ข้อเสนอโครงงาน กลุ่ม Science Kids M.D.

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยน้ำว้า สำหรับการประยุกต์ใช้เป็นอาหารฟังก์ชัน

คณะผู้จัดทำ

1. เด็กหญิงธัญพิชชา อิทธิสิริศักดิ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เด็กหญิงพัฒน์นรินทร์ วงค์แสน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เด็กหญิงศรารัตน์ สุริยกานต์พรรณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

นายอดิสรณ์ ทานา

โรงเรียนแม่ลาน้อยดรุณสิกข์
ร่วมส่งผลงานนวัตกรรมอาหาร “โครงการนวัตกรรมอาหารยั่งยืน”
พัฒนาความรู้ ทักษะ และกระบวนการคิดเพื่อสร้างสรรค์อาหารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
ภายใต้มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี
ร่วมกับ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 ชื่อโครงงาน

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยน้ำว้า สำหรับการประยุกต์ใช้เป็นอาหารฟังก์ชัน

A Study on the Development of Noodles from Banana Peel for Functional Food Applications

1.2 คำสำคัญ (Keywords)

เส้นบะหมี่, เปลือกกล้วยน้ำว้า, อาหารฟังก์ชัน

Noodles, Banana Peel, Functional Food

ส่วนที่ 2 ข้อมูลโครงงาน

2.1 แผนการดำเนินงาน

2.1.1 หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีการปลูกกล้วยน้ำว้าในปริมาณมาก โดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งกล้วยน้ำว้าเป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกง่าย โตเร็ว และให้ผลผลิตต่อเนื่องตลอดปี นอกจากผลกล้วยที่นิยมบริโภคและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แล้ว ส่วนที่มักถูกมองข้ามและทิ้งไปคือ “เปลือกกล้วย” ซึ่งมีปริมาณมากในแต่ละปีจากกระบวนการผลิต เช่น โรงงานแปรรูปกล้วยตาก กล้วยทอด กล้วยอบเนย ฯลฯ

เปลือกกล้วยน้ำว้ามีคุณค่าทางโภชนาการที่น่าสนใจ เช่น มีโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ไนโตรเจนฟรีแอกแทรกซ์ (NFE) แคลเซียม และฟอสฟอรัส (ณิฐิมา และคณะ, 2539) อีกทั้งยังพบว่าเปลือกกล้วยสามารถนำไปใช้ในหลายด้าน เช่น การผลิตปุ๋ยหมัก อาหารสัตว์ ถ่านชีวภาพ หรือแม้กระทั่งแปรรูปเป็นอาหารสำหรับมนุษย์ อย่างเช่น ขนมอบ หรือผงเสริมไฟเบอร์

ในขณะเดียวกัน ผู้บริโภคยุคใหม่เริ่มให้ความสำคัญกับอาหารเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะอาหารที่มีใยอาหารสูง ซึ่งมีบทบาทช่วยระบบขับถ่าย ลดไขมันในเลือด และควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ดังนั้น การนำเปลือกกล้วยน้ำว้ามาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ เช่น “เส้นบะหมี่” ซึ่งเป็นอาหารยอดนิยมในครัวไทย จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ เพราะช่วยทั้งลดของเสีย เพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือทิ้ง และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน

ประชากรในพื้นที่อำเภอแม่ลาน้อย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ส่วนหนึ่งเป็นเกษตรกรที่ทำสวนกล้วยน้ำว้า และบางครัวเรือนก็มีการนำกล้วยน้ำว้ามาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่าย เช่น กล้วยฉาบ กล้วยทอด กล้วยแขก เป็นต้น และจากกระบวนการแปรรูปดังกล่าว ทำให้มีขยะที่เกิดจากเปลือกกล้วยน้ำว้าซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง

ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ผู้ศึกษาจึงมีแนวความคิดในการแก้ไขปัญหาโดยการลดปริมาณของเปลือกกล้วยน้ำว้า โดยนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ตอบสนองกลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับอาหารเพื่อสุขภาพ จึงเกิดเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยน้ำว้า โดยใช้วิธีการพื้นฐานที่สามารถทำได้ในระดับครัวเรือนหรือห้องปฏิบัติการนักเรียน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปเปลือกกล้วยให้กลายเป็นอาหารใหม่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เหมาะกับการบริโภค และสามารถต่อยอดในเชิงธุรกิจหรือชุมชนได้ในอนาคต

2.1.2 โครงงานตอบโจทย์อาหารเพื่อความยั่งยืนด้านใด

☑ การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (ลดการสูญเสียของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต เช่น ใช้เศษเหลือจากการแปรรูปทางการเกษตร (by-product) มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

☑ การลดระยะทางและคาร์บอนฟุตพริ้นต์ เช่น ใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อลดการขนส่ง ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและกระจายสินค้า

☐ การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิต (เช่น การใช้พลังงานหมุนเวียน ระบบบำบัดน้ำเสีย การลดการใช้พลาสติก การใช้พลังงงานแสงอาทิตย์)

☑ การอนุรักษ์พันธ์พืชหรือวัตถุดิบในพื้นถิ่น

☑ การสร้างอาชีพและเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) เช่น สร้างรายได้หมุนเวียนให้กับเกษตรกรและชุมชนในท้องถิ่น

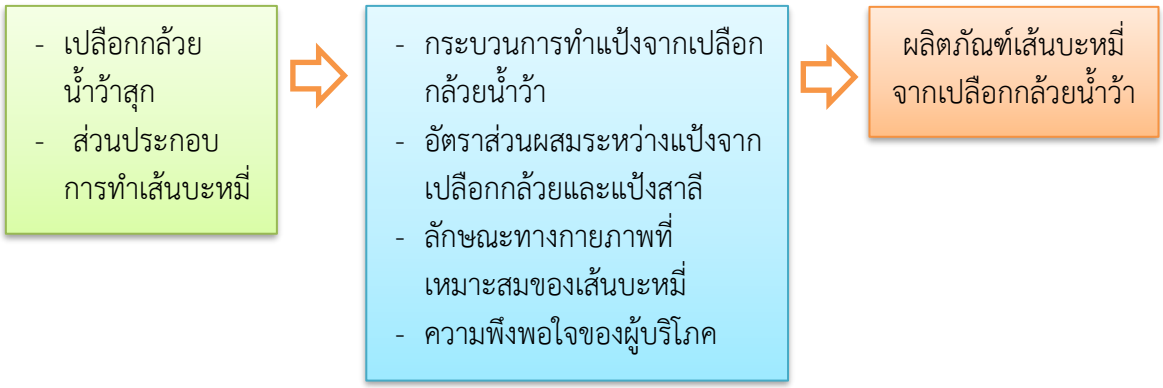
2.1.3 วัตถุประสงค์

1) ผลิตผงเปลือกกล้วยน้ำว้าที่มีความชื้นมาตรฐานแห้งต่ำกว่าร้อยละ 15

2) ทดลองและพัฒนาเส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยน้ำว้าให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับการบริโภค

3) เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพและความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อเส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยน้ำว้าในปริมาณที่แตกต่างกัน

2.1.4 กรอบการทดลอง



2.1.5 แนวคิด ทฤษฎี และสมมติฐานการทดลอง

<u>แนวคิด</u>

1) แนวทางการลดปัญหาขยะที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2) การเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปอาหาร
3) การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

<u>ทฤษฎี</u>

1) กล้วยน้ำว้า (*Musa sapientum* L.)

