสารที่มีส่วนผสมของเบสหลายชนิด ได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนต โพแทสเซียมคาร์บอเนต ผสมกับโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต หรืออาจใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์โดยตรง ในปริมาณที่เหมาะสมร้อยละ (0.3) สารละลายเบสนี้ทำให้ลักษณะโดเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี โดยมีผลต่อลักษณะกายภาพมีผลต่อลักษณะการอมน้ำของโด การดูดซึมน้ำของแป้งเพิ่มขึ้น ทำให้สตาร์ชในโดมีความหนืดเพิ่มขึ้นช่วยให้โดมีความแข็งแรงต่อการผสม

ได้มากกว่าเดิม โดมีความยืดตัวได้มากขึ้น ส่วนผลทางเคมีนั้นที่สำคัญ คือทำให้ความเป็นเบสของโดเพิ่มขึ้น (pH 9-10) ทำให้สีของบะหมี่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง จากปฏิกิริยาของเบสกับสารฟลาโวนในแป้ง นอกจากนี้ ยังมีผลต่อลักษณะการต้มหรือลวกบะหมี่ ช่วยให้เนื้อสัมผัสดี ทนต่อการต้ม (อรอนงค์, 2540)

1.3 ขั้นตอนการผลิต

1.3.1 การผสมแป้ง

การผสมแป้งเป็นขั้นตอนแรกของการทำบะหมี่ การผสมควรละลายเกลือและสารเคมีในน้ำก่อนใส่ไปคลุก ตีให้เข้ากัน นำไปผสมกับแป้งสาลี นวดให้เข้ากันเป็นก้อนแป้ง มีเนื้อเนียนแล้วพักไว้ 10-20 นาที เพื่อให้โปรตีนอ่อนคลายตัว โปรตีนจะจับกันเป็นก้อนได้ดีขึ้น ทำให้ความเหนียวของก้อนแป้งดีขึ้น ริมไม่ขาดเมื่อรีดเป็นแผ่น นอกจากนี้ยังทำให้เม็ดแป้งมีเวลาดูดน้ำมากขึ้น ทำให้แป้งไม่เหนียวเหนอะหนะและไม่ติดมือ

การผสมแป้งนั้นถ้าใช้เครื่องผสม ควรใช้ความเร็วต่ำและไม่ควรใช้เวลานานเกินไป การใช้ความเร็วต่ำจะทำให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อนได้ดีขึ้นและไม่เกิดความร้อนมากนัก การผสมนานจะเกิดความร้อนมาก อาจทำให้โปรตีนเสื่อมคุณภาพและลดความเหนียวลง สำหรับโรงงานที่ทำการผลิตบะหมี่ควรรักษาอุณหภูมิของห้องไว้ไม่เกิน 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 10-25 องศาเซลเซียส และใช้เวลาผสมไม่เกิน 10 นาที

1.3.2 การพักโด

ขั้นตอนช่วยให้โปรตีน สตาร์ช มีการดูดน้ำเร็วขึ้น มีการกระจายตัวของความชื้นไปทั่วทั้งก้อนโด ทำให้เกิดโครงร่างของกลูเตนที่ดี การพักโดใช้เวลา 10-15 นาที

1.3.3 การรีดเป็นแผ่นและตัดเป็นเส้น

การรีดเป็นแผ่นและตัดเป็นเส้นอาจทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับปริมาณการผลิตและชนิดของบะหมี่เช่นการใช้ไม้คลึง การดึงเป็นเส้น การใช้เครื่องรีดขนาดเล็กและการใช้เครื่องรีดขนาดใหญ่ เป็นต้น การใช้ไม้คลึงจะเริ่มด้วยการวางก้อนแป้งลงบนกระดาน โรยด้วยแป้งนวลบางๆ รีดด้วยไม้คลึงให้เป็นแผ่นบางๆ และสม่ำเสมอ โรยด้วยแป้งนวลทั้งสองข้างใช้ไม้ม้วนแผ่นแป้งจากริมด้านหนึ่งไปสิ้นสุดอีกด้านหนึ่ง รีดม้วนแป้งให้บางลงอย่างสม่ำเสมอ คลี่แป้งออกคลึงรอยพับให้หมดไปให้ทำซ้ำอีก 2-3 ครั้ง จนกระทั่งแผ่นแป้งมีความหนาประมาณ 1.5-2.0 มิลลิเมตร ใช้ไม้ม้วนแผ่นแป้ง ดึงไม้ออก แล้วหันตามขวางให้มีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร คลี่เส้นออกจะได้เส้นบะหมี่ตามต้องการ

วิธีการดึงเป็นเส้นมักจะใช้กับบะหมี่ที่มีด่างเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย เพื่อป้องกันการติดกันของเส้น ก่อนแป้งต้องมียาน้ำมากกว่าแบบอื่น การดำเนินการเริ่มต้นด้วยการหมักก้อนแป้งไว้ 8 ชั่วโมง โดยผ้าเปียกคลุมไว้ ระยะเวลาแป้ง (starch) ดูนํ้าได้มากขึ้น แป้งจะมีลักษณะนุ่มตึงเป็นเส้นได้ง่าย หลังจากนั้นนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซลเซียส (ในช่องตู้เย็น) นาน 4 ชั่วโมง ปั่นแป้งเป็นก้อนกลมเจาะรูตรงกลาง ทำให้มีลักษณะเหมือนห่วงยาง ใช้นิ้วสอดเข้าไปในห่วงดึงยืดออก พยายามให้การยืดของห่วงเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ โดยปกติแล้วมักจะใช้วิธีดึงและพาดกับพื้นประกอบกัน ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญพอสมควร ให้ม้วนห่วงประกบกันเป็นสองห่วง ยืดห่วงออกให้ยาวออกเหมือนกับการดึงในขั้นตอนแรก ติดตามด้วยการม้วนให้ห่วงทั้งสองซ้อนกันเป็น 4 ห่วง ทำอย่างนี้เรื่อยไปจำนวนเส้นจะมีมากขึ้นจาก 1 เป็น 2 จาก 2 เป็น 4 เรื่อยไป ขณะเดียวกันเส้นจะมีขนาดเล็กลงจนกระทั่งได้ขนาดตามที่ต้องการ ในขณะที่ทำการยืดเส้นออกนั้นควรใช้แป้งนวลทุกครั้งเพื่อให้เส้นไม่ติดกันและยืดออกได้ง่าย

ส่วนการรีดและตัดเป็นเส้นด้วยเครื่องขนาดเล็กเริ่มด้วยรีดก้อนแป้งที่เป็นแผ่น โดยผ่านระหว่างลูกกลิ้ง 2 ลูกที่หมุนเข้าหากัน ในระยะแรกจะต้องปรับลูกกลิ้งให้ห่างกันประมาณ 4 มิลลิเมตร เมื่อแป้งเป็นแผ่นดีแล้วให้ลดช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งให้น้อยลง รีดแผ่นแป้งอีกจนกระทั่งแผ่นแป้งมีความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร ตัดเป็นเส้นโดยใช้ลูกกลิ้งอีกชุดหนึ่งที่อยู่ในเครื่องเดียวกัน

1.3.4 การทำให้สุก

การทำให้สุกมีความสำคัญมากสำหรับบะหมี่สุกแห้งและบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป การทำให้สุกอาจทำได้ด้วยการอบไอน้ำ จากการทดลองที่ทำให้บะหมี่สุกพบว่าถ้าใช้ความดันไอน้ำ 1.5-2.5 กก./ซม². เพียงหนึ่งนาที่ จะทำให้โปรตีนร้อยละ 90 เปลี่ยนไปเป็น แอลฟาโปรตีนทำให้บะหมี่เหนียวมากขึ้น

2. Resistant starch (RS)

RS หมายถึง แป้งและผลิตภัณฑ์ของแป้งที่ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์และดูดซึมภายในลำไส้เล็กของมนุษย์ได้

2.1 ชนิดของสตาร์ช

2.1.1 จำแนกตามความสามารถในการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์

การจำแนกประเภทของสตาร์ช สามารถใช้หลักเกณฑ์ได้หลากหลายแบบหลักเกณฑ์หนึ่งที่ Berry (1986) ได้ใช้ทำการแบ่งชนิดของสตาร์ช คือ พฤติกรรมของสตาร์ชที่แสดงหลังจากที่ให้มี

การทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ โดยไม่มีการใช้สารเคมีชนิดอื่นร่วมด้วย สามารถแบ่งสตาร์ชออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

(1) สตาร์ชที่สามารถย่อยได้อย่างรวดเร็ว (rapidly digestible starch; RDS) สตาร์ชชนิดนี้ มีองค์ประกอบหลักที่มีลักษณะเป็นแบบอสัญฐาน และมีการกระจายตัวของสตาร์ชพบในอาหารที่มีองค์ประกอบเป็นสตาร์ชที่มีการหุงสุกด้วยกระบวนการที่มีการให้ความร้อนและความชื้น เช่น ขนมปัง เมื่อให้สตาร์ชชนิดนี้ ทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ สตาร์ชจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของโมเลกุลน้ำตาลกลูโคส ในเวลา 20 นาที

(2) สตาร์ชที่มีการย่อยอย่างช้า ๆ (slow digestible starch; SDS) สตาร์ชชนิดนี้ มีองค์ประกอบหลักที่มีลักษณะเป็นอสัญฐานเช่นเดียวกัน และยังมีลักษณะของส่วนผลึกเป็นชนิด A และ C ซึ่งสามารถเกิดการรีโทรเกรดได้ในอาหารที่ผ่านการให้ความร้อนมาแล้ว สตาร์ชชนิดนี้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นน้ำตาลกลูโคส หลังจากที่มีการทำปฏิกิริยากับเอนไซม์แล้ว 100 นาที

(3) สตาร์ชที่ทนต่อการย่อย (resistant starch; RS) สตาร์ชชนิดนี้เป็นขึ้นส่วนของสตาร์ชขนาดเล็กที่มีความสามารถทนต่อสภาวะการย่อยโดยเอนไซม์ในร่างกาย เช่น เอนไซม์แอลฟาแอมิเลส (α -amylase) และเอนไซม์พอลลูลานเนส (pullulanase) โดยที่เอนไซม์เหล่านี้ไม่สามารถย่อยสตาร์ชชนิดนี้ได้ หลังจากปล่อยให้ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 120 นาที

2.1.2 จำแนกตามความสามารถในการย่อยของเอนไซม์ในร่างกาย

Sajilata *et al.* (2006) ได้แบ่งชนิดของสตาร์ชออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะความสามารถในการย่อย ดังนี้

(1) สตาร์ชที่สามารถย่อยได้ (digestible starches) สตาร์ชชนิดนี้เป็นสตาร์ชที่สามารถย่อยได้โดยเอนไซม์ในร่างกาย โดยหมายรวมถึง สตาร์ชที่สามารถย่อยได้อย่างรวดเร็ว (RDS) และ สตาร์ชที่ถูกย่อยอย่างช้า ๆ (SDS) ด้วย ซึ่งสตาร์ชชนิดนี้ จะถูกย่อยอย่างสมบูรณ์ในส่วนของลำไส้เล็ก

(2) สตาร์ชที่ทนต่อการย่อย (resistant starch) สตาร์ชชนิดนี้เป็นสตาร์ชที่ไม่สามารถย่อยได้ด้วยเอนไซม์ภายในร่างกายของมนุษย์

2.2. ชนิด, โครงสร้าง และประโยชน์ของ resistant starch

Resistant starch ถูกค้นพบในปี ค.ศ. 1982 โดย Englyst และคณะทำงาน ที่กำลังพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณของเส้นใยอาหาร (dietary fibre) โดยพบว่ามีส่วนสตาร์ชหลงเหลืออยู่หลังจากผ่านกระบวนการย่อยด้วยเอนไซม์ อีกทั้งยังพบว่า นอกจากจะทนทานต่อการย่อยของร่างกายแล้วยังสามารถทำให้เกิดกระบวนการหมักในลำไส้ใหญ่ได้ (Nugent, 2005; Champ and Faisant 1996) ต่อมา กลุ่มสมาคมของนักวิทยาศาสตร์ในสหภาพยุโรป (EU) ซึ่งเป็นที่รู้จักในนามของ EURESTA (

European Resistant Starch Research Group) ได้ให้คำจำกัดความของ resistant starch ว่า เป็นปริมาณของสตาร์ช รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการสลายตัวของสตาร์ช (degradation) ซึ่งมีความสามารถทนทานต่อสภาวะการย่อยในลำไส้เล็กของคน และเมื่อสตาร์ชชนิดนี้ ถูกส่งต่อมายังลำไส้ใหญ่ จะสามารถเป็นสารตั้งต้นให้แก่จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ได้ และทำให้เกิดกระบวนการหมักขึ้นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากการหมักนั้น คือ ไฮโดรเจน, คาร์บอนไดออกไซด์, มีเทน, และกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid; SCFA) (Nugent, 2005) โดยทั่วไป สามารถแบ่งชนิดของ Resistant starch ได้ 4 ประเภท คือ (Nugent, 2005; Sajilata *et al.*, 2006)

2.2.1 Resistant starch type 1 (RS1) เป็นสตาร์ชที่มีความคงทนต่อการย่อย เนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเข้าไปทำลายเม็ดสตาร์ชได้ เช่น เมล็ดพืชที่ถูกขัดสีบางส่วน และอาหารที่มีปริมาณของสตาร์ชสูง วัดปริมาณ resistant starch จากความแตกต่างของปริมาณกลูโคสที่ปล่อยออกมาหลังจากให้เอนไซม์ทำปฏิกิริยากับอาหารที่ผ่านกระบวนการทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (homogenized food sample) กับตัวอย่างอาหารที่ไม่ผ่านกระบวนการ (nonhomogenized food sample)

2.2.2 Resistant starch type 2 (RS2) เป็นสตาร์ชที่ยังคงรูปร่าง หรือคงสภาพอยู่ใน เม็ดสตาร์ช และมีความทนทานต่อการย่อยของเอนไซม์ วัดปริมาณ resistant starch จากความแตกต่างของปริมาณกลูโคสที่ถูกปล่อยออกมาระหว่างตัวอย่างอาหารที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (boiled homogenized food sample) กับตัวอย่างอาหารที่ไม่ผ่านกระบวนการใด ๆ (unboiled, nonhomogenized food sample) ในสตาร์ชชนิดนี้ โมเลกุลภายในเม็ดสตาร์ชมีการอัดกันอย่างหนาแน่นในแนวของวงแหวนของเม็ดสตาร์ช และดูดความชื้นได้ง่ายซึ่งลักษณะเช่นนี้ ทำให้มีความต้านทานต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ ตัวอย่างของสตาร์ชชนิดนี้ คือสตาร์ชจากกล้วยดิบ

2.2.3 Resistant starch type 3 (RS3) เป็น resistant starch ชนิดที่มีมากที่สุด ซึ่งเป็นสตาร์ชที่เกิดจากโมเลกุลอะไมโลสที่ผ่านกระบวนการเจลลิ่งในเซชัน และมีการทำให้เย็นและเกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่ หรือเกิดกระบวนการรีโทรเกรดชัน วัดปริมาณ resistant starch ชนิดนี้จากสัดส่วนปริมาณกลูโคสของสตาร์ชที่มีความคงทนต่อการหุงต้ม และทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์

2.2.4 Resistant starch type 4 (RS4) เป็น resistant starch ที่เกิดจากกระบวนการดัดแปรสตาร์ชทางเคมี ที่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโมเลกุลของสตาร์ช โดยมีพันธะชนิดอื่นนอกเหนือไปจากพันธะ α -(1-4) และ α -(1-6) ซึ่งทำให้โมเลกุลของสตาร์ชมีความแข็งแรงของพันธะมากขึ้น

ลักษณะเด่นที่สำคัญของ resistant starch คือ สตาร์ชจะไม่สามารถถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์ และดูดซึมภายในลำไส้เล็กของมนุษย์ได้ โดย resistant starch ที่ไม่ถูกย่อยโดยลำไส้เล็ก จะผ่านมาถึง

ส่วนของลำไส้ใหญ่ และถูกหมักโดย จุลินทรีย์ภายในลำไส้ใหญ่ ได้เป็นกรดไขมันสายสั้นๆ เช่น แอซิเตต โพรพิโอเนต และบิวทิเรต กรดไขมันทั้งสามชนิดสามารถถูกดูดซึมและขนส่งไปยังตับได้ กรดไขมันที่เกิดขึ้นนี้จะไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เพิ่มปริมาณของของเหลว และปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง ภายในลำไส้ใหญ่ให้ต่ำลง และสามารถช่วยป้องกันมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้ (กล้านรงค์ และเกื้อกุล, 2546)

