



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์
การผลิตใยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรที่ตกมาตรฐาน
สู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพิ่มศักยภาพกลุ่มเกษตรกร
และวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์

Production of Fiber Powder from Agricultural Products
Downgrade to Develop Food Products and Increase the
Potential of Farmers and Community Enterprises in
Phetchabun Province.

ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร
สาขาวิชา คหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2567

(ก)

ชื่องานวิจัย การผลิตโยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรที่ตกมาตรฐานสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพิ่มศักยภาพกลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์

ผู้วิจัย ชนิรัตน์ ผึ่งบรรหาร

สาขาวิชา คณะกรรมการศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการคัดเลือกชนิดของผักอบแห้งที่มีศักยภาพสูงสุดในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบเสริมโยอาหารในผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้ง โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผัก 4 ชนิด ได้แก่ ผักกาดขาว กะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง และมะเขือเปราะ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเส้นโยอาหารทั้งชนิดละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ ค่าความชื้น ค่าปริมาณน้ำอิสระ และคุณสมบัติด้านสีของผักอบแห้ง ผลการศึกษาพบว่า ผักกวางตุ้งมีปริมาณเส้นโยอาหารรวมสูงสุด (44.70%) และมีอัตราส่วนเส้นโยอาหารไม่ละลายน้ำต่อเส้นโยอาหารละลายน้ำ (IDF/SDF ratio) สูงสุดที่ 12.39 ซึ่งช่วยส่งเสริมระบบขับถ่ายได้ดี จากผลการคัดเลือกดังกล่าว ได้นำผักกวางตุ้งมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมโยอาหารผง โดยกำหนดปริมาณการเสริมในระดับ 0%, 1%, 3%, และ 5% ของน้ำหนักแป้ง เพื่อศึกษาผลกระทบต่อคุณสมบัติทางกายภาพ คุณค่าทางโภชนาการ และการยอมรับของผู้บริโภค ผลการศึกษาพบว่าการเติมโยอาหารจากผักกวางตุ้งมีผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของเส้นขนมจีนลดลง และสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้นตามปริมาณโยอาหารที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การเสริมโยอาหารช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียม วิตามินเอ และเบต้าแคโรทีนในผลิตภัณฑ์ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 9-point hedonic scale พบว่า สูตรที่เสริมโยอาหารในระดับ 1% ได้รับความชอบสูงสุดในทุกด้าน ขณะที่สูตรที่เสริมโยอาหาร 5% ได้รับความชอบต่ำสุด สะท้อนให้เห็นว่าการเติมโยอาหารในระดับที่สูงเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อรสชาติ และเนื้อสัมผัสของเส้นขนมจีน การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของผักกวางตุ้งในการใช้เป็นวัตถุดิบเสริมโยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูป โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้ง เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการอาหารเพื่อสุขภาพ

คำสำคัญ: ผักอบแห้ง, เส้นขนมจีนอบแห้ง, โยอาหาร, ผักกวางตุ้ง, คุณค่าทางโภชนาการ

Research title : Production of fiber powder from agricultural products downgrade to develop food products and increase the potential of farmers and community enterprises in Phetchabun Province.

Researcher : Chanirat Phungbunhan

Department : Home Economics, Phetchabun Rajabhat University **Year** 2024.

Abstract

This research aimed to select the most suitable dried vegetable for dietary fiber enrichment in dried rice noodles. The study analyzed the physical and chemical properties of four types of dried vegetables: Chinese cabbage, cabbage, bok choy, and Thai eggplant, to compare their soluble and insoluble dietary fiber contents, moisture content, water activity, and color properties. The results showed that bok choy had the highest total dietary fiber (44.70%) and the highest insoluble-to-soluble dietary fiber ratio (IDF/SDF ratio of 12.39), indicating its strong potential for promoting digestive health. Based on these findings, bok choy was selected as the primary raw material for dietary fiber enrichment in dried rice noodles. The fiber was incorporated at four levels: 0%, 1%, 3%, and 5% of the flour weight to evaluate its effects on the noodles' physical properties, nutritional composition, and consumer acceptance. The results indicated that increasing the fiber content led to a decrease in lightness (L^*) and an increase in redness (a^*).

Additionally, fiber enrichment significantly increased calcium, vitamin A, and beta-carotene levels in the product. Sensory evaluation using a 9-point hedonic scale revealed that the formula containing 1% fiber received the highest acceptance scores in all attributes, whereas the 5% fiber formula had the lowest scores. This suggests that excessive fiber addition may negatively impact the color, taste, and texture of dried rice noodles. The study highlights the potential of bok choy as a

(ก)

fiber-rich ingredient for processed food products, particularly dried rice noodles, to enhance nutritional value and meet consumer demand for healthier food options.

Keywords: dried vegetables, dried rice noodles, dietary fiber, bok choy, nutritional value

(ง)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่าง ๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยผ่านการพิจารณาจากเงินงบประมาณแผ่นดิน: กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.) : งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2567 ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร

มีนาคม 2568

(จ)

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
สารบัญภาพผนวก	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
การแปรรูปผัก ผลไม้	5
การทำแห้ง	8
ใยอาหาร	11
ขนมจีน	16
ช่องทางการจัดจำหน่ายแบบออนไลน์ (Online Channel)	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	27
วัตถุดิบ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการทดลอง	28
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	36

(จ)

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	51
สรุป	51
ข้อเสนอแนะ	51
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	55
ภาคผนวก ก (ภาพผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง)	56
ภาคผนวก ข (แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 9 - Point Hedonic Scaling Test)	64
ประวัตินักวิจัย	

(ข)

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง คิดเป็นร้อยละของ น้ำหนักแป้ง	32
2	รายการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของผักแผ่นอบแห้งปรุงรสและ วิธีที่ใช้ทดสอบ	33
3	ร้อยละผลผลิตของผักอบแห้ง Yield (%)	36
4	ค่าสี ค่าความชื้น (Moisture content) และค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; a_w) ของผักสดและผักอบแห้ง	37
5	ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (IDF) ปริมาณเส้นใยอาหารที่ ละลายน้ำได้ (SDF) ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (TDF) และสัดส่วน เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายกับเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (IDF/SDF ratio) ในผักกาดขาว กะหล่ำปลี กวางตุ้ง และมะเขือ	39
6	ค่าสี ค่าความชื้น (Moisture content) และค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; a_w) ของกวางตุ้งอบแห้ง	40
7	คุณภาพทางกายภาพ ค่าสี ($L^* a^* b^*$) ของเส้นขนมจีนเสริมใย อาหารผงจากผัก	42
8	คะแนนความชอบของผู้บริโภคเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงที่ แตกต่างกัน 4 สูตร	45
9	คุณค่าทางโภชนาการของเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงทั้ง 4 สูตร	47

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วิธีทำผักผงบอบแห้ง	28
2	วิธีทำโยอาหารผงจากผัก	30
3	วิธีการผลิตเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมโยอาหารผง	31
4	ผัก 4 ชนิด อบแห้งบดละเอียด	38
5	ผักกวาดั่งอบแห้งบดละเอียด (โยอาหารผงจากผักกวาดั่ง)	42
6	เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมโยอาหารผงจากผักกวาดั่ง	43

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	ผัก 4 ชนิด เตรียมเข้าอบแห้ง	57
2	ผักกวาดตุงเข้าตู้อบแห้ง	57
3	ใยอาหารผงจากผักกวาดตุง	58
4	แป้งขนมหมักขนมจีน ตรามะขามทอง	58
5	เสริมใยอาหารผงในแป้งขนมจีน	59
6	เส้นขนมจีนเสริมใยอาหารผงจากผัก นำเข้าอบแห้ง	59
7	เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผักกวาดตุง	60
8	นำต้นแบบผลิตภัณฑ์ไปถ่ายทอดให้กับกลุ่มเกษตรกร	60
9	เกษตรกรเข้าร่วมรับฟังการถ่ายทอดต้นแบบผลิตภัณฑ์และร่วมแสดงความคิดเห็น	61

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างเป็นรูปธรรม การแปรรูป และพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเป็นการทำลายสารที่เป็นพิษ หรือก่อโรคในอาหาร ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น ทำให้อาหารมีกลิ่นและรสชาติดีขึ้น เปลี่ยนแปลงรูปแบบอาหาร พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ง่ายต่อการบรรจุ การจัดจำหน่ายและการขนส่ง และสามารถเติมสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพได้ คือข้อดีของการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เหมาะกับการนำไปใช้กับแหล่งเพาะปลูกพืชผลทางการเกษตร และเขตปศุสัตว์ ที่มีการผลิตอาหารสดได้เป็นจำนวนมาก แต่กระจายสินค้าไม่ทัน หรือผลผลิตตกเกรดที่มักจะมีโดนกดราคาทำให้เกษตรกรไม่ได้กำไรที่เป็นไปตามราคาผลผลิตต่อไร่ที่ควรได้รับ จากสถานการณ์การผลิตพืช จังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2563/64 ของสำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่ามีพื้นที่ในการเพาะปลูกไม้ผล 162,295 ไร่ ผลผลิตรวม 111,497 ตัน พื้นที่ในการเพาะปลูกพืชผัก 64,045 ไร่ ผลผลิตรวม 189,538 ตัน พื้นที่ในการเพาะปลูกสมุนไพร 429 ไร่ ผลผลิตรวม 769 ตัน (กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์, 2563) หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตนำไปขายใน รูปแบบขายส่ง มีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อสินค้าถึงที่สวน และได้ราคาตามกลไกของตลาด หากมีผลผลิตที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่ผู้รับซื้อกำหนด หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า “สินค้าตกเกรด” จะต้องขายในราคาต่ำกว่าราคาปกติลดลงประมาณ 5 เท่าตัว หรือขายไม่ได้เลยจึงส่งผลให้เกษตรกร และผู้ประกอบการประสบปัญหาเรื่องรายได้ ผลผลิตไม่คุ้มทุน ของที่เหลือทิ้งไม่ก่อให้เกิดรายได้และเป็นขยะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย การลดปริมาณของเหลือทิ้งจากการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร สามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างเป็นรูปธรรม การแปรรูป และพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเป็นการทำลายสารที่เป็นพิษ หรือก่อโรคในอาหาร ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้น ทำให้อาหารมีกลิ่นและรสชาติดีขึ้น เปลี่ยนแปลงรูปแบบอาหาร พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ง่ายต่อการบรรจุ การจัดจำหน่ายและการขนส่ง และสามารถเติมสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพได้ ทั้งหมดนี้คือข้อดีของการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นแนวทางแก้ไขปัญหของเหลือทิ้งจากพืชผลทางการเกษตรที่มีผลผลิตจำนวนมาก แต่กระจายสินค้าไม่ทัน หรือผลผลิตมีปัญหาไม่สามารถขายได้ตามราคาที่กำหนด โดยเฉพาะสินค้าตกเกรดที่มักจะมีโดนกดราคาทำให้เกษตรกรไม่ได้กำไรที่เป็นไปตามราคาผลผลิตต่อไร่ที่ควรได้รับ จากการลงพื้นที่สอบถามเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าเกษตรกรทำการเพาะปลูก ไม้ผล พืชผัก และสมุนไพร อยู่เป็นจำนวนมาก อย่างกระเจี๊ยบเขียว ต้นหอม คื่นช่าย กระเทียม ข้าวโพดอ่อน ผักกาดขาว ผักกาดเขียว ผักโขมเขียว มะเขือเทศราชินี พริก ขิง ข่า และตะไคร้ ฯลฯ การนำ

ผลผลิตที่มีมากขายได้ราคาต่ำ ผลผลิตตกเกรด อาจมีขนาดเล็ก หรือใหญ่กว่าขนาดมาตรฐานกำหนด หรือมีตำหนิ แตกซ้ารอยกัดแทะของศัตรูพืช เช่น กระเจี๊ยบเขียว มะเขือเทศราชินี คื่นช่าย ผักโขมเขียว สามารถนำมาผลิตเป็นใยอาหารผงได้ดี ใยอาหารผงมีความสำคัญต่อสุขภาพของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เส้นใยอาหาร (Dietary fiber) คือ ผนังเซลล์ของพืช ที่ไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร (อิติมาศ , 2542) จึงไม่ใหพลังงาน การบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของเส้นใยอาหารมีประโยชน์ด้านการรักษาและป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจ โรคเมหะเร็ง โรคเบาหวาน และโรคระบบทางเดินอาหาร คุณสมบัติที่สำคัญของเส้นใยอาหาร ต้องมีสี กลิ่น และกลิ่นรส ที่ดี มีองค์ประกอบสมดุล มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เหมาะสม อายุการเก็บรักษานาน สามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารได้และราคาเหมาะสม ส่วนเหลือทิ้งของผลผลิตทางการเกษตรเป็นแหล่งที่ดีของเส้นใยอาหารและสามารถนำมาใช้เป็นส่วนเสริมเพิ่มคุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์อาหารได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์มีอาหารที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นอย่างขนมจีนเส้นสด ที่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค หากได้ใยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรในจังหวัดเพชรบูรณ์แล้วสามารถนำมาเสริมคุณค่าทางอาหารให้แก่เส้นขนมจีนเส้นได้ดี เป็นทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภค ในด้านการเกษตรและอาหารในระยะ 5 ปีที่ผ่านมา มูลค่า GDP ของสาขาเกษตรเติบโตในอัตราติดลบ การปรับโครงสร้างการผลิตสินค้าเกษตรทั้งระบบจะทำให้มีศักยภาพในการเพิ่ม GDP ของภาคเกษตรได้สูงขึ้นเป็น 1.7 ล้านล้านบาท ด้วยการเพิ่มความหลากหลายของผลผลิตทางการเกษตร มีระบบสนับสนุนการตัดสินใจจากเทคโนโลยีการวิเคราะห์ความต้องการของผู้บริโภค (Customer Behavior Analytics) ก่อให้เกิดการผลิตแม่นยำสอดคล้องกับความต้องการของตลาด ลดของเหลือทิ้ง (Optimized Wasted Production) ตรวจสอบและติดตามผลผลิตได้แบบเรียลไทม์ ลดการบุกรุกผืนป่า (Forest Management) เนื่องจากการบริหารจัดการพื้นที่เพาะปลูกตามความเหมาะสมของพื้นที่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เทคโนโลยีระบบการผลิตและเครื่องจักรกลที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความยั่งยืน การยกระดับสินค้าเกษตรสู่สินค้าปลอดภัย การสร้างความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ (Product Diversification) การสร้างความแตกต่างให้กับผลิตภัณฑ์ (Product Differentiation) การมีระบบตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) และการพัฒนามาตรฐานสินค้าเกษตรให้ที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากล ในส่วนของผลิตภัณฑ์อาหารมีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่า GDP จาก 0.6 ล้านล้านบาท เป็น 0.9 ล้านล้านบาท ด้วยการพัฒนาต่อยอดจากพื้นฐานความพร้อมของผู้ประกอบการไทยในการยกระดับคุณภาพ สร้างมาตรฐานและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ การสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่โดยเฉพาะในกลุ่มอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารสำหรับแต่ละช่วงวัย หรือการพัฒนาเป็นสารประกอบมูลค่าสูง (Functional Ingredient) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ตลาดเติบโตอย่างมากอาศัยหลักการเศรษฐกิจหมุนเวียน ใช้ทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อให้เกิดขยะน้อยที่สุด หรือไม่มีขยะเลย (Zero Waste) และจัดเป็นกิจกรรมในขั้นตอนกระบวนการแปรรูป(กลางน้ำ) ของห่วงโซ่

คุณค่า โดยมุ่งสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ ด้วยการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร สอดคล้องกับโมเดลเศรษฐกิจใหม่ที่เรียกว่า "BCG" หรือ Bio-Circular-Green Economy เศรษฐกิจชีวภาพ-เศรษฐกิจหมุนเวียน-เศรษฐกิจสีเขียว เป็นรูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจที่พัฒนาต่อยอดจากจุดแข็งของประเทศไทยคือ ความหลากหลายทางชีวภาพ และความหลากหลายทางวัฒนธรรม เป็นการเชื่อมโยงหลักคิดเศรษฐกิจพอเพียง (SEP) สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) และเป็นการสานพลังของจุฬาลักษณ์ทั้งภาคประชาชน เอกชน หน่วยงานภาครัฐ และเครือข่ายต่างประเทศ โดยโมเดลเศรษฐกิจ BCG ทำหน้าที่บูรณาการการพัฒนาตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ใช้องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม สร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Creation) จากฐานความหลากหลายของทรัพยากรชีวภาพและวัฒนธรรม กิจกรรมหลักภายใต้โมเดลเศรษฐกิจ BCG ประกอบด้วย (1) อนุรักษ์ พัฒนา เพิ่มพูนทรัพยากร ความหลากหลายทางชีวภาพและวัฒนธรรม (2) บริหารจัดการ การใช้ประโยชน์และบริโภค อย่างยั่งยืน (3) ลดและใช้ประโยชน์ของทั้งจากกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ (4) สร้างมูลค่าเพิ่ม ตลอดห่วงโซ่มูลค่า ตั้งแต่ภาคเกษตรที่เป็นต้นน้ำ จนถึงภาคการผลิตและบริการ และ (5) สร้างภูมิคุ้มกัน พึ่งพาตนเอง และเพิ่มสมรรถนะในการปรับตัวอย่างรวดเร็ว (รัฐบาลไทย, 2565)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากผลผลิตทางการเกษตรของกลุ่มเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นการวิจัยและพัฒนาโดยมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาของผลผลิตทางการเกษตรที่ตกมาตรฐาน มีราคาต่ำ อายุในการเก็บรักษามีระยะสั้น นำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารในรูปแบบใหม่ ให้มีความปลอดภัย ได้มาตรฐาน และมีประโยชน์ต่อสุขภาพตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคที่มุ่งเน้นการบริโภคพืชผักปลอดภัย ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นการยกระดับการพัฒนาสินค้าอาหารจากผลผลิตทางการเกษตรในท้องถิ่นที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ ตลอดจนการถ่ายทอดเทคโนโลยี นวัตกรรมและองค์ความรู้ใหม่ให้แก่ผู้ประกอบการ กลุ่มเกษตรกรในชุมชน และผู้สนใจ เพื่อส่งเสริมให้เกิดรายได้ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้คนในท้องถิ่นมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และเพิ่มศักยภาพในทุกมิติของเกษตรกร จังหวัดเพชรบูรณ์

วัตถุประสงค์

1. คัดเลือกชนิดของผลผลิตทางการเกษตรที่เหลือทิ้งวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารที่มีปริมาณสูง
2. ผลิตใยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรเหลือทิ้ง และพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง
3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา หั่วข้อ การผลิตขนมจีนสดอบแห้งเสริมใยอาหารผง

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาโดยการนำผักกาดขาวปลี ผักกวางตุ้ง มะเขือเปราะ และกะหล่ำปลี ที่ตกเกรด ไม่สามารถขายได้ที่เป็นผลผลิตของเกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ นำมาแปรรูปเป็นผักผงบ่มเพื่อวิเคราะห์ใยอาหาร เพื่อเป็นต้นแบบให้แก่เกษตรกรหรือกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ให้ความสนใจเพิ่มมูลค่าผักในพื้นที่ ใช้ระยะเวลาในการศึกษาทดลอง 1 ปี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกษตรกรในจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้ใช้ประโยชน์จากผักในพื้นที่ที่ตกเกรด ขายไม่ได้ราคา สามารถเพิ่มมูลค่าได้
2. นำมาสู่การเรียนรู้การสอนในรายวิชาการถนอมอาหารได้
3. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ของงานวิจัยนี้หลังจากการเผยแพร่หรือตีพิมพ์แล้ว จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป
4. สามารถใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์กับกลุ่มทางด้านแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร
5. นำไปตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เรื่องการผลิตโยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรที่ตกมาตรฐานสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เพิ่มศักยภาพกลุ่มเกษตรกร และวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามาประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

การแปรรูปผัก ผลไม้

มณฑนา ร่วมรักษ์ (2543) ได้รวบรวมความรู้เกี่ยวกับการแปรรูปผัก ผลไม้แช่อิ่ม และอบแห้ง บรรจุไว้ดังนี้ ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม อุดมสมบูรณ์ไปด้วยผลไม้และผักนานาชนิด และมีให้บริโภคกันอยู่ตลอดปี ผลไม้ที่สำคัญของไทย ได้แก่ สับปะรด ฝรั่ง กระท้อน มะม่วง ฝรั่ง ส้มโอ กล้วย ลิ้นจี่ ลำไย มังคุด เงาะ พุทรา ส้ม มะนาว ทุเรียน ขนุน มะละกอ มะกอกน้ำ สมอ และ สตรอเบอรี่ ผลไม้เหล่านี้จะมีระยะเวลา ออกสู่ตลาดสับเปลี่ยนตลอดปี ซึ่งปริมาณการผลิตในแต่ละปีนั้นไม่สม่ำเสมอ ขึ้นอยู่กับสภาพดิน ฟ้า อากาศ ผลผลิตส่วนมากจะนิยมบริโภคสด และใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปเกือบทั้งหมด ส่วนที่เหลือเล็กน้อยก็จะส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ ส่วนผักในประเทศไทยเราก็สมบูรณ์ไปด้วยผักนานาชนิด แต่พืชผักที่จะนำมาแปรรูปจะเน้นพืชผักบางชนิดที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรม เช่น มะเขือเทศ หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดฝักอ่อน เห็ด และหน่อไม้ฝรั่ง ส่วนผักอื่น ๆ ได้แก่ แตงกวา กะหล่ำปลี พริก ขิง ผักกาดเขียวปลี ต้นหอม สะตอ จะรับประทานทั้งสด และดอง และนอกจาก ข้าว ตะไคร้ ใบมะกรูด ใบโหระพา ชะอม กระเพรา ก็สามารถนำมาแปรรูปในการตาก ผลไม้ที่นิยมมาปรุงรสสามารถอบแห้ง (หรือที่นิยมเรียกว่าหยี) ก็จะมีไม่กี่ชนิด เช่น สับปะรด มะม่วง มะละกอ ฝรั่ง กระท้อน มะกอกน้ำ มะยม พุทรา ฝรั่งเปรี้ยว การเตรียมวัตถุดิบ ผักและผลไม้เพื่อการแปรรูป ผลิตภัณฑ์ที่จะมีลักษณะและคุณภาพตรงตามความต้องการนั้น ก็ขึ้นอยู่กับ การเตรียมวัตถุดิบให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะนำไปแปรรูปนั้น เพื่อการป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ในภายหลัง ดังนั้นจึงควรระวังเพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน ต้นทุนต่ำ มีการเสียน้อยที่สุด ลักษณะของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด จะมีรูปร่าง ขนาด แตกต่างกันไป เช่น เป็นแวน เป็นเส้น เป็นแผ่น เป็นชิ้น มีทั้งหนาและบางแล้วแต่ความเหมาะสมของผักและผลไม้ชนิดนั้น ๆ และตามความนิยมของผู้บริโภคด้วย ดังนั้น การคัดเลือกวัตถุดิบ ก่อนอื่นต้องทราบว่าเราจะนำผักและผลไม้ชนิดนั้นทำอะไร เช่น มะม่วงสามารถทำการแปรรูปได้หลายอย่าง เช่น มะม่วงดอง ก็ต้องเลือกมะม่วงแก้วดิบที่แก่จัดสดไม่มีรอยแตกชำ หรือเน่าเสีย และจะให้สวยก็ควรเลือกคัดขนาดลูกเท่า ๆ กัน มะม่วงปรุงรสอบแห้ง ก็เลือกที่ดิบ ไม่มีรอยแตกหรือเน่าเสีย และจะเป็นขนาดต่างกันได้ เพราะจะต้องนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ สามารถใช้มะม่วงได้ทุกพันธุ์ มะม่วงกวน