กล้วยน้ำว้า เป็นพืชล้มลุกในสกุล Musa วงศ์ Musaceae กล้วยน้ำว้ามีลำต้นเทียมสูงไม่เกิน 3.5 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 15 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกสีเขียวอ่อน มีประดำเล็กน้อย ด้านในสีเขียวอ่อน ก้านใบมีร่องค่อนข้างแคบ เส้นกลางใบสีเขียวอมชมพู ก้านช่อดอกไม่มีขน ใบ ประดับรูปไข่ค่อนข้างป้อม ม้วนงอขึ้นปลายมน ด้านบนสีแดงอมม่วงมีนวล ด้านล่างสีแดงเข้ม เครือ ห้อยลง เครือหนึ่งมี 7-10 หวี หวีหนึ่งมี 10-16 ผล กล้วยน้ำว้าปลูกทั่วประเทศไทย รับประทานกันมากในทุกๆ ภาค (เบญจมาศ, 2545)

ก) การใช้ประโยชน์จากส่วนต่างๆ ของกล้วย

กล้วยสามารถใช้ประโยชน์ได้จากทุกส่วนของลำต้น เป็นพืชที่มีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิตของคนไทยมายาวนาน ทั้งทางด้านความเชื่อ พิธีกรรม ศาสนา ขนบธรรมเนียม ประเพณี อาทิ ในความเชื่อแบบพราหมณ์เชื่อว่ากล้วยเป็นสัญลักษณ์แห่งความอุดมสมบูรณ์ จึงนำกล้วยมาเป็นส่วนประกอบในพิธีมงคลต่างๆ เช่น พิธีสมรส พิธีสืบชะตา (ชาวเหนือ) พิธีพุทธาภิเษกและนำ เครือกล้วยสุกมาประดับในพิธีเทศน์มหาชาติหรือนำกล้วยสุกมาทำเป็นข้าวต้มมัดใช้ในพิธีกรรม ต่างๆหรือเป็นประเพณีท้องถิ่น เช่น ประเพณีโยนข้าวต้มมัด ใบกล้วยเป็นใบพืชที่มีขนาดใหญ่ที่เรียกว่า “ใบตอง” มีความเหนียว ทนความร้อนได้ดี และมีความคงทนจึงนิยมนำมาห่ออาหาร เช่น ห่อแหนม ห่อขนมต่างๆ หรืออาจใช้ใบกล้วยทำงานประดิษฐ์ต่างๆเช่น ทำบายศรี ทำกระทง หรือทำกรวยใส่ดอกไม้ถวายพระ (ภาคอีสาน) ใบแห้งนำมามวนบุหรี่สูบ ในสมัยโบราณนิยมนำก้านกล้วย มาทำเป็นของเล่นที่เรียกว่า “ม้าก้านกล้วย” ส่วนของรากและเหง้าตามตำรายาสมุนไพรของไทย จีน และอินเดีย ใช้รักษาโรคเบาหวาน ลำต้นซึ่งเป็นกาบใบมารวมตัวกันนำมาเป็นอาหารสัตว์ และใช้ทำ กระทง ในประเทศฟิลิปปินส์นำกาบของต้นกล้วยชนิดหนึ่งมาทำเป็นเชือกที่เรียกว่า “เชือกป่าน” ที่ มีความทนทานและสามารถนำมาถักทอเป็นผลิตภัณฑ์ได้อีกมากมาย แกนของลำต้นที่เรียกว่า “หยวกกล้วย” สามารถนำมาปรุงอาหารคาวที่มีรสชาติอร่อย ช่อดอกที่เรียกว่า “ปลีกล้วย” สามารถ นำมารับประทานสดเป็นเครื่องเคียงหรือนำมาปรุงเป็นอาหาร เช่น แกงปลีกล้วย ส่วนของผลกล้วย สามารถนำมารับประทานได้ตั้งแต่ผลอ่อนจนถึงผลสุก ผลอ่อนนิยมนำมาเป็นเครื่องเคียง ผลแก่ นำมาต้ม ทอด ปิ้ง มีรสชาติอร่อย และนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ อาทิ กล้วยทอดกรอบ กล้วยฉาบ ทำเป็นแป้งกล้วยใช้ทำขนมชนิดต่างๆ ได้ ส่วนผลสุกเป็นผลไม้ที่คนไทยนิยมรับประทานเนื่องจาก รสชาติหอม หวาน อร่อย ให้คุณค่าทางโภชนะสูง ย่อยง่ายเหมาะสำหรับทุกวัย โดยเฉพาะในวัย ทารกมีการนำกล้วยสุกงอมมาบดป้อนทารก นำมาทำเป็นขนมหวาน เช่น กล้วยบวดชี กล้วยเชื่อม หรือแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้มากมาย เช่นกล้วยตากแห้ง ส่วนเปลือกกล้วยที่เหลือจากการแปรรูปกล้วยก็นำมาเป็นอาหารสัตว์ (เบญจมาศ, 2545)

ข) องค์ประกอบทางโภชนะของเปลือกกล้วย

เปลือกกล้วยซึ่งเป็นเศษเหลือจากการแปรรูปผลกล้วย เมื่อนำมาทำแห้งแล้ว ป่นเป็นผงสามารถนำมาเป็นอาหารสัตว์ได้ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะในเปลือก กล้วยพบว่าเปลือก

กล้วยมีปริมาณเยื่อใยและไขมันค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเนื้อกล้วย จากการศึกษา กล้วยในประเทศไทย พบว่า เปลือกกล้วยน้ำว้า มีโปรตีนประมาณ 5.29-6.20 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 6.66-11.99 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 8.52-12.08 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 9.90-16.30 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนฟรีแอก แทรกซ์ (NFE) 47.89-63.81 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 0.31-0.60 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.19-0.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ณิฐิมา และคณะ, 2539)

