



การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่เสริมวิตามินซีจากผักกูด

โดย

เด็กหญิงณารากรณ์	ทับทิมเล็ก	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เด็กหญิงธัญลักษณ์	มณีธร	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เด็กหญิงสรชา	เอกกุล	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

อาจารย์ที่ปรึกษา

คุณครูสุทธิพร	พลพยัคฆ์กุล
คุณครูณัฐพล	จิโปทา

อาจารย์ที่ปรึกษาพิเศษ

อ.ดร.ณัฐธินี สาลี

โรงเรียนนวมวิทยา

ร่วมส่งผลงานนวัตกรรมอาหาร “โครงการนวัตกรรมอาหารยั่งยืน”

พัฒนาความรู้ ทักษะ และกระบวนการคิดเพื่อสร้างสรรค์อาหารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
ภายใต้มูลนิธิเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราช

กุมารี ร่วมกับ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 ชื่อโครงการ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่เสริมวิตามินซีจากผักกูด

Product Development of Healthy Whole – Wheat Paco Fern Bread Stick

2. คำสำคัญ (Keywords)

- ผักกูด (Paco Fern)
- ขนมปังแท่ง (Bread Stick)
- วิตามินซี (Vitamin c)
- วัตถุดิบท้องถิ่น (Local Ingredient)

ส่วนที่ 2 ข้อมูลโครงการ

2.1 แผนการดำเนินงาน

2.1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันผู้บริโภคเริ่มหันมาใส่ใจสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะการเลือกบริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการจากวัตถุดิบธรรมชาติ โครงการนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำ “ผักกูด”(ชื่อวิทยาศาสตร์:Diplazium esculentum) เป็นชื่อของผักชนิดหนึ่งที่อยู่ในตระกูลเฟิร์นที่อยู่ในวงศ์ Athyriaceae มีเหง้าสูงได้ 1-2 เมตร ใบเป็นแผงรูปขนนก ตอนอายุยังน้อยจะแตกเป็นรูปขนนกชั้นเดียวคู่ขนานกันไปตั้งแต่โคนใบถึงปลายใบ เมื่ออายุมากขึ้นใบจะเปลี่ยนเป็นรูปขนนก 2 ชั้น ยอดอ่อนและปลายยอดม้วนงอแบบก้นหอย พบกระจายพันธุ์ทั่วไปในทวีปเอเชียและโอเชียเนีย ซึ่งผักกูดสามารถนำมาปรุงเป็นอาหารได้ และยังสามารถทำเป็นสมุนไพรได้อีกด้วย ผักกูดมักจะขึ้นอยู่ตามริมน้ำหรือพื้นที่ชุ่มน้ำ มากกว่าในป่าดิบ มักพบบ่อยเพราะเป็นช่วงเจริญเติบโตในฤดูฝน ใบของผักกูดสามารถใช้ต้มน้ำดื่มหรือกินสด ช่วยแก้ไข้ตัวร้อน, แก้พิษอักเสบ, บำรุงสายตา, บำรุงโลหิต, แก้โลหิตจาง ป้องกันเลือดออกตามไรฟันและขับปัสสาวะได้ดีขาดมาก ลดความดันโลหิตสูง ลดคอเลสเตอรอลในเม็ดเลือด มีสารบีตา-แคโรทีนและธาตุเหล็กสูง ส่วนใหญ่จะนำใบอ่อน ยอดอ่อน ทำแกงกับปลา เนื้ออ่อนน้ำจืด เช่นปลาช่อนหรือลวกจิ้มน้ำพริกชนิดต่างๆ,ผักกูดผัดน้ำมันหอย, แกงกะทิกับปลาอย่าง, ลวกกะทิ แต่ไม่นิยมกินสดๆกันเพราะจะมียางเป็นเมือกอยู่ที่ก้านผักกูด ซึ่งสามารถนำผักกูดมาดัดแปลงเป็นขนมขาไก่ เพื่อเพิ่มทางเลือกในการบริโภคของคนทุกเพศทุกวัย โดยเฉพาะผู้ที่ต้องการขนมเพื่อสุขภาพในรูปแบบใหม่

การแปรรูปขนมปังขาไก่จากผักกูดเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่ตอบโจทย์ด้านรสชาติและสุขภาพไปพร้อมกัน โดยผักกูดเป็นผักพื้นบ้านที่หาได้ง่ายในหลายพื้นที่ของประเทศไทย และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ทั้งในด้านใยอาหาร วิตามิน และแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น แคลเซียม ธาตุเหล็ก เบต้าแคโรทีน และสารต้านอนุมูลอิสระ เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน

นอกจากนี้ การนำผักกูดมาแปรรูปในรูปแบบขนมปังขาไก่ยังช่วยเพิ่มความน่าสนใจให้กับผักพื้นบ้านที่คนรุ่นใหม่อาจไม่ค่อยคุ้นเคย และช่วยส่งเสริมการบริโภคผักในรูปแบบที่เข้าถึงง่ายขึ้น เหมาะกับทุกเพศทุกวัย การใช้วัตถุดิบท้องถิ่นอย่างผักกูดยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชในชุมชน เกิดการสร้างรายได้ และสร้างอาชีพ จึงถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญทั้งในด้านโภชนาการ เศรษฐกิจ และการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