แล้วทำเป็นมะม่วงหิ๊ จะต้องเลือกมะม่วงสุกไม่เน่าเสีย มะม่วงชนิดใดก็ได้ สามารถนำมาผสมรวมกันได้ ฟรุ้งหิ๊ ควรเลือกฟรุ้งสด ไม่สุก ไม่เน่าเสีย น้ำฟรุ้ง เลือกฟรุ้งค่อนข้างสุก เวลาทำน้ำจะทำให้มีกลิ่นหอม แต่ต้องเลือกไม่มีรอยข้ำหรือเน่าเสีย สับปะรดหิ๊ เลือกสับปะรดดิบ สด ไม่เน่าเสีย ควรเลือกพันธุ์ปัตตาเวีย สับปะรดกวน สับปะรดสด และสุก แต่ใช้ได้ทุกพันธุ์ ไม่เน่าเสีย ถ้าหากรับประทานสด ควรเลือกพันธุ์นางแล พันธุ์ภูเก็ต พันธุ์อินทรีชนิด เป็นต้น

การทำความสะอาดวัตถุดิบที่จะนำมาแปรรูปจะต้องผ่านการทำความสะอาดโดย

1. ใช้น้ำล้างเพื่อเอาสิ่งสกปรกติดมาออกให้หมด
2. เป็นการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ ถ้าปริมาณจุลินทรีย์มากตั้งแต่แรกจะทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์นั้นสั้น
3. เป็นการชะล้างสารเคมีที่ติดมากับผิวของผลไม้ ใบ ดอกของผัก ซึ่งผู้ปลูกอาจฉีดเพื่อป้องกันแมลง ยาพวกนี้บางชนิดละลายน้ำได้ การล้างหรือการทำความสะอาดวัตถุดิบ การล้างในอ่างน้ำ หรือกะละมังโดยให้น้ำไหลออกเพื่อถ่ายเอาน้ำสกปรก และสารต่าง ๆ ออกไปด้วยการปอกเปลือก การหั่น ผักและผลไม้ควรใช้ประเภทสแตนเลส เพราะจะทำให้ผลไม้เน่าเสียไม่ได้ เช่น มีดคว้าน ใช้เครื่องมือ ผักและผลไม้บางชนิด หลังการปอกเปลือกแล้วทิ้งให้ถูกอากาศจะมีสีคล้ำ ซึ่งจะใช้วิธีแก้ไขโดยจุ่มผักผลไม้ลงในน้ำเย็น น้ำเกลือเจือจาง สารละลายกรดมะนาวเจือจาง การตกแต่งและการผ่า การตัด การหั่น ก่อนจะนำไปแปรรูปถ้าผลไม้มีขนาดใหญ่ก็ต้องผ่าครึ่ง หั่นเป็นแว่น ตัดเป็นชิ้นซอยเป็นแผ่นบาง ๆ ซึ่งไม่ได้ขนาดตามต้องการ ก็ควรตกแต่งให้พอดี ถ้าเล็กไปเมื่อสัมผัสกับความร้อนจะหดเหลือเล็กมากจนไม่น่ารับประทาน หรือถ้าชิ้นใหญ่มากเกินไป ถ้าทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนถ้าขนาดไม่เท่ากัน ความชื้นไม่เท่ากัน เวลาอบใช้เวลาเท่ากัน แต่บางชิ้นแห้งดี บางชิ้นไม่แห้ง การลวกและการนึ่ง จะทำลายเอ็นไซม์ที่มีอยู่ในผักและผลไม้ ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การเปลี่ยนแปลงกลิ่น และรส ทำให้ผักและผลไม้อ่อนนุ่ม ลดการแตกหักลดปริมาณ จุลินทรีย์ ลดกลิ่นเหม็นเขียว รสขม หรือเผ็ดในผักบางชนิด และยังคงรักษาสีในผักและผลไม้เหมือนธรรมชาติ

วัตถุดิบอาหารหรือสารเจือปนอาหาร วัตถุประสงค์ของการใช้วัตถุดิบอาหาร

1. เพื่อสงวนคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร
 2. เพื่อยืดอายุการเก็บหรือช่วยให้อาหารนั้นมีคุณภาพคงที่หรือ ช่วยปรับคุณภาพในด้านเกี่ยวกับสี กลิ่น รส ลักษณะสัมผัสและลักษณะปรากฏโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ หรือคุณค่าอาหาร
 3. เพื่อประโยชน์ในด้านเกี่ยวกับเทคนิคในการแปรรูป กรรมวิธีการแปรรูปการเตรียม วัตถุดิบการบรรจุ การขนส่ง และอายุของการเก็บของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ
- ชนิดของสารเจือปนที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้

- กรด การใช้กรดในผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ เพื่อช่วยปรับปรุงกลิ่น รส และยังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้เก็บผลิตภัณฑ์นั้นได้นานขึ้น นอกจากนี้กรดยังช่วยลด อุณหภูมิที่ต้องใช้ในการแปรรูปของผลิตภัณฑ์ประเภทผักและผลไม้ การเลือกใช้กรดจะขึ้นอยู่กับชนิดของกรดที่มีอยู่มากในผลไม้/ ผัก นั้น ๆ ผลไม้ทั่วไปส่วนมากจะมีกรดซิตริก (กรดมะนาว) องุ่นมีกรดทาร์ทาริก (หรือเรียกว่ากรดมะขาม) เป็นต้น
- สารที่ให้คงรูป สารคงรูป เพื่อปรับปรุงคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของผักและผลไม้ให้ดีขึ้น สารคงรูปที่รู้จักกันตั้งแต่สมัยโบราณ คือ ปูนขาว ปูนแดง และสารส้ม แต่เนื่องจากสารเหล่านี้มักมี องค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันในอุตสาหกรรมการแปรรูปผักและผลไม้จึงใช้แคลเซียมคลอไรด์
- สารที่ใช้เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาล ส่วนมากใช้วัตถุเจือปนอาหารเพื่อป้องกันการปฏิกิริยาดังกล่าว ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และสารประกอบซัลไฟต์
- วัตถุกันเสีย เป็นสารประกอบเคมีที่ช่วยในการถนอมหรือยืดอายุการเก็บอาหาร หรือช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุในการเสียของผลิตภัณฑ์ประเภทผักและผลไม้

การเจือปนที่ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพผักและผลไม้อบแห้ง

1. โซเดียมโบคาร์บอเนต (ผงโซดา) เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นด่างอ่อน นิยมเติมลงไปในน้ำลวก/น้ำแช่หลังลวกจุดประสงค์เพื่อปรับสภาพน้ำลวกให้เป็นด่าง ช่วยรักษาสีให้ คงความเขียว สดปริมาณที่ใช้ประมาณ 0.5% นาน 5 นาที (คือ น้ำ 1 ลิตร ใช้ 5 กรัม)
2. โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ใช้กรดสำหรับอาหาร เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติช่วยป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อราในผักและผลไม้ นอกจากนี้ช่วยให้ผลไม้คงสีธรรมชาติไว้ มักจะผสมลง ไปในน้ำเชื่อม รวมกับกรดมะนาว ในการแปรรูปผักและผลไม้แช่อิ่มแห้ง ควรใช้ในปริมาณ 0.01-0.02% ก่อนใส่ลงในน้ำเชื่อม ควรละลายน้ำให้เข้ากันก่อน จึงใส่ป้องกันไม่ให้ สารอยู่รวมตัวกันทีเดียว (น้ำเชื่อม 1 ลิตร ใช้ กรดมะนาว 1 กรัม โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 0.1-0.2 กรัม)
3. กรดซิตริก (กรดมะนาว) ใช้กรดสำหรับอาหาร นิยมเติมลงในน้ำลวก หรือน้ำสำหรับ แช่ผักและผลไม้ก่อนนำไปแปรรูป เพื่อช่วยปรับปรุงสีของผัก/ผลไม้ให้ขาว (น้ำ 1 ลิตร ใช้ กรดมะนาว 5 กรัม แช่นาน 10-15 นาที)
4. แคลเซียมคลอไรด์ ใช้กรดสำหรับอาหาร นิยมเติมลงในน้ำลวก/น้ำแช่ เพราะจะช่วยเพิ่มความคงตัวให้แก่ลักษณะเนื้อสัมผัสผลิตภัณฑ์จะมีเนื้อแน่นขึ้น (น้ำ 1 ลิตร ใช้ แคลเซียมคลอไรด์ 5 กรัม แช่นาน 15-20 นาที)

การอบแห้ง หรือการทำแห้ง (Drying)

การทำแห้ง (Drying) หมายถึงการให้ความร้อนภายใต้สภาวะการควบคุมเพื่อกำจัดน้ำที่มีอยู่ในอาหารโดยการระเหยน้ำ วัตถุประสงค์ของการกำจัดน้ำ คือ การยืดอายุการเก็บรักษาอาหารโดยการลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ นอกจากนี้ การลดน้ำหนักและปริมาณของอาหารยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่ง เพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภคในกระบวนการผลิตอาหารอบแห้ง ขั้นตอนการอบแห้งถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อบแห้ง การอบแห้งแบบถาดเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในการผลิตผักและผลไม้อบแห้ง เพราะมีราคาและค่าบำรุงรักษาเครื่องค่อนข้างต่ำ โดยการอบแห้งในเครื่องอบแห้งแบบถาด จะอาศัยลมร้อนจากแหล่งความร้อน ซึ่งอาจจะเป็น ฮีตเตอร์ คอลย์ ไอน้ำ ก๊าซหุงต้ม หรือน้ำมันเตา ลมร้อนจะไหลผ่านอาหารที่วางเป็นชั้นบางๆ (ประมาณ 2-6 เซนติเมตร) ในชั้นของถาดที่อาจจะมีรูพรุนหรือไม่ก็ได้ ความเร็วลมที่ไหลเวียนอยู่ในช่วง 0.5-5 เมตร/วินาทีมีระบบบังคับทิศทางการไหลของลมร้อนภายในเครื่องโดยใช้แผ่นเหล็กบางๆ กัน เพื่อให้ลมร้อนไหลอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงทุกส่วนการถนอมอาหารโดยวิธีการทำให้อาหารแห้ง เป็นกระบวนการลดน้ำหนักของอาหารทำให้อาหารมีน้ำหนักเบาขึ้น โดยใช้ตัวกลางทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อน จากบรรยากาศไปสู่อาหารที่มีความชื้นอยู่โดยวิธีใดวิธีหนึ่ง แล้วรับความชื้นจากอาหารระเหยไปสู่บรรยากาศภายนอกอาหารทำให้อาหารมีความชื้นลดลงไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดแห้งเป็นอาหารแห้ง โดยทั่ว ๆ ไป อากาศจะมีบทบาทสำคัญทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและความชื้นดังกล่าว หลักเกณฑ์การถนอมอาหารโดยการทำแห้ง คือ จะต้องลดยับยั้ง และป้องกันปฏิกิริยาทางเคมีทั้งหลายและ การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เพื่อให้ได้อาหารแห้งที่เก็บได้นาน ไม่บูดเน่าเพราะการเจริญของจุลินทรีย์ หรือไม่มีสารเคมีตกค้าง เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างกรรมวิธีเตรียมการผลิตหรือระหว่างการเก็บ เช่น ผักหรือผลไม้ต้องลวกน้ำร้อนก่อนนำไปตากแห้ง เพื่อหยุดปฏิกิริยาเอนไซม์และลดปริมาณแบคทีเรียที่มีอยู่ เป็นต้น

ข้อดีและข้อเสียของการทำให้อาหารแห้ง

1. ข้อดีของการทำให้อาหารแห้ง

1.1 น้ำหนักเบา เพราะน้ำหนักประมาณร้อยละ 60-90 ของอาหารสด ยกเว้นธัญพืชประกอบด้วยน้ำ และน้ำส่วนนี้เองจะถูกกำจัดออกไป โดยกระบวนการอบแห้งหรือตากแห้ง

1.2 มีความกระชับ คือ ผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งต้องการเนื้อที่น้อยกว่าของอาหารสดอาหารแช่เยือกแข็ง หรืออาหารกระป๋อง โดยเฉพาะถ้าสามารถจัดเก็บในหีบห่อภาชนะ

1.3 ความคงตัวที่สภาวะการเก็บ ผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งไม่จำเป็นต้องใช้ตู้เย็นในระหว่างเก็บ แต่มีข้อจำกัดของอุณหภูมิสูงสุดในระหว่างเก็บ เพื่อจะให้ได้ระยะการเก็บที่นานขึ้น

2. ข้อเสียของการทำให้อาหารแห้ง

2.1 ความไวต่อความร้อน เนื่องจากอาหารส่วนมากมีความไวต่อความร้อนในระดับหนึ่ง และสามารถพัฒนาให้เกิดกลิ่นรสใหม่ขึ้นได้ ถ้าควบคุมสภาวะไม่เหมาะสม

2.2 เกิดการสูญเสียกลิ่นรสที่ระเหยได้ และเกิดการฟอกสีของผลิตภัณฑ์ได้

2.3 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ซึ่งรวมถึงการเกิดการแห้งกรอบอันเนื่องจากการหดตัว

2.4 เกิดปฏิกิริยาน้ำตาลที่ไม่ใช่เกิดจากเอนไซม์ ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ยังเกิดการหืนของไขมัน

2.5 เกิดการเสื่อมเสียอันเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ ถ้าหากว่าอัตราการอบแห้งเริ่มต้นช้า หรือปริมาณความชื้นสุดท้ายมีค่าสูง หรือเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง

วิธีการทำให้อาหารแห้ง

1. การทำให้แห้งโดยอาศัยธรรมชาติ แบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ

1.1 การทำให้แห้งโดยใช้แสงแดดโดยตรง เป็นวิธีที่ใช้กันมาแต่โบราณโดยนำวัตถุดิบที่ต้องการทำให้แห้งใส่ตะแกรงหรือแผ่นสังกะสี ตั้งไว้กลางแจ้งให้ได้รับความร้อนจากแสงแดด มีลมพัดผ่าน จะทำให้ความชื้นในเนื้อสัตว์หรือพืชผักผลไม้จะค่อย ๆ ระเหยออกไปจนแห้ง เป็นวิธีที่ใช้อย่างแพร่หลายในประเทศที่มีแสงแดดเพียงพอ ใช้ต้นทุนต่ำ แต่จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมอัตราเร็วในการทำแห้งได้

1.2 การทำให้แห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ปัจจุบันมีการยอมรับใช้งาน 3 ลักษณะ คือ

1.2.1 การอบแห้งระบบ passive คือระบบที่เครื่องอบแห้งทำงานโดยอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์และกระแสลมที่พัดผ่าน ได้แก่ เครื่องตากแห้งโดยธรรมชาติ เป็นการวางวัสดุไว้ที่กลางแจ้ง อาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์และกระแสลมในบรรยากาศในการระเหยความชื้นออกจากวัสดุ ตู้อบแห้งแบบได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง วัสดุที่อบจะอยู่ในเครื่องอบแห้งที่ประกอบด้วยวัสดุที่โปร่งใส ความร้อนที่ไหลเข้าได้มาจากการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ และอาศัยหลักการขยายตัวเอง อากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้งทำให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศ เพื่อช่วยถ่ายเทอากาศขึ้น ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม เครื่องอบแห้งชนิดนี้วัสดุที่อยู่ภายในจะได้รับความร้อน 2 ทาง คือ ทางตรงจากดวงอาทิตย์ และทางอ้อมจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์ ทำให้อากาศร้อนก่อนที่จะผ่านวัสดุอบแห้ง

1.2.2 การอบแห้งระบบ active คือ ระบบอบแห้งที่มีเครื่องช่วยให้อากาศไหลเวียนในทิศทางที่ต้องการ เช่น จะมีพัดลมติดตั้งในระบบ เพื่อบังคับให้มีการไหลของอากาศผ่านระบบ พัดลมจะดูดอากาศจากภายนอกให้ไหลผ่านแผงรับแสงอาทิตย์เพื่อรับความร้อนจากแผงรับแสงอาทิตย์ อากาศร้อนที่ไหลผ่านพัดลมและห้องอบแห้ง จะมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าความชื้นของพืชผล จึงพาความชื้นจากพืชผลออกสู่ภายนอกทำให้พืชผลที่อบไว้แห้งได้

1.2.3 การอบแห้งระบบ hybrid คือระบบอบแห้งที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ และยังต้องอาศัยพลังงานในรูปแบบอื่น ๆ ช่วยในเวลาที่มีแสงอาทิตย์ไม่สม่ำเสมอหรือต้องการให้ผลผลิตทางการเกษตรแห้งเร็วขึ้น เช่น ใช้ร่วมกับพลังงานเชื้อเพลิงจากชีวมวล พลังงานไฟฟ้า วัสดุอบแห้งจะได้รับความร้อนจากอากาศร้อนที่ผ่านเข้าแผงรับแสงอาทิตย์ และการหมุนเวียนของอากาศจะอาศัยพัดลมหรือเครื่องดูดอากาศช่วย

ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ จะช่วยให้เวลาในการตากแห้งเร็วกว่าแบบทั่ว ๆ ไป ป้องกันแมลงที่เป็นพาหะนำโรค เช่น แมลงวันมารบกวนทำให้อาหารที่ได้จากการตากแห้ง มีความสะอาดถูกหลักอนามัย ใช้งานและดูแลรักษาง่าย นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันฝน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้วัตถุดิบไม่แห้ง และเกิดความเสียหายได้ ตู้อบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถใช้งานภายในครัวเรือน ซึ่งใช้งานได้ง่ายทำให้อาหารถูกสุขลักษณะ ลดการปนเปื้อนจากฝุ่นละออง และแมลงรบกวนได้เป็นอย่างดี

อัตราเร็วของการทำให้แห้งและผลของการทำให้แห้งต่ออาหาร

อัตราเร็วของการทำให้แห้ง หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกกำจัดออกจากอาหารภายในช่วงเวลาหนึ่ง ตามปกติจะบอกเป็นปริมาณน้ำที่หายไป (ปอนด์) ต่ออาหารหนึ่งปอนด์ต่อชั่วโมง กระบวนการทำแห้งอาจแบ่งออกเป็นสองตอน ตอนหนึ่ง เป็นการเคลื่อนที่ของน้ำจากส่วนในของอาหารออกมายังส่วนผิวหน้า จึงทำให้พื้นผิวของอาหารชุ่มชื้นอยู่เสมอ อีกส่วนหนึ่งเป็นการระเหยของน้ำเกิดกับบริเวณผิวหน้าของอาหารเป็นส่วนใหญ่ ในตอนต้นของการทำให้แห้ง การเคลื่อนที่ของน้ำจากภายในจะรวดเร็วว่าการระเหยและผิวหน้าของอาหารยังชุ่ม ต่อมาการระเหยจะเกิดรวดเร็วว่าการเคลื่อนที่ของน้ำ จึงทำให้ผิวหน้าของอาหารเริ่มแห้งและอัตราความเร็วของการทำให้แห้งจะลดลง เมื่อผิวหน้าของอาหารแห้ง น้ำจะกลายเป็นไอน้ำตั้งแต่อยู่ภายในอาหาร แล้วจึงเคลื่อนที่ผ่านส่วนที่แห้งออกมาภายนอก ยิ่งบริเวณที่อาหารแห้งหนาขึ้น น้ำจากภายในก็ยิ่งต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางไกลขึ้น ในที่สุดเมื่ออาหารมีความชื้นเหลือเท่ากับปริมาณไอน้ำในอากาศโดยรอบ น้ำก็จะไม่ระเหยออกจากอาหารอีก

1. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราเร็วของการทำให้อาหารแห้ง มีดังต่อไปนี้

1.1 พื้นที่ผิว ถ้าพื้นที่ผิวของอาหารมาก ความร้อนจะสัมผัสกับอาหารได้มากความชื้นจะออกจากอาหารได้รวดเร็ว

1.2 ความหนาบางของชิ้นอาหาร ถ้าอาหารถูกหั่นหรือตัดเป็นชิ้นบาง ๆ ความร้อนเข้าไปถึงใจกลางของอาหารได้เร็ว น้ำก็จะระเหยออกจากอาหารได้รวดเร็ว

1.3 อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงน้ำสามารถระเหยออกจากอาหารได้เร็ว ถ้าอุณหภูมิต่ำความชื้นจะถูกดึงกลับไปในอาหารได้

1.4 การหมุนเวียนของอากาศ ถ้าอากาศหมุนเวียนเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว น้ำในอากาศจะระเหยเร็ว อาหารจึงแห้งเร็ว

1.5 ความชื้นของอากาศ ในการระเหยน้ำออกจากอาหารด้วยเครื่อง จะต้องมีการกำหนดความเหมาะสมของความชื้นของอากาศไว้ด้วย เพื่อไม่ให้อาหารเสียความชุ่มชื้นมากเกินไป และไม่ดูดความชื้นจากอากาศเข้าสู่อาหารอีก

1.6 ความกดดันของอากาศและสุญญากาศ ในที่ที่มีความกดดันของอากาศต่ำ อุณหภูมิบริเวณนั้นก็จะต่ำด้วย การระเหยของน้ำออกจากอาหารจึงเป็นไปได้ยาก

ใยอาหาร

ใยอาหารคือ ส่วนของผนังเซลล์พืชที่ไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ แต่จุลินทรีย์บางชนิดในลำไส้ใหญ่สามารถย่อยสลายประกอบบางส่วนของใยอาหารได้ แม้ว่าใยอาหารไม่ใช่สารอาหารและไม่ให้พลังงานแก่ร่างกาย แต่ก็มีบทบาทสำคัญต่อภาวะโภชนาการและสุขภาพของมนุษย์ เช่น ช่วยให้ระบบทางเดินอาหารและระบบขับถ่ายทำงานเป็นปกติ ควบคุมระดับและปริมาณของคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในกระแสเลือด ใยอาหารประกอบไปด้วยโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ไม่ใช่แป้ง เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส กัมเพคตินและมิวซิเลจส์ เป็นองค์ประกอบหลัก รวมถึงสารประกอบที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต เช่น ลิกนิน ใยอาหารสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดตามความสามารถการละลายน้ำได้ คือ ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำและใยอาหารชนิดละลายน้ำ โดยผลรวมของใยอาหารทั้งสองชนิดเรียกว่าใยอาหารทั้งหมด

1. ใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber, IDF) เป็นพวกคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่มีลักษณะเหนียว ส่วนใหญ่เป็นส่วนโครงสร้างของผนังเซลล์พืช สามารถย่อยสลายได้ยากแต่สามารถอุ้มน้ำได้ดี เมื่อจับกับน้ำแล้วเกิดการพองตัวลักษณะคล้ายฟองน้ำ ทำให้ช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหาร ทำให้กากอ่อนนิ่ม ส่งผลให้ขับถ่ายได้สะดวกขึ้น (จรรยา, 2545) ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมีหลายชนิด ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส คิวติน และแว็กซ์

2. ใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber, DF) เป็นใยอาหารที่มีอยู่ในเซลล์ของพืชทั่วไป มักปะปนอยู่กับส่วนที่เป็นแป้งในพืช สามารถย่อยสลายได้บ้าง มีคุณสมบัติในการสร้างความหนืด เมื่อรวมตัวกับน้ำจะเกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่นและอาจเปลี่ยนไปให้อยู่ในรูปของเจล ทำให้ดูดซับสารที่มีประจุขาลง เช่น น้ำตาล คอเลสเตอรอล และเกลือแร่บางชนิด ส่งผลให้ชะลอและลดการดูดซึมของสารอาหารดังกล่าวเข้าสู่ร่างกาย

ชนิดของใยอาหาร ได้แก่ กัม เพคตินและมิวซิเลจส์ สมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารใยอาหารแต่ละชนิดจะมีสมบัติเชิงหน้าที่ที่แตกต่างกัน ดังนั้นสมบัติเชิงหน้าที่ของพืชแต่ละชนิดจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนระหว่างใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ และใยอาหารละลายน้ำของพืชชนิดนั้น นอกจากนี้ขนาดของอนุภาคของใยอาหาร และวิธีการสกัดใยอาหารก็มีผลต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของใยอาหารเช่นกัน โดยดัชนีที่สามารถบ่งบอกถึงสมบัติเชิงหน้าที่ที่สำคัญของใยอาหารมีดังนี้ 1. สมบัติการจับน้ำ (Hydration properties) เป็นสมบัติของใยอาหารที่บ่งบอกความสามารถในการเก็บกักน้ำไว้ภายใน

โครงสร้างของเส้นใย เนื่องจากเส้นใยมีองค์ประกอบของโพลีแซคคาไรด์ซึ่งเป็นโมเลกุลที่มีหมู่ไฮดรอกซีอิสระเป็นจำนวนมากจึงสามารถสร้างพันธะกับไฮโดรเจนกับน้ำได้ ดังนั้นเส้นใยอาหารทั้งชนิดที่ละลายน้ำไม่ได้และละลายน้ำได้จึงสามารถอุ้มน้ำไว้ได้ (Westenbrink และคณะ, 2013) ดัชนีที่สามารถใช้สำหรับบ่งชี้สมบัติการจับน้ำ ได้แก่ สมบัติการอุ้มน้ำ(Water holding capacity) ความสามารถในการจับน้ำ (Water binding capacity) การพองตัว (Swelling)และความสามารถในการละลาย โดยสมบัติในการจับน้ำจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการละลายน้ำ เช่น เซลลูโลสและลิกนินจะมีสมบัติในการอุ้มน้ำต่ำ จึงไม่สามารถละลายน้ำได้ ส่วนเพคติน กัมและมิวซิเลจส์ มีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงจึงละลายน้ำได้ง่าย

2.ความสามารถในการจับน้ำมัน (Oil-binding capacity) เป็นสมบัติของใยอาหารที่ใช้แสดงค่าความสามารถในการจับน้ำมันไว้ในโครงสร้างของใยอาหาร ใยอาหารที่มีโครงสร้างของโพลีแซคคาไรด์เช่น อัลจิเนต กัม และเพคติน เป็นต้น จะสามารถจับกับน้ำมันได้ดีจึงมักถูกนำมาใช้ในการเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันในอาหาร

3. ความสามารถในการดูดซับน้ำตาล (Glucose adsorption capacity) และความสามารถในการชะลอการดูดซับน้ำตาล (Glucose retardation index) โดยความสามารถในการดูดซับน้ำตาลสามารถวิเคราะห์ได้จากปริมาณของน้ำตาลที่ใยอาหารดูดซับไว้หลังจากที่สภาวะสมดุลค่านี้มักจะใช้ในการแสดงถึงพฤติกรรมของใยอาหารในการดูดซับน้ำตาลเมื่ออยู่ในลำไส้ส่วนความสามารถในการชะลอการดูดซับน้ำตาลเป็นค่าที่ใช้ในการทำนายถึงการดูดซับน้ำตาลของใยอาหารในทางระบบทางเดินอาหารที่เวลาต่างๆ

4.การชะลอการจับกับกรดน้ำดี (Bile acid retardation index) เป็นดัชนีที่ใช้ในการบ่งบอกถึงผลของใยต่ออาหารต่อการลดคอเลสเตอรอลเนื่องจากว่ากรดน้ำดีเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการย่อยไขมันในลำไส้เล็ก ดังนั้นสมบัติในการดูดซับกรดน้ำดีของใยอาหารจะสัมพันธ์กับประสิทธิภาพในการลดคอเลสเตอรอลเนื่องจากการจับตัวกันระหว่างใยอาหารกับน้ำดีซึ่งมีส่วนประกอบของคอเลสเตอรอลอยู่ทำให้น้ำดีถูกขับออกสู่ระบบร่างกายโดยการขับถ่ายพร้อมกับใยอาหารเมื่อน้ำดีถูกขับออกนอกร่างกายร่างกายก็นำคอเลสเตอรอลปรับเปลี่ยนมาแทนที่น้ำดีจึงทำให้ปริมาณคอเลสเตอรอลลดลง จากการศึกษาพบว่า ลิกนินจะดูดซับกรดน้ำดีได้มากกว่าเพคติกและเซลลูโลสชนิดของผักและผลไม้แห้งซึ่งที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นใยอาหารผงแห้งใยอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ธัญพืชเช่นข้าว ข้าวโพดและข้าวสาลีพืชตระกูลถั่วเช่น ถั่วเขียว ถั่วเหลืองและถั่วแดงผักและผลไม้ซึ่งใยอาหารในธัญพืชส่วนใหญ่จะเป็นใยอาหารชนิดที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ ส่วนใยอาหารในผักและผลไม้มีทั้งชนิดที่ไม่ละลายน้ำและละลายน้ำ แม้ว่าธัญพืชจะมีใยอาหารในปริมาณสูงมากแต่ใยอาหารในผักและผลไม้มีคุณภาพที่ดีกว่าเนื่องจากมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดและใยอาหารละลายน้ำได้ในปริมาณสูงจึงทำให้มีความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมัน ความสามารถในการถูกย่อยใน ลำไส้ได้ดีกว่า

ธัญพืช โดยปริมาณองค์ประกอบของใยอาหารที่ดีสำหรับการนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตใยอาหารคือ มีอัตราส่วนระหว่างปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำต่อใยอาหารที่ละลายน้ำใกล้เคียงหรือเท่ากับ 1:1 นอกจากนี้ผักและผลไม้ยังมีสารพฤกษเคมีที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายชนิดเช่น สารประกอบฟีนอลิก วิตามินซี และเบต้าแคโรทีน ซึ่งทำให้ใยอาหารมีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้นในกระบวนการผลิตอาหารทั้งในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรมมักมีเศษเหลือทิ้งของผักและผลไม้เป็นจำนวนมาก ซึ่งการจัดการเศษผักและผลไม้เหลือทิ้งโดยทั่วไปจะนำไปทำเป็นปุ๋ยหรืออาหารสัตว์หรือทิ้งเป็นสิ่งปฏิกูล ทั้งที่ความจริงแล้วเศษผักและผลไม้เหลือทิ้งเหล่านั้นยังมียาอาหาร ใยอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณที่สูง ในปัจจุบันจึงมีงานวิจัยที่ศึกษาหาแนวทางในการแปรรูปเศษผักและผลไม้เหลือทิ้งเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตัวอย่างเช่น พัทธการณ (2550) ศึกษาการนำเปลือกกล้วยน้ำว้ามาผลิตเป็นใยอาหารผงซึ่งผลที่ได้พบว่า ใยอาหารผงที่ผลิตได้จากเปลือกกล้วยน้ำว้ามีคุณภาพดีเนื่องจากมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดและใยอาหารที่ละลายน้ำได้ที่สกัดได้จากเปลือกกล้วยน้ำว้าสูงคือ ร้อยละ 83.0-89.4 และร้อยละ 12.8-17.8 ตามลำดับ และมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำและน้ำมันเท่ากับ 10.52 กรัม/กรัมใยอาหาร และ 5.77 กรัม/กรัมใยอาหาร ตามลำดับ Larrauri และคณะ (1996) ศึกษาการผลิตใยอาหารผงจากเปลือกมะม่วงที่ได้จากการผลิตไซรัปและพบว่า หลังจากผ่านกระบวนการบดเปียก ล้างและทำให้แห้ง ใยอาหารผงมีปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้ 28.1 กรัม/100 กรัมใยอาหารแห้ง และมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ 11.4 กรัมต่อน้ำหนักแห้ง ซึ่งจัดว่าเปลือกมะม่วงเป็นแหล่งของใยอาหารที่ดี Chantar และคณะ (2008) รายงานว่ามีความเป็นไปได้ในการใช้เปลือกแครอทเป็นวัตถุดิบในการผลิตใยอาหารผงเสริมสุขภาพโดยมีปริมาณใยอาหารทั้งหมดและใยอาหารที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 45.5 และ 10.4 กรัม/100 กรัม ใยอาหารแห้งตามลำดับและมีความสามารถในการอุ้มน้ำและค่าพองตัวเท่ากับ 17.8-24.9 กรัม/กรัมใยอาหาร และ 27.1-34.1 มิลลิลิตร/กรัมตัวอย่างแห้งตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษผักผลไม้เหลือทิ้งอีกหลายชนิด เช่น กากและเปลือกแอปเปิ้ล เปลือกมะนาว และกาบใบนอกของกะหล่ำปลี ฯลฯ โดยปริมาณเส้นใยทั้งหมดใยอาหารละลายน้ำไม่ได้และใยอาหารละลายน้ำได้ ของเศษผักผลไม้เหลือทิ้งแต่ละชนิด

กระบวนการผลิตใยอาหารผงกระบวนการผลิตใยอาหารโดยทั่วไปเริ่มจากการบดเปียกหรือบดหยาบเพื่อลดขนาดอนุภาคลง จากนั้นจะทำการเตรียมตัวอย่างเบื้องต้น เช่น การล้างวัตถุดิบด้วยน้ำร้อนหรือแอลกอฮอล์ หรือการใช้ไอน้ำเพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ก่อนที่จะไปอบแห้งเพื่อลดความชื้นและบดแห้งหรือบดให้ละเอียดเพื่อเป็นใยอาหารผง (หยาดฝน, 2556)

1.การบดเปียกเป็นขั้นตอนการลดขนาดของวัตถุดิบลงเพื่อเตรียมการในขั้นตอนต่อไปโดยขนาดของอนุภาคนั้นจะต้องมีขนาดที่เหมาะสมไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป เนื่องจากถ้าหากขนาดของอนุภาคเล็กทำให้วัตถุดิบอุ้มน้ำไว้มากในขั้นตอนของการล้าง ส่งผลให้ใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้น และผลผลิตสุดท้ายที่ได้ต่ำนอกจากนี้จะทำให้เกิดการสูญเสียองค์ประกอบบางชนิดที่ต้องการ เช่น โยอาหารที่ละลายน้ำได้หรือวิตามินที่ละลายน้ำได้แต่หากขนาดของอนุภาคใหญ่มากจะทำให้ไม่สามารถกำจัดองค์ประกอบที่เราไม่ต้องการ เช่น น้ำตาลอิสระให้หมดไปและยังทำให้ใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้น

2.การล้างหรือการลวกเป็นขั้นตอนของการกำจัดองค์ประกอบที่ไม่ต้องการออกไปจากวัตถุดิบ เช่น น้ำตาล ไขมัน สารสี สารลิโมนินซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดรสขมในเปลือกมะนาว หรือ เอนไซม์ที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล เพื่อปรับปรุงคุณภาพสุดท้ายของโยอาหารผงและช่วยกำจัดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ในการกำจัดน้ำตาลออกจากวัตถุดิบสามารถทำได้โดยการล้างด้วยน้ำร้อน ส่วนการกำจัดไขมันนิยมการใช้การสกัดด้วยตัวทำละลายพวกอีเทอร์และแอลกอฮอล์และการกลั่นด้วยไอน้ำ โดยมีรายงานว่าในการผลิตเส้นโยอาหารผงจากหัวกระเทียมเพื่อให้ได้ปริมาณเส้นใยสูงและมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นจะต้องทำการแช่กระเทียมบดในสารละลายเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 ในอัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร เพื่อกำจัดไขมันและทำการล้างน้ำตาลด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 90 และ 80 ตามลำดับ นอกจากนี้มีการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ร้อยละ 4.5-5 ในหม้อหนึ่งความดัน (autoclave) ที่อุณหภูมิ 100-200 องศาเซลเซียส ความดัน 0.1-1.0MPa ในการแยกซิลิกาและลิกนินจากเปลือกข้าวโอ๊ตทำให้เส้นใยอาหารมีความบริสุทธิ์มากขึ้น ส่วนการกำจัดสารสีและลิโมนินในวัตถุดิบสามารถทำได้โดยการแช่ในสารละลายแอลกอฮอล์ เช่น การกำจัดลิโมนินในเปลือกมะนาวจะทำโดยการแช่เปลือกมะนาวลงไปในเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 30 นาที และการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจะทำการลวกด้วยน้ำร้อนหรือไอน้ำ

3.การทำแห้งเป็นขั้นตอนหลักและเสียค่าใช้จ่ายสูงที่สุดในกระบวนการผลิตโยอาหารผง ในขั้นตอนนี้สามารถทำได้โดยการเสเด็ดน้ำ การبيب หรือกระบวนการอื่นๆ เช่น การอบแห้ง เพื่อลดความชื้นของวัตถุดิบหลังจากการล้างหรือการลวก ทำให้ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาโดยไม่ต้องเติมสารเคมีหรือสารวัตถุกันเสียและยังช่วยลดต้นทุน ค่าบรรจุภัณฑ์และค่าใช้จ่ายในการขนส่งด้วย ในการผลิตระดับอุตสาหกรรมการลดความชื้นจะใช้เครื่องอบแห้งซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งเดี่ยว เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ เครื่องอบแห้งแบบสายพานการเลือกวิธีการทำแห้งที่เหมาะสมนั้นจะต้องพิจารณาจากคุณลักษณะของวัตถุดิบซึ่งมีความชื้นสูงและปริมาณน้ำตาลต่ำ เพื่อลดความเสียหายต่อคุณภาพของโยอาหารผงให้น้อยที่สุด

4. การบดแห้งเป็นขั้นตอนการลดขนาดของโยอาหารหลังจากการทำแห้งเพื่อให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารการบดแห้งอาจส่งผลต่อสมบัติในการอุ้มน้ำของโยอาหารผงทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารที่เดิมลงไปเปลี่ยนแปลงไป ขนาดอนุภาคของโยอาหารผงในทางการค้าโดยทั่วไปจะอยู่ระหว่าง 0.43-0.15 มิลลิเมตร โยอาหารผงทางการค้าทั่วไปควรมีปริมาณโยอาหารทั้งหมดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 9 ฐานแห้ง มีปริมาณไขมันต่ำและให้พลังงานต่ำกว่า 8.36 กิโลจูล/ต่อกรัม โดยโยอาหารผงที่มีคุณภาพดีควรมีลักษณะดังนี้ 1. ไม่มีองค์ประกอบของสารอาหารที่ไม่พึงประสงค์ 2. ควรมีความเข้มข้นของโยอาหารมากพอที่สามารถใช้ในปริมาณน้อยแต่ได้ผลมากที่สุด 3. มีรสชาติเป็นกลาง ไม่มีกลิ่น สีและเนื้อสัมผัส 4. ควรมีอัตราส่วนของโยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้และโยอาหารที่ละลายน้ำได้ที่สมดุลและมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพียงพอ 5. มีอายุการเก็บรักษานานและไม่ส่งผลเสียต่ออาหารที่เดิมลงไป 6. สามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตอาหารได้ 7. มีลักษณะปรากฏที่ดีต่อผู้บริโภค 8. ราคาสมเหตุสมผลของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพของโยอาหารผง จากกระบวนการผลิตโยอาหารผงที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นตอน วัตถุดิบจะต้องผ่านกระบวนการต่างๆทั้งทางกลเคมีและความร้อนซึ่งอาจส่งผลทั้งในด้านที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษต่อคุณภาพของโยอาหารผง ดังนั้นที่ผ่านมาจึงมีงานวิจัยหลายงานที่ศึกษาผลกระทบของกระบวนการผลิตต่อคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของโยอาหารผง ตัวอย่างเช่น การศึกษาผลของการบดเปียกต่อคุณภาพของโยอาหารผงซึ่งพบว่า การบดเปียกเปลือกส้มให้มีขนาดอนุภาคเท่ากับ 5 มิลลิเมตร ส่งผลให้โยอาหารผงมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำกว่าโยอาหารผงที่ได้จากเปลือกส้มที่ผ่านการบดเปียกให้มีขนาดอนุภาคเท่ากับ 15 มิลลิเมตร เนื่องจากการบดเปียกวัตถุดิบให้มีอนุภาคมีขนาดเล็กกว่าทำให้เกิดการสูญเสียโยอาหารที่ละลายน้ำได้ในขั้นตอนของการล้างมากกว่า ส่วนในขั้นตอนการล้างหรือการลวกพบว่า การล้างเปลือกส้มด้วยน้ำร้อนเพื่อกำจัดน้ำตาลออกจากวัตถุดิบทำให้โยอาหารผงที่ผลิตได้มีค่าการอุ้มน้ำมากกว่าเปลือกส้มที่ไม่ผ่านการล้าง การลวกกาบใบนอกของกะหล่ำปลีด้วยไอน้ำเป็นเวลา 1 นาที ก่อนการอบแห้งทำให้สีของโยอาหารผงมีค่าความเป็นสีเขียวมากกว่ากาบใบนอกกะหล่ำปลีที่ไม่ผ่านการลวก เนื่องจากการลวกช่วยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเอนไซม์ออกซิเดสที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล นอกจากนี้การแช่เปลือกมะนาวด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 เป็นเวลา 30 นาที เพื่อกำจัดสารลิโนนินช่วยลดความขมของโยอาหารผงทำให้โยอาหารผงมีความสามารถในการอุ้มน้ำ การบวมน้ำและความสามารถในการชะลอการดูดซับน้ำตาลสูงขึ้น และการกำจัดไขมันและน้ำตาลจากหัวกระเทียมด้วยเอทานอลทำให้ได้เส้นโยอาหารทั้งที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้สูงขึ้น อย่างไรก็ตามในขั้นตอนนี้สามารถทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของโยอาหารได้เช่นกันโดยการล้างและการลวกทำให้เกิดการสูญเสียสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น แร่ธาตุ วิตามินและโยอาหารที่ละลายน้ำได้ไปกับน้ำที่ใช้ลวก และความร้อนจากการลวกอาจทำลายโครงสร้างของโยอาหารบางชนิดได้ เช่น เพคติน ส่งผล

ต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำ หรือการบวมน้ำได้ และทำให้น้ำหนักสุดท้ายของใยอาหารผงและคุณค่าทางอาหารลดลง ในขั้นตอนการอบแห้งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของใยอาหารได้เช่นกันจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของใยอาหารผง เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงมากจะทำให้โครงสร้างของเซลล์พืชแตกและเกิดการสูญเสียความคงตัวของโพลีแซคคาไรด์ เช่น เพคติน ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของใยอาหารลดลง และการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำซึ่งต้องใช้เวลาในการอบแห้งทำให้เกิดการสูญเสียน้ำตาลซึ่งเป็นองค์ประกอบของเพคตินเช่นกันทำให้ความสามารถในการกักเก็บน้ำลดลง Constenla และคณะ (2002) รายงานว่า การอบแห้งกากเหลือทิ้งแอปเปิ้ลที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อองค์ประกอบใยอาหารแต่เมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งสูงถึง 105 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ปริมาณเพคตินลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การอบแห้งส่งผลดีและผลเสียต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของใยอาหารผงเนื่องจากการอบจะทำให้เกิดการแตกหักของโครงสร้างใยตาข่ายของใยอาหารส่งผลให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสและปริมาตรช่องว่างในการดูดซึมน้ำขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการอบแห้งใยอาหารผงให้มีขนาดเล็กมากซึ่งทำให้โครงสร้างใยตาข่ายของใยอาหารเสียหายมากขึ้นกลับส่งผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง เนื่องจากเกิดการยุบตัวของรูพรุนทำให้ความหนาแน่นของใยอาหารสูงขึ้น Raghavendra และคณะ (2006) พบว่า การอบใยอาหารที่ผลิตจากเศษมะพร้าวเหลือทิ้งให้มีขนาดอนุภาค 1127 ถึง 550 ไมโครเมตร ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำและการบวมน้ำดีขึ้น แต่ถ้าอนุภาคของใยอาหารผงมีขนาดน้อยกว่า 550 ไมโครเมตร ทำให้สมบัติเกี่ยวกับของใยอาหารผงมีค่าลดลง

เศษผักและผลไม้เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตอาหารทั้งในระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรมสามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตใยอาหารผงเพื่อสุขภาพ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดของเสียและส่งผลโดยตรงในการรักษาสีแวดล้อม และเนื่องจากเศษผักและผลไม้ต่างชนิดกันจะมีองค์ประกอบใยอาหารแตกต่างกัน ดังนั้นในการผลิตใยอาหารผงจะต้องคำนึงถึงวิธีการและเทคโนโลยีที่เหมาะสม สำหรับวัตถุดิบแต่ละชนิด เพื่อให้ใยอาหารผงที่ผลิตได้มีคุณภาพสูงโดยใช้ต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด

ขนมจีน

ขนมจีน หมายถึง อาหารคาวที่ทำเป็นเส้น ในบางประเทศและแต่ละท้องถิ่นของประเทศไทยนั้นจะมีวิธีปรุงและรับประทานขนมจีนแตกต่างกัน อรอนงค์ (2547) ได้กล่าวไว้ว่าขนมจีนเป็นผลิตภัณฑ์อาหารพื้นบ้านมีลักษณะเป็นเส้นยาวเหนียวสีขาวขุ่น แปรรูปมาจากแป้งข้าวเจ้าที่มีปริมาณอมิโลสสูงมากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ เช่น ข้าวพันธุ์ขาวกอเดียว เหลืองสิบเอ็ด เป็นต้น ถ้าข้าวที่นำมาใช้มีปริมาณอมิโลสน้อยจะทำให้ขนมจีนนิ่มและนิยมใช้ข้าวเก่าที่มีอายุการเก็บมากกว่า 6 เดือน