2) การอบแห้ง

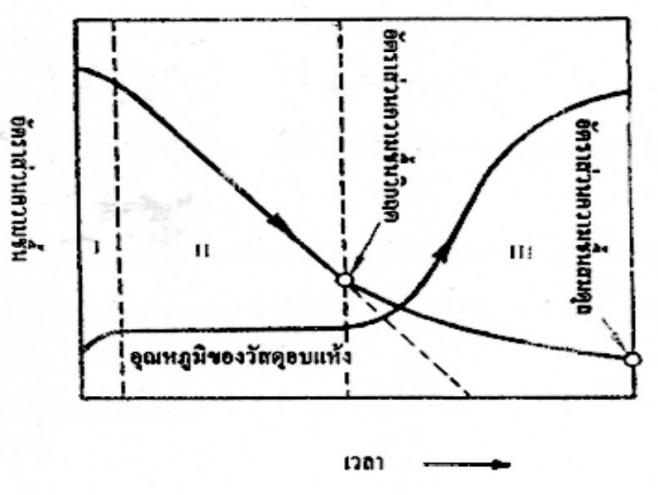
ก) หลักการอบแห้งเบื้องต้น

การอบแห้ง คือกระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง เพื่อไล่ความชื้นออก โดยการระเหยน้ำ ในการอบแห้งวัสดุทั่วไปมักใช้อากาศร้อนเป็นตัวกลางในการอบแห้ง โดยความร้อนจะมีการถ่ายเทจากกระแสอากาศไปยังผิววัสดุ ความร้อนส่วนใหญ่จะถูกใช้ในการระเหยน้ำ โดยไอน้ำ จะเคลื่อนที่จากผิววัสดุมายังกระแสอากาศและถ้าผิววัสดุมีปริมาณน้ำอยู่มากอุณหภูมิและความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวจะคงที่ส่งผลให้อัตราการถ่ายเทความร้อนและอัตราการอบแห้งคงที่ด้วย ถ้าอุณหภูมิความชื้นและความเร็วของกระแสอากาศมีค่าคงที่ เมื่อผิววัสดุมีปริมาณน้ำลดลงเหลือน้อยอุณหภูมิและความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิววัสดุย่อมเปลี่ยนแปลงไปโดยที่อุณหภูมิของวัสดุจะสูงขึ้นและความเข้มข้นของไอน้ำจะลดลง ส่งผลให้อัตราการอบแห้งลดลงและความชื้นที่อยู่ระหว่างการเปลี่ยนแปลงจากอัตราการอบแห้งคงที่และอัตราการอบแห้งลดลงเรียกว่า ความชื้นวิกฤติ โดยสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 สามารถแบ่งการอบแห้งออกเป็นสามช่วง ได้แก่

- ช่วงการเพิ่มอุณหภูมิแก่วัสดุ วัสดุซึ่งยังมีความชื้นสูง เมื่อเข้าสู่กระบวนการอบแห้งวัสดุจะถูกทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น จนใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศเมื่อทำการอบแห้งด้วยลมร้อน โดยอัตราการระเหยของน้ำจากเนื้อวัสดุจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงค่าหนึ่งก่อนที่จะเข้าสู่ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่หรืออัตราการอบแห้งลดลงต่อไป

- ช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ เมื่อวัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนเท่ากับอุณหภูมิของลมร้อน การอบแห้งความร้อนของวัสดุที่ได้รับในช่วงนี้จะถูกนำไปใช้ในการระเหยของน้ำออกจากตัววัสดุ การถ่ายเทความร้อนและมวล ระหว่างวัสดุและอากาศจะเหมือนกับการถ่ายเทความร้อนและมวลที่เกิดขึ้นที่กระเปาะเปียกของเทอร์โมมิเตอร์ตัวแปรสำคัญที่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง คือ อุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม ความร้อนจากอากาศร้อนจะถ่ายเทไปยังผิววัสดุโดยการนำความร้อนผ่านชั้นฟิลม์ของก๊าซและวัสดุจะแพร่ความชื้นจากผิวผ่านชั้นฟิลม์ของก๊าซไปยังอากาศร้อนโดยมีผลต่างของอุณหภูมิและผลต่างของความดันไอที่ผิวของวัสดุและอากาศร้อนเป็นตัวผลักดัน ซึ่งอัตราส่วนความชื้นจะลดลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับเวลาโดยที่การถ่ายเทมวลเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวของกระเปาะเปียกและที่ผิวของอากาศรอบนอก

- ช่วงอัตราการอบแห้งลดลง ช่วงอัตราการอบแห้งลดลงสำหรับการอบแห้งด้วยลมร้อน เมื่อวัสดุมีความชื้นลดลงต่ำกว่าความชื้นวิกฤติ การถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลมิได้เกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวของวัสดุเท่านั้น แต่เกิดภายในเนื้อของวัสดุ น้ำจากภายในวัสดุจะเคลื่อนที่มายังผิววัสดุในรูปของของเหลวหรือไอน้ำ ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์โดยอัตราการระเหยจะถูกควบคุมโดยความต้านทานการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำในเนื้อวัสดุ วัสดุจะมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นเนื่องจากอัตราการระเหยของน้ำ ลดลงแต่อัตราการถ่ายเทความร้อนจากของไหลจะยังมีค่าเท่าเดิม อัตราส่วนความชื้นจะไม่ลดลงเป็นสัดส่วนกับ เวลาอีกต่อไป



กราฟแสดงอัตราการอบแห้งเทียบกับเวลา

เมื่อทำการอบแห้งวัสดุเกษตรซึ่งมีความชื้นสูง ที่ผิวของวัสดุที่เปียกชื้น ความชื้นที่ผิวจะอยู่ในรูปของน้ำ ถ้านำวัสดุมาอบแห้งภายใต้เงื่อนไขคงที่อุณหภูมิและความเข้มข้นของไอน้ำที่ผิวก็จะคงที่โดยอุณหภูมิของวัสดุจะมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิกระเปาะเปียกของลมร้อน ช่วงเวลาที่วัสดุใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิจนถึงค่านี้ คือ ช่วง I ในช่วงเวลา II ที่ถัดไป อุณหภูมิของวัสดุ จะมีค่าคงที่ ตราบใดที่ยังมีความชื้นเหลืออยู่ในรูปของน้ำที่ผิววัสดุความร้อนทั้งหมดที่วัสดุได้รับในช่วงนี้จะถูกใช้ในการระเหยความชื้นเท่านั้น อัตราส่วนความชื้นของวัสดุจะลดลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับเวลา ในช่วงนี้การอบแห้งจะเป็นแบบอัตราการอบแห้งคงที่ (Constant Drying Rate) ในช่วง III ความชื้นในรูปของน้ำที่ผิวของวัสดุจะระเหยหมดไป การถ่ายเทความชื้นในรูปของน้ำจากส่วนในของวัสดุเกิดขึ้นไม่ทันกับการระเหยของน้ำจากผิวของวัสดุ ดังนั้นผิวของวัสดุจะอยู่ในสภาพที่แห้งและอุณหภูมิของวัสดุจะเริ่มสูงขึ้น ปริมาณความร้อนของวัสดุที่ได้รับนอกจากจะลดลงแล้วความร้อนนี้ยังต้องใช้ในการระเหยความชื้นและเพิ่มอุณหภูมิของวัสดุด้วย ในช่วงนี้การอบแห้งจะเป็นแบบอัตราการอบแห้งลดลง (Falling Drying Rate) การอบแห้งจะสิ้นสุดลงเมื่อความชื้นลดลงถึงค่าความชื้นสมดุล (Equilibrium Moisture Content) (นริศ พัวพันวัฒนะ, 2552)

3) แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับและการวัดด้วยสเกล

ก) แนวคิดเกี่ยวกับการทดสอบการยอมรับ

การทดสอบการยอมรับ (Acceptance Testing) คือการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ความพึงพอใจและ ความไม่พึงพอใจของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหาร โดยวิธีนี้เน้นการศึกษาด้านอารมณ์และ ประสบการณ์ที่ผู้บริโภคได้รับในการบริโภคผลิตภัณฑ์ การทดสอบการยอมรับสามารถดำเนินการได้โดยการ สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคผ่านการสอบถามหรือการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจ ซึ่งช่วยให้ผู้ผลิต ทราบถึงความพึงพอใจ และเข้าใจอารมณ์และประสบการณ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ (Product maintenance) การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ (Product improvement) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (Development of new products) รวมถึงการประเมิน ศักยภาพของตลาด (Assessment of market potential)

การทดสอบการยอมรับหรือการทดสอบระดับความพอใจของผู้บริโภคสามารถทำได้หลายรูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะผู้บริโภค แต่โดยส่วนใหญ่แล้วมักจัดรูปแบบการทดสอบในเชิง

ปริมาณเพื่อให้ทราบ ระดับความเข้มข้นหรือระดับความชอบ ซึ่งเรียกว่า “การวัดด้วยสเกล (Scaling)” ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ข) สเกลการวัดที่ใช้เพื่อทดสอบการยอมรับ

- สเกลฮีโดนิกหรือสเกลความชอบ (Hedonic Scale) เป็นสเกลที่วัดระดับความพึงพอใจจาก ผู้บริโภค มีทั้งสเกลแบบตัวเลข (Numerical Hedonic Scale) และแบบตัวหนังสือ (Verbal Hedonic Scale) ทั้งนี้สเกลความชอบที่พบมากที่สุดคือสเกลฮีโดนิก 9 จุด (9-Point Hedonic Scale) โดย 1 หมายถึง ไม่ชอบเลย ไปถึง 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด สเกลประเภทนี้ถือเป็น คะแนน (Score) ซึ่งจัดเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative data) สามารถวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยหรือการ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยได้

- สเกลรอยยิ้ม (Smiley Scale) เป็นสเกลภาพแสดงระดับความพอดีด้านสีหน้าที่ใช้ในการทดสอบ การยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งมีตั้งแต่สเกลรอยยิ้ม 3 ระดับ ไปจนถึง 9 ระดับ โดย 1 หมายถึง ไม่ชอบเลย ไปถึง ระดับสุงสุด หมายถึง ชอบมาก/ชอบมากที่สุด สเกลประเภทนี้ถือเป็นคะแนน (Score) ซึ่งจัดเป็นข้อมูลเชิง ปริมาณ สามารถวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยหรือการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยได้

- สเกลพอดี (Just-about-right scale, JAR Scale) เป็นสเกลที่ใช้ในการทดสอบการยอมรับของ ผู้บริโภค มีทั้งแบบ 3 จุดและ 5 จุด โดยสเกลนี้เป็นข้อมูลประเภทจัดอันดับ (Ordinal scale) ซึ่งถือเป็นข้อมูล เชิงคุณภาพ (Qualitative data) จึงไม่สามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยได้

โดยสรุปแล้ว สเกลการวัดแต่ละชนิดจะทำให้นักวิจัยได้ข้อมูลที่มีลักษณะและระดับความเข้มข้น ต่างกัน กล่าวคือ หากเลือกใช้สเกลฮีโดนิก และสเกลรอยยิ้ม จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงปริมาณ ในขณะที่หาก นักวิจัยเลือกใช้สเกลพอดี จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งลักษณะของข้อมูลที่ต่างกันนี้นำมาซึ่งการเลือกใช้ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ต่างกันต่อไป สำหรับระดับความเข้มข้นของข้อมูลนั้น หากนักวิจัยเลือกใช้ระดับ ความเข้มข้นสูง เช่น 9 จุด หรือ 9 ระดับ จะทำให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้นซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการตัดสินใจปรับปรุงหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

<u>สมมติฐาน</u>

ปริมาณของเปลือกกล้วยน้ำว้าที่เป็นส่วนผสมในเส้นบะหมี่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของเส้นบะหมี่และความพึงพอใจของผู้บริโภค

2.1.6 ผลผลิตและผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลผลิต

1) ได้ผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยน้ำว้า จำนวน 1 ผลิตภัณฑ์

2) ได้กระบวนการต้นแบบสำหรับผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยน้ำว้า จำนวน 1 กระบวนการ

3) ได้นักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ จำนวน 3 คน

ผลลัพธ์

1) ผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ที่สามารถต่อยอดเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับนักเรียน เกษตรกร และผู้ประกอบการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้า

2) ผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกให้กับกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพ

3) แนวทางในการลดปริมาณของขยะจากเปลือกกล้วยซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.2 วิธีดำเนินการทดลอง

2.2.1 วัสดุ-อุปกรณ์

1) เปลือกกล้วยน้ำว้า
2) แป้งสาลี
3) ไข่ไก่
4) เกลือป่น
5) น้ำสะอาด
6) น้ำมันปาล์ม
7) กระชอน
8) ไม้นวดแป้ง
9) หม้อสแตนเลส
10) ถาดสแตนเลส
11) ซึ้งนึ่งอาหาร
12) ถุงซิปล็อค
13) ถ้วยกระดาษ
14) แก้วน้ำพลาสติก
15) ตะเกียบไม้
16) เครื่องปั่น / เครื่องบด
17) เครื่องนวดแป้ง / รีดแป้ง / ตัดเส้น
18) เตาไฟฟ้า
19) ตู้อบลมร้อน
20) เครื่องชั่งดิจิทัล