Faisant *et al.* (1995) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสมบัติการเป็น resistant starch ของสตาร์ชจากกล้วยดิบ โดยนำไปผสมกับผลิตภัณฑ์อาหารเข้าที่มีการทำให้สุก แล้วให้ผู้บริโภคนทดสอบจำนวน 30 คน มีการเก็บตัวอย่างอาหารหลังจากเวลาผ่านไปประมาณ 8-5 ชั่วโมง โดยมีวิธีการเก็บตัวอย่างอาหารที่ผ่านการย่อยบริเวณปลายลำไส้เล็กด้วยวิธีการพิเศษ จากนั้นจึงนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน เปรียบเทียบกับลักษณะเม็ดสตาร์ชจากกล้วยที่ยังไม่มีการบริโภค พบว่า หลังจากเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ยังสามารถพบสตาร์ชกล้วยมีปริมาณถึงร้อยละ 80 ของสตาร์ชทั้งหมด และเม็ดสตาร์ชจากกล้วยดิบที่ผ่านการบริโภคแล้วนั้น จะมีลักษณะพื้นผิวที่ขรุขระ ไม่เรียบมีรูพรุน และเป็นรู ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์แอมิเลสในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ซึ่งสตาร์ชกล้วยก่อนที่จะนำไปบริโภคจะมีลักษณะเป็นเม็ดสตาร์ชที่มีผิวเรียบ และไม่มีรูพรุน สตาร์ชจากกล้วยดิบมีสมบัติเป็น resistant starch จากการค้นพบนี้ จึงอาจเป็นแนวทางในการพัฒนานำสตาร์ชจากกล้วยดิบไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ และผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ ได้มากขึ้น

2.3 คุณสมบัติทางสรีระวิทยาของ RS (Sajilata and others 2006)

2.3.1 RS เป็นเส้นใยอาหาร (Dietary fiber)

RS แสดงถึงการทนทานต่อการย่อยจากเอนไซม์ของคน จึงจัดเป็นองค์ประกอบของเส้นใยชนิดหนึ่ง สามารถใช้การวิเคราะห์แบบเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) โดยใช้วิธี AACC (2000) ได้ และมีคุณสมบัติทางสรีระวิทยาเหมือนเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber) คือ ทำให้ระดับการย่อยและการเผาผลาญกลูโคสได้ช้าลง ซึ่งส่งผลดีต่อลำไส้ใหญ่ ป้องกันการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ลดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด

2.3.2 อัตราการย่อยอาหารต่ำ (Hypoglycaemic effects)

อาหารที่มี RS ทำให้มีอัตราการย่อยต่ำ โดยทั่วไปอาหารประเภทแป้งจะเกิดการย่อยเกือบจะทันทีหลังการบริโภคอาหารแต่อาหารที่มี RS จะเกิดการย่อยได้ช้า โดยเกิดขึ้นหลังจากรับประทานอาหารแล้ว 5-7 ชั่วโมง ดังนั้น RS จึงลดค่าไกลซีมิก (glyceamic index) ได้

2.3.3 เป็นสารตั้งต้นของพรีไบโอติก (Prebiotic)

เนื่องจาก RS ที่ไม่ถูกย่อยและดูดซึมในลำไส้เล็กผ่านมายังลำไส้ใหญ่และถูกหมักโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดกรดไขมันสายสั้น (Short chain fatty acid) ได้แก่ อะซิเตท บิวทิเรท

และโพรปิโนเอตสารเหล่านี้เป็นสารตั้งต้น (Substrate) ที่ให้พลังงานแก่แบคทีเรียโพรไบโอติก (Probiotic) เช่น Bifidobacterium ทำให้เจริญเติบโตได้ดี

2.3.4 ยังยั้งการสะสมไขมันและลดการสะสมคอเลสเตอรอล

หลังการรับประทานอาหารที่มี RS พบว่า มีการเกิดออกซิเดชันของไขมันเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นถึงการลดการสะสมไขมันในระยะยาวได้ และในการศึกษาในหนูทดลองที่ให้อาหารที่มี RS (ร้อยละ 25 มันฝรั่งดิบ) พบว่าระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดลดลง

2.4 คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของ RS

จากคุณสมบัติของ RS ที่มีสีขาวขนาดอนุภาคเล็กและมีกลิ่นอ่อนจึงมีประโยชน์หลากหลายในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเส้นใยอาหารสูง โดยการช่วยปรับปรุงให้อาหารเส้นใยอาหารสูงมีคุณภาพและการยอมรับของผู้บริโภคใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์อาหารสูตรปกติหรือสูตรทั่วไป โดยการช่วยปรับปรุงการขยายตัวในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการอัดพอง เช่น อาหารแช่ที่ทำจากธัญพืชและช่วยในการปรับปรุงปริมาตร เนื้อสัมผัสและกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ขนมอบเส้นใยอาหารสูงได้แก่ ขนมปัง เค้ก และคุกกี้ เป็นต้น

2.5 วิธีการเกิด RS

RS สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติแต่เป็นส่วนน้อยและพบในพืชบางชนิดเท่านั้น ซึ่งเป็น RS ประเภท RS1 และ RS2 ส่วนการใช้ความร้อนและการใช้ความร้อนร่วมกับเอนไซม์ เพื่อให้แป้งสุกและเกิดการคืนตัว ทำให้เกิด RS3 และการใช้สารเคมีเพื่อดัดแปลงโครงสร้างโมเลกุลแป้งทำให้เกิด RS4 ซึ่งวิธีการทำให้เกิด RS สามารถแยกได้ดังนี้

2.5.1 การใช้ความร้อน

การใช้ความร้อนกับแป้งจะเหนียวน้ำให้เกิด RS ขึ้น โดยการทำให้แป้งสุกเหนืออุณหภูมิที่ทำให้เกิดเจลลาติไนซ์ การทำให้แป้งสุกสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้ในการทำให้เกิด RS คือการใช้หม้อนึ่งความดัน (autoclave) และการอัดพอง (extrusion)

(1) การใช้หม้อนึ่งความดัน (autoclave) ผลจากการใช้หม้อนึ่งความดัน ทำให้ RS เพิ่มขึ้น Siljestrom and Asp (1985) ได้ศึกษาแป้งสาลีที่ผ่านการให้ความร้อนด้วยหม้อนึ่งความดันแล้วพบว่า มี RS ร้อยละ 9 เมื่อเทียบกับแป้งข้าวสาลีที่ไม่ผ่านการทำให้สุก ซึ่งมี RS น้อยกว่าร้อยละ 1 Onyango and others (2006) ศึกษาอิทธิพลของเวลาและอุณหภูมิที่ใช้การบ่มต่อการเกิด RS3 จากการให้ความร้อนโดยใช้หม้อนึ่งความดันและการย่อยด้วยกรดในแป้งมันสำปะหลังเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ RS ในแป้งมันสำปะหลังดิบ (ร้อยละ 0.44) พบว่าการใช้หม้อนึ่งความดันและการย่อยด้วยกรด

ทำให้มีปริมาณ RS3 เพิ่มขึ้น โดยเมื่อใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายมีปริมาณมากที่สุดเมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง (ร้อยละ 9.68) และในกรดแลคติก ให้ปริมาณมากที่สุดเมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 48 ชั่วโมง (ร้อยละ 9.97) Escarpa and others (1996) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเกิด RS โดยใช้หม้อนึ่งความดันความดันสูง (High-Pressure Autoclave, HPA) ในแป้งมันฝรั่ง พบว่าการใช้ HPA ที่ความดัน 2 บาร์ อุณหภูมิ 115-136 องศาเซลเซียส 20 นาที ทำให้มีปริมาณ RS (ร้อยละ 18.16) สูงกว่า ที่ได้จากการต้มในอ่างน้ำเดือด (water bath) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง (ร้อยละ 11.06) แป้งที่มีปริมาณอะไมโลส สูงกว่าจะมีปริมาณ RS มากกว่า Sievert and Pomeranz (1989) ศึกษาการเกิด RS จากการใช้หม้อนึ่งความดัน (autoclave) โดยใช้อัตราส่วนของแป้งเป็น 1 ต่อ 3.5 และ 1 ต่อ 10 ให้ความร้อนโดยใช้หม้อนึ่งความดัน เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 121 134 และ 148 องศาเซลเซียส ทั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างในที่เย็นโดยเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ให้ความร้อนและทำให้เย็น (autoclavecooling) ซ้ำ ถึง 20 รอบและทำให้แห้งโดยใช้วิธีการอบแห้งแบบระเหิด (Freeze-dry) พบว่าการใช้อัตราส่วนแห้งต่อน้ำ 1 ต่อ 3.5 ทำให้เกิด RS ได้สูงกว่า เมื่อใช้อัตราส่วนแป้งต่อน้ำเป็น 1 ต่อ 10 เนื่องจากปริมาณน้ำที่มากเกินไปทำให้สารละลายเจือจาง ส่วนอุณหภูมิที่ใช้ที่ 121 และ 134 องศาเซลเซียส ปริมาณ RS แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยแต่เมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณ RS ลดลงอาจเป็นเพราะที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการทำลายโครงสร้างของ retrograded amylose ได้ปริมาณ RS ที่ได้จากการใช้อัตราส่วนแป้งต่อน้ำเป็น 1 ต่อ 3.5 และอุณหภูมิในหม้อนึ่งความดัน 121 องศาเซลเซียส แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณ RS ในแห้งชนิดต่าง ๆ หลังการใช้หม้อนึ่งความดันที่ 121 องศาเซลเซียส โดยที่ใช้ อัตราส่วนแป้งต่อน้ำ 1 ต่อ 3.5

ชนิดแป้ง	ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ)	ปริมาณ RS (ร้อยละ)
Amylomaize VII	70	21.3+0.3
Amylomaize V	53	17.8+0.2
Pea starch	33	10.5+0.1
Wheat starch	25	7.8+0.2
Maize starch	26	7.0+0.1
Potato starch	20	4.4+0.1
Waxy maize	<1	2.5+0.2

ที่มา : Sievert and Pomeranz (1989)

จำนวนรอบในการให้ความร้อนและทำให้เย็นเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณ RS เพิ่มขึ้นโดยการเพิ่มจำนวนรอบถึง 20 รอบ ทำให้ระดับของ RS เพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ถึงร้อยละ 40 ส่วน Szczodrak and Pomeranz (1991) ทำการศึกษาการเกิด RS โดยดัดแปลงวิธีของ Sievert and Pomeranz (1989) ใช้อัตราส่วนแป้งต่อน้ำ 1:5 ให้ความร้อนโดยใช้หม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมงและทำให้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียสข้ามคืน จากนั้นทำแห้งด้วยการทำแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum dry) พบว่าการเกิด RS จากแป้งข้าวบาร์เลย์มีอิทธิพลจากจำนวนรอบที่ใช้ในการให้ความร้อนและทำให้เย็น (autoclaving-cooling cycle) Garcia Alonso and others (1999) ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยบางตัวที่มีผลเกี่ยวเนื่องในการสุกและการคั่วของแป้ง วัตถุดิบที่ใช้ คือแป้งสาลี แป้งข้าวโพด แป้งข้าว และแป้งมันฝรั่ง ที่เป็นแบบสตาร์ช (starch) และแป้ง (flour) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสุกของแป้ง ได้แก่วิธีการทำให้แป้งสุก การคั่วระหว่างการสุกและฟิเอช พบว่าการทำสุกด้วยการใช้หม้อนึ่งความดันความดันสูง (High pressure autoclave) และต้มในอ่างน้ำเดือด (water bath) และการคั่วระหว่างการทำให้สุกในหม้อนึ่งความดันความดันสูง ทำให้การเกิด RS ไม่แตกต่างกันในทุกตัวอย่างแป้ง ส่วน pH ที่ศึกษาอยู่ในช่วง 3.5-10.5 ไม่มีผลต่อการเกิด RS ในแป้งสาลี แป้งข้าวและแป้งมันฝรั่งแต่มีผลในแป้งข้าวโพด ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการคั่วของแป้งคือ การทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนการแช่เย็นหรือการแช่แข็ง อุณหภูมิที่ใช้ในการแช่เย็นหรือแช่แข็งและอุณหภูมิที่ใช้ในการทำแห้ง พบว่า การทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องก่อนการเก็บตัวอย่างแบบแช่แข็ง (-20 องศาเซลเซียส) ทำให้เกิด RS ได้มากขึ้นและการทำแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำให้เกิด RS ได้สูงกว่าเมื่อทำแห้งที่ 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากการทำแห้งที่อุณหภูมิสูงจะมีผลต่อการหลอมละลาย (melting point) ของแป้งที่ผ่านการคั่ว ปริมาณ RS ที่ได้จากการทดลองโดยใช้หม้อนึ่งความดันความดันสูง แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ปริมาณ RS^a ในตัวอย่างแป้งทั้งชนิด สตาร์ชและแป้ง

ชนิดแป้ง	RS (ร้อยละ)
Wheat starch	14.4±0.87
Wheat flour	7.25±0.56
Corn starch	11.0±0.80
Corn flour	1.96±0.22
Rice starch	3.94±0.50
Rice flour	5.44±0.30
Potato starch	21.2±1.30
Potato flour	14.6±0.20
Banana flour	53.3± 1.80

a คือ ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ที่มา : Garcia-Alonso and others (1999)

(2) การเกิด RS ด้วยวิธีการอัดพอง (Extrusion) การอัดพองทำให้เกิด RS เพิ่มขึ้น โดยในปี 2004 Faraj and others ศึกษาผลกระทบจากการอัดพอง ต่อการเกิด RS ในแป้งข้าวบาร์เลย์แบบธรรมดา (regular) และแบบที่ไม่มีอะไมโลส (waxy starch) ทำให้สูงโดยการใช้การอัดพองที่อุณหภูมิในบาเรลเป็น 90 100 120 140 และ 160 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ทางเข้าจนถึงทางออกตามลำดับ ปริมาณความชื้นเป็นร้อยละ 20 25 30 35 และ 40 ความเร็วสกรูเป็น 60 80 และ 100 rpm พบว่าการอัดพอง ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของ RS3 เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งดิบ (native flours) แต่การเก็บตัวอย่างที่ผ่านการอัดพองแบบแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณ RS3 เพิ่มขึ้น และในตัวอย่างแป้งข้าวบาร์เลย์ที่ไม่มีอะไมโลส (waxy starch) มีปริมาณ RS3 ต่ำว่าในตัวอย่างแป้งข้าวบาร์เลย์แบบธรรมดา (regular) Kim and others (2006) ทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะในการอัดพอง ต่อการเกิด RS จากแป้งสาลี (wheat flour) ตัวอย่างแป้งสาลีผ่านการอัดพองที่มีสภาวะแตกต่างกันได้แก่ ปริมาณความชื้นของวัตถุดิบร้อยละ 20 40 และ 60 ความเร็วสกรู 150 200 และ 250 rpm อุณหภูมิในบาเรล 40 60 80 100 และ 120 องศาเซลเซียส จากทางเข้าจนถึงทางออกตามลำดับ ตัวอย่างที่ผ่านการอัดพองแล้วถูกเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 7 และ 14 วัน วิเคราะห์ปริมาณ RS ด้วยวิธี RS assay kit (AACC 32-40 1995) พบว่าปริมาณ RS ของแป้งสาลีที่ผ่านการอัดพองเพิ่มขึ้น 1.3 ถึง 7 เท่า หลังจากการผ่านการอัดพองและเก็บไว้ 0 วัน และเพิ่มขึ้น 3 ถึง 11 เท่า ระหว่างการเก็บที่ 7 และ 14 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งสาลีที่ไม่ผ่านการอัดพอง (RS ร้อยละ 0.38) การเพิ่มปริมาณความชื้นของวัตถุดิบ ทำให้ปริมาณ RS เพิ่มขึ้น เนื่องจากความชื้นเป็นตัวที่ทำให้แป้งเกิดการสุกและคืนโดยการคืนตัวเกิดได้สูงที่สุดเมื่อมีความชื้นในช่วงร้อยละ 40-60 ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วสกรูและการเกิด RS มีเพียง 0.018 เท่านั้น ดังนั้นการเกิด RS จึงขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของวัตถุดิบและสภาวะในการเก็บ Huth and others (2000) พบว่าการเกิด RS โดยการใช้ปริมาณความชื้นที่เหมาะสม คือร้อยละ 20 และเก็บที่อุณหภูมิ 4 หรือ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน Unlu and Faller (1998) ศึกษาเกี่ยวกับการเกิด RS โดยการใช้เครื่องอัดพองสกรูคู่ (Twin-screw extruder) สภาวะที่ใช้ คืออุณหภูมิในบาเรล มีค่าเป็น 40 90 120 120 และ 140 องศาเซลเซียส เริ่มจากทางเข้าจนถึงทางออก ตามลำดับ สกรู 2 ตัว มีความเร็ว 200 และ 300 rpm พบว่าการเติมแป้งข้าวโพดอะไมโลสสูง (high amylose corn starch) ในขนมขบเคี้ยวที่ผ่านการอัดพองมีปริมาณ RS เพิ่มขึ้นจากการเติมแป้งข้าวโพดอะไมโลส สูงร้อยละ 30 ทำให้มีปริมาณ RS เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 5.62 จากเดิมร้อยละ 1.27 นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจมีการขยายตัวและคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัสที่ดี มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ส่วน Gonzalea-Soto and others (2006) ศึกษาเรื่องการเกิด RS จากกล้วยดิบและมะม่วงดิบและใช้แป้งข้าวโพดสำหรับเป็นตัวแทนเปรียบเทียบใช้เครื่องอัดพอง สกรูเดี่ยว (single-screw extruder) ใช้แรงเหวี่ยงต่ำและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ปริมาณความชื้นเป็นร้อยละ 35 และใช้ความเร็วสกรู 30 40 และ 65

rpm พบว่าในตัวอย่างแป้งมะม่วงดิบและแป้งข้าวโพด พบว่าทั้งแป้งกล้วยดิบและแป้งมะม่วงดิบ มีค่าสูงกว่าแป้งข้าวโพด