ถึง 1 ปี ถ้าใช้ข้าวที่มีการเก็บน้อยกว่านี้จะทำให้ขนมจีนนุ่มและเส้นเกาะติดกัน และผลิตขนมจีนได้ปริมาณน้อยกว่าข้าวเก่า แต่ถ้าใช้ข้าวที่เก็บไว้นานกว่า 1 ปีจะได้เส้นขนมจีนที่แข็งเกินไป ร่วน ไม่มี ความเงา มัน ชนิดเส้นขนมจีนแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) ขนมจีนแป้งหมัก เป็นเส้นขนมจีนที่นิยมทำทางภาคอีสาน เส้นมีสีคล้ำออกน้ำตาล เหนียว นุ่มกว่าขนมจีนแป้งสด และเก็บไว้ได้นานกว่า ไม่เสียง่าย การทำขนมจีนแป้งหมัก เป็นวิธีการทำเส้นขนมจีนแบบ โบราณ ต้องเลือกใช้ข้าวแข็ง คือข้าวที่เรียกว่า ข้าวหนัก (พันธุ์ข้าวที่ได้ผลข้าวกว่ากลุ่มพันธุ์ข้าวอื่น ออกรวง ประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม และเก็บเกี่ยวได้ใน ช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม) เช่น ข้าวเล็บมือนาง ข้าวปิ่นแก้ว ข้าวพลวง ถ้าข้าวยิ่งแข็งจะยิ่งดี เวลาทำขนมจีนแล้วทำให้ได้เส้นขนมจีนที่เหนียวเป็นพิเศษ นอกจากนี้แหล่งน้ำธรรมชาติก็เป็นสิ่งสำคัญ ต้องใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ จากคลองชลประทาน หรือน้ำบาดาล ไม่ควรใช้น้ำประปา ภัทรพร กล่าวไว้ว่าเส้นขนมจีนจะและทำให้จับเส้นไม่ได้ ไม่น่ากินและอาจจะทำให้เส้นขนมจีนมีกลิ่นผิดปกติและส่วนมากจะใช้ข้าวเจ้าในการทำเส้นขนมจีน ครรชิต กล่าวไว้ว่า ข้าวเหนียวและข้าวเจ้านั้นมีส่วนประกอบสำคัญคือแป้งหรือ Starch คือเป็น กลูโคสโพลีเมอร์ แบบหนึ่ง แต่แป้งข้าวเหนียวนั้นประกอบด้วยสารที่เรียกว่า อะมิโลเพกติน ทั้งหมดหรือเกือบหมด อะมิโลสนี้ทำให้ข้าวเหนียวเกาะตัวกันเป็นก้อนเมื่อเคี้ยว แตกต่างไปจากข้าวเจ้าซึ่งมีอะมิโลสน้อยกว่าและไม่จับเป็นก้อน

1.1) วัตถุดิบหลักในการผลิตขนมจีนแป้งหมัก แป้งข้าวเจ้า (Rice Flour) เป็นแป้งที่ทำจากเมล็ดข้าวเจ้าลักษณะเป็นผงมีสีขาวจับแล้วระคายมือเล็กน้อย เมื่อทำให้สุกจะมีลักษณะขุ่นร่วน ถ้าทิ้งให้เย็นจะอยู่ตัวเป็นก้อน ร่วนไม่เหนียว จึงเหมาะที่จะประกอบอาหารที่ต้องการความอยู่ตัวร่วนไม่เหนียวหนืด เช่น ขนมชี้หนู ขนมกล้วย เส้นขนมจีน ฯลฯ สมัยก่อนนิยมไม่กินเอง โดยล้างข้าวสารก่อน แช่วข้าวโดยใส่น้ำให้ท่วมแช่จนข้าวนุ่ม จะไม่ง่ายในปัจจุบันนิยมบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้าบดให้ละเอียดแล้วจึงห่อผ้าขาวบางทับน้ำทิ้งจะได้แป้งข้าวเจ้าเรียกแป้งสด

1.2) ขั้นตอนการผลิตเส้นขนมจีนแป้งหมัก

1.2.1) การหมักข้าว โดยนำปลายข้าวมาล้างด้วยน้ำสะอาดปราศจากฝุ่น และสิ่งเจือปนใส่ข้าวในภาชนะสำหรับหมักข้าว ซึ่งทำด้วยไม้ไผ่สาน เช่น กระบุงหรือเข่ง หมักโดยการตั้งทิ้งไว้กลางแดด หรือในร่มถ้าหมักกลางแดดข้าวจะมีเป็นสีขาว ถ้าเอาไว้ในร่มจะได้ข้าวสีเหลืองอมส้ม ดินย กล่าวไว้ว่า จุลินทรีย์บางชนิดต้องการแสงแดดเพื่อใช้เป็นพลังงานในการสังเคราะห์สารที่จำเป็นต่อการดำรงชีพและเพื่อสังเคราะห์สีของเส้นขนมจีน นิยมหมักปลายข้าวเป็นเวลา 2 วัน ในระหว่างการหมักต้องล้างปลายข้าวทุกวัน ส่วนการผลิตระดับพื้นบ้านจะหมักปลายข้าวจนเปียกชุ่มและสามารถนวดได้โดยใช้มือโดยไม่ต้องมี การใช้ปลายข้าวหมักจะทำให้เปียกชุ่มเนื่องจากแป้งถูกไฮโดรไลซ์ได้ สารประกอบ Dextrin และ Maltose โดยเอนไซม์อะไมเลสซึ่งอยู่ในแป้งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา อัตราการเจริญของจุลินทรีย์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการหมักทุกชนิด โดยมีหลักการว่าการเจริญของจุลินทรีย์

นิตยา กล่าวว่า จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตขนมจีนแบ่งหมัก คือ แบคทีเรียกรดแลคติกที่เป็นสาเหตุของการหมักจะต้องเจริญได้ดีมีอัตราสูงกว่าการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสีย รวมทั้งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเกิดกลิ่น รสที่ไม่ต้องการ ดังนั้นการควบคุมสภาพการหมักต้องต่างๆ จึงนับเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งการเจริญของจุลินทรีย์โดยทั่วไปต้องการสารอาหารหลักจำพวก โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามินและเกลือแร่ การเจริญของแบคทีเรียจะสูงหรือต่ำนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณพลังงานที่แบคทีเรียจะได้รับจากสารอาหารพลังงานสูงก็จะทำให้การเจริญของเซลล์สูงในการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของแบคทีเรียต้องการสิ่งต่อไปนี้คือ น้ำ พลังงาน ไนโตรเจน คาร์บอน และเกลือ อนินทรีย์ จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความต้องการอาหารที่แตกต่างกัน ข้าวที่ผ่านการหมัก 2-3 วัน จะมีลักษณะทางกายภาพ และปริมาณโปรตีนของขนมจีนที่แตกต่างกัน

1.2.2) การม่หรือการบดปลายข้าวหมัก เมื่อหมักปลายข้าวครบสองวัน แล้วล้างปลายข้าวให้สะอาด นำไปบดด้วยม่หินที่หมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า หรือนำไปยี้ผ่านผ้าขาวที่ผูกไว้ที่ปากโอ่งขณะม่ใส่เกลือประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าว ถ้าข้าวเก่าจะใช้ประมาณ 4 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันไม่ให้แ่งเกิดการหมักก่อนขั้นตอนการนอนแ่ง

1.2.3) การนอนน้ำแ่ง น้ำแ่งที่ได้จากการม่หรือบดแล้วกรองด้วยผ้าขาวบางใส่ลงในโอ่งปล่อยทิ้งไว้ให้แ่งตกตะกอนนาน 1-2 วัน แล้วตักน้ำส่วนบนออก 2-3 ครั้ง ขั้นตอนนี้มีผลให้แ่งมีสีขาวและมีกลิ่นหมักน้อยลง โดยตักน้ำทิ้งทุกวันพร้อมใส่เกลือทุกครั้งที่เปลี่ยนน้ำ ในการผลิตระดับพื้นบ้านบางรายอาจนอนน้ำแ่งได้ถึง 1 เดือน แต่จะต้องเปลี่ยนน้ำทุกวันพร้อมใส่เกลือเพราะเกลือที่ใส่ลงไปจะไปควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ในการหมักไม่ให้เพิ่มมากขึ้นและเกลือยังเป็นตัวควบคุมสีของเส้นขนมจีนไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

1.2.4) การทับน้ำแ่ง การทับน้ำแ่งเป็นการกำจัดน้ำส่วนเกินออกไปโดยนำแ่งที่ได้จากการนอนน้ำ แ่งใส่ในถุงผ้าปิดแล้วผูกปากถุงด้วยเชือกให้แน่นทับด้วยของหนักไว้ 1 คืน แ่งที่ได้จากขั้นตอนนี้มีค่าความชื้น 42-44 เปอร์เซ็นต์

1.2.5) การนึ่งแ่ง แ่งที่ผ่านการทับน้ำแล้วจะเป็นก้อนแข็งเนื้อแ่งเกาะกันแน่น นำก้อนแ่งนี้ไปต้มหรือนึ่งให้สุกเฉพาะผิวรอบนอกต้มแ่งให้สุกเข้าไปประมาณ 1-2 เซนติเมตร ของก้อนแ่ง ถ้าใช้ข้าวสาร 1 ถัง เมื่อม่ข้าวเป็นแ่งแล้วจะผ่านการทับแล้ว การนำมาทำให้แ่งสุกนั้น แ่งจะสุกจากผิวเข้าไปประมาณครึ่งนิ้วในขั้นตอนนี้จะมผลต่อความเหนียวของแ่ง ขนมจีน ถ้าแ่งสุกมากหรือน้อยไปขนมจีนจะขาดได้ง่ายและไม่สามารถจับเป็นเส้นได้

1.2.6) การนวดแ่ง การนวดแ่งเป็นการผสมแ่งดิบและแ่งสุกที่ผ่านขั้นตอนการทำให้สุกเป็นบางส่วนเข้าด้วยกัน นอกจากนี้ยังทำให้เม็ดแ่งแตก ทำให้แ่งมีความเหนียวมากขึ้น การนวดแ่งอาจนวดด้วยมือหรือนวดด้วยเครื่องนวดให้เข้ากันดี ถ้าแ่งแห้งเกินไปให้เติมน้ำลงไปขั้นตอนนี้อาจเรียกว่า “การโน้มแ่ง” แ่งที่นวดแล้วจะมีความชื้น 70-75 เปอร์เซ็นต์

1.2.7) การกรองแป้ง เนื่องจากการนวดแป้งไม่สามารถทำให้แป้งแตกออกได้หมด บางส่วนยังมีเม็ดเล็กๆ ปนอยู่จะต้องกรองแป้งผ่านผ้าขาวบางเพื่อให้แป้งที่ผ่านการกรองมีความละเอียดสม่ำเสมอได้สะดวก

1.2.8) การโรยเส้นขนมจีน การโรยเส้นขนมจีนอาจทำได้หลายวิธี ถ้าเป็นการผลิตแบบพื้นบ้านมักใช้แวนหรือเฟือง แวนมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะกลม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว เจาะรูเล็กๆ ตามขนาดที่ต้องการเติมผิวหน้าของโลหะวางแผ่นโลหะกลมตรงกลางผืนผ้าซึ่งเจาะเป็นวงกลมขนาดเดียวกับแผ่นโลหะแล้วเย็บตรึงขอบแผ่นโลหะติดกับผ้า เมื่อใส่แป้งขนมจีนลงในแวนแล้วต้องรวบปลายผ้าให้เข้ากัน ใช้อีกมือหนึ่งบีบเพื่อให้แป้งผ่านรูเล็กๆ ลงไปบนกระทะที่ต้มน้ำร้อนไว้รอเป็นวงกลมพยายามอย่าให้เส้นขาด

1.2.9) การจับเส้นขนมจีน จับเส้นขนมจีนที่แช่อยู่ในน้ำ วิธีจับเส้นขนมจีน ทำโดยใช้มือจับขนมจีนขึ้นมาจากน้ำ เรียงเส้นขนมจีนให้เป็นเส้นซ้อนกันโดยให้เรียงกันประมาณ 7-8 เส้น แล้วพันเส้นขนมจีน ที่นิ้วชี้หรือนิ้วหัวแม่มือ ให้เส้นขนมจีนห้อยลงมาตามขนาดของจับที่ต้องการวางขนมจีนในลักษณะคว่ำมือลงในภาชนะ ทิ้งให้สะเด็ดน้ำแล้วนำมารับประทานได้

2) ขนมจีนแป้งสด ใช้วิธีการผสมแป้ง ขนมจีนแป้งสดเส้นจะมีขนาดใหญ่กว่าขนมจีนแป้งหมัก เส้นมีสีขาว อุ่มน้ำมากกว่า ตัวเส้นนุ่ม แต่จะเหนียวน้อยกว่าแป้งหมัก วิธีทำจะคล้ายๆกับขนมจีนแป้งหมัก แต่จะทำงานง่ายกว่าเพราะไม่ต้องแช่ข้าวหลายวัน และได้เส้นขนมจีนที่มีสีขาว น่ากิน การเลือกซื้อขนมจีนแป้งสด ควรเลือกที่ทำใหม่ๆ เส้นจับวางเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ เส้นขนมจีนไม่ขาด ตมดูไม่มีกลิ่นเหม็นแป้ง ไม่มีเมือก ขนมจีนแป้งสดจะเก็บได้ไม่นาน ควรนำมาทานก่อนกิน

ช่องทางการจัดจำหน่ายแบบออนไลน์ (Online Channel)

จัดเป็นการนำเสนอผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลางที่ช่วยในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ประกอบการกับลูกค้า ปัจจุบันสังคมออนไลน์เป็นเครื่องมือส่งผ่านข้อมูลที่สำคัญ และผลักดันให้ผู้บริโภคหันมา ศึกษาข้อมูลสินค้าผ่านทางอินเทอร์เน็ตมากขึ้น จนเกิดความนิยมสั่งซื้อสินค้าผ่านทางอินเทอร์เน็ต อย่างแพร่หลายที่เรียกว่า “E-commerce” ดังนั้นธุรกิจจึงจำเป็นต้องมีช่องทางการจัดจำหน่ายแบบออนไลน์เกิดขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว สามารถซื้อขายได้ทุกที่ทุกเวลา นอกจากนี้ยังจัดเป็นช่องทางในการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับลูกค้าเพื่อสร้างความภักดีต่อแบรนด์ สินค้าได้อีกทางหนึ่งด้วย

แนวคิดเทคโนโลยี

เทคโนโลยี (Technology) มาจากภาษากรีก 2 คำ คือ Techne and Logos คำว่า Techne หมายถึง ทักษะหรืองานฝีมือที่จำ เป็นในการสร้างหรือการผลิตบางสิ่งบางอย่าง ส่วน Logos หมายถึง การวิจารณ์ การพิจารณา หรือความรู้ ดังนั้นเทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ในการสร้าง หรือผลิตบางสิ่งบางอย่าง พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542:538) ได้ให้ความหมายของ เทคโนโลยีไว้ว่า

วิทยาการที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและ อุตสาหกรรม ส่วน (Websters, 1994) ได้ให้ความหมายของคำว่าเทคโนโลยีไว้ว่า การใช้วิทยาศาสตร์ เพื่อวัตถุประสงค์ทางด้านอุตสาหกรรมและพาณิชย์กรรม (Galbraith, 1967) ได้ให้ความหมายของคำว่า เทคโนโลยีไว้ว่า เทคโนโลยีเป็นการใช้อย่างเป็นระบบของวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือความรู้ต่างๆ ที่รวบรวมไว้มาใช้อย่างเป็นระบบเพื่อนำไปสู่ผลในทางปฏิบัติ (Karntip, 2009) เทคโนโลยียัง หมายความว่ารวมถึงความรู้ กระบวนการ เครื่องมือ วิธีการ และระบบต่างๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อประโยชน์ต่อ การดำรงชีวิต ตลอดจนแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือหรือเทคนิคที่ถูกนำไปใช้ในสังคม เพื่อสร้างความยั่งยืน โดยเทคโนโลยีจะทำให้เกิดความสามารถในการปัญหาการใช้เทคโนโลยีจะช่วยให้ เราสามารถลด ข้อจำกัดต่างๆได้ (Akbarzadeh & Pasek, 2008) เทคโนโลยีเป็นการรวบรวมเอา ทักษะทางด้านการปฏิบัติการหรือความเชี่ยวชาญ ที่เกี่ยวข้องเข้ากับการจัดการกระบวนการและ ผลิตภัณฑ์ จึงช่วยทำให้เกิดประสิทธิภาพและความ รวดเร็วในการดำเนินงาน (Kaufmann & Roessing, 2005)

เนื่องด้วยเทคโนโลยีนั้นมีความซับซ้อนและสามารถมองได้หลากหลายมิติ อีกทั้ง ยังมีผู้นิยาม ความหมายของเทคโนโลยีไว้มากมาย ทั้งนี้จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เทคโนโลยี คือ การประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ความเชี่ยวชาญ และ ประสบการณ์ที่ สัมผัสมา เพื่อให้เกิดประโยชน์และบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ได้วางไว้ โดยเทคโนโลยีนั้น สามารถที่จะ ถูกถ่ายทอดจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้

แนวคิดเรื่องการถ่ายทอดเทคโนโลยี การถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นการประยุกต์เทคโนโลยีที่ แตกต่างออกไปผู้ใช้งานเดิม หรือเทคโนโลยีใหม่สำหรับผู้ใช้กลุ่มใหม่ ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนา เทคโนโลยีสำหรับวัตถุประสงค์ใด วัตถุประสงค์หนึ่ง (Perkins, 1993) การถ่ายทอดเทคโนโลยี คืองาน ที่สนับสนุนเพื่อก่อให้เกิดนวัตกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศ การดำเนินงาน ทางด้านการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการบริการ เป็นการทำให้ผลงานต่างๆ ที่ได้รับการวิจัยและ พัฒนา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล ตลอดจนสามารถ ตอบสนองได้ตรงตาม วัตถุประสงค์ของการทำการวิจัยและพัฒนานั้นๆ (สวทช, 2555) การถ่ายทอด เทคโนโลยี หมายถึงกระบวนการที่นำเทคโนโลยี หรือองค์ความรู้ จากที่หนึ่งไปยังที่อื่น เพื่อพัฒนา เทคโนโลยีให้แก่พื้นที่นั้น การนำความรู้ที่ได้ไปใช้เกิดประโยชน์ เช่น ลดต้นทุน แก้ไขปัญหา และ พัฒนาองค์กร (กัลยา อุดมวิทิต, 2552) การถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transfer) เกิดจาก การพัฒนาเทคโนโลยี ใดๆ แล้วมีการถ่ายทอด แพร่กระจายเพื่อนำไปใช้ต่อ (Roberts, 1991) การ ถ่ายโอนความรู้หรือเทคโนโลยี เป็นการเคลื่อนย้ายความรู้จากบุคคลเดียว หรือกลุ่มบุคคลเดียวไปยัง บุคคลอื่น หรือกลุ่มอื่นๆ โดยเมื่อมีการถ่ายโอนความรู้แล้ว จะทำให้ความรู้ ทั้งผู้ที่ถ่ายโอนความรู้และ ผู้รับโอนความรู้นั้นเพิ่มเติมมากขึ้น (Kogut and Zander, 1992; Doz, 1996; Argote and Ingram,

2000; Newman and Conrad, 1999; Major and Cordey-Hayes, 2002) ในทางตรงกันข้าม ถ้าหากผู้ถ่ายโอนความรู้ยังมีความยึดติดแน่น (Stickiness) ในความรู้มาก ทำให้กระบวนการถ่ายโอนและวิธีการในการถ่ายโอนความรู้นั้นขาดประสิทธิภาพ (Szulanski, 1996) ทั้งนี้ในองค์การนั้นจึงต้องมีการสร้างสิ่งสนับสนุนทางด้านสภาพแวดล้อมเช่น มีการกำหนดวิสัยทัศน์ และค่านิยมให้สอดคล้องกับการถ่ายโอน (Quinn, Anderson, & Finkelstein, 1996) โดยที่มี กระบวนการที่เกิดขึ้นจากการได้รับความรู้ และนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์โดยปรับปรุงให้ดีขึ้น เพื่อให้เกิดความรวดเร็วและทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานได้มากที่สุด (Liao & Hu, 2007; Liyanage et al, 2009)

ผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยี ผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยี (Technology Transferors) คือผู้สร้างเทคโนโลยี ผู้เผยแพร่เทคโนโลยีออกมา หรือผู้ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดเทคโนโลยี (Malik, 2002) โดยผู้ถ่ายทอด เทคโนโลยีนั้นอาจเป็นผู้จำหน่าย มหาวิทยาลัย แผนกวิจัยและพัฒนาในองค์กรของรัฐบาล/โรงงาน อุตสาหกรรม ผู้นำเทคโนโลยีไปใช้ หรือผู้กระจายเทคโนโลยีก็ได้ ทั้งนี้ ผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีจะต้อง จัดเตรียมข้อมูลและวัตถุดิบพื้นฐาน รวมทั้งการร่างข้อตกลงต่างๆ แล้วทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้นๆ ไปยังผู้รับเทคโนโลยี ซึ่งบทบาทของผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้นมีหน้าที่ในแง่ของการธุรกิจและการ ช่วยเหลือผู้ใช้เทคโนโลยี (Buxton & Malcolm, 1991) 2.2.2.2 ผู้รับเทคโนโลยี ผู้รับเทคโนโลยี (Technology Transferees) คือ ผู้ที่เลือกใช้เทคโนโลยี ใหม่ (Malik, 2002) ผู้ที่นำเทคโนโลยีไปใช้งาน หรือผู้ที่ได้รับประโยชน์จากการถ่ายทอดเทคโนโลยี (Thorne, 2008) โดยผู้รับเทคโนโลยีอาจเป็นผู้รับจ้าง ผู้รับเหมา หรือผู้ที่ให้การสนับสนุนการสร้าง เทคโนโลยีก็ได้ ทั้งนี้ ผู้รับเทคโนโลยีจะต้องเรียนรู้และหาประโยชน์จากเทคโนโลยี รวมถึงต้องทำความเข้าใจกับผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีในการที่จะพัฒนาหรือกระจายเทคโนโลยีต่อไปด้วย (Kingsley et al., 1996) ทั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นแหล่งกำเนิดของเทคโนโลยีและ องค์ความรู้ ส่วนผู้รับเทคโนโลยีเป็นผู้ที่อยู่ปลายทาง ซึ่งทำหน้าที่รับเทคโนโลยีและองค์ความรู้จากผู้ ถ่ายทอดเทคโนโลยี (Yamakami & Suzuki, 2008) โดยความสัมพันธ์ระหว่างผู้ถ่ายทอดเทคโนโลยี และผู้รับเทคโนโลยี

จากบทความข้างต้น เทคโนโลยีประกอบกันขึ้นจากหลายองค์ประกอบ และมี ความซับซ้อนในตัวของมันเอง ดังนั้นการที่จะถ่ายทอดเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพได้นั้น จึงต้องทำความเข้าใจกับความหมายและกระบวนการเสียก่อน ซึ่งความหมายของการถ่ายทอดเทคโนโลยีนั้น ในต่างประเทศได้มีผู้ให้คำจำกัด ความไว้มากมาย โดยรวมอาจพอสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการที่ยินยอม ให้เทคโนโลยีเคลื่อนย้ายออกจากแหล่งผลิต ไปสู่ผู้รับ(Transferee) ซึ่งแหล่งผลิตเทคโนโลยีในที่นี้ หมายถึง เจ้าของ (Transferor) หรือผู้ที่ถือความรู้เอาไว้ในขณะที่ผู้รับคือ ผู้ที่จะได้รับประโยชน์บางอย่างจากความรู้นั้น