2.2.2 วิธีดำเนินการทดลอง

คำถามการทดลอง	ระเบียบวิธีทดลอง	กิจกรรม
ตอนที่ 1 การเตรียมแป้งจากเปลือกกล้วยน้ำว้า		
การนำเปลือกกล้วยน้ำว้ามาทำเป็นผงแห้งจะได้ร้อยละของผลผลิตไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20 และมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 หรือไม่	ทำการทดลองอบเปลือกกล้วยน้ำว้าและบดเป็นผง	1. เตรียมเปลือกกล้วยน้ำว้า 2. อบให้แห้ง บดให้ละเอียด 3. เปรียบเทียบน้ำหนักก่อนอบ-หลังอบ เพื่อหาร้อยละผลผลิต 4. นำตัวอย่างอบที่ 105 ^{o}C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อหาความชื้น
ตอนที่ 2 การทำเส้นบะหมี่โดยใช้แป้งจากเปลือกกล้วยในอัตราส่วนต่าง ๆ (ดัดแปลงกระบวนการจาก บริษัท ไทยเพรซิเดนท์ฟูดส์ จำกัด (มหาชน), ดัดแปลงสูตรจาก เชฟขวัญ นุกร ชัยแสง)		
ผงเปลือกกล้วยน้ำว้าสามารถผสมแป้งเพื่อทำเส้นบะหมี่หรือไม่	ทำการทดลองผสมผงเปลือกกล้วยน้ำว้ากับ	1. เตรียมชุดการทดลอง 4 ชุด ชุดควบคุม = แป้งสาลี 300 กรัม + ส่วนผสมอื่นๆ

คำถามการทดลอง	ระเบียบวิธีทดลอง	กิจกรรม
	แป้งสาลีเพื่อทำเป็นเส้นบะหมี่	ชุดทดลอง 1 = ผงเปลือกกล้วย 100 กรัม + แป้งสาลี 200 กรัม + ส่วนผสมอื่นๆ ชุดทดลอง 2 = ผงเปลือกกล้วย 75 กรัม + แป้งสาลี 225 กรัม + ส่วนผสมอื่นๆ ชุดทดลอง 3 = ผงเปลือกกล้วย 60 กรัม + แป้งสาลี 240 กรัม + ส่วนผสมอื่นๆ 2. วัดความชื้นเส้นแห้ง วัดสี วัดเวลาการสุก วัดการดูดน้ำเส้นสุก และทดสอบทางประสาทสัมผัส

2.3 ผลการทดลอง

2.3.1 ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผงเปลือกกล้วยและเส้นบะหมี่

ลักษณะคุณภาพ	ผลิตภัณฑ์			
	ผงเปลือกกล้วย	เส้นบะหมี่ สูตร1	เส้นบะหมี่ สูตร 2	เส้นบะหมี่ สูตร 3
ร้อยละของผลผลิต (% yield)	12.12 ± 2.77	-	-	-
ความชื้นมาตรฐานแห้ง (% d.b.)	1.90 ± 0.12	1.58 ± 0.13^{b}	2.63 ± 0.15^{a}	2.48 ± 0.33^{a}
ค่าสี				
L* (ความสว่าง)	-	14.17 ± 0.72^{b}	17.70 ± 3.29^{ab}	19.85 ± 1.93^{a}
a* (ความเป็นสีแดง)	-	1.35 ± 0.16^{ns}	1.71 ± 0.66^{ns}	2.44 ± 0.59^{ns}
b* (ความเป็นสีน้ำเงิน)	-	2.17 ± 0.37^{ns}	3.09 ± 1.50^{ns}	5.10 ± 1.77^{ns}
เวลาในการสุกของเส้นบะหมี่ (นาที)	-	4	5	5.5
การดูดน้ำ (% water absorption)	-	115.40 ± 2.60^{a}	104.11 ± 2.07^{b}	104.57 ± 2.05^{b}
ร้อยละของแข็งละลายในน้ำ	-	6.62 ± 1.19^{ns}	4.87 ± 0.66^{ns}	5.63 ± 1.16^{ns}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษร a, b, c หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรแตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการนำเปลือกกล้วยน้ำว้ามาอบแห้งทำเป็นผงเปลือกกล้วยน้ำว้า เพื่อนำไปผสมกับแป้งสาลีและทำเป็นเส้นบะหมี่ พบว่า เปลือกกล้วยน้ำว้าสามารถนำมาผลิตเป็นผงเปลือกกล้วยโดยมีร้อยละของผลผลิต (% yield) เท่ากับ 12.12 ± 2.77 และผงเปลือกกล้วยมีร้อยละความชื้นมาตรฐานแห้ง (% d.b.) เท่ากับ 1.90 ± 0.12

นำผงเปลือกกล้วยมาผสมกับแป้งสาลีในอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ได้โดยกำหนดเป็นสูตรของเส้นบะหมี่ คือ สูตรที่ 1 ใช้ผงเปลือกกล้วยและแป้งสาลีในอัตราส่วน 1 : 2 สูตรที่ 2 ใช้ผงเปลือกกล้วยและแป้งสาลีในอัตราส่วน 1 : 3 และสูตรที่ 3 ใช้ผงเปลือกกล้วยและแป้งสาลีในอัตราส่วน 1 : 4 และเมื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้นมาตรฐานแห้ง (% d.b.) พบว่า สูตรที่ 1 มีความชื้นต่ำกว่าสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 เท่ากับ 1.58 ± 0.13 สูตรที่ 2 เท่ากับ 2.63 ± 0.15 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 2.48 ± 0.33

วิเคราะห์ค่าสี พบว่า ค่า L* (ความสว่าง) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเปลือกกล้วยลดลง ซึ่งสูตรที่ 1 จะมีสีที่แตกต่างจากสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่สูตรที่ 2 ไม่แตกต่างกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 โดยสูตรที่ 1 เท่ากับ 14.17 ± 0.72 สูตรที่ 2 เท่ากับ 17.70 ± 3.29 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 19.85 ± 1.93 ส่วนค่า a* (ความเป็นสีแดง) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเปลือกกล้วยลดลง โดยสูตรที่ 1 เท่ากับ 1.35 ± 0.16 สูตรที่ 2 เท่ากับ 1.71 ± 0.66 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 2.44 ± 0.59 และค่า b* (ความเป็นสีน้ำเงิน) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเปลือกกล้วยลดลง โดยสูตรที่ 1 เท่ากับ 2.17 ± 0.37 สูตรที่ 2 เท่ากับ 3.09 ± 1.50 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 5.10 ± 1.77

นำเส้นบะหมี่ทั้งสามสูตรมาทดสอบเวลาในการสุกของเส้น โดยแช่ในน้ำร้อนและตรวจสอบส่วนทึบแข็งที่จุดกึ่งกลางของเส้นบะหมี่ ทุก ๆ 30 วินาที พบว่า สูตรที่ 1 ใช้เวลา 4 นาที สูตรที่ 2 ใช้เวลา 5 นาที และสูตรที่ 3 ใช้เวลา 5 นาที 30 วินาที