2.5.2 การใช้ความร้อนร่วมกับการใช้เอนไซม์

ในปี 2006 Gonzalez-Soto and others ศึกษาอิทธิพลของเวลาและอุณหภูมิการเก็บที่มีต่อการเกิด RS จากแป้งกล้วยที่ผ่านการตัดกิ่งก้าน โดยใช้เอนไซม์พุลูลาเนส (Pullulanase) บ่มไว้นาน 24 ชั่วโมง หลังจากผ่านการให้ความร้อนโดยใช้หม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นนำแป้งกล้วยที่ผ่านการตัดกิ่งก้านโมเลกุลไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที อีกครั้ง ทำให้เย็นลงและเก็บที่อุณหภูมิระหว่าง 4-60 องศาเซลเซียส เวลา 24 และ 48 ชั่วโมงพบว่าปริมาณ RS เพิ่มขึ้นจากตัวอย่างควบคุม (ร้อยละ 9.07) โดยปริมาณ RS สูงสุด (ร้อยละ 34.84) ได้จากสภาวะการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง การตัดกิ่งก้านโมเลกุลแป้งและการใช้หม้อนึ่งความดันช่วยทำให้การเกิด RS มากขึ้น Tan (2003) ศึกษาการเกิด RS จากแป้งข้าวที่เป็นสตาร์ชและแป้ง โดยการใช้เอนไซม์และการใช้ความร้อนร่วมเอนไซม์ ซึ่งเอนไซม์ที่ใช้คือเอนไซม์อะไมเลส (amylase) เอนไซม์พุลูลาเนส (pullulanase) และเอนไซม์อะไมเลสร่วมกับเอนไซม์พุลูลาเนส ตัวอย่างแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ตัวอย่างน้ำแป้งที่ไม่ทำให้สุกที่ทำให้สุกและเก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็นข้ามคืนและที่ทำให้สุกแต่ไม่ได้เก็บแช่เย็น จากนั้นเติมเอนไซม์ เอนไซม์อะไมเลส เอนไซม์พุลูลาเนส และเอนไซม์อะไมเลส ร่วมกับเอนไซม์พุลูลาเนส บ่มทิ้งไว้ 2 4 และ 16 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าการใช้เอนไซม์พุลูลาเนส ทำให้เกิด RS มากที่สุด โดย สตาร์ชจากข้าวเกิด RS ได้มากกว่าแป้งข้าวและสตาร์ชที่ไม่ผ่านการทำให้แป้งสุกเกิด RS สูงสุดร้อยละ 40-70 ในขณะที่แป้งข้าวมีปริมาณ RS เพียงร้อยละ 4 ส่วนตัวอย่างแป้งที่ผ่านการทำให้สุก RS เกิดมากที่สุดเมื่อใช้เวลาในการบ่มกับเอนไซม์นานขึ้น โดย RS เป็นร้อยละ 26.8

2.5.3 การใช้วิธีเคมี

การใช้วิธีเคมีจะทำให้เกิด RS ชนิดที่ 4 ซึ่งการเกิด RS4 ได้จากการดัดแปรแป้งด้วยการทำการเชื่อมข้ามแป้งกับสารเคมีแป้งที่ถูกทำการเชื่อมข้ามได้จากการเกิดปฏิกิริยาของแป้ง bi- หรือ polyfunctional reagents เช่น sodium trimetaphosphate phosphorus oxychloride หรือ mixed anhydrides ของกรดอะซิติก และ dicarboxylic การทำการเชื่อมข้ามของแป้งจะทำให้ได้แป้งที่มีความทนทานต่อการย่อยของเอนไซม์มากขึ้น (Haynes and others 2000 cited in Sajilata and others 2006)

2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิด RS

2.6.1 คุณสมบัติของแป้ง

- (1) โครงสร้างเม็ดแป้งโดยโครงสร้างมีผลต่อประสิทธิภาพการเข้าถึงของเอนไซม์ แป้งที่มีโครงสร้างทางกายภาพแบบปิด ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเข้าไปย่อยได้
- (2) โครงสร้างโมเลกุลของแป้งโดยโครงสร้างที่เป็นผลึกเรียงตัวกันแน่น จะทำให้เกิดการทนทานต่อการย่อยของเอนไซม์
- (3) อัตราส่วนของอะไมโลสและแอมิโลเพคทิน โดยแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงทำให้เกิด RS ได้มาก ซึ่งการคั่นตัวของอะไมโลสขึ้นอยู่กับจำนวนของอะไมโลสที่มีอยู่ระหว่างการเก็บแป้ง หลังผ่านการเจลาติไนซ์ โดยแป้งที่มีปริมาณอะไมโลสสูงจะเกิดการคั่นตัวในรูปของโครงสร้างผลึกที่ทนทานต่อการย่อยโดยเอนไซม์อะไมเลส (Sievert and Pomeranz 1989)
- (4) ความยาวของสายอะไมโลส อัตราการคั่นตัวของแป้งจะเกิดสูงสุด เมื่อขนาดโมเลกุล (degree of polymerization) ของอะไมโลสเท่ากับ 100 ถึง 200 และอัตราการคั่นตัวจะลดลงเมื่อโมเลกุลของสายอะไมโลสยาวหรือสั้นกว่านี้ (กล้าณรงค์ ศรีรอดและเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ 2546)

2.6.2 ความร้อนและความชื้น

ปริมาณน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิด RS โดยการให้ความร้อนกับน้ำแป้งหลาย ๆ รอบ ลดการเกิดไฮโดรไลซิสของเอนไซม์อะไมเลส (pancreatic amylase) และเพิ่มการเกิด RS ปริมาณ RS ที่มากที่สุดได้จากการใช้อัตราส่วนแป้งต่อน้ำเป็น 1 ต่อ 3.5 (w/w) ในการให้ความร้อน โดยการใช้หม้อนึ่งความดัน (Sievert and Pomeranz 1998)

2.6.3 การเกิดอันตรกิริยา (Interaction) ของแป้งกับองค์ประกอบอื่น

- (1) โปรตีนทำให้เกิด RS ลดลง ดังที่ได้ทดสอบในแป้งมันฝรั่งที่มีการเติมโปรตีน (Escarpa and others 1997)
- (2) ไขมันมีผลต่อการเกิด RS โดยการสกัดไขมันออกจากแป้งทำให้ปริมาณ RS เพิ่มขึ้น (Erlingen and others 1994) และเมื่อเติมไขมันในแป้งข้าวสาลีและแป้ง amylo maize VII พบว่า ปริมาณ RS ลดลงเนื่องจากไขมันมีความสามารถในการจับตัวกับอะไมโลสเป็น amylose-lipid complex (Eliasoson and others 1988 cited in Sajilata and others 2006)
- (3) ไอออน (ประจุบวก) มีผลต่อการเกิด RS โดยจะทำให้ปริมาณของ RS ใน เจลแป้งมันฝรั่งลดลงเมื่อมีแคลเซียมและโพแทสเซียมไอออน เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ได้เติม เนื่องจากการยับยั้งการสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างอะไมโลสและแอมิโลเพคทิน มีมีการดูดซึมไอออนเหล่านี้ไว้

(4) น้ำตาลมีผลต่อการเกิด RS โดยการเติมน้ำตาลที่ละลายได้เช่น กลูโคส มอลโตส ซูโครสและไรโบส พบว่าระดับการเกิดโครงสร้างผลึกลดลงและทำให้ปริมาณ RS ลดลงเนื่องจากน้ำตาล ทำให้การดูดซับน้ำและการพองตัวของแป้งเปลี่ยนไป มีผลต่อการสุกของแป้ง

2.6.4. สภาวะในกระบวนการผลิต (Sijilata and others 2006)

การให้ความร้อน มีผลต่อการเกิดการสุกของแป้ง สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การทำให้สุกด้วยไอน้ำ วิธีการใช้หม้อนึ่งความดัน การต้มกึ่งดิบกึ่งสุก การอบ และการอัดพอง

สภาวะในการเก็บมีผลต่อการคืนตัวของแป้งปริมาณ RS เพิ่มขึ้นได้ในขั้นตอนการเก็บโดยเฉพาะการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ การเพิ่มขึ้นของ RS ในตัวอย่างแป้งข้าวที่ผ่านการเจลาติไนซ์และเก็บที่อุณหภูมิต่ำ พบว่า มี RS เพิ่มขึ้นร้อยละ 27 เมื่อเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส (Johansson and Siljestrom 1984) ข้าวที่เก็บที่ -20 องศาเซลเซียสมีการคืนตัว (retrograded) มากกว่าข้าวที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง การเก็บแป้งข้าวสาลีที่ผ่านการเจลาติไนซ์แล้วที่อุณหภูมิห้องนานขึ้นในพบว่ามีการเกิด RS มากขึ้น

2.7 การวิเคราะห์ปริมาณ RS

วิธีการวิเคราะห์สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีการนั้นจะได้ค่าปริมาณ RS ที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.4

2.7.1 การวิเคราะห์ RS ในหลอดทดลอง (In vitro methods)

ขั้นตอนหลักของวิธีที่ใช้วัดปริมาณ RS ในอาหาร คือ ขั้นตอนแรกต้องกำจัดแป้งที่ย่อยได้ ออกไปจากผลิตภัณฑ์โดยใช้เอนไซม์อะไมเลสที่คงตัวต่อความร้อน ส่วนที่เหลือนำไปหาปริมาณหลังจากผ่านการละลายในโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ความเข้มข้น 2 โมลาร์ (2M KOH)

(1) การวิเคราะห์โดยวิธีของ Goni and others (1996) เริ่มจากการแยกโปรตีน ด้วยเอนไซม์เปปซิน บ่มตัวอย่างกับเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (α -amylase) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่ 16 ชั่วโมงเพื่อย่อยแป้งส่วนที่ย่อยได้ออกไปก่อน จากนั้นแยกเอาส่วนตะกอนมาละลายด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (2M) แล้วบ่มด้วยเอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส เพื่อย่อย RS ที่ 60 องศาเซลเซียส 45 นาที วิเคราะห์ปริมาณ RS โดยการคำนวณจากกลูโคส

(2) วิธี RS assay kit ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน AACC (AACC 32-40,1995) เป็นวิธีที่ใช้กันแพร่หลายได้ผลดีและสะดวกในการทำโดยใช้เอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจากตับอ่อน (Pancreatic α -amylase) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง แยกของเหลวออกจากตะกอน จากนั้นเติม Potassium Hydroxide (2M) ลงในส่วนของตะกอน นาน 20 นาที บ่มโดยใช้เอนไซม์อะไมโลกลูโคซิเดส ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วเติม Glucose Determination Reagent

(GOPOD mixture) นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปคำนวณปริมาณ RS

ตารางที่ 2.4 ปริมาณ RS ที่ได้จากการวิเคราะห์จากวิธีที่ต่างกัน

Type starch	Resistant starch (in vitro method/results)				
	Englyst	Faisant	Champ	McCleary	Goni
Potato starch(native)	66.5	83	77.7	77	-
Amylomaize starch (native)	71.4	72.2	52.8	51.7	-
Amylomaize starch	30.5	36.4	29.6	42	37.8
(retrograded)	10.6	12.4	11.2	14.3	15.3
Bean flakes	3.9	4.9	4.3	4	4.7
Corn flakes	17.1	-	17.1	16.5	-
Canned beans					

ที่มา : Megazyme (1995)

2.7.2 การวิเคราะห์ในสิ่งมีชีวิต (In vivo Methods)(Sajilata and others 2006)

(1) วิเคราะห์โดยการวัด glyceamic index ซึ่งวิธีนี้แสดงถึงการวัดพื้นที่ใต้กราฟ (ACU) ของระดับความเข้มข้นน้ำตาลในเลือด หลังจากได้รับแบ่งในเวลาที่กำหนด เปรียบเทียบกับระดับน้ำตาลในเลือดเมื่อบริโภคอาหารมาตรฐาน (น้ำตาลกลูโคสหรือขนมปังขาว)

(2) การวิเคราะห์จากการหายใจ (breath tests) ผลกระทบของ RS ที่มีต่อลำไส้ใหญ่ของมนุษย์คือการหมักที่เพิ่มขึ้นจะกระตุ้นการปล่อย H₂ จากการหายใจ

2.8 การประยุกต์ใช้ RS ในผลิตภัณฑ์อาหาร

ในปัจจุบัน อาหารประเภทเส้นใยอาหารสูง (High fiber) ได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ แต่อาหารที่มีการเติมเส้นใยอาหารมักจะไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสหยาบและมีกลิ่นรสไม่พึงประสงค์ ดังนั้นจึงมีการใช้ RS เพื่อเป็นแหล่งของเส้นใยอาหารแทน ทั้งนี้เพราะ RS เป็นแป้งที่สามารถใช้การ วิเคราะห์แบบ total dietary fiber (TDF) โดยใช้วิธีของ AOAC ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยเอนไซม์ (enzymatic-gravimetric) ที่กำหนดให้ใช้จาก Nutrition Labeling and Education Act (NLEA) และใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่ออ้างถึงปริมาณเส้นใยอาหารได้ RS ที่ผลิตจำหน่ายในทางการค้าเพื่อใช้เป็นส่วนผสมอาหารเพื่อสุขภาพ มีคุณลักษณะไม่แตกต่างจากแป้งหรือสตาร์ชทั่วไป คือ เป็นผงละเอียด สีขาว ไม่มีรสชาติ นำไปใช้ผสม

กับส่วนผสมอื่นได้ง่ายโดยไม่ให้ เนื้อสัมผัสอาหารหรือรูปร่างของผลิตภัณฑ์อาหารเปลี่ยนแปลงและสามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยปริมาณ RS ที่แนะนำต่อวันเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสุขภาพคือประมาณ 20 กรัม

NLEA ได้กำหนดถึงการมีเส้นใยอาหารเพื่อระบุบนฉลากอาหารไว้ว่า อาหารที่สามารถระบุได้ว่าเป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร (good source) ได้ต้องมีเส้นใยอยู่ 2.5 กรัม ต่อหน่วยบริโภคหรือ ร้อยละ 5 TDF และจะระบุว่าเป็นเส้นใยสูง (high fiber) ได้ต้องมีเส้นใยอยู่ 5 กรัมต่อหน่วยบริโภค (หน่วยบริโภคขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร) หรือ ร้อยละ 10 TDF