รูปแบบของเทคโนโลยีที่ถูกถ่ายทอด เทคโนโลยีที่ถูกถ่ายทอดนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบหลักๆ (Harris, 2004: Nahar et al., 2006: Saad et al., 2002) ดังนี้

1. เทคโนโลยีที่เป็นวัตถุดิบที่ต้องได้ ประกอบด้วย วัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบ พิมพ์เขียว เครื่องจักร และอุปกรณ์
2. เทคโนโลยีที่เป็นการใช้วัตถุดิบเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ เช่น วิธีการออกแบบระบบการควบคุม ธุรกิจ รวมถึงแนวทางที่จำเป็นในการสร้างความสามารถที่ต้องการ
3. เทคโนโลยีที่เป็นความรู้ความเข้าใจในการใช้วัตถุดิบๆ ความชำนาญของวิศวกร ความรู้ความชำนาญทางด้านผลิตภัณฑ์ ความรู้ความชำนาญทางด้านกระบวนการ และความรู้ความชำนาญทางการจัดการ ทั้งนี้ เทคโนโลยีจะประกอบไปด้วยตัวแปร 4 ตัวที่สำคัญและมีความเกี่ยวเนื่องกัน (Khalil, 2000) ได้แก่

1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นโครงสร้างทางฟิสิกส์และการออกแบบงานทาง ลอจิกของ อุปกรณ์หรือเครื่องจักร เพื่อใช้ในการสร้างงานที่ต้องการ

2. ซอฟต์แวร์ (Software) เป็นการนำความรู้ไปใช้ในฮาร์ดแวร์เพื่อให้ได้งาน ตามที่ต้องการ (Yamakami & Suzuki, 2008)

3. เบรนแวร์ (Brainware) เป็นการวิเคราะห์เหตุผลในการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้ ในการ ปฏิบัติการ

4. ความเชี่ยวชาญ (Know-How) เป็นการนำเอาความรู้หรือทักษะทางเทคนิคไป ปฏิบัติการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความเชี่ยวชาญเกิดจากประสบการณ์ การถ่ายทอดความรู้ และการ ลงมือ ปฏิบัติ คนทั่วไปจะได้รับความเชี่ยวชาญทางด้านทักษะจากการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบ จากการฝึกอบรม หรือจากการทำงานที่ใกล้ชิดกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้นๆ มนุษย์จะเป็นผู้นำเอา ความรู้ไปประยุกต์ใช้และสร้างสรรค์ให้เกิดเป็นสินค้าและ บริการ รวมถึงใช้ในการปรับปรุง ประสิทธิภาพการทำงาน ซึ่งจะช่วยให้องค์กรสามารถใช้ทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด โดยเทคโนโลยีนั้นยังสามารถจำแนกได้หลายระดับ (Khalil, 2000) ดังต่อไปนี้

- เทคโนโลยีใหม่ (New Technology) เป็นเทคโนโลยีที่เพิ่งถูกนำเสนอและมี ผลต่อวิธีการ ผลิตและการบริการในองค์กรอย่างเด่นชัด เช่น คอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่ถูกสร้างเพื่อ ใช้แทนการ เขียนแบบงานวิศวกรรมในแบบเดิม เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีใหม่จะส่งผลต่อการพัฒนาผลผลิต นอกจากนี้ เทคโนโลยีใหม่ๆ ยังสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา หากมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีไปสู่สถานที่ ใหม่เป็นครั้งแรก แม้ว่าเทคโนโลยีนั้นจะถูกพัฒนาขึ้นมาเป็นเวลานานแล้วก็ตาม

- เทคโนโลยีต้นแบบ (Emerging Technology) เป็นเทคโนโลยีที่ยังไม่ สามารถนำออกมาใช้ ในเชิงพาณิชย์ได้ แต่เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการสร้างอุตสาหกรรมใหม่ๆ หรือทำสิ่งที่ดูล้าสมัยแล้วให้

กลับมาดำรงอยู่ได้ เทคโนโลยีต้นแบบนี้ยังนับเป็นตัวกระตุ้นสำคัญที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในสังคม ตัวอย่างเช่น วิศวกรรม และนาโนเทคโนโลยี (Nanotechnology) เป็นต้น

- เทคโนโลยีขั้นสูง (High Technology) เป็นเทคโนโลยีระดับสูงที่ถูกนำไปใช้ กับการผลิตในอุตสาหกรรมรูปแบบต่างๆ ซึ่งองค์กรที่ถูกจัดให้มีเทคโนโลยีระดับสูง จะต้องมีความสมบัติ คือ มีการจ้างแรงงานที่มีระดับการศึกษาสูงและพนักงานส่วนมากเป็นนักวิทยาศาสตร์และวิศวกร อีกทั้งยังต้องมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีรวดเร็วกว่าอุตสาหกรรมประเภทอื่น รวมถึงมีการใช้เทคโนโลยีทางด้านนวัตกรรม และมีการวิจัยและพัฒนาในระดับสูง คือ มีอัตราสูงเป็น 2 เท่าโดยเฉลี่ยของอุตสาหกรรมทั่วไป ตลอดจนจะต้องมีศักยภาพในการใช้เทคโนโลยีอีกด้วย

- เทคโนโลยีระดับกลาง (Medium Technology) คือเทคโนโลยีที่อยู่ระหว่างขั้นสูงกับขั้นต่ำ สามารถเปลี่ยนแปลงระดับทางเทคโนโลยีได้ โดยทั่วไปจะพบในอุตสาหกรรมผลิต รถยนต์ และสินค้าอุปโภคบริโภค

- เทคโนโลยีระดับต่ำ (Low Technology) เป็นเทคโนโลยีที่มีอยู่มากที่สุดใน สังคม และมีการนำไปใช้กับอุตสาหกรรมหลายแขนง อันมีความสมบัติต่อไปนี้คือ พนักงานมีระดับของ ทักษะหรือการศึกษาต่ำ ปฏิบัติงานด้วยมือหรือระบบกึ่งอัตโนมัติ มีอัตราการค้นคว้าวิจัยในระดับต่ำ กว่าระดับเฉลี่ย มีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีในองค์กรน้อยมาก และผลผลิตที่ออกมา มักอยู่ในรูปของพื้นฐานของมนุษย์ เช่น อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และบริการขั้นพื้นฐาน

- เทคโนโลยีระดับที่เหมาะสม (Appropriate Technology) เป็นเทคโนโลยีที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบระดับขั้นทางเทคโนโลยีตามสภาพหรือสถานการณ์ต่างๆได้อย่างเหมาะสม (ภควัต บุญห่อ, 2559)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สิริชัย (2543) ได้พัฒนากรรมวิธีการผลิตเส้นขนมจีนแห้งกึ่งสำเร็จรูป โดยการคัดเลือกชนิดของข้าวแล้วนำไปหมัก บด แยก นำแป้งขึ้นมาผสมกับน้ำ นึ่งให้สุก นวดแป้งและนำไปอัดเป็นเส้นด้วยเครื่องอัดไฮดรอลิก จากนั้นนำไปอบแห้ง ผลิตรสชาติที่ได้สามารถคืนรูปในน้ำเดือดในเวลา 7-10 นาที ต่อมาในปี 2547 จึงได้หาแนวทางผลิตเพื่อลดเวลาการคืนรูปเส้นขนมจีนให้เร็วขึ้นด้วยการเปลี่ยนอัตราส่วนของน้ำในการผสมแป้งหมักขนมจีนแห้งผสมสารไฮดรอกอลลอยด์ในปริมาณที่เหมาะสมเพิ่มขึ้นตอนการแช่แข็งและการละลายน้ำแข็งแล้วจึงนำไปอบแห้งแบบถาด พบว่าอัตราส่วนของน้ำ:แป้งแห้ง:ไฮดรอกอลลอยด์ ที่เหมาะสมคือ 90:100:3 วิธีนี้สามารถลดเวลาการคืนรูปลงเหลือ 3 นาที โดยการต้มในน้ำเดือดเส้นขนมจีนแห้งกึ่งสำเร็จรูปคืนรูปเร็วที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกับเส้นขนมจีนที่ขายตามท้องตลาด

พิสุทธิ (2544) ได้ทำการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิและความเร็วลมต่อজনপলাসসসและการใช้พลังงานในการอบแห้งเส้นก๋วยเตี๋ยว จากการศึกษพบว่าอุณหภูมิมีผลกระทบต่อการอบแห้งมากกว่าความเร็วลม และความเร็วลมไม่มีผลกระทบในช่วงปลายของการอบแห้ง การอบแห้งเกิดขึ้นในช่วงการอบแห้งลดลง ในด้านผลของสภาวะอบแห้งต่อคุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่า อุณหภูมิและความเร็วลมไม่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัส ค่าความขาว และการดูดซึมน้ำในระหว่างการต้ม แต่เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 °C มีปริมาณเนื้อแป้งที่สูญเสียในระหว่างการต้มมากกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 85 °C อย่างมีนัยสำคัญ ในส่วนของการใช้พลังงานของการอบแห้งเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่าการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวแห้งโดยใช้อุณหภูมิสูงและความเร็วลมต่ำจะใช้พลังงานจำเพาะในการอบแห้งต่ำ จากงานวิจัยนี้ สรุปได้ว่า การอบแห้งเส้นก๋วยเตี๋ยวที่อุณหภูมิสูงและความเร็วลมต่ำใช้เวลาในการอบแห้งสั้น ให้คุณภาพเส้นก๋วยเตี๋ยวดี และใช้พลังงานในการอบแห้งต่ำ

อนุกุล (2544) ได้ทำการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาขนมจีนจากขนมจีนสดเป็นขนมจีนแห้งถึงสำเร็จรูป โดยมีกรรมวิธีการผลิตดังนี้ การทำความสะอาดปลายข้าวเจ้า การแช่และหมักข้าวการบดข้าวพร้อมน้ำจนได้เป็นน้ำแป้ง กรองแป้ง ผสมแป้ง และน้ำในปริมาณที่เหมาะสม นึ่งแป้งให้สุกนวดผสม ขึ้นรูปเส้นขนมจีน และจัดรูปร่างเส้นเป็นเส้นตรง หรือก่อนสีเหลี่ยม แล้วอบแห้ง พันธุ์ข้าวที่เหมาะสมในการทำเส้นขนมจีน ได้แก่ พันธุ์ข้าวที่มีปริมาณ แอมิโลส สูงกว่าร้อยละ 25 การหมักข้าวจะทำให้เส้นขนมจีนมีความเหนียวนุ่ม และใสมากขึ้น ระยะเวลาในการหมักข้าวที่เหมาะสม คือ 3 – 4 วัน ปริมาณน้ำที่ใช้ในการนึ่งแป้งให้สุก คือ ร้อยละ 20 ของน้ำหนักแป้งขึ้นสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งเส้นขนมจีนแบบเส้นตรง คือ ใช้อุณหภูมิ 75 °C นาน 45 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 °C นาน 15 นาที วิธีการบริโภคโดยแช่ขนมจีนแห้งในน้ำ 5 นาที แล้วต้มในน้ำเดือด 5 นาที หรือต้มในน้ำเดือดทันที 8 นาที

ภัทรพร (2554) ได้ทำการศึกษาผลของกรรมวิธีการหมักต่อปริมาณสารกาบาและคุณภาพแป้งหมักขนมจีนหมักและขนมจีนแห้ง ได้มีการทดลองกรรมวิธีการหมัก 6 วิธี ได้แก่ หมักข้าวแบบแช่น้ำ หมักข้าวแบบแห้ง หมักแป้งแบบแช่น้ำ หมักแป้งแบบแห้ง หมักข้าวแบบแช่น้ำร่วมกับหมักแป้งแบบแห้ง และหมักข้าวแบบแห้งร่วมกับหมักแป้งแบบแช่น้ำ โดยทำการทดลองที่อุณหภูมิห้องจากผลการทดลอง พบว่า วิธีหมักข้าวแบบแช่น้ำร่วมกับหมักแป้งแบบแห้งมีปริมาณสารกาบามากที่สุด และมากกว่าวิธีอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยพบปริมาณสารกาบาในแป้งหมักขนมจีน 25.63 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง หลังจากนั้นจึงหาสภาวะที่เหมาะสมในการหมักโดยควบคุมอุณหภูมิและเวลาในการหมักข้าวแบบแช่น้ำให้คงที่ ที่ 30 °C เป็นเวลา 3 วัน โดยพบปริมาณสารกาบาในแป้งหมักขนมจีน 36.82 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง หลังจากทำเป็นขนมจีนแห้ง พบว่ามีปริมาณสารกาบาลดลงเท่ากับ 10.70 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง สภาวะที่

เหมาะสมในการผลิตขนมจีนแห้งให้มีปริมาณสารกาบาสูง สี และเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค คือช่วงอุณหภูมิในการหมักแป้งแบบแห้ง 33.7-42.5 °C เป็นเวลา 2-4 วัน สำหรับขนมจีนหมัก พบว่ามีปริมาณสารกาบา .74 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง ความขาว 84.01 และความแน่น เนื้อ 0.68 นิวตัน ขนมจีนหมักและขนมจีนแห้งที่ผลิตได้มีปริมาณสารกาบาสูง เนื้อนุ่ม มีกลิ่นแป้งหมักเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคไม่ต่างจากขนมจีนที่ผลิตตามท้องตลาด

Sharoba และคณะ (2013) ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้กากส้ม กากแครอท เปลือกมันฝรั่ง และเปลือกถั่วลิ้นเตา ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมอาหาร เป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตผงเส้นใยอาหารและความเป็นไปได้ของการผลิตเค้กสำหรับคนอ้วนหรือน้ำหนักเกินและเป็นเบาหวาน ฟิสิกส์เคมี ประเมินคุณสมบัติของผงใยอาหารก่อน ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณเส้นใย องค์ประกอบ และคุณสมบัติความชุ่มชื้น (ความจุน้ำและน้ำมันและความสามารถในการบวม) ของผงไฟเบอร์ ในอาหารบางอย่างผลพลอยได้จากการแปรรูป กากส้ม กากแครอท เปลือกมันฝรั่ง และเปลือกถั่วลิ้นเตา เป็นแหล่งของเส้นใยที่อุดมสมบูรณ์ ผลพลอยได้ของ กากส้ม กากแครอท เปลือกมันฝรั่ง และเปลือกถั่วลิ้นเตา ถูกแทนที่ด้วยแป้งสาลี (72%) ที่ระดับ 5, 10, 15 และ 20% และศึกษาลักษณะทางการดูดซึมน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญด้วยผลพลอยได้ที่เพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 20% ความคงตัวของแป้งและแป้งการพัฒนามีเพิ่มขึ้น ความต้านทานต่อค่าส่วนขยายเพิ่มขึ้นอย่างมาก ในขณะที่ค่าความสามารถในการขยายลดลง เค้กที่ใช้ไฟเบอร์แทนการผลิตได้ลดแคลอรีลง เค้กถูกเตรียมจากส่วนผสมของแป้งสาลี (72%) กับผลพลอยได้จากผักและผลไม้ 5, 10, 15 และ 20% ปริมาณเค้กลดลงด้วยเพิ่มปริมาณผลไม้และผักผลพลอยได้จาก 0 เป็น 20% เค้กที่เตรียมจากผลพลอยได้ 20% กากส้ม กากแครอท เปลือกมันฝรั่ง และเปลือกถั่วลิ้นเตา มีอัตราส่วนใยอาหารสูงกว่า การประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าเค้กทดแทนเส้นใยสูงทั้งหมด ตัวอย่างมีค่าต่ำกว่าตัวอย่างเค้กควบคุมในทุกลักษณะทางประสาทสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นตัวอย่างเค้กที่เตรียมด้วยกากส้มและกากแครอท 5 และ 10% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับกลุ่มควบคุมเค้ก อย่างไรก็ตาม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตัวอย่างเค้กที่มีแหล่งไฟเบอร์ชนิดเดียวกัน ที่ระดับการทดแทน 5, 10, 15 และ 20% คะแนนสูงสุดและต่ำสุดในแหล่งไฟเบอร์ชนิดเดียวกัน สำหรับแอตทริบิวต์ทั้งหมดทำได้โดยตัวอย่างเค้กที่มีแหล่งไฟเบอร์ที่ระดับการทดแทน 5 และ 20% ตามลำดับ พื้นผิวคุณสมบัติของเค้กได้รับผลกระทบจากระดับการทดแทนของแหล่งไฟเบอร์ ผลการวิจัยพบว่า กากส้ม กากแครอท เปลือกมันฝรั่ง และเปลือกถั่วลิ้นเตาสามารถเป็นแหล่งใยอาหารที่ดี

สุปรียา (2564) ได้ทำการศึกษาการผลิตโยอาหารจากผลิตผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์ผลิตผลพลอยได้ และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ การศึกษาผลิตผลพลอยได้ จำนวน 7 ชนิด คือ กากมะพร้าวจากการคั้นน้ำกะทิ และสกัดน้ำมันแล้ว รำเมล็ดเดือย เปลือกเมล็ดเดือย เปลือกข้าวโพด ชังข้าวโพด เปลือกสับปะรด และแกนสับปะรด คัดเลือกผลิตผลพลอยได้ที่มีปริมาณเส้นใยสูง คือ กากมะพร้าว เปลือกเมล็ดเดือย เปลือกข้าวโพด และชังข้าวโพดที่มีปริมาณเส้นใย 34.99, 43.14, 22.03 และ 23.88% ตามลำดับ จากนั้นนำไปสกัด โยอาหารด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้องและน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 95°C แล้วอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 °C กากมะพร้าวสกัดด้วยน้ำและน้ำร้อน เปลือกข้าวโพดที่สกัดด้วยน้ำและน้ำร้อนมีความสามารถในการ อุดมน้ำ 14.98, 17.61, 13.36 และ 15.46 กรัม น้ำต่อกรัมโยอาหาร ตามลำดับ ความสามารถในการ อุดมน้ำมัน 6.65, 6.40, 6.70 และ 4.78 กรัม น้ำมันต่อกรัมโยอาหาร ตามลำดับ และมีปริมาณโย อาหารที่บริโภคได้ทั้งหมด 78.36, 79.68, 87.19 และ 85.51% ตามลำดับ หลังจากนั้นนำกาก มะพร้าวที่สกัดด้วยน้ำและน้ำร้อน เปลือกข้าวโพดที่สกัดด้วยน้ำและน้ำร้อนมาสกัดแยกแ่่งและ โปรตีนด้วยเอนไซม์อัลฟาอะไมเลสปริมาณ 1% โดยน้ำหนัก และเอนไซม์โปรติเอส 0.1% โดยน้ำหนัก โยอาหารที่ได้จากกากมะพร้าวที่สกัดด้วยด้วยน้ำและน้ำร้อน โยอาหารที่ได้จากเปลือกข้าวโพดที่สกัด ด้วยน้ำและน้ำร้อนมีปริมาณโปรตีนลดลง และมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้น คือ 38.59, 37.34, 34.17 และ 34.05% ตามลำดับ แต่มีความสามารถในการอูดมน้ำลดลงคือ 8.96, 8.46, 6.58 และ 6.27 กรัมน้ำต่อ กรัมโยอาหาร ตามลำดับ และนำโยอาหารทั้ง 4 ชนิดมาสกัดด้วยเอทานอลอัตราส่วน 1:10 ปั่นผสม เป็นเวลา 2 นาที โยอาหารที่ได้จากกากมะพร้าวที่สกัดด้วยด้วยน้ำและน้ำร้อน โยอาหารที่ได้จาก เปลือกข้าวโพดที่สกัดด้วยน้ำและน้ำร้อนมีความสามารถในการอูดมน้ำ 11.43, 9.47, 6.79 และ 6.71 กรัมน้ำต่อกรัมโยอาหาร แล้วนำโยอาหารที่ได้จากกากมะพร้าวที่สกัดด้วยด้วยน้ำและน้ำร้อนที่มี ความสามารถในการอูดมน้ำสูงมาเติมในน้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันงาคุดในปริมาณ 0.3 และ 0.5% โดย น้ำหนัก ซึ่งผู้บริโภคยอมรับให้มีการเติมโยอาหารปริมาณ 0.3% โดยน้ำหนัก และยอมรับน้ำมันถั่ว เหลืองที่มีการเติมโยอาหารที่ได้จากกากมะพร้าวที่สกัดด้วยน้ำมากที่สุด ที่มีปริมาณโยอาหารที่บริโภค ได้ทั้งหมด 0.64%

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุดิบ

ผักกาดขาว
กะหล่ำปลี
ผักกวางตุ้ง
มะเขือเปราะ
แป้งหมักขนมจีน ตรามะขามทอง
น้ำ

อุปกรณ์

อ่างผสม
มีด
เขียง
เครื่องชั่งตวงวัด 2 ตำแหน่ง
เครื่องปั่นไฟฟ้า
ถาด ขนาด 30 x 40 เซนติเมตร
แผ่นรองอบเพฟลอน
ตู้อบลมร้อน
ตะแกรงขนาด 30 mesh
ถุงฟอยด์ซีปล็อก
หม้ออะลูมิเนียม
พิมพ์กดเส้นขนมจีน
กระชอน
ถุงซีลสุญญากาศ

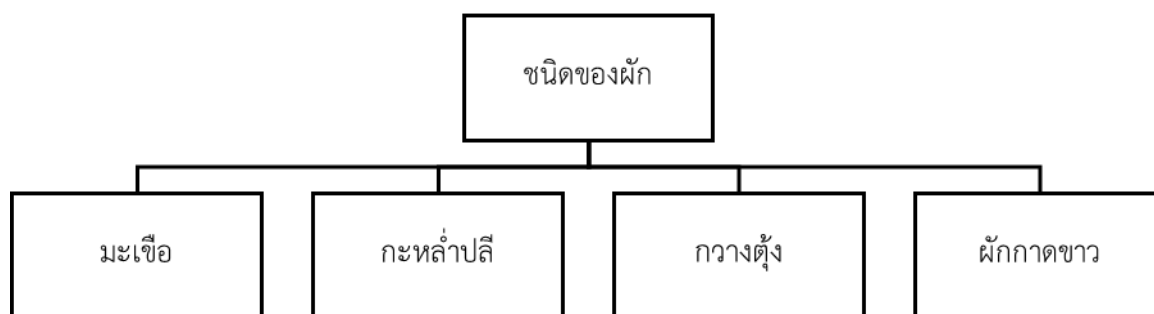
อุปกรณ์ในการประเมินค่าทางประสาทสัมผัส

- ตัวอย่างอาหารที่ใช้ทดสอบ
- ถาดใส่อาหาร
- แก้วน้ำ
- ดินสอ หรือปากกา
- แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic Scaling Test (ภาคผนวก ข)

วิธีการทดลอง

1. คัดเลือกชนิดของผลผลิตทางการเกษตรที่เหลือทิ้งวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารที่มีปริมาณสูง

การศึกษาคูณภาพทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของผักอบแห้ง โดยการเตรียมผัก 4 ชนิด คือ ผักกาดขาว กะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง และมะเขือเปราะ มีวิธีการเตรียมแสดงดังภาพที่ 1



Method:



ภาพที่ 1 วิธีทำผักผงบอบแห้ง

ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร, 2567

นำมาคำนวณร้อยละผลผลิตของฝักอบแห้ง Yield (%) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ค่าสี (L^* a^* b^*) ค่าความชื้น (Moisture content) และค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; a_w)

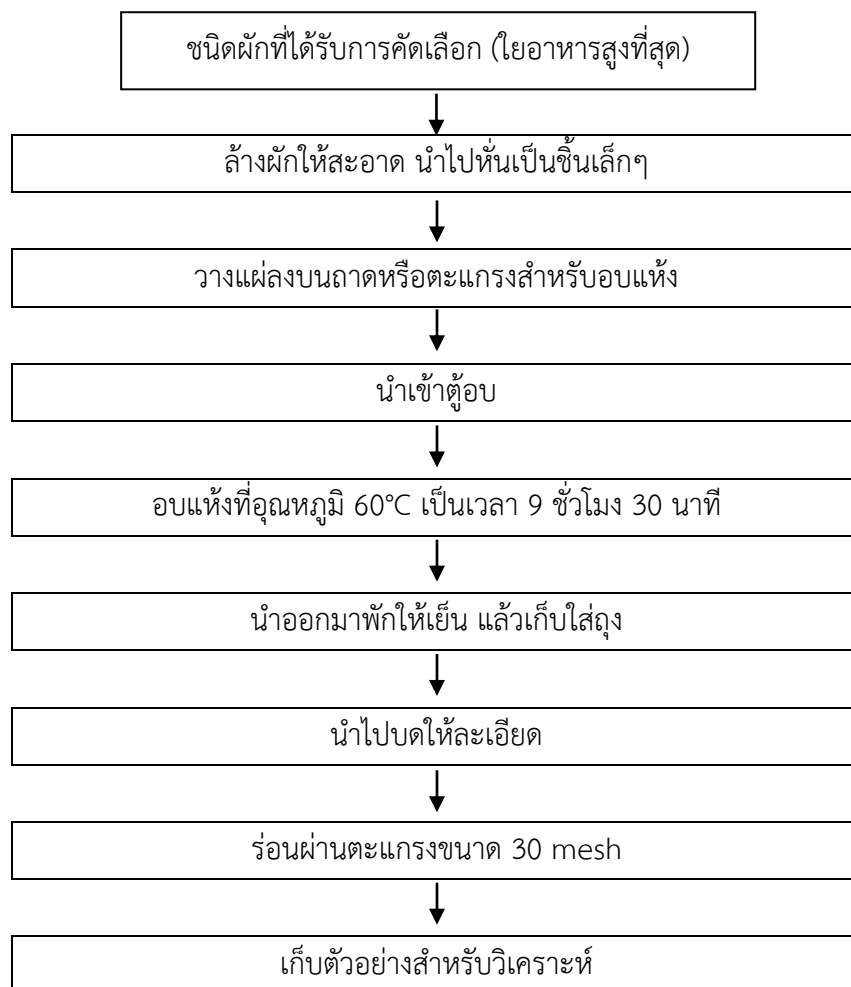
วิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Dietary Fiber ; AOAC Method 991.42) ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble Dietary Fiber ; AOAC Method 993.19) ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (Total Dietary Fiber ; AOAC Method 985.29) (AOAC, 2016)

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ทั้งหมดของฝักทั้ง 4 ชนิด นำมาคัดเลือกชนิดที่เหมาะสมที่สุดในการใช้ใยอาหารมาเสริมในผลิตภัณฑ์ตามขั้นตอนต่อไป

2. ผลิตใยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรเหลือทิ้ง และพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง

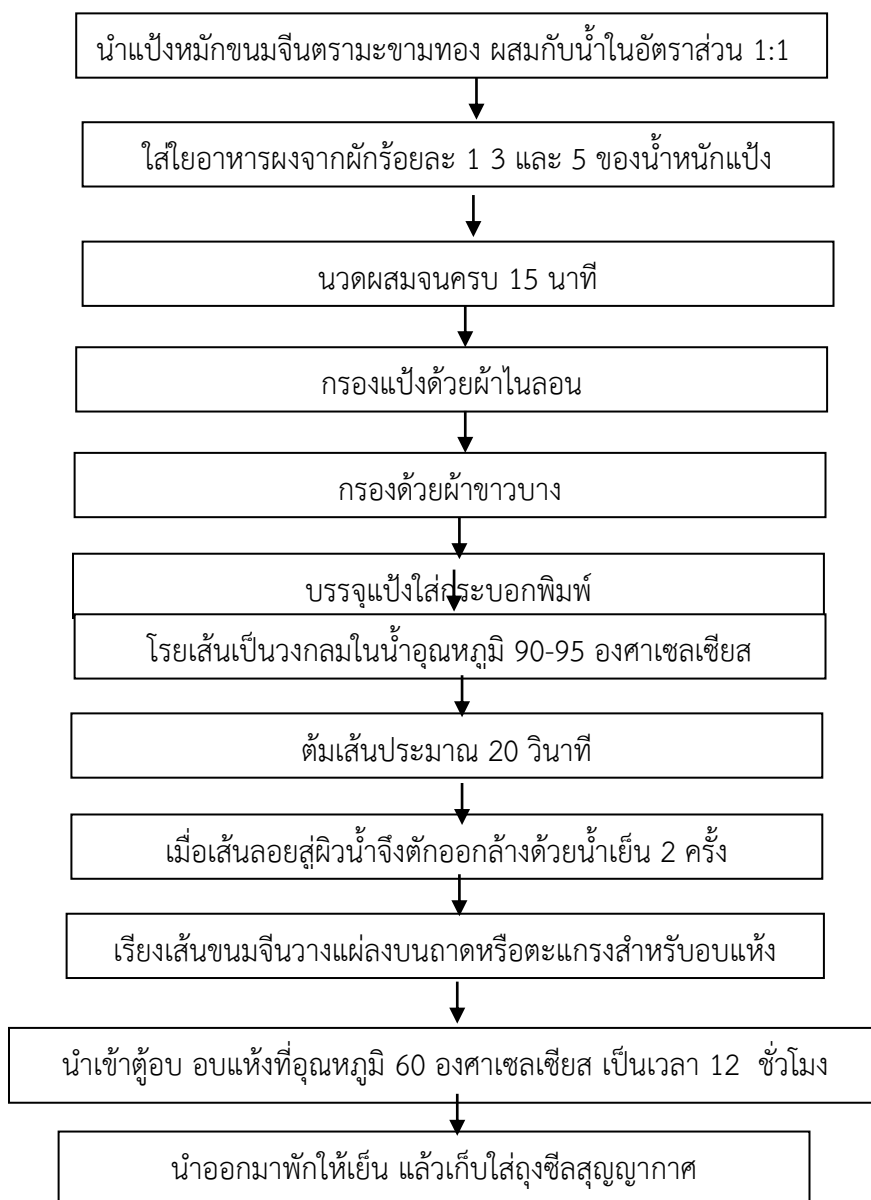
คัดเลือกชนิดฝักที่เหมาะสมที่สุดในการใช้ใยอาหารมาเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมจีนอบแห้ง ทำการผลิตเป็นใยอาหารผงจากฝักเพื่อใช้ในกระบวนการต่อไป โดยมีวิธีการผลิตดังแสดงในภาพที่ 2 เมื่อได้ปริมาณใยอาหารผงจากฝักที่เพียงพอต่อการเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมจีนอบแห้ง นำไปสู่ขั้นตอนการทำเส้นขนมจีนเสริมใยอาหารผงจากฝัก ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งมีการกำหนดปริมาณการเสริมใยอาหารผงจากฝัก คือ ร้อยละ 1 3 และ 5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด โดยมีส่วนผสมตามตารางที่ 1 ปริมาณใยอาหารผงจากฝักจะถูกแปรผันเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (ควบคุม) 1 3 และ 5 จากนั้นนำเส้นขนมจีนที่ผลิตได้ไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เส้นขนมจีนที่ผลิตเสร็จแล้วจะถูกนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพวัดค่าสี (L^* a^* b^*) และทดสอบคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน เพื่อคัดเลือกปริมาณใยอาหารผงจากฝักที่เหมาะสมที่สุดนำไปเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

Method:



ภาพที่ 2 วิธีทำใยอาหารผงจากผัก

ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร, 2567



ภาพที่ 3 วิธีการผลิตเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง

ดัดแปลงจาก ภรินิตย์ ลบลม, 2564

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแบ่ง

ส่วนประกอบ	ปริมาณที่ใช้ (ร้อยละ)			
	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3	ระดับที่ 4
แป้งหมักขนมจีน	50	49.75	49.26	48.78
น้ำ	50	49.75	49.26	48.78
ใยอาหารผงจากผัก	0	0.50	1.48	2.44

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค โดยนำขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผัก ทั้ง 4 สูตร มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ ความหนา ความกรอบ และความชอบโดยรวม โดยผู้ประเมินที่มีความชอบในการรับประทานผักแผ่นอบแห้งปรุงรสจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นอาจารย์หลักสูตรสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ หลักสูตรสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ พนักงาน ในคณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ด้วยวิธีการทดสอบการยอมรับแบบ 9-Point Hedonic Scale (Nicolas และคณะ, 2010) โดยค่าคะแนน 9 = ชอบมากที่สุด และค่าคะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด นำตัวอย่างขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผัก ทั้ง 4 สูตร นำมาลวกให้นิ่ม บรรจุในถุงพลาสติกใสขนาดเล็ก ซิลปากถุงนำมาติดรหัสตัวอย่างจากการสุ่มหมายเลข 3 หลัก นำไปเสิร์ฟให้กับผู้ประเมินทางประสาทสัมผัส พร้อมน้ำดื่มสำหรับล้างรสชาติระหว่างตัวอย่าง และวิเคราะห์คุณภาพกายภาพ คือ วัดค่าสี คำนวณคุณค่าสารอาหาร ต่อ 100 กรัม จากโปรแกรม ThaiNutriSurvey Version 2 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีของผักแผ่นอบแห้งปรุงรสและวิธีที่ใช้ทดสอบ

ลำดับที่	การวิเคราะห์	เครื่องมือ วิธีทดสอบ และอ้างอิง
1.	ทางกายภาพ -ค่าสี	วัดค่าสีของผักแผ่น ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter lab รุ่น ColerFlex EZ วัดในระบบ CIE L*, a* และ b* ซึ่งค่า L* คือ ค่าความสว่าง ค่า +a* คือ ค่าสีแดง ค่า -a* คือ ค่าสีเขียว ค่า +b* คือ ค่าสีเหลือง ค่า -b* คือ ค่าสีน้ำเงิน ค่า Chroma (Co) คือ ค่าความเข้มของเฉดสี ค่า Hue (ho) คือ ค่ามุมของสี และค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ทำการทดลอง 6 ซ้ำ โดย Chroma (Co) = $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ Hue = $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ $\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$ เมื่อ $\Delta L^* = L^*(ตัวอย่าง) - L0^*$, $\Delta a^* = a^*(ตัวอย่าง) - a0^*$ และ $\Delta b^* = b^*(ตัวอย่าง) - b0^*$ L0*, a0* และ b0* คือค่าสีของผักก่อนอบแห้ง (นิพัทธา ขาติสุวรรณ และวรวิทย์ อารีกุล, 2553)
2.	คุณค่าสารอาหาร	คำนวณคุณค่าสารอาหารต่อ 100 กรัม จากโปรแกรม ThaiNutriSurvey Version 2

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference Test (LSD (Williams และ Abdi, 2010) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา หัวข้อ การผลิตขนมจีนสอดไส้เสริมใยอาหารผงจากผัก

โดยมีวัตถุประสงค์ คือ

1) เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีการผลิตใยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรเหลือทิ้ง

2) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง

กลุ่มเป้าหมายการดำเนินโครงการ

- กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ (ทางตรง) จำนวนไม่น้อยกว่า 30 คน

- เกษตรกร ประชาชนทั่วไปหรือผู้ที่สนใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตร (ทางอ้อม)

หน่วยงานที่รับผิดชอบ

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินโครงการ

วันที่ 1 – 2 ธันวาคม 2567 กิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีการผลิตอาหารจากผลผลิตทางการเกษตรที่ตกมาตรฐานสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เพิ่มศักยภาพกลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์

ตัวชี้วัด :

เชิงปริมาณ :

1) กิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคโนโลยีการผลิตอาหารจากผลผลิตทางการเกษตรที่ตกมาตรฐานสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมดไม่น้อยกว่า 30 คน

2) ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากการและการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตร จำนวน 1 ผลิตภัณฑ์

เชิงคุณภาพ :

1) ได้ผลิตภัณฑ์การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา

2) วิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา เกษตรกร หรือผู้เข้าร่วมโครงการมีรายได้จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตร

3) มีการรวมกลุ่มจากการมีกิจกรรมให้กลุ่มเกษตรกรได้ทำร่วมกัน มีความสามัคคีเพื่อเป้าหมายเดียวกัน

4) สามารถขยายพื้นที่และสร้างชุมชนต้นแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตร และนำองค์ความรู้และเทคโนโลยีไปเผยแพร่ต่อทำให้สังคมมีการพัฒนาต่อไปในพื้นที่อื่น ๆต่อไป

5) ชุมชนมีความยั่งยืนทางด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตร นำทรัพยากรในชุมชนไปใช้ประโยชน์ได้สูงสุด

6) ช่วยลดความเสี่ยงสิ่งแวดล้อมในชุมชนจากการนำองค์ความรู้มาใช้ในการเรื่องสิ่งแวดล้อมในชุมชน

การติดตามผลการดำเนินงานโครงการ

1. ประเมินผลการจัดโครงการ

- ใช้แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ

- ประเมินกระบวนการ ศึกษาค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน หรือจุดแข็งของ

กระบวนการบริหารจัดการโครงการที่จะนำโครงการบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด

- ประเมินผลกระทบ/ประโยชน์/การสร้างคุณค่าต่อชุมชน โดยการประเมินผลผลิต ตรวจสอบประสิทธิผลของโครงการ ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับผลลัพธ์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการคัดเลือกชนิดของผลผลิตทางการเกษตรที่เหลือทิ้งวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารที่มีปริมาณสูง

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีเบื้องต้นของผักอบแห้ง โดยการเตรียมผัก 4 ชนิด คือ ผักกาดขาว กะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง และมะเขือเปราะ นำมาคำนวณร้อยละผลผลิตของผักอบแห้ง Yield (%) ผลการคำนวณ ดังแสดงในตารางที่ 3 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ค่าสี ($L^* a^* b^*$) ค่าความชื้น (Moisture content) และค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; a_w) ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 4 และวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Dietary Fiber ; AOAC Method 991.42) ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble Dietary Fiber ; AOAC Method 993.19) ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (Total Dietary Fiber ; AOAC Method 985.29) (AOAC, 2016) ได้ผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 5 แสดงภาพผักแต่ละชนิดในภาพที่ 4

ตารางที่ 3 ร้อยละผลผลิตของผักอบแห้ง Yield (%)

ชนิดของผัก	น้ำหนักก่อนอบแห้ง (g)	น้ำหนักหลังอบแห้ง (g)	Yield (%)
มะเขือ	3,843.00	314.95	8.20
กะหล่ำปลี	5,116.00	498.95	9.75
กวางตุ้ง	3,978.00	235.28	5.91
ผักกาดขาว	4,985.00	269.52	5.41

ผลการคำนวณร้อยละผลผลิตของผักอบแห้ง (Yield %) แสดงให้เห็นว่าผักแต่ละชนิดมีอัตราการสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกัน กะหล่ำปลีมี Yield สูงสุด (9.75%) ขณะที่ผักกาดขาวมี Yield ต่ำสุด (5.41%) เป็นผลมาจากโครงสร้างทางกายภาพของแต่ละชนิดผักที่มีปริมาณน้ำแตกต่างกัน ปริมาณ Yield มีความสำคัญต่อการเลือกใช้วัตถุดิบเพื่อการผลิตอาหารผงหรืออาหารแปรรูปที่ต้องการให้มีปริมาณเนื้อสารคงเหลือสูงสุดหลังการทำแห้ง

ตารางที่ 4 ค่าสี ค่าความชื้น (Moisture content) และค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; a_w) ของผักสดและผักอบแห้ง

ชนิดของผัก	ค่าสี			Moisture	a _w
	Color L*	Color a*	Color b*	content (%)	
ผักสด					
มะเขือ	35.08 ± 0.88	6.76 ± 1.23	22.90 ± 0.12	91.79 ± 0.30	1.00 ± 0.00
กะหล่ำปลี	70.99 ± 0.78	-2.29 ± 0.16	22.59 ± 1.24	90.21 ± 0.44	1.00 ± 0.00
กวาดำ	28.11 ± 1.80	-7.16 ± 0.11	20.30 ± 1.15	93.04 ± 0.48	1.00 ± 0.00
ผักกาดขาว	51.56 ± 4.54	-4.58 ± 1.74	29.75 ± 0.87	93.81 ± 0.20	1.00 ± 0.00
ผักอบแห้ง					
มะเขือ	56.69 ± 0.01	5.45 ± 0.05	24.31 ± 0.06	3.23 ± 0.89	0.36 ± 0.00
กะหล่ำปลี	78.13 ± 0.02	1.22 ± 0.03	22.54 ± 0.05	2.21 ± 0.52	0.35 ± 0.00
กวาดำ	54.52 ± 0.05	-4.83 ± 0.03	28.01 ± 0.02	5.36 ± 0.53	0.41 ± 0.00
ผักกาดขาว	72.48 ± 0.01	-0.89 ± 0.02	24.73 ± 0.04	5.98 ± 0.47	0.38 ± 0.00



ภาพที่ 4 ผัก 4 ชนิด อบแห้งบดละเอียด

การเปลี่ยนแปลงของค่าสี (Color L^* , a^* , b^*) ค่าความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) การเปลี่ยนแปลงของค่าสีแสดงให้เห็นว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของผักอบแห้งเพิ่มขึ้นในทุกตัวอย่าง ซึ่งอาจเกิดจากการสูญเสียน้ำและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเซลล์ที่ทำให้เกิดการสะท้อนแสงมากขึ้น อย่างไรก็ตามค่าสี a^* และ b^* มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของผัก เช่น มะเขือเปราะยังคงมีสีโทนแดง ($a^* = 5.45$) ขณะที่กวาดต้งและผักกาดขาวยังคงมีสีโทนเขียวมากขึ้น (a^* ติดลบ) ผลของค่าความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญจาก 90-93% ในผักสด เหลือเพียง 2.21-5.98% ในผักอบแห้ง สอดคล้องกับค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ที่ลดลงอย่างมาก จาก 1.00 ในผักสด เหลือ 0.35-0.41 ในผักอบแห้ง แสดงถึงความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบค่าความชื้น พบว่า มะเขือเปราะมีค่าความชื้นสูงสุด (10.01%) ในขณะที่กวาดต้งมีค่าความชื้นต่ำสุด (8.37%) ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพของผักอบแห้งในการนำไปใช้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร

ตารางที่ 5 ปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (IDF) ปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (SDF) ปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (TDF) และสัดส่วนเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายกับเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (IDF/SDF ratio) ในผักกาดขาว กะหล่ำปลี กวางตุ้ง และมะเขือ

Materials	ผักกาดขาว	กะหล่ำปลี	กวางตุ้ง	มะเขือ
Moisture (%w/w)	9.54 ^b ± 0.12	8.54 ^c ± 0.10	8.37 ^d ± 0.04	10.01 ^a ± 0.02
IDF (%w/w)	36.65 ^b ± 1.74	26.46 ^c ± 0.59	41.36 ^a ± 0.56	28.39 ^c ± 0.90
SDF (%w/w)	5.42 ^c ± 0.46	8.05 ^b ± 0.19	3.34 ^d ± 0.08	9.96 ^a ± 0.62
TDF (%w/w)	42.06 ^b ± 1.85	34.51 ^d ± 0.42	44.70 ^a ± 0.60	38.35 ^c ± 0.84
IDF/SDF ratio	6.80 ^b ± 0.62	3.29 ^c ± 0.15	12.39 ^a ± 0.28	2.86 ^c ± 0.24

หมายเหตุ a,b,c ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการคัดเลือกชนิดของผลผลิตทางการเกษตรที่เหลือทิ้งและวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร การคัดเลือกวัตถุดิบที่เหลือจากกระบวนการเกษตรมีความสำคัญต่อการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพ โดย ผลการศึกษาพบว่าผักทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ มะเขือเปราะ กะหล่ำปลี กวางตุ้ง และผักกาดขาว มีปริมาณเส้นใยอาหารที่แตกต่างกัน โดย กวางตุ้ง มีปริมาณเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำสูงสุด (41.36%) และมีอัตราส่วน IDF/SDF สูงสุด (12.39) ซึ่งแสดงถึงคุณสมบัติของเส้นใยที่ช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบขับถ่าย ขณะที่ มะเขือเปราะ มีปริมาณเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้สูงสุด (9.96%) ซึ่งอาจส่งผลดีต่อสุขภาพลำไส้และการควบคุมน้ำตาลในเลือด

การศึกษาเส้นใยอาหารในผักพบว่ามีผักกวางตุ้งมีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด (TDF) สูงสุด (44.70%) ตามมาด้วยผักกาดขาว (42.06%) ขณะที่กะหล่ำปลีมีค่าต่ำสุด (34.51%) ข้อมูลนี้มีความสำคัญต่อการเลือกวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการเสริมใยอาหาร โดยเฉพาะการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพ อัตราส่วน IDF/SDF เป็นตัวชี้วัดลักษณะของเส้นใยอาหารที่มีผลต่อสุขภาพ กวางตุ้งมี IDF/SDF ratio สูงสุด (12.39) ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการเพิ่มกากใยในระบบขับถ่าย ขณะที่ มะเขือเปราะมี IDF/SDF ratio ต่ำสุด (2.86) แสดงให้เห็นว่ามีสัดส่วนของเส้นใยที่ละลายน้ำสูงกว่า ซึ่งมีผลต่อการลดระดับคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือด ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าผักอบแห้งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ตามความเหมาะสม ดังนี้

1. ผักกวางตุ้ง มีปริมาณใยอาหารสูง เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเสริมเส้นใยอาหารที่ช่วยในระบบขับถ่าย

2. มะเขือเปราะ มีปริมาณเส้นใยที่ละลายน้ำสูง เหมาะสำหรับการผลิตอาหารเพื่อสุขภาพที่เน้นควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด
3. กะหล่ำปลี มี Yield สูงสุด เหมาะสำหรับการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมที่ต้องการปริมาณผลผลิตคงเหลือสูงหลังการทำแห้ง
4. ผักกาดขาว มีค่าความชื้นและปริมาณน้ำอิสระต่ำ ทำให้เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอายุการเก็บรักษานาน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ผักกวางตุ้งเป็นวัตถุดิบหลักในการเสริมผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง เนื่องจากผักกวางตุ้งมีปริมาณเส้นใยอาหารรวม (TDF) สูงสุด (44.70%) และมี สัดส่วนเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (IDF/SDF ratio สูงสุด 12.39) ซึ่งช่วยส่งเสริมระบบขับถ่ายได้ดี เหมาะสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่เน้นการเสริมใยอาหาร

2. ผลการผลิตใยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรเหลือทิ้ง และพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง

เมื่อคัดเลือกชนิดผักที่เหมาะสมที่สุด คือ ผักกวางตุ้ง ในการใช้ใยอาหารมาเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมจีนอบแห้ง ซึ่งมีการผลิตและวัดค่าสี ค่าความชื้น (Moisture content) และค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; a_w) ของกวางตุ้งอบแห้ง แสดงผลดังตารางที่ 6 และภาพที่ 5

ตารางที่ 6 ค่าสี ค่าความชื้น (Moisture content) และค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity; a_w) ของกวางตุ้งอบแห้ง

Variable	กวางตุ้งอบแห้ง
Colour L*	48.37 ± 0.90
Colour a*	0.25 ± 0.13
Colour b*	26.03 ± 0.13
Moisture content (%)	2.27 ± 0.07
a_w	0.27 ± 0.01
Yield (%)	8.82

หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นตัวเลขค่าเฉลี่ย ± ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

Colour L* = ค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 (สีดำ) จนถึง สีขาว (100)

Colour a* = ใช้กำหนดจากสีเขียว (-a) จนถึง สีแดง (+a)

Colour b* = ใช้กำหนดสีน้ำเงิน (-b) จนถึง สีเหลือง (+b)

ผลการศึกษาพบว่า กวางตุ้งอบแห้ง มีค่าสี ความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้เป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้ง คุณสมบัติทางกายภาพของ กวางตุ้งอบแห้ง ค่าสีของกวางตุ้งอบแห้งที่วัดได้ ได้แก่ $L^* = 48.37 \pm 0.90$, $a^* = 0.25 \pm 0.13$, และ $b^* = 26.03 \pm 0.13$ ซึ่งบ่งชี้ว่ากวางตุ้งอบแห้งยังคงมีสีเหลืองอ่อนจากค่าบวกของ b^* และมีค่าสีแดง-เขียวที่ใกล้เคียงศูนย์ แสดงให้เห็นว่าไม่มีการเปลี่ยนสีไปทางเขียวหรือแดงอย่างมีนัยสำคัญ อาจเป็นผลจากกระบวนการอบแห้งที่มีประสิทธิภาพในการคงสีของผลิตภัณฑ์ ปริมาณความชื้น (Moisture Content) และค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity; a_w) ค่า Moisture Content = $2.27 \pm 0.07\%$ เป็นระดับความชื้นที่ต่ำ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ผักอบแห้ง โดยทั่วไป ความชื้นต่ำกว่าระดับ 10% ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดจุลินทรีย์เจริญเติบโต (Chen et al., 2020) ค่า $a_w = 0.27 \pm 0.01$ อยู่ในช่วงที่ปลอดภัยสำหรับการป้องกันการเจริญเติบโตของ แบคทีเรีย รา และยีสต์ ตามหลักของการถนอมอาหาร ค่า a_w ที่ต่ำกว่า 0.6 จะช่วยลดโอกาสการเกิด จุลินทรีย์เสียในอาหารแห้ง (Rahman, 2022) อัตราการได้ผลผลิต (Yield) ของกวางตุ้งอบแห้ง ค่า Yield อยู่ที่ 8.82% แสดงถึงประสิทธิภาพของกระบวนการอบแห้ง อัตราการได้ผลผลิตนี้มีความสำคัญต่อการคำนวณต้นทุนและประสิทธิภาพการแปรรูป หาก Yield อยู่ในระดับที่เหมาะสม อาจช่วยให้การพัฒนาเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารมีต้นทุนการผลิตที่คุ้มค่า ความเหมาะสมของ กวางตุ้งอบแห้งเป็นแหล่งใยอาหาร กวางตุ้งเป็นพืชที่มีเส้นใยอาหารสูง โดยเฉพาะใยอาหารชนิด ละลายน้ำ (soluble fiber) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพทางเดินอาหารและสามารถช่วยควบคุม ระดับน้ำตาลในเลือดได้ (Anderson et al., 2019) เมื่อนำมาเสริมในเส้นขนมจีนอบแห้ง อาจช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ให้มีประโยชน์มากขึ้น

ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ากวางตุ้งอบแห้งมีศักยภาพในการใช้เป็นแหล่งใยอาหารเสริมใน ผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้ง เนื่องจากมีสี ความชื้นต่ำ และค่าปริมาณน้ำอิสระที่เหมาะสมต่อการยืด อายุการเก็บรักษา นอกจากนี้ การเลือกใช้กวางตุ้งเป็นวัตถุดิบช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ ทำให้ ผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อไปเกี่ยวกับผลกระทบของ การเติมใยอาหารจากกวางตุ้งอบแห้งต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสและเนื้อสัมผัสของเส้นขนมจีน อบแห้ง เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้ยังคงมีคุณภาพดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ผักกวางตุ้ง (ก่อนอบ)



อบแห้ง



บดละเอียด



ภาพที่ 5 ผักกวางตุ้งอบแห้งบดละเอียด (ใยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง)

2.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผักอบแห้งปรุงรสทั้ง 4 สูตร

จากการกำหนดปริมาณการเสริมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง คือ ร้อยละ 1 3 และ 5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ผลวิเคราะห์คุณภาพของเส้นขนมจีนเสริมใยอาหารผงจากผัก นำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพวัดค่าสี (L^* a^* b^*) ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 7 เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง แสดงดังภาพที่ 6

ตารางที่ 7 คุณภาพทางกายภาพ ค่าสี (L^* a^* b^*) ของเส้นขนมจีนเสริมใยอาหารผงจากผัก

เส้นขนมจีนเสริมใยอาหารผงจากผัก	คุณภาพ ค่าสี (L^* a^* b^*)		
	L^*	a^*	b^*
สูตรที่ 1	50.58 ^a ±1.14	-0.32 ^d ±0.24	9.12 ^c ±0.17
สูตรที่ 2	42.31 ^b ±1.93	0.12 ^c ±0.19	17.84 ^a ±0.38
สูตรที่ 3	29.84 ^c ±1.61	0.95 ^b ±0.21	17.28 ^a ±0.93
สูตรที่ 4	24.89 ^d ±1.55	1.22 ^a ±0.66	16.00 ^b ±0.51

หมายเหตุ a,b,c ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เส้นสด ร้อยละ 0



เส้นสด ร้อยละ 1



เส้นสด ร้อยละ 3



เส้นสด ร้อยละ 5



เส้นอบแห้งทั้ง 4 ระดับ



ภาพที่ 6 เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง

จากการศึกษาคุณภาพของเส้นขนมจีนเสริมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้งที่มีสัดส่วนการเสริมที่แตกต่างกัน ได้แก่ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 1, 3 และ 5 พบว่ามีความแตกต่างในคุณสมบัติทางกายภาพอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงของค่าสี ($L^* a^* b^*$)

ค่า L^* (ค่าความสว่าง) ลดลงตามปริมาณใยอาหารที่เพิ่มขึ้น โดยสูตรควบคุมมีค่า L^* สูงสุด (50.58) ขณะที่สูตรที่เติมใยอาหารมากที่สุด (สูตรที่ 4) มีค่า L^* ต่ำสุด (24.89) แสดงให้เห็นว่าเส้นขนมจีนที่เติมใยอาหารมีสีเข้มขึ้น อาจเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีธรรมชาติในผักกวางตุ้งเมื่อผ่านกระบวนการอบแห้งและเติมลงในผลิตภัณฑ์ (Fang et al., 2021)

ค่า a^* (สีเขียว-แดง) เพิ่มขึ้นจาก -0.32 ในสูตรควบคุมเป็น 1.22 ในสูตรที่ 4 ซึ่งบ่งชี้ว่าการเติมใยอาหารทำให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเปลี่ยนเป็นสีแดงมากขึ้น

ค่า b^* (สีเหลือง-น้ำเงิน) มีการเปลี่ยนแปลง โดยค่า b^* สูงสุดอยู่ที่สูตรที่ 2 และลดลงในสูตรที่มีการเติมใยอาหารมากขึ้น สะท้อนให้เห็นว่าองค์ประกอบของใยอาหารจากกวางตุ้งมีผลต่อความเข้มของสีเหลืองในเส้นขนมจีน ผลของการเติมใยอาหารผงจากกวางตุ้งต่อคุณภาพเส้นขนมจีน ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhang et al. (2022) ที่ระบุว่า การเติมใยอาหารลงในผลิตภัณฑ์เส้นสามารถส่งผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากองค์ประกอบของใยอาหารและปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างแป้งและเส้นใย คุณลักษณะของแป้งที่ใช้เป็นองค์ประกอบหลักของเส้นขนมจีนอาจทำให้เกิดปฏิกิริยา Maillard reaction มากขึ้นเมื่อมีปริมาณใยอาหารสูงขึ้น ส่งผลให้สีของเส้นขนมจีนเข้มขึ้น (Sikora et al., 2020) การเติมใยอาหารในปริมาณที่สูงอาจส่งผลต่อโครงสร้างของแป้งและลดค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Dhingra et al. (2019) ที่ศึกษาการเติมใยอาหารในแป้งสาลี และพบว่าปริมาณใยอาหารที่สูงขึ้นมีผลต่อการลดค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ปริมาณการเติมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้งมีผลต่อสีของเส้นขนมจีนอย่างชัดเจน ซึ่งอาจส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากสีเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับรู้คุณภาพของอาหาร (Guiné et al., 2021) การเติมใยอาหารที่ระดับสูงสุด (5%) อาจไม่เหมาะสมหากพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของสี ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่าคุณภาพของเส้นขนมจีนมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ทั่วไป อย่างไรก็ตาม การศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสและรสชาติควรถูกนำมาพิจารณาร่วมกันเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการบริโภค การเติมใยอาหารจากผักกวางตุ้งลงในเส้นขนมจีนมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะค่าความสว่าง (L^*) และค่าความเหลือง (b^*) ที่ลดลงเมื่อปริมาณใยอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่อความน่ารับประทานและการยอมรับของผู้บริโภค การศึกษาต่อไปควรพิจารณาผลกระทบต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนเสริมใยอาหาร เพื่อให้สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพที่มีคุณภาพสูงและเป็นที่ยอมรับในตลาด

2.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ที่ผู้บริโภคยอมรับ

จากการกำหนดปริมาณการเสริมโยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง คือ ร้อยละ 1 3 และ 5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด โดยมีส่วนผสมปริมาณโยอาหารผงจากผักจะถูกแปรผันเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (ควบคุม) 1 3 และ 5 จากนั้นนำเส้นขนมจีนที่ผลิตได้ไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทดสอบคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน ผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 คะแนนความชอบของผู้บริโภคเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมโยอาหารผงที่แตกต่างกัน 4 สูตร

คุณลักษณะ	เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมโยอาหารผงที่แตกต่างกัน 4 สูตร			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
สี	5.37 ^c ±0.61	8.21 ^a ±0.57	6.27 ^c ±0.58	4.88 ^d ±0.84
กลิ่น	6.18 ^b ±0.57	7.10 ^a ±0.47	5.66 ^c ±0.63	4.60 ^d ±0.69
รสชาติ	6.00 ^b ±0.83	6.46 ^a ±0.92	5.40 ^c ±0.68	4.62 ^d ±0.69
เนื้อสัมผัส	7.11 ^a ±1.18	6.85 ^b ±0.61	5.74 ^c ±0.75	4.86 ^d ±0.75
ความชอบโดยรวม	6.36 ^b ±0.84	7.83 ^a ±0.54	5.80 ^c ±0.75	4.68 ^d ±0.64

หมายเหตุ a,b,c ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสของ เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมโยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง ในปริมาณต่างกัน (0%, 1%, 3%, และ 5%) โดยใช้ 9-point hedonic scale กับผู้บริโภคจำนวน 30 คน เพื่อประเมินระดับความชอบในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งผลการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนี้ ผลของปริมาณโยอาหารที่เติมต่อสีของเส้นขนมจีน สูตรที่มีการเติมโยอาหารผงในระดับสูง (สูตรที่ 4; 5%) ได้รับคะแนนความชอบด้านสีต่ำสุด (4.88) ขณะที่สูตรที่ 2 (1%) ได้รับคะแนนสูงสุด (8.21) ซึ่งบ่งชี้ว่า การเติมโยอาหารในปริมาณมากอาจทำให้สีของเส้นขนมจีนเปลี่ยนแปลงไปจนมีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค ผลนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fang et al. (2021) ซึ่งพบว่า การเติมโยอาหารจากพืชลงในผลิตภัณฑ์แป้งอาจทำให้สีของผลิตภัณฑ์เข้มขึ้นหรือเปลี่ยนเป็นสีที่แตกต่างจากมาตรฐานทั่วไป ส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ผลของปริมาณโยอาหารที่เติมต่อกลิ่น สูตรที่ 2 (1%) ได้รับ

คะแนนความชอบด้านกลิ่นสูงสุด (7.10) ขณะที่สูตรที่ 4 (5%) ได้คะแนนต่ำสุด (4.60) การที่สูตรที่มีปริมาณโยอาหารมากขึ้น (3% และ 5%) ได้รับคะแนนต่ำลง อาจเป็นผลมาจากการที่เส้นขนมจีนมีกลิ่นของผักกวางตุ้งที่เข้มข้นขึ้น ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้บริโภคบางกลุ่มไม่คุ้นเคยหรือไม่ชอบกลิ่นดังกล่าว Rahman et al. (2022) อธิบายว่า การเติมโยอาหารจากผักใบเขียวอาจเพิ่มองค์ประกอบของกลิ่นที่เกิดจากสารประกอบฟีนอลิกและคลอโรฟิลล์ ซึ่งมีผลต่อการรับรู้ของผู้บริโภค ผลกระทบของปริมาณโยอาหารที่เติมต่อรสชาติ สูตรที่ 2 (1%) ได้คะแนนสูงสุด (6.46) ขณะที่สูตรที่ 4 (5%) ได้คะแนนต่ำสุด (4.62) การลดลงของคะแนนรสชาติเมื่อเพิ่มปริมาณโยอาหารอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างแป้งและการดูดซับน้ำในกระบวนการผลิต ซึ่งอาจส่งผลให้รสสัมผัสของเส้นขนมจีนเปลี่ยนไป ผลนี้สอดคล้องกับรายงานของ Zhang et al. (2022) ที่ศึกษาผลของโยอาหารจากพืชในเส้นพาสต้าและพบว่า เมื่อปริมาณโยอาหารสูงขึ้น รสสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาจเปลี่ยนไปเนื่องจากการดูดซับน้ำที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่หยาบกว่าเดิม ผลของปริมาณโยอาหารที่เติมต่อเนื้อสัมผัสสูตรที่ 1 (0%) และ สูตรที่ 2 (1%) ได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสสูงสุด (7.11 และ 6.85 ตามลำดับ) สูตรที่ 4 (5%) ได้คะแนนต่ำสุด (4.86) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเติมโยอาหารมากเกินไปอาจทำให้เนื้อสัมผัสของเส้นขนมจีนมีความกระด้างหรือเหนียวมากขึ้น รายงานของ Dhingra et al. (2019) ระบุว่า การเติมเส้นโยอาหารมากเกินไปในผลิตภัณฑ์แป้งอาจทำให้โครงสร้างของแป้งอ่อนแอลง ส่งผลต่อความนุ่มและความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ ผลกระทบของปริมาณโยอาหารที่เติมต่อความชอบโดยรวม สูตรที่ 2 (1%) ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (7.83) ขณะที่สูตรที่ 4 (5%) ได้คะแนนต่ำสุด (4.68) ผลนี้บ่งชี้ว่าปริมาณโยอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเสริมในเส้นขนมจีนคือ 1% ของน้ำหนักแป้ง เนื่องจากสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยไม่ส่งผลเสียต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยของ Guiné et al. (2021) ระบุว่า การเพิ่มโยอาหารในระดับที่เหมาะสมสามารถช่วยพัฒนาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์โดยไม่ทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสลดลง จากผลการทดสอบประสาทสัมผัสพบว่า การเติมโยอาหารจากผักกวางตุ้งในปริมาณ 1% ของน้ำหนักแป้งเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากให้ค่าคะแนนความชอบสูงสุดในทุกด้าน ขณะที่การเติมในระดับสูงกว่านี้ (3% และ 5%) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น กลิ่นของผักเด่นขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงในรสชาติและเนื้อสัมผัสที่อาจลดทอนความพึงพอใจของผู้บริโภค

การศึกษานี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ โดยเฉพาะการเพิ่มโยอาหารในอาหารคาร์โบไฮเดรต เช่น เส้นขนมจีน ทั้งนี้ การศึกษาต่อไปควรให้ความสำคัญกับการปรับสูตรเพื่อคงคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสที่เหมาะสม ควบคู่กับการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเพื่อให้สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพที่ได้รับการยอมรับในตลาด

2.3 ผลการคำนวณคุณค่าทางโภชนาการของเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง

จากการกำหนดปริมาณการเสริมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง คือ ร้อยละ 1 3 และ 5 ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด โดยมีส่วนผสมปริมาณใยอาหารผงจากผักจะถูกแปรผันเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 (ควบคุม) 1 3 และ 5 นำไปคำนวณคุณค่าสารอาหารต่อ 100 กรัม จากโปรแกรม ThaiNutriSurvey Version 2 แสดงผลในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คุณค่าทางโภชนาการของเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงทั้ง 4 สูตร

คุณค่าทางโภชนาการ ต่อ 100 กรัม	เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผง			
	สูตรที่ 1 (ควบคุม 0%)	สูตรที่ 2 (1%)	สูตรที่ 3 (3%)	สูตรที่ 4 (5%)
พลังงาน (Kcal)	138.32	142.23	150.05	157.87
โปรตีน (g)	2.32	2.64	3.30	3.95
คาร์โบไฮเดรต (g)	29.83	30.44	31.67	32.90
ไขมัน (g)	1.08	1.11	1.17	1.24
แคลเซียม (mg)	6.51	26.05	65.15	104.26
ฟอสฟอรัส (mg)	0.00	62.29	18.87	31.45
ธาตุเหล็ก (mg)	1.41	1.64	2.09	2.53
ใยอาหาร (g)	0.78	1.14	1.86	2.59
วิตามินซี (mg)	0.00	8.67	26.01	43.35
วิตามินเอ (ug)	0.00	32.68	98.03	163.36
เบต้าแคโรทีน (ug)	0.00	392.02	1,176.06	1,960.10

ผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของ เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง ที่เติมในระดับต่าง ๆ (0%, 1%, 3%, และ 5%) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณใยอาหารจากผักกวางตุ้งส่งผลต่อองค์ประกอบทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ในหลายด้าน ดังนี้

1. ผลกระทบของการเติมใยอาหารต่อพลังงานและองค์ประกอบหลักของเส้นขนมจีน

พลังงาน (Kcal) เพิ่มขึ้นจาก 138.32 Kcal (สูตรควบคุม) เป็น 157.87 Kcal (5%) แสดงให้เห็นว่า การเติมใยอาหารมีผลทำให้พลังงานของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันเล็กน้อยในสูตรที่เติมใยอาหารมากขึ้น (Zhang et al., 2022)

โปรตีน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 2.32 g (สูตรควบคุม) เป็น 3.95 g (5%) อาจเป็นผลจากองค์ประกอบของผักกวางตุ้งที่มีโปรตีนจากเซลล์พืช รวมถึงโครงสร้างของใยอาหารที่ช่วยรักษาคุณค่าทางโปรตีนของแป้ง (Fang et al., 2021)

คาร์โบไฮเดรต เพิ่มขึ้นจาก 29.83 g เป็น 32.90 g สะท้อนให้เห็นว่าแม้ว่าจะเติมใยอาหาร แต่โครงสร้างของแป้งยังคงเป็นองค์ประกอบหลักของเส้นขนมจีน ไขมัน มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณไขมันที่มีอยู่ในเส้นใยพืชเอง (Sikora et al., 2020)

2. การเพิ่มขึ้นของแร่ธาตุที่สำคัญ

แคลเซียม ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญจาก 6.51 mg (สูตรควบคุม) เป็น 104.26 mg (5%) แสดงให้เห็นว่า ผักกวางตุ้งเป็นแหล่งแคลเซียมที่ดี และสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเส้นขนมจีนได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Dhingra et al. (2019) ที่ระบุว่า ผักใบเขียวสามารถเพิ่มแร่ธาตุในผลิตภัณฑ์อาหารแป้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ฟอสฟอรัส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 0.00 mg เป็น 31.45 mg สะท้อนให้เห็นว่าผักกวางตุ้งอาจเป็นแหล่งฟอสฟอรัสที่ช่วยเสริมคุณค่าของเส้นขนมจีน

ธาตุเหล็ก เพิ่มขึ้นจาก 1.41 mg เป็น 2.53 mg การเพิ่มขึ้นของธาตุเหล็กอาจช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการธาตุเหล็กสูง เช่น เด็ก ผู้หญิงวัยเจริญพันธุ์ และผู้สูงอายุ (Guiné et al., 2021)

3. การเปลี่ยนแปลงของใยอาหารและวิตามิน

ใยอาหาร เพิ่มขึ้นจาก 0.78 g เป็น 2.59 g ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเติมใยอาหารจาก ผักกวางตุ้งช่วยเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหารในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจช่วย ปรับปรุงสุขภาพทางเดินอาหารและช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ตามงานวิจัยของ Rahman et al. (2022)

วิตามินซี เพิ่มขึ้นจาก 0.00 mg เป็น 43.35 mg สะท้อนให้เห็นว่าผักกวางตุ้งเป็นแหล่งของวิตามินซีที่ดี แต่ต้องพิจารณาว่าวิตามินซีอาจมีการสูญเสียบางส่วนระหว่างกระบวนการอบแห้ง (Zhang et al., 2022)

วิตามินเอและเบต้าแคโรทีน มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งวิตามินเอเพิ่มจาก 0.00 μ g เป็น 163.36 μ g และเบต้าแคโรทีนเพิ่มจาก 0.00 μ g เป็น 1,960.10 μ g แสดงให้เห็นว่าผักกวางตุ้งสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเส้นขนมจีนโดยเฉพาะในด้านการบำรุงสายตาและระบบภูมิคุ้มกัน (Fang et al., 2021)

การพัฒนาเส้นขนมจีนเสริมใยอาหารมีศักยภาพต่อการส่งเสริมสุขภาพ โดยเฉพาะการเพิ่มปริมาณแคลเซียม ธาตุเหล็ก วิตามินเอ และใยอาหาร ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อกลุ่มผู้บริโภคที่ต้องการอาหารเพื่อสุขภาพ การเติมใยอาหารผกจากผักกวางตุ้งมีข้อดีทางโภชนาการ แต่ควรมีการศึกษาต่อเกี่ยวกับผลกระทบต่อเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มั่นใจว่าผู้บริโภคยังคงให้การยอมรับสามารถนำไปใช้พัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพสำหรับกลุ่มเป้าหมาย เช่น ผู้สูงอายุ เด็ก และผู้ที่ต้องการเพิ่มใยอาหารในอาหารประจำวัน ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า การเสริมใยอาหารจากผักกวางตุ้งใน