นำเส้นบะหมี่ทั้งสามสูตรมาทดสอบค่าการดูดน้ำ โดยการแช่น้ำร้อน 5 นาที แล้วนำเส้นบะหมี่ไปกรองน้ำออก พบว่า สูตรที่ 1 มีร้อยละของค่าการดูดน้ำมากกว่า คือ 115.40 ± 2.60 และแตกต่างจากสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ร้อยละของค่าการดูดน้ำไม่แตกต่างกัน โดยสูตรที่ 2 เท่ากับ 104.11 ± 2.07 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 104.57 ± 2.05

นำเส้นบะหมี่ทั้งสามสูตรมาทดสอบร้อยละของแข็งที่ละลายในน้ำ โดยนำน้ำที่ผ่านการแช่เส้นบะหมี่ไปทำการระเหยน้ำออกให้เหลือแต่ของแข็งที่ละลายอยู่ พบว่าร้อยละของแข็งไม่แตกต่างกัน โดยสูตรที่ 1 เท่ากับ 6.62 ± 1.19 สูตรที่ 2 เท่ากับ 4.87 ± 0.66 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 5.63 ± 1.16

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเส้นบะหมี่ทั้งสามสูตร

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ผลการทดสอบเส้นบะหมี่		
	เส้นบะหมี่ สูตร1	เส้นบะหมี่ สูตร 2	เส้นบะหมี่ สูตร 3
สีเส้นบะหมี่	6.17 ± 1.49^{ns}	5.87 ± 1.63^{ns}	5.93 ± 1.57^{ns}
กลิ่นเส้นบะหมี่	6.47 ± 1.78^{ns}	6.43 ± 1.78^{ns}	6.37 ± 1.81^{ns}
รสชาติเส้นบะหมี่	5.80 ± 1.71^{ns}	6.10 ± 1.61^{ns}	6.03 ± 1.50^{ns}
ความยืดหยุ่น	5.13 ± 1.48^{ns}	5.53 ± 1.72^{ns}	6.10 ± 1.69^{ns}
ความเหนียว	5.17 ± 1.76^{ns}	5.70 ± 1.77^{ns}	6.17 ± 1.72^{ns}
ความพอใจโดยรวม	6.27 ± 1.46^{ns}	6.63 ± 1.33^{ns}	6.67 ± 1.24^{ns}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

นำเส้นบะหมี่ทั้งสามสูตรมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีเส้นบะหมี่ กลิ่นเส้นบะหมี่ รสชาติเส้นบะหมี่ ความยืดหยุ่น ความเหนียว และความพอใจโดยรวม โดยใช้การทดสอบแบบ 9-Point hedonic scale และใช้ผู้ทดสอบ 30 คน เตรียมตัวอย่างบะหมี่ที่ใช้ในการทดสอบ โดยนำบะหมี่มาแช่ในน้ำร้อนเป็นเวลา 5 นาทีและทำให้สะเด็ดน้ำ พบว่า สูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบด้านสี และด้านกลิ่นมากที่สุด คือ 6.17 ± 1.49 และ 6.47 ± 1.78 ตามลำดับ สูตรที่ 2 มีคะแนนความชอบด้านรสชาติมากที่สุด คือ 6.10 ± 1.61 สูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านความยืดหยุ่น ด้านความเหนียว และความพอใจโดยรวมมากที่สุด คือ 6.10 ± 1.69 , 6.17 ± 1.72 และ 6.67 ± 1.24 ตามลำดับ โดยคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ทั้งสามสูตรไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

2.3.2 สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

<u>สรุปผล</u>

จากการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาเส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยน้ำว้า สำหรับการประยุกต์ใช้เป็นอาหารฟังก์ชัน โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1. ผลิตผงเปลือกกล้วยน้ำว้าที่มีความชื้นมาตรฐานแห้งต่ำกว่าร้อยละ 15 2. ทดลองและพัฒนาเส้นบะหมี่จากเปลือกกล้วยน้ำว้าให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับการบริโภค และ 3. เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพและความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อเส้นบะหมี่ที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยน้ำว้าในปริมาณที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1) ผงเปลือกกล้วยน้ำว้าที่ผลิตได้มีความชื้นมาตรฐานแห้ง เท่ากับ 1.90 ± 0.12 โดยมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 15

2) เปลือกกล้วยน้ำว้าสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในเส้นบะหมี่ที่เหมาะสมกับการบริโภค

3) เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ความชื้นมาตรฐานแห้งของสูตรที่ 1 แตกต่างจากสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ค่าสี L* ของสูตรที่ 1 แตกต่างจากสูตรที่ 3 แต่สูตรที่ 2 ไม่แตกต่างจากสูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 ส่วนค่าสี a* และ b* ไม่แตกต่างกันทางสิถิติ เวลาในการสุกทั้งสามสูตร อยู่ในช่วง 4-5.5 นาที ค่าการดูดน้ำของสูตรที่ 1 แตกต่างจากสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 ร้อยละของแข็งละลายในน้ำไม่แตกต่างกันทั้งสามสูตร และการทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้งสามสูตรพบว่าทุกด้านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของเส้นบะหมี่ทั้งสามสูตร ได้แก่ ความชื้นมาตรฐานแห้ง สูตรที่ 1 มีค่าน้อยที่สุดและแตกต่างจากสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 เนื่องมาจากมีปริมาณของเปลือกกล้วยมากกว่า ซึ่งสัมพันธ์กับความชื้นมาตรฐานแห้งของผงเปลือกกล้วยน้ำว้า ส่วนค่าสี L* (ความสว่าง) สูตรที่ 3 มีค่ามากสุด รองลงมาคือสูตรที่ 2 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ เนื่องจากปริมาณเปลือกกล้วยที่ต่างกัน ถ้าปริมาณเปลือกกล้วยมากจะทำให้ค่าความสว่างน้อย แต่ถ้าปริมาณเปลือกกล้วยน้อยลง จะทำให้ค่าความสว่างมากขึ้น ส่วนเวลาในการสุกสูตรที่ 1 จะใช้เวลาน้อยกว่า สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 จะใช้เวลามากขึ้นตามลำดับ โดยสัมพันธ์กับค่าการดูดน้ำ แสดงว่าผงเปลือกกล้วยดูดน้ำได้ดีกว่าแป้งสาลี ดังนั้นสูตรที่มีปริมาณเปลือกกล้วยมากจะใช้เวลาในการสุกน้อยกว่า (อ่อนตัวได้เร็ว) เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสเส้นบะหมี่ทั้งสามสูตรทุกด้านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่า สูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบด้านความยืดหยุ่น ด้านความเหนียว และความพอใจโดยรวมมากที่สุด ผู้ศึกษาจึงเลือกสูตรที่ 3 มาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

2.4 คุณค่าของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งแวดล้อม/สังคม/ชุมชน

ภาพที่ 1 แผนผังแสดงการประเมินคุณค่าของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งแวดล้อม/สังคม/ชุมชน