การประยุกต์ใช้แป้ง RS ส่วนใหญ่นิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำปานกลางและต่ำ ได้แก่ผลิตภัณฑ์ขนมอบและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอัดพอง ได้แก่ ในแครกเกอร์ เค้ก มัฟฟิน อาหารเช้าที่ทำจากธัญพืช พาสต้า เส้นสปาเกตตี และ คุกกี้ เป็นต้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1 วัตถุดิบ

1. แป้งสาลีเอนกประสงค์ ตราว้าว
2. กลั้วย่น้ำว่าดิบ ตลาดเทศบาล 2 อ.เมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
3. ไข่ไก่ เบอร์ 2 ร้านพลอยเบอเกอร์ อ.เมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
4. เกลือ ตราปรางทิพย์
5. โซเดียมคาร์บอเนต บริษัทคอนติเนนตัล ฟูด จำกัด

2 อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์การผลิตขนม

1. เครื่องรีดและตัดเส้นขนม ยี่ห้อ GEFU
2. เครื่องชั่ง ทศนิยม 2 ตำแหน่ง บริษัท OHAUS
3. เครื่องนวดแป้ง
4. ไม้คลึงแป้ง
5. ตะกร้อลวกขนม

2.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

อุปกรณ์

1. ชุดวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (Soxhlet)
2. ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีน (semi-micro Kjeldahl distillation)
3. ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์การหืนด้วยค่ากรดไทโอบาร์บิทูริก
4. เครื่อง UV-VISBLE SPECTROPHOTOMETER บริษัท Bara Scienlific
5. โถดูดความชื้น (Desiccator)
6. ถ้วยโลหะ (Aluminium Dish)

7. ถ้วยเผากระเบื้อง (porcelain crucible)
8. เตาเผา (Fumaces)
9. ตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ memmert
10. อ่างระเหย
11. แผ่นให้ความร้อน (hot plate & stirrer) ยี่ห้อ JENWAY รุ่น 1203

3 แผนการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาสูตรการทำบะหมี่สด

ศึกษาการทำบะหมี่ โดยดัดแปลงจากวิธีการทำบะหมี่ของ ราชันีพรรณ (2540) โดยไม่ใส่ไข่ ทำการผลิตบะหมี่โดยมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.1 โดยผสมส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน ค่อยๆเติมน้ำทีละน้อย นวดต่อไปจากนั้นนำโดมาพักและรีด แล้วตัดเป็นเส้น กรรมวิธีการผลิต ดังภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของบะหมี่สดที่ใช้เป็นสูตรต้นแบบ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
แป้งสาลี	120
โซเดียมคาร์บอเนต	1.8
เกลือ	1.8
น้ำ	40

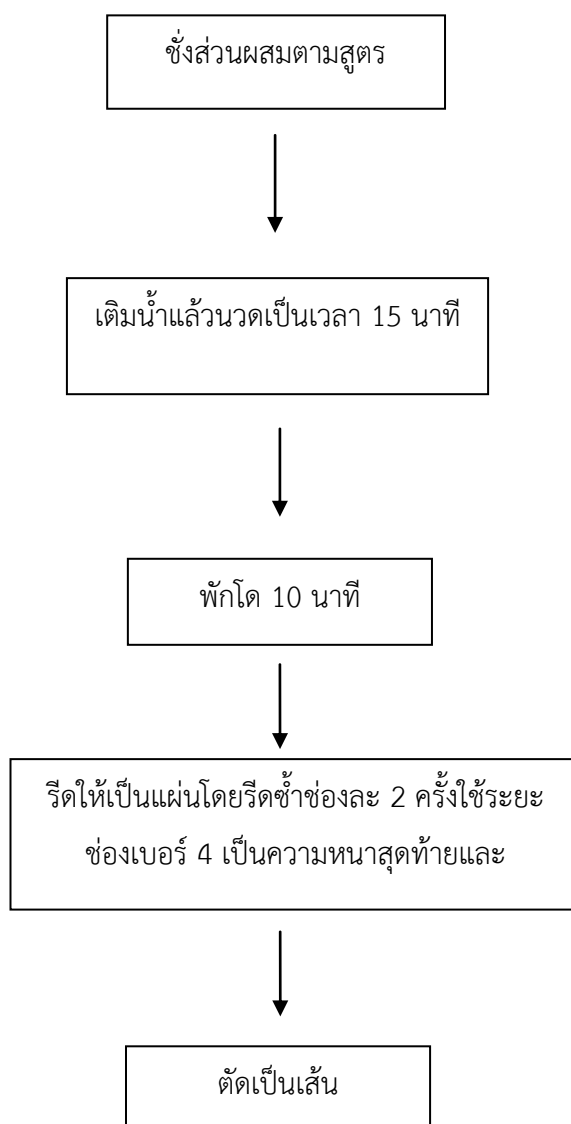
ทำการประเมินคุณภาพของบะหมี่ ดังนี้

(1) คุณภาพทางกายภาพ

ค่าสี L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี (Konica Minolta CR-410, Japan)

(2) คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน ประเมินความชอบด้าน สี กลิ่นรส ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม

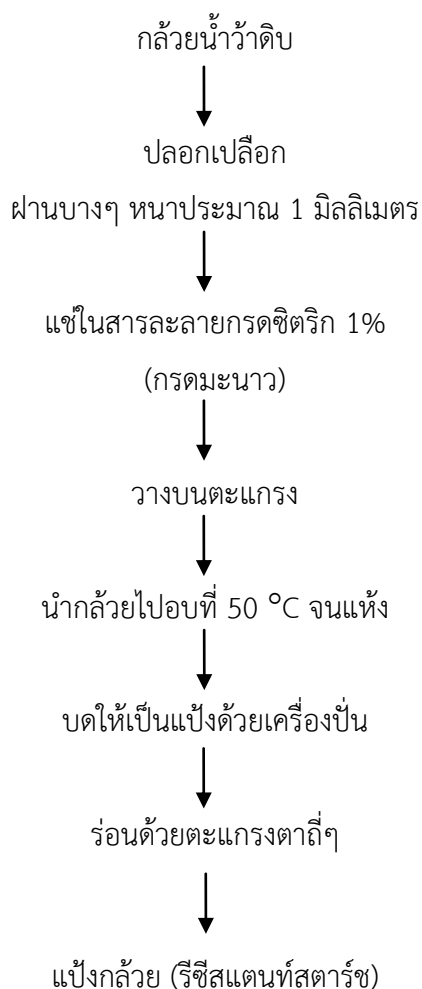


ภาพ 3.1 กรรมวิธีการผลิตขนมี่สด

3.2 ศึกษาปริมาณรีชีสแดนทส์ตารซ์ที่ทดแทนแป้งสาลีในขนมี่สด

(1) ศึกษาการเตรียมรีชีสแดนทส์ตารซ์จากกล้วยน้ำว้าดิบ (รีชีสแดนทส์ตารซ์)

ทำการเตรียมแป้งกล้วยน้ำว้าดิบเพื่อใช้สำหรับเติมลงในขนมี่สด โดยเลือกกล้วยที่แก่จัดแต่ยังไม่สุก นำมาปอกเปลือกและฝาน จากนั้นนำไปอบแห้งและนำมาบด ตามกรรมวิธีการผลิต ดังภาพที่ 3.2 ทำการประเมินคุณภาพแป้งกล้วยโดยการหาปริมาณความชื้น



ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีการผลิตแป้งกล้วย (รีชีสแตนท์สตาร์ช)

(2) ศึกษาผลของการเติมแป้งกล้วยลงไปแทนที่แป้งข้าวสาลี

ทำการทดลองแบบ CRD โดยศึกษาการเติมแป้งกล้วย ที่ 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด โดยกำหนดให้ส่วนประกอบต่างๆในสูตรพื้นฐานมีค่าคงที่ ตามสูตร ในตารางที่ 3.1 และวิธีการตาม ภาพที่ 3.1 และทำการประเมินคุณภาพของบะหมี่ ดังนี้

1. คุณภาพทางกายภาพ

ค่าสี L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี (Konica Minolta CR-410, Japan)

2. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน ประเมินความชอบด้าน สี กลิ่นรส ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม

3.3 ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของบะหมี่เสริมรีซีสแตนท์สตาร์ช

ทำการประเมินคุณภาพของบะหมี่ ดังนี้

1. คุณภาพทางกายภาพ
 - ค่าสี L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี (Konica Minolta CR-410, Japan)
 - การวิเคราะห์อัตราการดูดน้ำ
2. คุณภาพทางเคมี
 - ความชื้นตามวิธี AOAC, (2000)
 - เถ้า ตามวิธี AOAC, (2000)
 - โปรตีน ตามวิธี AOAC, (2000)
 - ไขมัน ตามวิธี AOAC, (2000)
 - เส้นใย ตามวิธี AOAC, (2000)
 - ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด ตามวิธี AOAC, (2000)
 - ปริมาณรีซีสแตนท์สตาร์ช
3. ศึกษาคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา
 - ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธี AOAC, (2000)
 - ราและยีสต์ ตามวิธี AOAC, (2000)

4 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

5 ระยะเวลาการทําวิจัย

ระยะเวลาทางการวิจัย 11 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2556 ถึง กุมภาพันธ์ 2557

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาสูตรการทำบะหมี่สด

การประเมินคุณภาพของบะหมี่สูตรพื้นฐานด้านคุณภาพทางกายภาพโดยการวัดค่าสี L, a, b ด้วยเครื่องวัดสี พบว่าค่า L มีค่าค่อนข้างสูงแสดงว่าบะหมี่มีความสว่างค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นสีที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของน้ำด่างกับแป้งทำให้ได้บะหมี่ที่มีสีเหลืองอ่อนๆ โดยถ้าใส่ด่างปริมาณมากจะยิ่งทำให้ได้บะหมี่ที่แข็งและสีเหลืองเข้ม ส่วนค่า a มีค่าเป็นลบซึ่งมีแนวโน้มไปทางสีเขียวเล็กน้อย และค่า b มีค่าเป็นบวกเช่นกันเนื่องจากบะหมี่ที่ได้มีสีเหลืองอ่อน ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทำการประเมินคุณภาพด้วยวิธี 9-Point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 50 คน ประเมินความชอบด้าน สี กลิ่นรส ความนุ่ม ความเหนียว และความชอบโดยรวม พบว่ามีคะแนนดังแสดงในตารางที่ 4.1 พบว่าคะแนนด้านความชอบโดยรวม สี ความนุ่มและความเหนียว มีคะแนนที่ใกล้เคียงกัน แต่ด้านกลิ่นรส มีคะแนนน้อยกว่าการทดสอบด้านอื่นๆ ซึ่งในการทดลองนี้ได้ทำการเลือกสูตรบะหมี่มาเพียงสูตรเดียว เนื่องจากในแต่ละสูตรส่วนมากจะมีความแตกต่างกันที่ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนต ซึ่งมีผลต่อสีและความนุ่มของเส้น ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกสูตรที่มีผู้ทำการทดสอบแล้วมาเป็นสูตรพื้นฐานในการทำบะหมี่สด เพื่อใช้ในการทดลองนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบทางผลประสาทสัมผัสและค่าสีของบะหมี่สูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ		ค่าเฉลี่ย
ค่าทางประสาทสัมผัส	สี	6.4±0.9
	กลิ่นรส	6.6±0.8
	ความนุ่ม	6.3±1.1
	ความเหนียว	6.5±1.2
	ความชอบโดยรวม	6.4±0.7
ค่าสี	L	61.9±1.0
	a	-0.3±0.3
	b	17.7±0.9

2. ศึกษาปริมาณรีชีสแดนส์สตาร์ชที่ทดแทนแป้งสาลีในบะหมี่สด

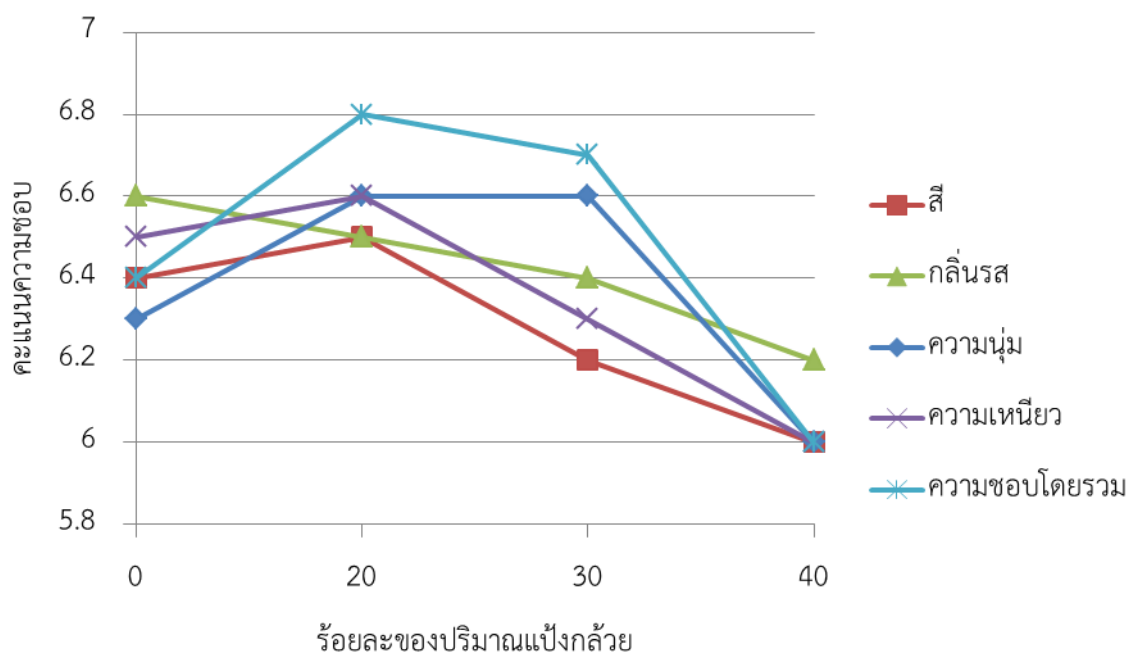
2.1 การเตรียมรีชีสแดนส์สตาร์ชจากกล้วยน้ำว้าดิบ (รีชีสแดนส์สตาร์ช) พบว่าแป้งกล้วยที่ได้มีความชื้นร้อยละ 6.19 ซึ่งไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแป้งที่จะต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 โดยความชื้นที่มื่อนี้จะมีผลต่อการเก็บรักษาแป้งได้ เนื่องจากความชื้นเป็นปัจจัยที่ทำให้อาหารเสื่อมสภาพได้ง่าย ทำให้เกาะติดกัน และมีกลิ่นรสที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี

2.2 ศึกษาผลของการเติมแป้งกล้วยลงไปแทนที่แป้งข้าวสาลี ที่ระดับต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางผลประสารทสัมผัสและค่าสีของบะหมี่ที่เติมแป้งกล้วยที่ระดับต่างๆ

คุณลักษณะ		ค่าเฉลี่ย			
		ร้อยละ 0	ร้อยละ 20	ร้อยละ 30	ร้อยละ 40
ค่าทางประสาท	สี	6.4±0.9 ^a	6.5±1.1 ^a	6.2±1.0 ^b	6.0±1.5 ^b
สัมผัส	กลิ่นรส ^{ns}	6.6±0.8	6.5±1.1	6.4±1.1	6.2±0.9
	ความนุ่ม ^{ns}	6.3±1.1	6.6±1.2	6.6±1.0	6.0±1.3
	ความเหนียว ^{ns}	6.5±1.2	6.6±1.3	6.3±0.9	6.0±1.1
	ความชอบโดยรวม	6.4±0.7 ^b	6.8±1.1 ^a	6.7±1.3 ^a	6.0±1.1 ^c
ค่าสี	L	61.9±1.0 ^a	57.9±1.0 ^b	55.7±1.0 ^c	50.9±1.0 ^d
	a	-1.3±0.5 ^c	-0.3±0.4 ^b	1.2±0.3 ^a	1.3±0.3 ^a
	b	17.7±0.9 ^a	9.8±0.6 ^b	8.7±0.4 ^c	7.8±0.3 ^d
หมายเหตุ		ns ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวอนเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p > 0.05)			
		a-d ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแถวอนเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p ≤ 0.05)			

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าการเพิ่มระดับของแป้งกล้วยทำให้ความเหนียวและความนุ่มลดลง นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ค่าสีแตกต่างกัน โดยสีของแป้งกล้วยทำให้สีของบะหมี่มีสีคล้ำลงทำให้ค่าความสว่างและค่าสีเหลือง (b) มีค่าลดลง และทำให้ค่าสีแดง (a) เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแป้งกล้วยที่ระดับต่างๆ กับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านต่างๆ