ปริมาณ 5% มีผลดีต่อการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของเส้นขนมจีนอบแห้ง โดยเฉพาะในด้าน การเพิ่มแคลเซียม วิตามินเอ โยอาหาร และเบต้าแคโรทีน ซึ่งสามารถช่วยส่งเสริมสุขภาพของผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อเกี่ยวกับผลกระทบของการเสริมโยอาหารต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค เพื่อให้สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพที่มีความสมดุลระหว่างโภชนาการและรสชาติ

3. ถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา หัวข้อ การผลิตขนมจีนสดอบแห้งเสริมโยอาหารผงจากผัก

ผลการดำเนินการ "การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตขนมจีนสดอบแห้งเสริมโยอาหารผงแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา" ได้ดำเนินการในระหว่างวันที่ 1 – 2 ธันวาคม 2567 โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ความรู้และเทคโนโลยีแก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา ตลอดจนพัฒนาแนวทางการใช้ประโยชน์จากผลผลิตทางการเกษตรเหลือทิ้งให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ผ่านการนำมาผลิตเป็นโยอาหารผงและประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมจีนอบแห้งเสริมโยอาหาร

กิจกรรมที่ดำเนินการภายใต้โครงการนี้ ประกอบไปด้วย

1. การอบรมเชิงปฏิบัติการ เกี่ยวกับการผลิตโยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรที่ตกมาตรฐาน ซึ่งกลุ่มวิสาหกิจชุมชนและผู้เข้าร่วมสามารถเรียนรู้เทคนิค กระบวนการผลิต และแนวทางการใช้ประโยชน์
2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมจีนสดอบแห้งเสริมโยอาหารผง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่เกิดขึ้นจากองค์ความรู้ที่ถ่ายทอดในการอบรม
3. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือ ระหว่างกลุ่มเกษตรกร วิสาหกิจชุมชน และหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อให้เกิดความเข้มแข็งและสามารถต่อยอดผลิตภัณฑ์สู่เชิงพาณิชย์

จากการดำเนินโครงการ มีผู้เข้าร่วมจำนวนไม่น้อยกว่า 30 คน ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา และผู้ที่สนใจจากภาคการเกษตรและชุมชนโดยรอบ

ผลลัพธ์เชิงปริมาณ

1. มีการจัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ จำนวน 1 ครั้ง โดยมีผู้เข้าร่วม 30 คน คิดเป็น ร้อยละ 100
2. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตร ได้แก่ ขนมจีนอบแห้งเสริมโยอาหารผง

ผลลัพธ์เชิงคุณภาพ

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สร้างมูลค่าเพิ่ม – ได้ผลิตภัณฑ์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อการจำหน่ายในตลาด
2. การสร้างรายได้แก่ชุมชน – สมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนาและเกษตรกรสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มรายได้จากการขายขนมจีนเสริมใยอาหาร
3. การส่งเสริมการรวมกลุ่มของชุมชน – การทำกิจกรรมร่วมกันช่วยให้เกิดความร่วมมือ ความสามัคคี และการพัฒนาระบบการทำงานแบบกลุ่ม
4. การขยายแนวคิดและเทคโนโลยีไปสู่พื้นที่อื่น – โครงการส่งเสริมให้เกิดชุมชนต้นแบบที่สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่และต่อยอดสู่พื้นที่อื่นๆ ได้
5. ความยั่งยืนด้านการใช้ทรัพยากรชุมชน – ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดของเสียจากผลผลิตทางการเกษตรที่ตกมาตรฐาน
6. การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม – การนำผลผลิตเหลือทิ้งมาใช้เป็นวัตถุดิบช่วยลดปัญหาขยะอินทรีย์ และส่งเสริมแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนในชุมชน

การติดตามผลและประเมินโครงการ

การติดตามผลโครงการดำเนินการผ่านการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมโครงการ และวิเคราะห์จุดแข็ง-จุดอ่อนของการดำเนินงานเพื่อนำไปปรับปรุงในอนาคต นอกจากนี้ ยังมีการประเมินผลผลิตและผลกระทบต่อชุมชน ทั้งในแง่ของประสิทธิภาพโครงการและความยั่งยืนในการนำเทคโนโลยีไปใช้จริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาโครงการในอนาคต

1. การพัฒนาเชิงพาณิชย์ – สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงสามารถเข้าสู่ตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. การสนับสนุนด้านการตลาด – ส่งเสริมให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนสามารถพัฒนาช่องทางการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ผ่านออนไลน์หรือช่องทางค้าปลีกในพื้นที่
3. การพัฒนาต่อเนื่องของชุมชนต้นแบบ – สนับสนุนการขยายเครือข่ายความร่วมมือกับหน่วยงานอื่นๆ เพื่อให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีในวงกว้าง

โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตขนมจีนสอดบแห้งเสริมใยอาหารผง แก่กลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านน้ำคำพัฒนา ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ ทั้งในแง่ของการถ่ายทอดความรู้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ และการสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อชุมชน โครงการนี้สามารถเป็นต้นแบบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากส่วนเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อเพิ่มมูลค่า สร้างรายได้ และเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชนได้อย่างเป็นรูปธรรม

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้มุ่งเน้นการพัฒนาเส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรเหลือทิ้ง โดยเฉพาะ ผักกวางตุ้ง ซึ่งได้รับการคัดเลือกเนื่องจากมี ปริมาณเส้นใยอาหารสูงสุด (44.70%) และเหมาะสมสำหรับการเสริมใยอาหารในผลิตภัณฑ์แป้ง จากการศึกษาผัก 4 ชนิด พบว่า กวางตุ้ง มีปริมาณเส้นใยอาหารสูงสุด และมี อัตราส่วนใยอาหารไม่ละลายน้ำต่อใยอาหารละลายน้ำ สูงสุด (12.39) ซึ่งช่วย ส่งเสริมระบบขับถ่าย ได้ดี อัตราการสูญเสียน้ำในกระบวนการอบแห้งของ กวางตุ้งทำให้ได้ Yield 8.82% ซึ่งเหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหาร การเสริมใยอาหารผงจากกวางตุ้งที่ระดับ 1% ให้ค่าความพึงพอใจสูงสุดในทุกด้าน (สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม) การเสริมใยอาหาร 3-5% ทำให้ สีของเส้นขนมจีนเข้มขึ้น กลิ่นผัก เด่นขึ้น และเนื้อสัมผัสกระด้างขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค สูตรที่ได้รับคะแนน ความชอบสูงสุด คือ สูตรที่เสริมใยอาหาร 1% เนื่องจากให้รสชาติและเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับเส้น ขนมจีนปกติ การเสริมใยอาหารจากกวางตุ้งช่วยเพิ่ม ใยอาหาร แคลเซียม ธาตุเหล็ก วิตามินเอ และเบต้าแคโรทีน สูตรที่เสริมใยอาหาร 5% ส่งผลให้ปริมาณแคลเซียมสูงถึง 104.26 mg และวิตามิน เอ 163.36 µg ซึ่งเป็นคุณค่าทางโภชนาการที่สูงขึ้นอย่างชัดเจน

การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน มีการ อบรมให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชน ในการผลิตเส้นขนมจีน อบแห้งเสริมใยอาหาร สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรเหลือทิ้ง และต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์

การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การเสริมใยอาหารจากกวางตุ้งสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของ เส้นขนมจีนอบแห้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยระดับที่เหมาะสมที่สุดคือ 1% ซึ่งให้คุณภาพของ ผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้งมีคุณภาพดีที่สุดและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคสูงสุด นอกจากนี้ยังสามารถนำองค์ความรู้ไปถ่ายทอดสู่ชุมชนเพื่อสร้างรายได้และลดของเสียจากผลผลิตทางการเกษตร อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. การเติมใยอาหาร 1% เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดในแง่ของคุณภาพและความชอบของผู้บริโภค
2. ควรพัฒนาสูตรเพิ่มเติม เพื่อปรับปรุงรสชาติและเนื้อสัมผัส ในสูตรที่มีปริมาณใยอาหารสูงขึ้น
3. สนับสนุนให้ ชุมชนพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ และเข้าสู่ตลาดผลิตภัณฑ์เสริมใยอาหาร

บรรณานุกรม

- กลุ่มยุทธศาสตร์และสารสนเทศ สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์. (2563). [ออนไลน์]. สถานการณ์การผลิตพืชจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี 2563. [สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม 2565]. จาก <http://www.phetchabun.doae.go.th/>
- จรรยา วัฒนวิกุล. (2545). โยอาหารเพื่อสุขภาพ. วารสารอาหาร, 30 (1), 1-12.
- จิตติมาศ หอมเทศ. (2542). โยอาหารสำคัญอย่างไรต่อสุขภาพของคนไทย. วารสารมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.วิชาการ, 2 (4), 31-35.
- พัชรภรณ์ วชิรศิริ. (2550). การสกัดโยอาหารจากเปลือกกล้วยน้ำว้า. การศึกษาค้นคว้าอิสระ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิสุทธิ ก้องเกียรติศักดิ์. (2554). ผลของอุณหภูมิและความเร็วลมต่อจลนพลศาสตร์คุณภาพและการใช้พลังงานในการอบแห้งเส้นก๋วยเตี๋ยว. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวกรรมอาหาร). บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ศูนย์วิจัยข้อมูล Digital “วช” คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ภควัต บุญห่อ. (2559). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยี วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ภัทรพร กระดังงา. (2554). ผลของกรรมวิธีการหมักต่อปริมาณสารกาบาและคุณภาพของแป้งหมักขนมจีนหมักและขนมจีนแห้ง. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิศวกรรมอาหาร). บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ศูนย์วิจัยข้อมูล Digital “วช” คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ภรินดิษฐ์ לבลม. (2564). การผลิตเส้นขนมจีนแป้งหมักและเส้นขนมจีนแป้งหมักอบแห้งเสริมโพรไบโอติกโดยการ แทนที่แป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวมะลินิลสุรินทร์. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.
- รัฐบาลไทย. (2565). [ออนไลน์]. นายกฯ ดันโมเดลเศรษฐกิจ BCG เป็นนโยบายขับเคลื่อนประเทศไทย เพิ่ม GDP อีก 1 ล้านล้านบาท ใน 6 ปี. [สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2565]. จาก https://www.thaigov.go.th/news/contents/ministry_details/38369
- สิริชัย ส่งเสริมพงษ์. (2543). ขนมจีนกึ่งสำเร็จรูป. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุปรียา สุขเกษม, ศุภมาศ กลิ่นขจร และจารุวรรณ รัตนสกุลธรรม. (2564). [ออนไลน์]. การผลิตโยอาหารจากผลิตผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมเกษตร. [สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2565]. จาก <https://www.doa.go.th/plan/>

- หยาดฝน ทะนงการกิจ. (2556). การใช้ประโยชน์จากเศษผักผลไม้เหลือทิ้งเพื่อผลิตเป็นใยอาหารผง
Utilization of Vegetable and Fruit Residues for Production of Dietary Fiber
Powder. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม, 9 (1), 31-38.
- อนุกุล วัฒนสุข, อรอนงค์ นัยวิกุล, สิริชัย ส่งเสริมพงษ์, วรณิ จิรภาคย์กุล , พัชรี ตั้งตระกูล, จันทร์
จรัส ศรีศิริ, สุดสาย ตริวานิช, สุพัฒน์ วรกิตสิทธิสาร, สีนินาถ จริยโชติเลิศ, สมพร คงเจริญ
เกียรติ และ วราภา มหากาญจนกุล. (2544). การยืดอายุการเก็บรักษาขนมจีนจากขนมจีน สด
เป็นขนมจีนแห้งถึงสำเร็จรูป. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของข้าว. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
อาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- Chantaro, P., Devahastin, S. and Chiewchan, N. (2008). Production of antioxidant high
dietary fiber powder from carrot peel, LWT-Food Science and Technology. 41:
1987-1994.
- Constenla, D., Ponce, A. G., and Lozano, J. E. (2002). Effect of pomace drying on
apple pectin. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie. 35: 216-221.
- Dhingra, D., Michael, M., & Rajput, H. (2019). Dietary fiber in wheat and its effect on
food quality. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 70(1), 67-75.
- Fang, Y., Zhang, L., & Li, J. (2021). Influence of dietary fiber on the physicochemical
properties of wheat-based noodles. *Food Chemistry*, 347, 128952.
- Guiné, R. P. F., Correia, P. M., & Leal, M. (2021). Sensory analysis and consumer
preferences for fiber-enriched pasta. *Journal of Consumer Research*, 48(2),
231-245.
- Larrauri, J. A., P. Ruperez, L. Bravo and F. Saura-Calixto. (1996). High dietary fiber
powers from orange and lime peels: associated polyphenols and antioxidant
capacity. *Food Research International*, 29 (8) : 757-762.
- Raghavendra, S.N., Ramchandra, S.R. Rastogi, N.K., Raghavarao, K.S.M.S., Kumar, S.
and Tharanathan, R.N. (2006). Grinding characteristics and hydration properties
of coconut residue: A source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*. 72:
281-286.
- Rahman, M. A., Saha, P., & Hassan, Z. (2022). Effect of fiber addition on consumer
perception and acceptance of pasta products. *Journal of Food Quality*, 2022,
1-11.

- Sharoba, A.M.; Farrag, M.A. and Abd El-Salam, A.M. (2013). Utilization of some fruits and vegetables waste as a source of dietary fiber and its effect on the cake making and its quality attributes. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 2013, 19(4), 429-444.
- Sikora, M., Bujok, J., & Krystyjan, M. (2020). Effect of fiber-enriched flours on the texture and color of gluten-free pasta. *Journal of Cereal Science*, 91, 102902.
- Westenbrink, S., Brunt, K. and van der Kamp, J.-W. (2013). Dietary fiber: Challenges in production and use of food composition data. *Food Chemistry*. 562-567.
- Zhang, W., Wang, Y., & Xu, M. (2022). Effect of fiber addition on color attributes and textural properties of noodle products. *Journal of Food Science and Technology*, 59(4), 2456-2464.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง

ภาพผนวกที่ 1 ผัก 4 ชนิด เตรียมเข้าอบแห้ง



ภาพผนวกที่ 2 ผักกวาดตุงเข้าตู้อบแห้ง



ภาพผนวกที่ 3 ใบอาหารผงจากผักกวาดตั้ง



ภาพผนวกที่ 4 แป้งขนมหมักขนมจีน ตรามะขามทอง



ภาพผนวกที่ 5 เสริมใยอาหารผงในแป้งขนมจีน



ภาพผนวกที่ 6 เส้นขนมจีนเสริมใยอาหารผงจากผัก นำเข้าอบแห้ง



ภาพผนวกที่ 7 เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผักกวางตุ้ง



ภาพผนวกที่ 8 นำต้นแบบผลิตภัณฑ์ไปถ่ายทอดให้กับกลุ่มเกษตรกร



ภาพผนวกที่ 9 เกษตรกรเข้าร่วมรับฟังการถ่ายทอดต้นแบบผลิตภัณฑ์และร่วมแสดงความคิดเห็น



ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส (9 - Point Hedonic Scaling Test)

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

โดยวิธี Hedonic Scale

ชื่อผลิตภัณฑ์ : เส้นขนมจีนอบแห้งเสริมใยอาหารผงจากผัก

ชื่อผู้ประเมิน วันที่

คำแนะนำ : ชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบคุณลักษณะของตัวอย่างตามสเกลความชอบ

และกรณাবัวปาระหว่างตัวอย่าง

- | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 2 = ไม่ชอบมาก | 3 = ไม่ชอบปานกลาง |
| 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ | 6 = ชอบเล็กน้อย |
| 7 = ชอบปานกลาง | 8 = ชอบมาก | 9 = ชอบมากที่สุด |

คุณลักษณะ	รหัส			
	952	645	784	153
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร

ประวัตินักวิจัย



1. ชื่อ ชนิรัตน์ นามสกุล ผึ้งบรรหาร
2. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
3. ตำแหน่งทางการบริหาร ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์
4. สังกัดภาควิชา คหกรรมศาสตร์ คณะ เทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ราชภัฏเพชรบูรณ์
5. Email Chanirat.phu@pcru.ac.th Email (อื่น) june_chani@hotmail.com
6. โทรศัพท์มือถือ 0889496199
7. โทรศัพท์ที่ทำงาน 0889496199
8. โทรสาร -
9. ที่อยู่ในการจัดส่งเอกสาร 83 หมู่ 11 ถนน สระบุรี-หล่มสัก คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
10. กรณีมีผู้ประสานงานสามารถติดต่อได้ที่ -
11. ประวัติการศึกษา

ระดับการศึกษา	สาขาวิชา	สถาบัน	ปี พ.ศ. ที่จบ
ปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2553
ปริญญาตรี	คหกรรมศาสตรบัณฑิต (อาหารและโภชนาการ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	2550

การศึกษา ปีที่จบ การศึกษา	ระดับ ปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน การ ศึกษา	ประเทศ
2553	โท	วท.ม.	คหกรรม ศาสตร์	อาหารและ โภชนาการ	มหาวิทยาลัยเ เกษตรศาสตร์	ไทย
2550	ตรี	คศ.บ.	คหกรรม ศาสตร์	อาหารและ โภชนาการ	มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราช มงคลธัญบุรี	ไทย

12. ผลงานวิจัย/ผลงานวิชาการ

หัวหน้าโครงการ

2567 การผลิตโยอาหารผงจากผลผลิตทางการเกษตรที่ตกมาตรฐานสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เพิ่มศักยภาพกลุ่มเกษตรกร และวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์

2566 การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรตลอดห่วงโซ่คุณค่าเพื่อเพิ่มศักยภาพของเกษตรกรกลุ่มเป้าหมายพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากด้วยกลไกประชารัฐ จังหวัดเพชรบูรณ์

2566 (โครงการวิจัยย่อย) การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากผลผลิตทางการเกษตรของกลุ่มเป้าหมายพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากด้วยกลไกประชารัฐ จังหวัดเพชรบูรณ์

2563 (โครงการวิจัยย่อย) ศึกษาประสิทธิภาพการปลูกข้าวด้วยเทคนิคใหม่ทดแทนการปลูกข้าวแบบดั้งเดิม

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกว.)]

[ผู้อำนวยการแผนฯ : การันต์ ผึ้งบรรหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

2563 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากเปลือกแก้วมังกร

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : ผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกว.)]

2562 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมแต่งหน้าเค้กเพื่อสุขภาพจากอะโวคาโด

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : เพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานของประเทศ]

2561 พัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟเทียมจากส่วนเหลือของผลผลิตทางการเกษตรในอำเภอเขา คือ จังหวัดเพชรบูรณ์

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : เพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างความเข้มแข็ง]

2559 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองผลอ่อนแช่อิ่มแบบเร็ว

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พัฒนาชุมชนและท้องถิ่น]

2558 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงน้ำปลาหวาน

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : นักวิจัยรุ่นใหม่]

ผู้ร่วมวิจัย

2559 เปรียบเทียบการใช้ชนิดและปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ในการปลูกอ้อยเพื่อเกษตรกรรายย่อย ในอำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์

[แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์] [ประเภททุน : พัฒนาชุมชนและท้องถิ่น]

[หัวหน้าโครงการฯ : การันต์ ผึ้งบรรหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม]

บทความวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสาร

2566 ชนิตร์น ผึ้งบรรหาร, ณัฐพล ศรียงยศ, การันต์ ผึ้งบรรหาร. 2566. เปรียบเทียบสูตรและจำนวนครั้งในการใส่ปุ๋ยต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหอมพันธุ์แกรนด์ แรปิดส์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย. ปีที่2 ฉบับที่2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2566. หน้า 29 – 38.

2565 สุทธิพงศ์ ยศสุวรรณ, ชนิตร์น ผึ้งบรรหาร. 2565. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เปลือกแก้วมังกรแผ่นกรอบ. วารสารวิชาการสถาบันอาชีวศึกษา ภาคใต้ 1 ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2565 หน้า 22-31.

2564 ชนิตร์น ผึ้งบรรหาร, การันต์ ผึ้งบรรหาร. 2564. การผลิตเปลือกแก้วมังกรแผ่นรสบัว. วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี ปีที่ 15 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2564. หน้า 116-130.

2564 ชนิตร์น ผึ้งบรรหาร, เกตุณา เกตุคำ, การันต์ ผึ้งบรรหาร และนิรุต ชันทรี. 2564. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมแต่งหน้าเค้กเพื่อสุขภาพจากอะโวคาโด. วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2564. หน้า 38-51.

บทความวิจัยที่ได้รับการนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ และนานาชาติ

2564 การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกเผือกแก้วมังกร

ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร, กฤษณา เกตุคำ, การันต์ ผึ้งบรรหาร และอมรรัตน์ สิริอนันตระกูล

[แหล่งตีพิมพ์ : รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2564 เมื่อวันที่ 7 มกราคม 2564 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. หน้า 485-497.]

2563 พัฒนาผลิตภัณฑ์กาแฟเทียมจากส่วนเหลือของผลผลิตทางการเกษตรในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร, การันต์ ผึ้งบรรหาร, อภิชาติ สุวรรณชื่น, ศิริวรงค์ ปทุมมาศ

[แหล่งตีพิมพ์ : การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7 เรื่อง "นวัตกรรมการเรียนรู้สู่การพัฒนาชุมชน" ในวันที่ 30 พฤษภาคม 2563]

2560 การพัฒนาผลิตภัณฑ์มะม่วงน้ำดอกไม้สีทองผลอ่อนเชื่อมแบบเร็ว

ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร, การันต์ ผึ้งบรรหาร

[แหล่งตีพิมพ์ : การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 10 วันที่ 29 - 31 พฤษภาคม 2560]

2560 ศึกษาชนิดและปริมาณปุ๋ยอินทรีย์ต่อองค์ประกอบผลผลิตบางประการของอ้อยพันธุ์ขอนแก่น 3

การันต์ ผึ้งบรรหาร, ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร, อิสระ ตั้งสุวรรณ

[แหล่งตีพิมพ์ : การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 10 วันที่ 29 - 31 พฤษภาคม 2560]

2559 การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะม่วงน้ำปลาหวาน

ชนิรัตน์ ผึ้งบรรหาร

[แหล่งตีพิมพ์ : การประชุมสัมมนาวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16 และการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3 “งานวิจัยเพื่อพัฒนาท้องถิ่น” วันที่ 22 กรกฎาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์]

13. ความเชี่ยวชาญในสาขาวิชา

13.1) อาหารและโภชนาการ

13.2) แปรรูปอาหาร พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร

14. ประสพการณ์พิเศษ

- คณะกรรมการอำนวยการ และคณะกรรมการบริหารอุทยานธรณีเพชรบูรณ์
- ผู้เชี่ยวชาญ มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพ การท่องเที่ยว การโรงแรมฯ สาขาผู้ประกอบการ รับรองโดยสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) ได้รับเชิญให้เข้าร่วมการตรวจประเมินเพื่อต่ออายุการรับรองเป็นองค์กรที่มีหน้าที่รับรองสมรรถนะของบุคคลตามมาตรฐานอาชีพ สาขาวิชาชีพการท่องเที่ยว การโรงแรม ภัตตาคารและร้านอาหาร ในวันที่พฤหัสบดีที่ 2 กันยายน 2564