2.4.1 การได้มาซึ่งวัตถุดิบ (Raw Material Acquisition)

1) กิจกรรม
   - การรวบรวมเปลือกกล้วยน้ำว้าจากครัวเรือน ตลาด หรือแหล่งแปรรูปกล้วย
   - การทำความสะอาด อบแห้ง และบดเป็นผง

2) คุณค่าด้านสิ่งแวดล้อม
   - ลดปริมาณขยะอินทรีย์ที่ต้องนำไปฝังกลบหรือเผา
   - ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของเปลือกกล้วย
   - ใช้แนวคิด Upcycling เปลี่ยนของเสียเป็นวัตถุดิบใหม่
3) คุณค่าด้านสังคมและชุมชน
   - เพิ่มรายได้เสริมให้เกษตรกรหรือชุมชนจากวัสดุที่เดิมไม่มีมูลค่า
   - ส่งเสริมการจัดการขยะในระดับครัวเรือนและชุมชน

2.4.2 การผลิต (Manufacturing)

1) กิจกรรม
   - ผสมแป้งกับผงเปลือกกล้วย
   - รีดเส้น นึ่ง/ทอด หรืออบแห้งเป็นเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป
2) คุณค่าด้านสิ่งแวดล้อม
   - ลดการใช้วัตถุดิบแป้งสาลี
   - สามารถออกแบบกระบวนการผลิตขนาดเล็ก
3) คุณค่าด้านสังคมและชุมชน
   - เหมาะสำหรับวิสาหกิจชุมชนหรือโรงงานขนาดเล็ก
   - ถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการแปรรูปอาหารอย่างยั่งยืน

2.4.3 การจำหน่ายและขนส่ง (Distribution)

1) กิจกรรม
   - บรรจุภัณฑ์
   - การกระจายสินค้าไปยังผู้บริโภค
2) คุณค่าด้านสิ่งแวดล้อม
   - น้ำหนักเบา ลดพลังงานในการขนส่ง
   - ใช้บรรจุภัณฑ์ที่รีไซเคิลได้
3) คุณค่าด้านสังคมและชุมชน
   - เพิ่มโอกาสทางการตลาดของผลิตภัณฑ์ชุมชน
   - สร้างภาพลักษณ์สินค้า “รักษ์โลก” และ “อาหารทางเลือก”

2.4.4 การใช้งานของผู้บริโภค (Use Phase)

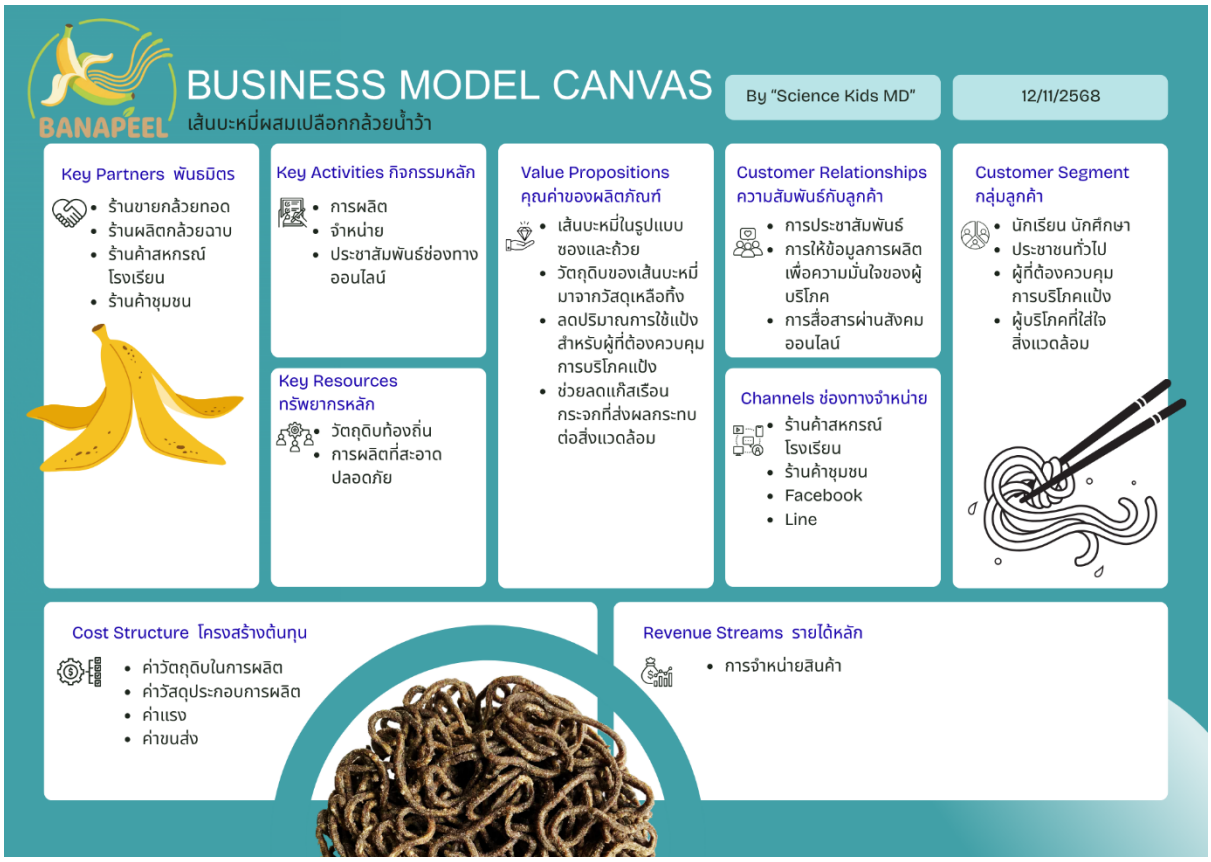
1) กิจกรรม
   - การต้มเส้นหรือแช่ในน้ำร้อนเพื่อบริโภค
2) คุณค่าด้านสิ่งแวดล้อม
   - ใช้พลังงานต่ำในการปรุง (ต้มไม่นาน)
   - ไม่มีของเสียอันตรายในขั้นตอนการใช้งาน
3) คุณค่าด้านสังคม
   - ผู้บริโภคได้รับอาหารที่มีใยอาหารสูงจากเปลือกกล้วย

2.4.5 การกำจัดซากและปลายทางผลิตภัณฑ์ (End-of-Life)

1) กิจกรรม
   - การจัดการบรรจุภัณฑ์
   - เศษอาหารที่เหลือจากการบริโภค
2) คุณค่าด้านสิ่งแวดล้อม
   - เส้นบะหมี่เป็นวัสดุชีวภาพ ย่อยสลายได้
   - เศษอาหารสามารถนำไปทำปุ๋ยหมัก
   - สนับสนุนแนวคิด เศรษฐกิจหมุนเวียน
3) คุณค่าด้านชุมชน
   - ลดภาระการจัดการขยะในชุมชน
   - สร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมให้ผู้บริโภค

ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่ผสมเปลือกกล้วยน้ำว้า

2.5 แนวทางการขยายผล การต่อยอด แผนพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอนาคต



2.6 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

2.6.1 ด้านวัตถุดิบ

1) เปลือกกล้วยน้ำว้าที่ได้แต่ละครั้งมีความแตกต่างกันทั้งระยะความสุก สายพันธุ์ย่อย และสภาพแวดล้อมที่ปลูกกล้วย

2) การเกิดสีน้ำตาลหรือสีคล้ำที่เปลือกกล้วยน้ำว้า

2.6.2 ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์

1) การเพิ่มใยอาหารทำให้ลดโครงสร้างของกลูเตน ทำให้เส้นบะหมี่ขาดง่าย ไม่เด้งเท่าเส้นบะหมี่ทั่วไป

2) สีเส้นที่เข้มขึ้นทำให้ผู้บริโภคอาจมองว่าไม่สะอาดหรือไม่น่ากิน

3) รสชาติที่มีส่วนผสมของเปลือกกล้วยอาจมีความฝาดหรือขมเล็กน้อย

2.6.3 การยอมรับของผู้บริโภค

1) มุมมองของผู้บริโภคที่ไม่คุ้นเคยกับผลิตภัณฑ์อาหารจากวัสดุเหลือทิ้งจากผลไม้

2) สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติที่แตกต่าง

ส่วนที่ 3 เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และคณะ. (2557). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบไม่ทอดเพื่อสุขภาพเสริมสาหร่าย.** มหาวิทยาลัยบูรพา: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. สืบค้น 16 พฤศจิกายน 2568. จาก https://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/1234567890/1862

ณิฐิมา เฉลิมแสน และคณะ. (2539). **การศึกษาคุณค่าทางโภชนะของเปลือกกล้วยน้ำว้าในสุกรทุกรุ่น**. พิษณุโลก: คณะวิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพิษณุโลก. สืบค้น 3 กรกฎาคม 2568. จาก https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/88549

นริศ พัวพันวัฒนะ. (2552). **ผลของความเข้มรังสีอินฟราเรดและเงื่อนไขของอากาศต่อสมการ จลนพลศาสตร์ของการอบแห้งเนื้อลำไย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงานพลังงาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้น 7 กรกฎาคม 2568.

เบญจมาศ ศิลาย้อย. (2545). **กล้วย**. พิมพ์ครั้งที่ 4. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน**,** กรุงเทพมหานคร. สืบค้น 3 กรกฎาคม 2568.
จาก https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/BKN_AGRI/search_detail/result/192738
จาก https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/215841

ประวัติย่อของคณะผู้จัดทำโครงงาน

	ชื่อ-สกุล เด็กหญิงธัญพิชชา อิทธิสิริศักดิ์ หัวหน้ากลุ่ม วันเดือนปีเกิด 29 เดือน ตุลาคม พ.ศ.2553 อายุ 14 ปี ที่อยู่ปัจจุบัน 41 หมู่ 5 ต.แม่ลาหลวง อ.แม่ลาน้อย จ.แม่ฮ่องสอน โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 0968836108 การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชา/แผนการเรียน - สถานศึกษา โรงเรียนแม่ลาน้อยดรุณสิกข์
	ชื่อ-สกุล เด็กหญิงพัฒน์นรินทร์ วงค์แสน สมาชิกกลุ่ม วันเดือนปีเกิด 30 กันยายน 2553 อายุ 15 ปี ที่อยู่ปัจจุบัน 118/2 หมู่1 ต. แม่ลาน้อย อ.แม่ลาน้อย จ.แม่ฮ่องสอน โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 0966977074 การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชา/แผนการเรียน - สถานศึกษา โรงเรียนแม่ลาน้อยดรุณสิกข์
	ชื่อ-สกุล เด็กหญิงศรารัตน์ สุริยกานต์พรรณ สมาชิกกลุ่ม วันเดือนปีเกิด 7เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2553 อายุ 15 ปี ที่อยู่ปัจจุบัน 6/3 หมู่ 1 ต.ท่าผาปุ้ม อ.แม่ลาน้อย จ.แม่ฮ่องสอน โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 0953861742 การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นปี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาขาวิชา/แผนการเรียน - สถานศึกษา โรงเรียนแม่ลาน้อยดรุณสิกข์

ภาคผนวก

ตัวอย่าง : แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ส่วนที่ 1 *ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (โปรดทำเครื่องหมาย ✔ ลงในช่องว่างที่กำหนดตามความเป็นจริง)*

1.1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

1.2. อายุ ☐ 11-15 ปี ☐ 16-20 ปี ☐ 21-25 ปี ☐ 26-30 ปี
☐ 31-35 ปี ☐ 36-40 ปี ☐ 41-45 ปี ☐ มากกว่า 45 ปี

1.3. ระดับการศึกษา ☐ ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ อื่นๆ ระบุ.....

1.4. อาชีพ (ระบุ) .....

ส่วนที่ 2 *แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความพึงพอใจของผู้บริโภค*

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ผู้ทดสอบหมายเลขที่.....วันที่.....

คำชี้แจง ผู้ทดสอบจะได้รับตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำหรับการทดสอบทั้งหมด 3 ตัวอย่าง ให้ผู้ทดสอบทำการดื่มน้ำเปล่าล้างปากก่อนเริ่มทำการทดสอบและระหว่างการเปลี่ยนตัวอย่าง จากนั้นให้ผู้ทดสอบใส่ตัวเลข (1-9) ลงในช่องที่กำหนด ตามระดับความพึงพอใจของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างตามลักษณะด้านต่างๆ โดยมีระดับคะแนนพึงพอใจ ต่อไปนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก 5 = เฉยๆ 8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง 544	รหัสตัวอย่าง 632	รหัสตัวอย่าง 266
สีเส้นบะหมี่			
กลิ่นเส้นบะหมี่			
รสชาติเส้นบะหมี่			
ความยืดหยุ่น			
ความเหนียว			
ความพอใจโดยรวม			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ภาพประกอบ การเตรียมผงเปลือกกล้วย

ภาพประกอบ การเตรียมเส้นบะหมี่

ภาพประกอบ เส้นบะหมี่แต่ละสูตร

ไม่ผสมเปลือกกล้วย

สูตรที่ 1 เปลือกกล้วยต่อแป้งสาลี คือ 1 : 2

สูตรที่ 2 เปลือกกล้วยต่อแป้งสาลี
คือ 1 : 3

สูตรที่ 3 เปลือกกล้วยต่อแป้งสาลี
คือ 1 : 4

ภาพประกอบ การทดสอบทางประสาทสัมผัส