จากกราฟจะเห็นว่า การเพิ่มระดับของแป้งกล้วยในขนม (ร้อยละ 0-40) จะทำให้คะแนนความชอบเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 20 ยกเว้นกลิ่นรส แต่เมื่อที่ระดับการเติมแป้งกล้วยเป็น 30 และ 40 คะแนนจะมีค่าลดลงในทุกคุณลักษณะ และเมื่อนำค่าไปวิเคราะห์ทางสถิติแล้วที่ ร้อยละ 20 และ 30 แตกต่างกันในด้านสี แต่คุณลักษณะด้านอื่นรวมถึงความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกัน ซึ่งสีเป็นคุณลักษณะที่สำคัญและมีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคมาก และหลังจากlovakแล้วเนื้อสัมผัสที่ร้อยละ 30 เส้นจะหักง่าย ดังนั้นจึงเลือกการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยที่ร้อยละ 20

3. ศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของบะหมี่เสริมรีชีสแดนทส์สตาร์ช

ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และสีเหลือง (b) ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งในแต่ละค่ามีการเปลี่ยนแปลงจากสูตรพื้นฐาน แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบทางกายภาพค่าสีและอัตราการดูดน้ำของบะหมี่เสริมรีชีสแดนทส์สตาร์ช

คุณลักษณะ		ค่าเฉลี่ย
ค่าสี	L	57.9±1.0
	a	-0.3±0.4
	b	9.8±0.6
อัตราการดูดน้ำ		0.92±0.01

ผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่พัฒนาได้มีสีออกน้ำตาลคล้ำ หลังจากการลวก มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 48.95 มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 16.96 ปริมาณไขมันร้อยละ 3.80 โยอาหารร้อยละ 1.13 เถ้าร้อยละ 3.13 และความชื้นร้อยละ 26.03 จากการวิเคราะห์ปริมาณรีชีสแดนทส์สตาร์ชในผลิตภัณฑ์พบว่า มีร้อยละ 9.30 ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกับบะหมี่สดทั่วไป ซึ่งมีปริมาณรีชีสแดนทส์สตาร์ชร้อยละ 1.8 (Sermasai, N., 2007) แสดงว่าปริมาณรีชีสแดนทส์สตาร์ชที่ได้จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากถึง 5 เท่า และเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบะหมี่สดพบว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม มีปริมาณเชื้อยีสต์และราเท่ากับ 29 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งไม่เกินตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องมีปริมาณเชื้อยีสต์และราไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาสูตรการทำบะหมี่สด พบว่าคะแนนด้านความชอบโดยรวม สี ความนุ่มและความเหนียว มีคะแนนที่ใกล้เคียงกัน แต่ด้านกลิ่นรส มีคะแนนน้อยกว่าการทดสอบด้านอื่นๆ

2. การศึกษาปริมาณรีชีสแทนที่สตาร์ชที่ทดแทนแป้งสาลีในบะหมี่สด ในขั้นตอนการเตรียมรีชีสแทนที่สตาร์ชจากกล้วยน้ำว้าดิบ แป้งกล้วยที่ได้มีความชื้นร้อยละ 6.19 ส่วนการศึกษาผลของการเติมแป้งกล้วยลงไปแทนที่แป้งข้าวสาลีที่ระดับต่างๆ พบว่าการเพิ่มระดับของแป้งกล้วยทำให้ความเหนียวและความนุ่มลดลง นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ค่าสีแตกต่างกัน โดยสีของแป้งกล้วยทำให้สีของบะหมี่มีสีคล้ำลงทำให้ค่าความสว่างและค่าสีเหลือง (b) มีค่าลดลง และทำให้ค่าสีแดง (a) เพิ่มขึ้นด้วย

3. การศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพของบะหมี่เสริมรีชีสแทนที่สตาร์ช ผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่พัฒนาได้มีสีออกน้ำตาลคล้ำ หลังจากการลวก มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 48.95 มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 16.96 ปริมาณไขมันร้อยละ 3.80 โยอาหารร้อยละ 1.13 เถ้าร้อยละ 3.13 และความชื้นร้อยละ 26.03 จากการวิเคราะห์ปริมาณรีชีสแทนที่สตาร์ชในผลิตภัณฑ์ พบว่ามีร้อยละ 9.30 เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบะหมี่สด พบว่า ผลิตภัณฑ์บะหมี่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม มีปริมาณเชื้อยีสต์และราเท่ากับ 29 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ข้อเสนอแนะ

เส้นบะหมี่ที่ได้ไม่มีความเหนียวมากนัก จึงควรมีการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ลงไปเพื่อเพิ่มลักษณะด้านเนื้อสัมผัส ซึ่งอาจทำให้สามารถเพิ่มระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วยได้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้เส้นบะหมี่เสริมรีชีสแทนที่สตาร์ชจากแป้งกล้วยนี้มีคุณประโยชน์เพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2528. “บะหมี่”, *อาหาร*. 15(1) : 1-11. มกราคม-มีนาคม. ฝ่ายวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ. 2535. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย. โรงพิมพ์ ทหารผ่านศึก. กรุงเทพฯ.
- ทับทิม อิมอรุณ และเบญจมาศ เต็มดี. 2544. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมใยอาหารจากตำลึง* โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, จังหวัดเพชรบุรี
- นิธิยา รัตนพานนท์. 2543. *เคมีอาหาร*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ฝ่ายวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ. 2535. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย. โรงพิมพ์ทหารผ่านศึก. กรุงเทพฯ.
- พนิดา สุทธิสวัสดิ์ และพัชรินทร์ พิกุลศรี. 2552. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่ที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวหอม* นิล. โครงการวิจัย. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2531. “คุณภาพทางประสาทสัมผัสและโภชนาการของบะหมี่เสริมแป้งถั่วลิสงและแป้งถั่วพุ่ม”. *โภชนาการสาร*. 22(1) : 6-16 มกราคม-มีนาคม
- ราณีพรรณ เลาหะวลัสนันต์. 2540. *การพัฒนาสูตรบะหมี่เสริมใยอาหารโดยใช้เปลือกถั่วเหลือง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา. กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ลักขณา รุจน์ไกรกานต์ และนิธิยา รัตนพานนท์. 2544. *หลักการวิเคราะห์อาหาร*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วรภรณ์ สกลไชย. 2551. *การเกิด Resistant starch โดยใช้กระบวนการความร้อน และการใช้ทดแทนในผลิตภัณฑ์คุกกี้*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- วสันต์ ศิริวงศ์. 2543. *สมบัติเคมีกายภาพของสตาร์ชที่สกัดได้จากกล้วยไทยบางชนิด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิมลยา เกียรติพงษ์ลาภ. 2550. *การผลิตแป้งทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์จากแป้งมันสำปะหลัง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- สุดใจ ดวงประเสริฐ และศักดิ์ดา หมู่เฮ้ง. 2543. *ปัญหาพิเศษ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่ผสม เนื้อปลา*. โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, จังหวัดเพชรบุรี

- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรุณี อภิชาติสรานกูร. 2532. “การยอมรับปะหมี่สูตรแป้งสาลีผสม”. *เกษตร* 5. (3)221-229
- อิศรพงษ์ พงษ์ศิริกุล. 2544. *การวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับอุตสาหกรรมเกษตร*. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. 2000. *Official Method of the association of Official Chemists*. 17th ed; Association official Analytical Chemists; Washington D.C.
- Escarpa A. Gonzalez MC, Garcia-Diz, Saura-Calixto F. 1997. Resistant starch formation : Standardization of a high-pressure autoclave process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44: 924-928.
- Goni I, Garcia-Diz E. Manas E. Saura-Calixto F. 1996. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. *Food Chemistry* 56: 445-449.
- Sermnar N. 2007. *Formulation of resistant starch-enriched fresh wheat noodle and instant noodles*. The degree of master of science (Nutrition). Faculty of graduate studies mahidol university.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มผช.732/2548

บะหมี่สด

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเส้นบะหมี่สดที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 เส้นบะหมี่สด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้งสาลีมานวดกับน้ำหรือสารละลายต่างจนเหนียว อาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น แป้งดัดแปร แป้งมัน แป้งข้าวเจ้า ไข่ สาหร่าย พืชหัว ผัก ผลไม้ แล้วทำเป็นเส้นม้วนเป็นก้อน

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดเส้นใกล้เคียงกัน แต่ละเส้นมีขนาดสม่ำเสมอ

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเส้นบะหมี่สด

3.3 กลิ่น

ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของเส้นบะหมี่สด ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นเหม็น เปี้ยว

3.4 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเส้นบะหมี่สด ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นฉุน รสเฟื่อน รสเปรี้ยว

3.5 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องเหนียวนุ่ม ไม่เละหรือเปื่อยยุ่ย

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.6 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรด ขึ้นส่วนหรือสิ่งปนเปื้อนจากสัตว์

3.7 วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้สังเคราะห์และวัตถุกันเสียทุกชนิด

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.2 ซาโมเนลลา (กรณีใช้ไข่เป็นส่วนประกอบ) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 24 กรัม

3.8.3 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.4 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 1,000 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำเส้นบะหมี่สด ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามสุขลักษณะ

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุเส้นบะหมี่สดในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนก้อนของเส้นบะหมี่สดในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุเส้นบะหมี่สดทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้ได้ง่าย ชัดเจน

1. ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น บะหมี่สด บะหมี่หยก บะหมี่ไข่
2. ส่วนประกอบที่สำคัญ
3. น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนก้อน
4. วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี) ”
5. ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา

6. ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เส้นบะหมี่สดที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยขณะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าเส้นบะหมี่สดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ชักตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้วจำนวน 3 หน่วยขณะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.5 จึงจะถือว่าเส้นบะหมี่สดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยขณะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าเส้นบะหมี่สดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยขณะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.8 จึงจะถือว่าเส้นบะหมี่สดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเส้นบะหมี่สดต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเส้นบะหมี่สดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8.การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเส้นบะหมี่สดอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 วางตัวอย่างเส้นบะหมี่สดลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบลักษณะทั่วไป สี และกลิ่น โดยการตรวจพินิจนำตัวอย่างเส้นบะหมี่สดไปทำให้สุกตามวิธีที่ระบุไว้ที่ฉลาก ตรวจสอบกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ผก.1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การสับน้ำหนักรสหรือจำนวนก่อนให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสมหรือใช้วิธีนับ

ตารางที่ ผก.1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้อง ปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดเส้น ใกล้เคียงกัน แต่ละเส้นมีขนาดสม่ำเสมอ	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเส้นบะหมี่สด	4	3	2	1
กลิ่น	ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของเส้นบะหมี่ สด ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นเหม็นเปรี้ยว	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเส้น บะหมี่สด ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึง ประสงค์ เช่น กลิ่นฉุน รสฝืด รสเปรี้ยว	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อ สัมผัส	ต้องเหนียวนุ่ม ไม่แฉะหรือเปื่อยยุ่ย	4	3	2	1

สุขลักษณะ

1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังและและสกปรก

1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไมใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

1.2.3 พื้นที่ใช้ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3 การควบคุมกระบวนการทำ

3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์น้ำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าไปในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์น้ำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและเมื่อมือสกปรก

ภาคผนวก ข

ภาพปะหมี่สดที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งกล้วย



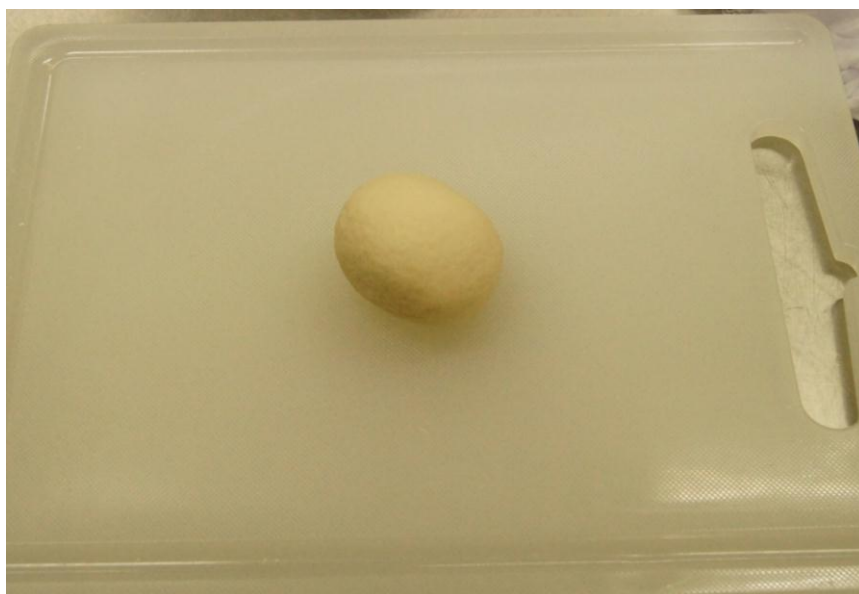
ภาพ ผข. 1 กล้วยน้ำว่าดิบที่ใช้ทำแป้งกล้วย



ภาพ ผข. 2 กล้วยน้ำว่าดิบ หลังอบที่ 50 องศาเซลเซียส



ภาพ ผข. 3 แป้งกล้วยน้ำว้าดิบ (รีซีสแตนท์สตาร์ช)



ภาพ ผข. 4 โดที่ได้อั้หลังการนวดส่วนผสมทั้งหมด



ภาพ ผข. 5 แผ่นแป้งที่ได้หลังจากการรีดด้วยเครื่องรีด



ภาพ ผข. 6 เส้นบะหมี่สดที่ตัดเป็นเส้นด้วยเครื่องตัด



ภาพ ผข. 7 บะหมี่สดที่ผลิตจากแป้งสาลี



ภาพ ผข. 8 บะหมี่สดที่ผลิตจากแป้งสาลี หลังลวกน้ำร้อน



ภาพ ผข. 9 บะหมี่สดที่ผลิตจากแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งกล้วย



ภาพ ผข. 10 บะหมี่สดที่ผลิตจากแป้งสาลีทดแทนด้วยแป้งกล้วย หลังลวกน้ำร้อน

ภาคผนวก ค
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ใบรายงานการทดสอบการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale

ตัวอย่าง บะหมี่สดเสริมรีชีสแทตส์ตาร์ช

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา พร้อมให้คะแนนความชอบในแต่ละลักษณะของตัวอย่างบะหมี่หยกจากใบเสาวรสรและบ้านปากกระหว่างแต่ละตัวอย่างในการทดสอบชิม

ระดับคะแนน :

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	6 = ชอบ
2 = ไม่ชอบมาก	7 = ชอบปานกลาง
3 = ไม่ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก
4 = ไม่ชอบ	9 = ชอบมากที่สุด
5 = เฉยๆ	

รหัสตัวอย่าง

สี

กลิ่น

รสชาติ

ความนุ่ม

ความเหนียว

ความชอบโดยรวม

ข้อเสนอแนะ

ขอขอบคุณในการร่วมมือ

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ภาคผนวก ง-1 การวัดสีระบบฮันเตอร์ (Hunter Lab)

เป็นการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี Color Quest II Sphere (Hunter Associates Inc.,USA) วัดค่าสีในระบบฮันเตอร์ โดยค่าสี L^* เป็นค่าความสว่าง (Lightness) a^* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (Redness / Green) และ b^* เป็นค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน (Yellowness / Blueness)

L^* คือค่าความสว่าง	มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100
a^* คือค่าสีแดง	เมื่อ a^* มีค่าบวก เป็นสีแดง เมื่อ a^* มีค่าลบ เป็นสีเขียว
b^* คือค่าสีเหลือง	เมื่อ b^* มีค่าบวก เป็นสีเหลือง เมื่อ b^* มีค่าลบ เป็นสีน้ำเงิน

ก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับมาตรฐานเครื่อง (Calibration) โดยใช้กระบอกสีดำ

แผ่นสีขาวมาตรฐาน	($x = 81.17$, $y = 86.12$, $z = 91.78$)
แผ่นสีเทามาตรฐาน	($x = 48.58$, $y = 51.74$, $z = 54.01$)
แผ่นสีเขียวมาตรฐาน	($x = 17.73$, $y = 23.35$, $z = 18.91$)

การวัดตัวอย่างบะหมี่

1. นำตัวอย่างใส่ภาชนะที่เครื่องวัดสีสามารถวัดได้
2. Calibration เครื่องวัดสี
3. ใช้เครื่องวัดสีวัดตัวอย่าง

ภาคผนวก ง- 2 การวัดอัตราการดูดน้ำ

วิธีการเตรียมการหาอัตราการดูดน้ำ

1. นำเอาบะหมี่ มาชั่ง 10 กรัม 3 ช่อ
2. เอาบะหมี่ชั่งแล้ว นำล้างก่อนนำมาลวกในน้ำเดือด เป็นเวลา 2 นาที
3. นำเอาบะหมี่ที่ลวกเสร็จแล้วมาทำการชั่ง
4. ทำการคำนวณบะหมี่ก่อนลวก และบะหมี่หลังลวก ดังสูตร

วิธีคำนวณ

$$R = \frac{W_r}{W_d}$$

W_d

W_r = น้ำหนักของบะหมี่ก่อนลวก

W_r = น้ำหนักของบะหมี่หลังลวก

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ภาคผนวก จ-1 การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมดและปริมาณความชื้นทั้งหมด (ลักษณะและ นิตยา, 2544)

การวิเคราะห์

1. สุ่มตัวอย่าง โดยหากพบว่าตัวอย่างมีน้ำตาลตกผลึกอยู่ ให้อุ่นในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสก่อน
2. ชั่งน้ำหนัก ตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ลงในถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาบันทึกน้ำหนักตัวอย่างที่แน่นอน ทศนิยม 4 ตำแหน่ง อบอยู่ในตู้สุญญากาศที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่
3. นำไปคำนวณหาปริมาณของแข็งทั้งหมดที่เหลืออยู่ และปริมาณน้ำที่หายไป

$$\text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)} = \frac{\text{ค่าความถ่วงจำเพาะของสารละลายร้อยละ 20} - 1}{0.00386}$$

$$\text{ปริมาณความชื้นทั้งหมด (ร้อยละของน้ำหนัก)} = 100 - \text{ปริมาณของแข็งทั้งหมด}$$

ภาคผนวก จ-2 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

ปริมาณเถ้า หมายถึง ปริมาณสารที่เหลือหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 525 – 550 องศาเซลเซียส

หลักการ

เป็นการหาปริมาณสารที่เหลือจากการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 525 – 550 องศาเซลเซียสในเตาเผาไฟฟ้า

อุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ
2. ตะเกียงเบนเซน
3. เเดซิเคเตอร์ที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล (silica gel)

เครื่องมือ

1. เต้าเผาไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้
2. เต้าเผาไฟฟ้า
3. ตู้อัดควัน
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักละเอียดได้ 0.1 มิลลิกรัม

การวิเคราะห์

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเต้าเผาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 252 ถึง 550 องศาเซลเซียส (เท่ากับ อุณหภูมิที่ใช้เผาตัวอย่าง) นาน 30 นาที ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W1) และ ใส่ตัวอย่างทันทีในถ้วยกระเบื้องเคลือบ ชั่งให้น้ำหนักที่แน่นอน 2-3 กรัม (W2)
2. นำไปเผาด้วยไฟอ่อนบนเต้าไฟฟ้า โดยเพิ่มความร้อนขึ้นทีละน้อย จนตัวอย่างไหม้เกรียม และเผาต่อด้วยตะเกียงเบนเซนจนหมดควัน
3. นำไปเผาต่อในเต้าเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 525 ถึง 550 องศาเซลเซียสจนได้เถ้าสีขาว
4. ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ชั่งน้ำหนักไว้
5. ถ้าเถ้าที่ได้ไม่ขาว ให้หยดน้ำเล็กน้อยพอเปียกชุ่ม (ระวังอย่าให้เถ้าฟุ้งหรือกระเด็น) นำไป ระเหยแห้งบนเครื่องอังน้ำ และทำซ้ำตามข้อ 2-4 โดยใช้เวลาในเต้าเผาไฟฟ้าเพียง 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักคงที่ หมายถึง ผลต่างของการชั่งสองครั้งติดกันมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) ชั่งน้ำหนักที่ได้ (W3)

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W3 - W1) \times 100}{W2 - W1}$$

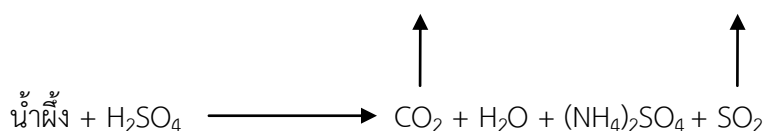
- เมื่อ W1 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบเป็นกรัม
- W2 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่าง เป็นกรัม
- W3 คือ น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบและเถ้า เป็นกรัม

ภาคผนวก จ-3 การวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนโดยวิธี เจลดาห์ล (Kjeldahl Method; AOAC, 2000)

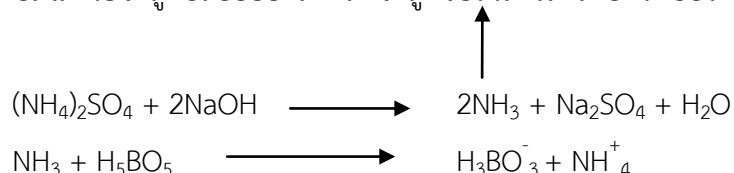
โปรตีนเป็นสารประกอบไนโตรเจน คำนวณได้จากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดคูณกับแฟคเตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร

หลักการ

ตัวอย่างจะถูกย่อยด้วยกรดซัลฟิวริกโดยใช้คอปเปอร์(II)ซัลเฟตและโพแทสเซียมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเพิ่มอุณหภูมิ ไนโตรเจนจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียม และทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริกได้แอมโมเนียมซัลเฟต ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะระเหยออกปัดังสมการ



เมื่อเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นด่างแก่ลงไปไนแอมโมเนียมซัลเฟตและให้ความร้อน แอมโมเนียจะถูกปล่อยออกมาและจะถูกจับในสารละลายกรดบอริก



นำสารละลายที่กลั่นได้ไปไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก เพื่อคำนวณปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ส่วนปริมาณโปรตีนคำนวณจากปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดคูณกับแฟคเตอร์

การวิเคราะห์

สารเคมี

1. คะตะลิสต์ผสม ประกอบด้วยโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำร้อยละ 96 , คอปเปอร์(II)ซัลเฟตร้อยละ 16 และ ซิลิเนียมไดออกไซด์ ร้อยละ 0.5
2. อินดิเคเตอร์ ประกอบด้วยเมทิลเรด ร้อยละ 0.016 และ โบโรโมครีซอลกรีน ร้อยละ 0.083 ปรับด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร

3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (ปราศจากไนโตรเจน)
4. สารละลายกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 2
5. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50
6. กรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1N

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่สุ่มมาอย่างดีประมาณ 1.5 – 2.0 กรัม
2. ใส่ตะลิตต์ผสม 8 กรัม
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (ชนิดปราศจากไนโตรเจน) จำนวน 20 มิลลิลิตร
4. นำไปย่อยใน Macro Kjeldahl ขนาด 500 - 800 มิลลิลิตร นำไปย่อยจนใสประมาณ 2 ชั่วโมง (ทำ Blank ควบคู่ไปด้วย โดยเฉพาะกรดและตะลิตต์ผสม)
5. นำของเหลวที่ย่อยแล้วนี้ไปปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น (ทำ Blank และตัวอย่างอาหารคู่กัน)
6. ปิเปตสารละลายที่ได้มา 10 มิลลิลิตร นำไปกลั่นโดยใช้อุปกรณ์ Markham Macro Kjeldahl digestion ใช้น้ำกลั่นจำนวนเล็กน้อยล้างฟลาสก์ที่ใช้ในการย่อย แล้วเทของเหลวที่ได้จากการล้างไปรวมกับของเหลวที่จะใช้กลั่น
7. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 40 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ลงไป 15 มิลลิลิตร ปิดด้วยจุกแก้ว
8. กลั่นไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย โดยใช้ steam distillation ใส่ลงในฟลาสก์ ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีสารละลายกรดบอริกความเข้มข้นร้อยละ 2 (น้ำหนัก/ปริมาตร) จำนวน 10 มิลลิลิตร และอินดิเคเตอร์ (screened methyl red) 2-3 หยด กลั่นประมาณ 15 นาทีแล้วล้างปลายคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย นำของเหลวที่กลั่นได้ไปไตเตรตกับสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.05 M (หรือ 0.1 N)
9. บันทึกปริมาตรกรดที่ใช้เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนในหน่วยร้อยละของอาหารตัวอย่าง

ตัวอย่างการคำนวณ

1. ชั่งตัวอย่าง = 0.9493 กรัม
2. ใช้กรด HCL 0.0993 N ในการไตเตรตไป = 5.44 มิลลิลิตร
3. Blank ใช้กรด HCL 0.0993 N ในการไตเตรตไป = 0.10 มิลลิลิตร

$$N (\text{ร้อยละ}) = \frac{\text{ความเข้มข้นของกรด HCL } (V_{\text{sample}} - V_{\text{blank}}) \times 14 \times 100}{\text{น.น. ตัวอย่างอาหาร} \times 100}$$

$$N (\text{ร้อยละ}) = \frac{0.099 \times (5.44 - 0.1) \times 14 \times 100}{0.9493 \times 1000}$$

$$= 0.7951$$

$$\text{โปรตีน(ร้อยละ)} = 0.7951 \times 6.25 = 4.97$$

ภาคผนวก จ-4 การวิเคราะห์ไขมัน

อุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์ไขมัน

สารเคมี

1. ปีโตรเลียมอีเธอร์ จุดเดือด 40 – 60 องศาเซลเซียส

วิธีวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่อบไล่ความชื้นแล้ว ประมาณ 5 กรัม ใส่ใน Thimble โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
2. ชั่ง BRAKER และจดน้ำหนักที่แน่นอน โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. ประกอบชุดหาไขมันให้เรียบร้อยบนเตาให้ความร้อน โดยเอา THIMBLE ที่มีตัวอย่างใส่ในชุด SOXHLET
4. เติม SOLVENT (ใช้ PETROLEUM ETHER) ใส่ใน BREAKER ประมาณ 140 มิลลิลิตร

5. เปิดเตาเพื่อให้ความร้อนกับ BREAKER ไธของ SOLVENT จะระเหยขึ้นไปและความ
แน่นกลับลงมาใน THIMBLE ซึ่งจะสกัดไขมันที่มีอยู่ในตัวอย่างออกมา
6. การสกัดนี้อาจจะกินเวลาดังแต่ 4 - 8 ชม. ขึ้นกับปริมาณของไขมันในตัวอย่าง
7. เมื่อสกัดไขมันออกหมดแล้ว นำ THIMBLE ออก แล้วให้ความร้อนต่อไป SOLVENT
จะถูกควบแน่นเก็บใน SOXHLET ซึ่งสามารถเอา SOLVENT ไปใช้งานอื่นได้
8. ภายใน BREAKER จะเห็นคราบไขมันเหลืออยู่ ให้นำไประเหยบน WATER BATH
จน SOLVENT หมด
9. นำ BREAKER ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °C จนน้ำหนักคงที่ แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง
10. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ไขมันดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{\text{นน.BREAKER ครั้งหลัง} - \text{นน.BEAKER ครั้งแรก} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ภาคผนวก จ-5 การวิเคราะห์ปริมาณอะไมโลส (AACC 1995 method 61-03)

การเตรียมตัวอย่าง

1. ทำการสกัดไขมันตัวอย่างแบ่งด้วยเอทานอลร้อยละ 95 เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้น
นำตัวอย่างแบ่งออกมาผึ่งไว้เป็นเวลา 2 วัน
2. ชั่งตัวอย่างแบ่งที่สกัดไขมันแล้ว 100 มิลลิกรัม และ NaOH ความเข้มข้น 1 N 9
มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปวางไว้ในเครื่องอังน้ำ
ร้อนเป็นเวลา 10 นาที ทำให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น
3. ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มิลลิลิตร ที่
มีน้ำกลั่นอยู่ 505 มิลลิลิตร จากนั้นเติมกรดอะซิติกความเข้มข้น 1 N 1 มิลลิลิตร
เขย่าให้เข้ากันแล้วเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
ด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากัน จากนั้นวางทิ้งไว้เป็นเวลา 20 นาที ก่อนนำไปวัดค่า
absorbance ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Visible
Spectrophotometer

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. ทำการสกัดไขมันอะไมโลสมาตรฐานที่ได้จากมันฝรั่ง ตามวิธีในข้อ 1 จากนั้นทำการซึ่งอะไมโลสมาตรฐานที่สกัดไขมันแล้ว และอะไมโลเพคตินมาตรฐาน ปริมาณ 100 มิลลิกรัม แล้วทำการเตรียมสารละลายเช่นเดียววิธีในข้อ 2
2. ทำการเตรียมสารละลายมาตรฐานโดยใช้อะไมโลสมาตรฐาน

ภาคผนวก จ-6 การวัดวิเคราะห์ปริมาณ Resistant Starch AACC 1995 Methods 32-40)

1. การเตรียมสารที่ใช้ในการหาปริมาณ RS
 - a) Sodium malcate buffer (0.1 M, pH 6.0) มีวิธีการเตรียมดังนี้ คือ
 1. ละลาย maleic acid จำนวน 23.2 กรัม ในน้ำกลั่น 1,600 ml แล้วคนให้เข้ากัน
 2. เตรียมสารละลาย Sodium Hydroxide (4M) โดยละลาย Sodium Hydroxide จำนวน 160 กรัม ในน้ำกลั่น 1 ลิตร
 3. ปรับ pH สารละลายให้ได้ 6.0 ด้วย Sodium Hydroxide (4M)
 4. เติม calcium chloride จำนวน 0.6 กรัม และ Sodium azide จำนวน 0.4 กรัม แล้วคนให้เข้ากัน
 5. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 2 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
 6. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 1 ปี
 - b) Sodium acetate buffer (1.2 M, pH 3.8) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ
 1. เติม glacial acetic acid จำนวน 69.6 ml ในน้ำกลั่น 800 ml แล้วคนให้เข้ากัน
 2. ปรับ pH สารละลายให้ได้ 3.8 ด้วย Sodium Hydroxide (4M)
 3. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
 4. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้อง เก็บได้นาน 1 ปี
 - c) Sodium acetate buffer (1.2 M, pH 3.8) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ
 1. เติม glacial acetic acid จำนวน 5.8 ml ในน้ำกลั่น 900 ml แล้วคนให้เข้ากัน
 2. ปรับ pH สารละลายให้ได้ 4.5 ด้วย Sodium Hydroxide (4M)
 3. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
 4. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้อง เก็บได้นาน 2 เดือน
 - d) Potassium Hydroxide (2M) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ
 1. ละลาย potassium hydroxide จำนวน 112.2 กรัม ในน้ำกลั่น 900 ml แล้วคนให้เข้ากัน

2. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
 3. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้อง
- e) Aqueous IMS (50% V/V) มีวิธีการเตรียมดังนี้คือ
1. ละลาย potassium hydroxide จำนวน 112.2 กรัม ในน้ำกลั่น 900ml แล้วคนให้เข้ากัน
 2. ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
 3. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิห้อง
- f) Stock Amyloglucosidase (AMG) Solution (12 ml, 3,000U/ml ใน 50% glycerol) เก็บสารละลายที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บได้นานกว่า 5 ปี
- g) Dilute Amyloglucosidase (300 U/ml) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ
1. ผสม Dilute Amyloglucosidase (จากข้อ f) จำนวน 2 ml กับ Sodium maleate buffer (จากข้อ a) จำนวน 22 ml ให้เข้ากัน
 2. แบ่งใส่ขวด Polypropylene จำนวน 5 ขวด โดยแต่ละขวดมีปริมาตร 5 ml (ขวดสุดท้ายจะมีปริมาตร 4 ml)
 3. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เก็บได้นานกว่า 5 ปี
- h) Pancreatic α -amylase (10 ml/ml) มีวิธีเตรียมดังนี้คือ
1. จำนวน 1 กรัม ใน Sodium maleate buffer (จากข้อ a) จำนวน 100 ml แล้วคนให้เข้ากันนาน 5 นาที
 2. เติม Amyloglucosidase (300 U/ml) จากข้อ g จำนวน 1 ml แล้วคนให้เข้ากันอย่างดี
 3. นำสารละลายไป centrifuge ที่ความเร็ว 3,000 รอบ/นาที นาน 10 นาที
 4. แยกของเหลวออกจากตะกอน โดยใช้เฉพาะของเหลว (ทำทันทีที่ใช้เท่านั้น)
- i) GOPOD mixture มีวิธีเตรียมดังนี้คือ
1. นำ Glucose Reagent Buffer จำนวน 50 ml มาปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น
 2. นำสารละลายที่ได้ไปละลาย GOPOD reagent
 3. แบ่งใส่ขวด polypropylene จำนวน 5 ขวด โดยแต่ละขวดมีปริมาตร 200 ml
 4. เก็บสารละลายที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เก็บได้นานกว่า 2 ปี หรือเก็บสารละลายที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บได้นานกว่า 2-3 เดือน
- การเชื้อเพลิงเกิดสี

ผสม GOPOD mixture (จากข้อ i) กับ Glucose standard (0.1ml) และ Sodium acetate buffer (จากข้อ c) เข้าด้วยกัน ถ้ามีสีที่มากจะเกิดสีภายใน 20 นาที แต่ถ้าสีมีความคงตัวจะเกิดสีที่นานกว่า 60 นาที

2. วิธีการหาปริมาณ Resistant starch

1. ชั่งแป้งปริมาณ 100 ± 5 มิลลิกรัม ใส่ใน screw cap tube ขนาด 16x125 มิลลิเมตร ถ้าเป็นตัวอย่างเปียกชั่ง 0.5 กรัม (60-80% moisture)
2. ใส่ Pancreatic α -amylase ปริมาณ 4 มิลลิลิตร ลงในแต่ละหลอด ปิดฝาให้แน่น แล้วนำไป mix ในเครื่อง vortex mixer
3. นำไป Shake ในเครื่อง shaking water bath (200 stokes/minute) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง โดยวางหลอดในแนวนอน
4. หลังจากครบ 16 ชั่วโมงแล้วใส่ ethanol 99% ปริมาณ 4 มิลลิลิตรลงในแต่ละหลอด ปิดฝาให้แน่น แล้วนำไป mix ในเครื่อง vortex mixer
5. นำไป Centrifuge ที่ 3000 รอบ/นาที นาน 10 นาที แล้วแยกของเหลวออกจากตะกอน
6. ล้างตะกอนโดยใส่ Aqueous IMS (50% V/V) 2 มิลลิลิตร แล้วนำไป mix ในเครื่อง vortex mixer จากนั้นใส่ Aqueous IMS (50%V/V) เพิ่มอีก 6 มิลลิลิตร แล้วนำไป mix ในเครื่อง vortex mixer จากนั้นไป centrifuge ที่ 3000 รอบ/นาที นาน 10 นาที แล้วแยกของเหลวออกจากตะกอนทำการล้างตะกอนซ้ำอีก 1 รอบ รวมของเหลวทั้งหมดที่ได้จากการล้างเก็บไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ Non-Resistant starch ต่อไป
7. เติม Potassium Hydroxide (2M) ปริมาณ 2 ml ลงในตะกอนที่ผ่านการล้างแล้ว
8. ใช้แท่งแก้วหรือ magnetic bar (ขนาด 5x15 ml) คนตัวอย่างใน ice bath นาน 20 นาที โดยพยายามละลายตะกอนให้หมดโดยการคน
9. หลังจากครบกำหนดแล้วเติม Sodium acetate buffer (1.2 M,pH 3.8) ปริมาณ 8 ml แล้วให้แท่งแก้วหรือ magnetic bar คนให้เข้ากัน
10. เติม Amyloglucosidase ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร โดยทันทีแล้วคนให้เข้ากัน
11. นำไปบ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ในระหว่างนั้นทำการ mix ตัวอย่างในเครื่อง vortex mixture ทุก ๆ 5 นาที เมื่อครบกำหนดแล้วนำตัวอย่างออกมาดูสี

12. เมื่อครบกำหนดแล้วนำตัวอย่างออกมาดูสี ถ้าตัวอย่างมีสีเข้ม (Resistant starch > 10%) นำตัวอย่างถ่ายใส่ Volumetric flask ขนาด 100 ml จากนั้นปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น แต่ถ้าตัวอย่างมีสีอ่อน (Resistant starch < 10%) ไม่ต้องปรับปริมาตร จากนั้นนำตัวอย่างไป centrifuge ที่ 3000 รอบ/นาที นาน 10 นาที แล้วแยกของเหลวออกจากตะกอน

13. ดูดของเหลวมาปริมาณ 0.1 ml แล้วเติม GOPOD mixture ปริมาณ 3 ml ผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปป้อนใน water bath ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ส่วน blank คือ Sodium acetate buffer (100 mM, pH 4.5) ปริมาณ 0.1 ml ผสมกับ GOPOD mixture ปริมาณ 3 ml แล้วนำไปป้อนเช่นเดียวกับตัวอย่าง

14. หลังจากครบกำหนดแล้ว นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 nm

15. นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปคำนวณปริมาณ Resistant starch

สูตรการคำนวณหาปริมาณ Resistant starch

1. Resistant starch (กรัม / 100 กรัมตัวอย่าง) (ตัวอย่างมี > 10% RS)

$$= \Delta E \times F \times 100/0.1 \times 100/W \times 162/180$$

$$= \Delta E \times F/W \times 90$$

2. Resistant starch (กรัม / 100 กรัมตัวอย่าง) (ตัวอย่างมี < 10% RS)

$$= \Delta E \times F \times 10.3/0.1 \times 1/1000/W \times 162/180$$

$$= \Delta E \times F/W \times 9.27$$

โดยที่ ΔE คือ ค่าการดูดกลืนแสง

F คือ 100/ ค่าการดูดกลืนแสงของ Glucose standard

W คือ ค่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์หรือคำนวณ ได้จากน้ำหนักของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ $\times [(100 - \text{moisture content})/100]$

ภาคผนวก ฉ
การเผยแพร่งานวิจัย

ภาคผนวก ข
การบูรณาการกับการเรียนการสอน
รายวิชา การแปรรูปอาหาร 1

การทำแป้งกล้วย



กล้วยน้ำว้าดิบ



ปอกเปลือก

ฝานบางๆ หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร



แช่ในสารละลายกรดซิตริก 1%

(กรดมะนาว)



วางบนตะแกรง



นำกล้วยไปอบที่ 50 °C จนแห้ง



บดให้เป็นแป้งด้วยเครื่องปั่น



ร่อนด้วยตะแกรงตาถี่ๆ



สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร



มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อผลิตอาหารที่มีคุณภาพและความปลอดภัย โดยนักศึกษาจะศึกษาในด้านเคมีอาหาร การวิเคราะห์อาหาร กระบวนการแปรรูปอาหารด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การแช่เยือกแข็ง การอบแห้ง การผลิตอาหารกระป๋อง การผลิตอาหารกึ่งสำเร็จรูป เป็นต้น นอกจากนี้ยังศึกษาด้านความปลอดภัยของอาหารและการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ การแปรรูปอาหาร รวมถึงการศึกษากฎหมายอาหาร หลักการควบคุมตรวจสอบ



ติดต่อ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1411



โทรสาร 056-717123



ผลิตภัณฑ์จากแป้งกล้วย



โดย อาจารย์ชนิษฐา ศรีนวล

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์



แป้งกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการ

นำกล้วยดิบมาแปรรูปเป็นแป้ง เพื่อ

เป็นการถนอมอาหารและ

สามารถนำไปเป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ

กล้วยดิบมีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วย น้ำ แป้ง

โปรตีน ไขมัน เส้นใย วิตามิน เกลือแร่ต่างๆ โดยมีปริมาณแป้ง

แคลเซียม เหล็ก และโปแตสเซียม สูงกว่าแป้งหลายชนิด เช่น

แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีสารอื่นๆ

ได้แก่ เอนไซม์ เพคติน แทนนิน ฯลฯ



แป้งกล้วยจะมีกลิ่นเฉพาะตัว มีคุณสมบัติทาง

กายภาพที่ตีรวมตัวกับน้ำได้ดี คือ เมื่อได้รับความ

ร้อนจะพองตัวใส เมื่อปล่อยให้เย็นจะเกิดลักษณะคล้ายวุ้น

เนื่องจากเป็นแป้งที่มีอะไมโลสสูง จึงทำให้มีคุณสมบัติพิเศษ

เหมาะที่จะนำมาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ดี บาง

ชนิดของผลิตภัณฑ์สามารถทดแทนได้สูงถึงร้อยละ 50 โดย

คุณภาพของแป้งกล้วย จะขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต ความ

สะอาด และความสุกของกล้วยเป็นสำคัญโดยกล้วยที่เหมาะสม

ควรมีความสุกประมาณ 70-80%



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

ขนมี่สดเสริมแป้งกล้วย

ส่วนผสม

- | | | |
|------------------------|------|------|
| 1. แป้งสาลีเอนกประสงค์ | 1 | ถ้วย |
| 2. แป้งกล้วยน้ำว้าดิบ | 1/3 | ถ้วย |
| 3. น้ำ | 1/3 | ถ้วย |
| 4. ผงฟู | 0.25 | กรัม |
| 5. เกลือ | 0.25 | กรัม |

วิธีทำ

1. ผสมแป้งสาลี แป้งกล้วย ผงฟู เข้าด้วยกัน
2. เติมน้ำลงไปทีละน้อย นวดให้เป็นเนื้อเดียวกัน
3. นวดจนเนื้อเนียน ไม่ติดภาชนะ ใช้เวลาประมาณ 15 นาที
4. พักแป้งที่ได้ 30 นาที โดยใช้ผ้าขาวบางชุบน้ำคลุมไว้
5. นำมารีดให้เป็นแผ่นด้วยเครื่องรีด
6. นำเข้าเครื่องตัดเส้น



ขนมี่สดจากแป้งกล้วย

ส่วนผสมแป้ง

- | | | |
|------------------------|-----|-----------------|
| 1. แป้งสาลีเอนกประสงค์ | 3 | ถ้วย |
| 2. แป้งกล้วยดิบ | 1 | ถ้วย |
| 3. เกลือ | 1/2 | ช้อนชา |
| 4. น้ำตาลทรายปน | 2 | ช้อนโต๊ะ |
| 5. น้ำปูนใส | 1/2 | ถ้วย + 2 ช้อนชา |
| 6. น้ำมันพืช | 1/2 | ถ้วย |

ส่วนผสมไส้ปั่นขลิบ

- | | | |
|---------------------|-----|----------|
| 1. หมูหยอง | 200 | กรัม |
| 2. น้ำพริกเผา | 5 | ช้อนโต๊ะ |
| 3. น้ำมันน้ำพริกเผา | 2-3 | ช้อนโต๊ะ |

วิธีนวดแป้งและห่อไส้

1. ร่อนแป้งสาลีก่อน แล้วจึงตวงตามสูตร เสร็จแล้วใส่เกลือ น้ำตาลปนลงในแป้ง ร่อนรวมกัน 1 ครั้ง
2. ใส่ น้ำมัน น้ำปูนใส ลงในแป้งข้อ (1) ใช้พายพลาสติกคลุกเคล้าพอเข้ากัน แล้วนวดแป้งให้เหนียว แล้วจึงแบ่งแป้งเป็นก้อนขนาดเล็ก หรือใหญ่ตามความต้องการ
3. นำแป้งแต่ละก้อนมาคลึงให้แบน ใส่ไส้แล้วทบจีบให้สวยงาม วางเรียงในถาด ทำจนหมดแป้ง
4. นำน้ำมันใส่กระทะ ตั้งไฟให้ร้อน นำขนมขลิบที่ทำไว้ลงทอดให้เหลืองกรอบ ตักขึ้นพักไว้ให้สะเด็ดน้ำมัน แล้วนำมาซับกับกระดาษซับน้ำมันอีกครั้ง พักไว้ให้เย็น บรรจุภาชนะมีฝาปิดสนิท เก็บได้นาน 3-5 วัน



ทดลอง

	รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3)
	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
	หลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

หมวดที่ 1 ลักษณะและข้อมูลโดยทั่วไปของรายวิชา

1. รหัสและชื่อรายวิชา
4143401 การแปรรูปอาหาร 1 (Food Processing I)
2. จำนวนหน่วยกิต
3(2-3-6)
3. หลักสูตรและประเภทของรายวิชา
3.1 หลักสูตร
วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
3.2 ประเภทของรายวิชา
วิชาเอกบังคับ
4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน
อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา อาจารย์ชนิษฐา ศรีนวล
อาจารย์ผู้สอน อาจารย์ชนิษฐา ศรีนวล และอาจารย์ตรีชฎา อุทัยดา
5. ภาคการศึกษา/ชั้นปีที่เรียน
ภาคเรียนที่ 1 / ชั้นปีที่ 3
6. รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisites) (ถ้ามี)
เคมีอาหาร
7. รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisites) (ถ้ามี)
ไม่มี
8. สถานที่เรียน
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
9. วันที่จัดทำรายละเอียดของรายวิชา หรือวันที่มีการปรับปรุงครั้งล่าสุด
วันที่ 20 พฤษภาคม 2556

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

จุดมุ่งหมายของรายวิชา
1. เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบถึงหลักการและเหตุผลการแปรรูปอาหาร
2. เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบถึงสมบัติและการเตรียมวัตถุดิบเพื่อใช้ในการแปรรูป
3. เพื่อให้นักศึกษาได้ทราบถึงปัจจัยการแปรรูปที่มีผลต่อคุณภาพอาหาร
4. เพื่อบูรณาการงานวิจัยและงานบริการวิชาการเข้ากับการเรียนการสอน

วัตถุประสงค์ในการพัฒนาปรับปรุงรายวิชา

เพื่อให้นักศึกษาสามารถประยุกต์ฐานความรู้ในวิชานี้เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร นอกจากนี้ยังมีปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนและงานที่มอบหมายให้นักศึกษามีส่วนร่วม มีการคิดวิเคราะห์สถานการณ์ประเด็นปัญหามากขึ้น

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ**1. คำอธิบายรายวิชา**

หลักการและเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร สมบัติของวัตถุดิบ และการเตรียมวัตถุดิบ เพื่อใช้ในการแปรรูป ปัจจัยการแปรรูปอาหารที่มีผลต่อคุณภาพอาหาร วิธีการแปรรูปอาหารต่างๆ ได้แก่ ขั้นตอนในกรรมวิธีการแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหาร คุณสมบัติของวัตถุดิบ การใช้ความร้อน การใช้ความเย็น การทำแห้ง การใช้สารเคมี การทำให้เข้มข้น การฉายรังสี และการแปรรูปอื่นๆ

2. จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา

บรรยาย	สอนเสริม	การฝึกปฏิบัติ	การศึกษาด้วยตนเอง
30	ไม่มี	45	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)

1.2 วิธีการสอน

1.2.1 อาจารย์ผู้สอนต้องสอดแทรกเรื่องคุณธรรม จริยธรรม โดยใช้การสอนแบบสื่อสารสองทาง เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการตั้งคำถามหรือตอบคำถาม หรือแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม ในชั้นเรียนในโอกาสต่างๆ

1.2.2 ยกตัวอย่างกรณีศึกษา ตัวอย่างที่ขาดความรับผิดชอบต่อหน้าที่และการประพฤติดังจรรยาบรรณในวิชาชีพ

1.2.3 กำหนดให้มีการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อฝึกให้มีความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.2.4 อาจารย์ปฏิบัติตนเป็นตัวอย่าง ให้ความสำคัญต่อจรรยาบรรณวิชาชีพ การมีวินัยเรื่องเวลา การเปิดโอกาสให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของนักศึกษา การเคารพและให้เกียรติแก่อาจารย์อาวุโส เป็นต้น

1.3 วิธีการประเมินผล**1.3.1 สังเกตพฤติกรรม**

- การตรงต่อเวลาในการเข้าชั้นเรียน
- การส่งงานตรงตามกำหนดเวลาที่มีมอบหมาย
- การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน การเปิดโอกาสให้เพื่อนร่วมชั้นซักถามและการมีสัมมาคารวะต่ออาจารย์
- สังเกตพฤติกรรมการเข้ากลุ่มการทำปฏิบัติการของนักศึกษา

1.3.2 กำหนดคะแนนการประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน และเทคนิคในการทำปฏิบัติการ

2. ความรู้ 2.1 ความรู้ที่ต้องได้รับ 2.1.1 มีความรู้หลักการและทฤษฎีที่สัมพันธ์กัน (TQF-Food 2.1) 2.2 วิธีการสอน 2.2.1 อาจารย์ผู้สอนบรรยายหลักการทางทฤษฎี และใช้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น ให้นักศึกษาหาทางค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม การสอนแบบศึกษาด้วยตนเอง และ การค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต 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 3.1.3 สามารถใช้ทักษะและความเข้าใจในบริบททางวิชาการและวิชาชีพ (TQF-Food 3.3) 3.1.4 มีทักษะภาคปฏิบัติ ตามที่ได้รับการฝึกฝน (TQF-Food 3.4) 3.2 วิธีการสอน 3.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 3.2.2 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม (นักศึกษาสืบค้นข้อมูลจากแหล่งต่างๆ รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล) 3.2.3 นักศึกษาตอบปัญหาในชั้นเรียนและการแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน 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 4.1) 4.1.2 สามารถปรับตัวทำงานร่วมกับผู้อื่นทั้งในฐานะผู้นำและสมาชิกกลุ่ม (TQF-Food 4.2) 4.2 วิธีการสอน 4.2.1 จัดการเรียนการสอนที่เน้นการศึกษาจากการปฏิบัติจริง 4.2.2 มอบหมายงานรายบุคคลและกลุ่ม 4.2.3 เปิดโอกาสให้นักศึกษามีการอภิปรายปัญหา ในการทำงานเป็นกลุ่ม และหาทางแก้ไขปัญหา 4.3 วิธีการประเมินผล 4.3.1 ประเมินจากพฤติกรรมมีส่วนร่วมในชั้นเรียน 4.3.2 ประเมินความรับผิดชอบจากรายงานรายบุคคลและกลุ่มของนักศึกษา	

5. ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 5.1 ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ต้องพัฒนา 5.1.3 สามารถระบุเข้าถึงและคัดเลือกแหล่งข้อมูล (TQF- Food 1.3) 5.1.6 สามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี นวัตกรรมและสถานการณ์โลก (TQF- Food 1.6) 5.2 วิธีการสอน 5.2.1 มอบหมายงานที่ต้องมีการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต 5.3 วิธีการประเมินผล 5.3.1 ประเมินจากรายงานการสืบค้นข้อมูลด้วยอินเทอร์เน็ต (สาระ เนื้อหา หลักฐานอ้างอิง)
--

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล

1. แผนการสอน

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
1	- แนะนำคำอธิบายรายวิชา เอกสาร ตำรา ประกอบการเรียนการสอน แผนการเรียน และวิธีการวัดและประเมินผล	3	กิจกรรมการสอน - อธิบายประมวลการสอนรายวิชา - อธิบายแผนการเรียน วิธีการเรียน การให้ คะแนนและมอบหมายงานเป็นรายบุคคลและกลุ่ม - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม แสดงความคิดเห็น สื่อการสอน - ประมวลการสอนรายวิชา - คอมพิวเตอร์ - โปรเจคเตอร์	อ. ขนิษฐา
2	ขั้นตอนในกรรมวิธีการแปรรูปใน อุตสาหกรรมอาหาร - คุณภาพของวัตถุดิบที่จะนำมาแปรรูป - ขั้นตอนในการเตรียมวัตถุดิบก่อนการ แปรรูป - กรรมวิธีการแปรรูป บทปฏิบัติการที่ 1 การเตรียมแป้งจากกล้วยน้ำว้าดิบ	3	กิจกรรมการสอน - ทดสอบก่อนเรียน - อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม และ แสดงความ คิดเห็น - ทำการทดลองตามคู่มือปฏิบัติการโดยการนำ งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาบะหมี่สดเสริมวีซีเอสแทนที่ สตาร์ช มาบูรณาการกับการเตรียมแป้งจากกล้วย น้ำว้าดิบ สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - คอมพิวเตอร์ - โปรเจคเตอร์	อ. ขนิษฐา

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
3	คุณสมบัติของวัตถุดิบ - ธัญพืช - ผลไม้เปลือกแข็ง - ผักและผลไม้ - อาหารจากสัตว์ การคัดขนาดและการจัดระดับชั้น - การคัดขนาดโดยใช้น้ำหนัก - การคัดขนาดโดยใช้ขนาด - การคัดขนาดโดยใช้รูปร่าง	3	กิจกรรมการสอน - อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม และแสดงความคิดเห็น - ทดสอบหลังเรียน สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - คอมพิวเตอร์ - โปรเจคเตอร์	อ. ชนิษฐา
4	การทำความสะอาด และการลวก - สิ่งแปลกปลอมในวัตถุดิบ - วิธีการทำความสะอาด - วิธีการลวก บทปฏิบัติการที่ 2 การทำลายเอนไซม์ด้วยความร้อน	3	กิจกรรมการสอน - ทดสอบก่อนเรียน - อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม และแสดงความคิดเห็น - ทำการทดลองบทปฏิบัติการเรื่องการทำลายเอนไซม์ด้วยความร้อน - ทดสอบหลังเรียน สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - คอมพิวเตอร์ - โปรเจคเตอร์	อ. ชนิษฐา
5	การปอกเปลือกและการลดขนาด - วิธีการปอกเปลือก - การพิจารณาการเลือกใช้อุปกรณ์ - วิธีการลดขนาด บทปฏิบัติการที่ 3 - การปอกเปลือก	3	กิจกรรมการสอน - ทดสอบก่อนเรียน - อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ - ทำการทดลองบทปฏิบัติการเรื่องการปอกเปลือก - ทำรายงานและอภิปรายในชั้นเรียน - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและแสดงความคิดเห็น สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย - อุปกรณ์สำหรับทำปฏิบัติการ - คอมพิวเตอร์ - โปรเจคเตอร์	อ. ชนิษฐา

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
6	การแยกและการสกัด - การแยก - การกรอง - การสกัด การเก็บรักษาและการเคลื่อนย้าย บทปฏิบัติการที่ 4 การทำบะหมี่สดเสริมแป้งทeny่อยจากกล้วยน้ำว้าดิบ	3	กิจกรรมการสอน - อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบ - มอบหมายงานกลุ่มสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการแยกและสกัด - เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามและแสดงความคิดเห็น - ทำการทดลองตามคู่มือปฏิบัติการโดยการนำงานบริการวิชาการเรื่อง ผลิตภัณฑ์จากแป้งกล้วย มาบูรณาการกับการผลิตบะหมี่สดโดยใช้ทดแทนในแป้งสาลี สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้โปรแกรม PowerPoint - เอกสารประกอบการบรรยาย	อ. ขนิษฐา
7	การใช้ความร้อน - การพาสเจอร์ไรซ์ - การสเตอริไลซ์ บทปฏิบัติการที่ 5 - การทำขนมปัง	3	กิจกรรมการสอน - ให้นักศึกษานำเสนองานที่ได้รับมอบหมาย - อาจารย์และนักศึกษาร่วมกันอภิปราย ได้ตอบซักถามและแสดงความคิดเห็น - ทำการทดลองบทปฏิบัติการเรื่องการทำขนมปัง สื่อการสอน - คอมพิวเตอร์ - โปรเจคเตอร์	อ. ขนิษฐา
8	กระบวนการทำแห้งอาหารอาหาร - การถ่ายเทความร้อนและมวลสาร - ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง - การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง - ชนิดของเครื่องอบแห้ง - กรรมวิธีการผลิตอาหารอบแห้ง การเก็บอาหารแห้ง	3	กิจกรรมการสอน - ทดสอบย่อยก่อนเรียน - อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย - อาจารย์ซักถามนักศึกษาและเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม แสดงความคิดเห็น - ทำการทดลองตามคู่มือปฏิบัติการ สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้ PowerPoint	อ. ตรีชฎา
9	บทปฏิบัติการที่ 6 - ผักผลไม้อบแห้ง	3	กิจกรรมการสอน - ทำการทดลองตามคู่มือปฏิบัติการ - ส่งรายงานในสัปดาห์ถัดไป สื่อการสอน - คู่มือปฏิบัติการ/กระดาน - อุปกรณ์สำหรับทำปฏิบัติการ	อ. ตรีชฎา

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
10	กระบวนการแช่เยือกแข็งอาหาร - ความรู้พื้นฐานในเรื่องการแช่เยือกแข็ง - กระบวนการแช่เยือกแข็ง - กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการแช่เยือกแข็ง - หลักการเลือกวิธีแช่เยือกแข็งอาหาร	3	กิจกรรมการสอน - ทดสอบย่อยก่อนเรียน - อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย - อาจารย์ซักถามนักศึกษาและเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม แสดงความคิดเห็น สื่อการสอน - คู่มือปฏิบัติการ/กระดาน - อุปกรณ์สำหรับทำปฏิบัติการ	อ. ตรีชฎา
11	การถนอมรักษาอาหารด้วยสารเคมี - เกลือไนเตรทและไนไตร - ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลเฟอร์ซัลไฟต์ในอุตสาหกรรมอาหาร - กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอต - กรดซอบิกและเกลือซอเบต - สารปฏิชีวนะ - สารกันเหี่ยว - สารเสริมฤทธิ์และสภาวะเสริม	3	กิจกรรมการสอน - ทดสอบย่อยก่อนเรียน - อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย - อาจารย์ซักถามนักศึกษาและเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม แสดงความคิดเห็น สื่อการสอน - คู่มือปฏิบัติการ/กระดาน - อุปกรณ์สำหรับทำปฏิบัติการ	อ. ตรีชฎา
12	บทปฏิบัติการที่ 7 - การแช่เยือกแข็งผลไม้ บทปฏิบัติการที่ 8 - การใช้สารเคมีกันเสียในอาหาร	3	กิจกรรมการสอน - อธิบายการปฏิบัติการ - อาจารย์ซักถามนักศึกษาและเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม แสดงความคิดเห็น - ทำการทดลองตามคู่มือปฏิบัติการ - ส่งรายงานในสัปดาห์ถัดไป สื่อการสอน - คู่มือปฏิบัติการ/กระดาน - อุปกรณ์สำหรับทำปฏิบัติการ	อ. ตรีชฎา
13	การฉายรังสีและการใช้ไมโครเวฟในการถนอมอาหาร - ชนิดและคุณสมบัติของรังสี - การเสื่อมคุณภาพของสารกัมมันตรังสี - เครื่องมือการอาบรังสีอาหาร - ผลของการอาบรังสีที่มีต่อองค์ประกอบอาหาร - ไมโครเวฟ ประสิทธิภาพการดูดกลืนไมโครเวฟเข้าไป	3	กิจกรรมการสอน - ทดสอบย่อยก่อนเรียน - อธิบายเนื้อหาพร้อมยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย - อาจารย์ซักถามนักศึกษาและเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม แสดงความคิดเห็น - มอบหมายงาน ทำรายงานเรื่องมือที่ใช้ในการฉายรังสีและผลกระทบจากการฉายรังสี - รายงานในสัปดาห์ถัดไป	อ. ตรีชฎา

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
	ในอาหาร		สื่อการสอน - บรรยายโดยใช้ PowerPoint	
14	รายงานเรื่องมือที่ใช้ในการฉายรังสีและผลกระทบจากการฉายรังสี		กิจกรรมการสอน - อาจารย์ซักถามนักศึกษาและเปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม แสดงความคิดเห็น	อ. ตรีชฎา
15	สอบทบทวนปฏิบัติการ			อ. ตรีชฎา
16	สอบปลายภาค			

การวัดผลการเรียน

2. แผนการประเมินการเรียนรู้			
ผลการเรียนรู้	วิธีการประเมิน	ลำดับที่ประเมิน	สัดส่วนของการประเมิน
2.1	สอบเก็บคะแนนระหว่างภาค	8-9	20
2.1	สอบปลายภาค	16	30
2.1	การทดสอบย่อย (Quiz)	2-13	12
1.1, 3.3-3.4, 4.1	รายงานบุคคล • ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ และตรงต่อเวลา • ความน่าสนใจ และทันสมัย • ความถูกต้อง และเข้าใจในเนื้อหา	2-14	3
1.1, 3.3-3.4, 4.1-4.2	รายงานกลุ่ม - รายงานกลุ่มปฏิบัติการ • ความซื่อสัตย์และตรงต่อเวลา • รูปแบบถูกต้อง และครบถ้วนตามที่กำหนด • ความถูกต้องของวิธีทำการทดลอง • ความถูกต้องของผลการทดลอง การสรุปและ วิจารณ์ผลและตอบคำถามท้ายการทดลอง - การประเมินพฤติกรรมกลุ่ม	2-14	15
1.1, 3.3-3.4, 4.1-4.2, 5.3, 5.6	การประเมินพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ความรับผิดชอบ และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน และเทคนิคในการทำปฏิบัติการ	1-16	20
รวม			100 %

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

1. เอกสารและตำราหลัก วิไล รัชสาดทอง. 2552. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮาส์.
2. เอกสารและข้อมูลสำคัญ คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สิงหนาท พวงจันทร์แดง. 2535. หลักของการนำเอาการปฏิบัติการเฉพาะหน่วยมาใช้ในขั้นตอนในกรรมวิธีการแปรรูปในอุตสาหกรรมอาหาร. ขอนแก่น : ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. อรทัย ทองประเสริฐ. 2544. คู่มือปฏิบัติการ การแปรรูปอาหาร. เชียงใหม่ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ.
3. เอกสารและข้อมูลสำคัญแนะนำ -

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา

1. การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนักศึกษา - แบบประเมินรายวิชา
2. การประเมินการสอน - แบบประเมินผู้สอน และผลการสอบ
3. การปรับปรุงการสอน อาจารย์ผู้สอนทบทวน และปรับปรุงวิธีการสอน จากผลการประเมินประสิทธิผลของรายวิชา แล้วจัดทำรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา (มคอ. 5) ทุกภาคการศึกษา สาขาวิชากำหนดให้และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อหารือปัญหาการเรียนรู้ของนักศึกษาและร่วมกันหาแนวทางแก้ไข
4. การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชา กรรมการบริหารหลักสูตรทำหน้าที่ทวนสอบผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในรายวิชาโดยประเมินคุณภาพของข้อสอบและความเหมาะสมของการให้คะแนน ตลอดจนพิจารณาระดับคะแนนในรายวิชา
5. การดำเนินการทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา จากผลการประเมิน และทวนสอบผลสัมฤทธิ์ประสิทธิผลรายวิชา ได้มีการวางแผนการปรับปรุงการสอน และรายละเอียดวิชา เพื่อให้เกิดคุณภาพมากขึ้น

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ

นางสาว กฤติกา บุรณโชคไพศาล

สถานที่ติดต่อ

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์
67000 โทรศัพท์ 056-717100 ต่อ 1411

E-mail: kritika053@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- วทม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- วท.บ. (วิศวกรรมกระบวนการอาหาร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ความชำนาญพิเศษ

- การพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร
- การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ประวัติงานวิจัย

- ปี 2544 งานวิจัย เรื่อง “การสกัดสารเพคตินจากกากมะขามป้อม”
- ปี 2551 วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลของสารต้านอนุมูลอิสระต่ออายุการเก็บรักษาและความคงตัวของสีผสมอาหารจากแคโรทีนอยด์ที่สกัดจากน้ำมันปาล์มดิบ”
- ปี 2555 พทุนอุดหนุนการวิจัยภายในมหาวิทยาลัย เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเส้นจากแป้งถั่วเขียวพะวงอก”

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ

นางสาวชนิษฐา ศรีนวล

ประวัติการศึกษา

- วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยพายัพ

ประวัติงานวิจัย

หัวข้อโครงการวิจัย :

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการตกผลึกและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำผึ้งไทย
2. การพัฒนาเค้กเนยสดผสมแพรวแดง
3. การศึกษาพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารในระดับชั้นปีที่ ๓ ที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในรายวิชา การแปรรูปอาหาร ๑
4. การผลิตแป้งทนต่อการย่อยจากแป้งข้าวกล้องโดยใช้ความร้อน

ผู้ร่วมวิจัย :

1. การศึกษาระบบนิเวศบริเวณสวนรุกขชาติผาเมืองเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการรักษาระบบนิเวศให้สมดุล เหมาะสมกับการใช้เป็นแหล่งศึกษาความหลากหลายของชีวภาพในชุมชน