โครงการนี้จึงมุ่งศึกษาและทดลองพัฒนาสูตรขนมปังขาไก่ที่ผสมผักกูดให้ได้รับรสชาติ สี และเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม พร้อมทั้งศึกษาคุณค่าทางโภชนาการด้านวิตามิน การยอมรับของผู้บริโภค และความเป็นไปได้ในการผลิตเพื่อจำหน่ายในอนาคต โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดนวัตกรรมอาหารที่ดีต่อสุขภาพและส่งเสริมเศรษฐกิจชุมชน

2.1.2 โครงการตอบโจทยอาหารเพื่อความยั่งยืนด้านใด

- ☒ การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ (ลดการสูญเสียของวัตถุดิบในกระบวนการผลิต เช่น ใช้เศษเหลือจากการแปรรูปทางการเกษตร (by-product) มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่
- ☒ การลดระยะทางและคาร์บอนฟุตพริ้นต์ เช่น ใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อลดการขนส่ง ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตและกระจายสินค้า
- ☐ การใช้เทคโนโลยีสะอาดในการผลิต (เช่น การใช้พลังงานหมุนเวียน ระบบบำบัดน้ำเสีย การลดการใช้พลาสติก การใช้พลังงานแสงอาทิตย์)
- ☒ การอนุรักษ์พันธุ์พืชหรือวัตถุดิบในพื้นที่
- ☒ การสร้างอาชีพและเศรษฐกิจสีเขียว (Green Economy) เช่น สร้างรายได้หมุนเวียนให้กับเกษตรกรและชุมชนในท้องถิ่น

2.1.3 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการด้านวิตามินซีของผักกูดที่ผ่านวิธีการแปรรูปแตกต่างกัน
- 2) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ผักกูด
- 3) เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการด้านวิตามินซีของขนมปังขาไก่ผักกูด

2.1.4 กรอบการทดลอง

ตอนที่ 1 การศึกษาวิธีการเตรียมผักกูดเพื่อเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่ผักกูด

ผักกูด	→	วิธีการแปรรูปผักกูด	→	ตรวจสอบปริมาณวิตามินซี
T ₁	=	ผักกูดสดปั่น		ใช้วิธีไทเทรตด้วยสารละลาย
T ₂	=	ผักกูดลวกปั่น		ไอโอดีนร่วมกับสารละลายแป้ง
T ₃	=	ผักกูดผง		เป็นตัวบ่งชี้จุดสิ้นสุด

ตอนที่ 2 ศึกษาการเสริมผักกูดที่ผ่านการแปรรูปด้วยวิธีต่างๆในผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่ผักกูด

สูตรผักกูด	→	วิธีการแปรรูปขนมปังชาไก่ผักกูด	→	ตรวจสอบปริมาณวิตามินซี
สูตรA	=	แป้งอเนกประสงค์+ผักกูดสดปั่น		ใช้วิธีไทเทรตด้วยสารละลาย
สูตรB	=	แป้งอเนกประสงค์+ผักกูดลวกปั่น		ไอโอดีนร่วมกับสารละลายแป้ง
สูตรC	=	แป้งอเนกประสงค์+ผักกูดผง		แป้งเป็นตัวบ่งชี้สิ้นสุด

ตอนที่ 3 ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่ผักกูด

ผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่ผักกูด	→	ทดสอบคุณลักษณะ	→	ตรวจวัดความชื้น
T1 = ขนมปังชาไก่ผสมผักกูดสดปั่น		ทางประสาทสัมผัส		การใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น
T2 = ขนมปังชาไก่ผสมผักกูดลวกปั่น		ด้วยวิธี 7 point		ระเหยน้ำเพื่อวัดน้ำหนักที่หายไป
T3 = -ขนมปังชาไก่ผสมผักกูดผง		Hedonic scale		และคำนวณเป็นค่าความชื้น

2.1.5 แนวคิด ทฤษฎี และสมมุติฐานการทดลอง

1) ผักกูด (*Diplazium esculentum*)

ผักกูด (*Diplazium esculentum*) เป็นเฟิร์นกินได้ที่พบได้ทั่วไปในเขตร้อนชื้นของเอเชีย โดยจะขึ้นได้ดีในพื้นที่ริมน้ำ ลำธาร ป่าดิบชื้น ที่มีความชื้นสูงและแสงแดดรำไร ผักกูดจะนิยมบริโภคในส่วนของยอดอ่อนซึ่งจะมีลักษณะมันวาวเป็นเกลียว สีเขียวอ่อน กรอบ อร่อย และให้คุณค่าทางอาหารสูง ผักกูดถือเป็นผักพื้นบ้านที่มีประโยชน์ เพราะอุดมไปด้วยสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย ได้แก่ แคลเซียม ธาตุเหล็ก วิตามินเอ วิตามินซี วิตามินอี รวมถึงใยอาหารที่ช่วยในระบบขับถ่ายของร่างกาย การบริโภคผักกูดสามารถช่วยเสริมสร้างกระดูก บำรุงเลือด บำรุงสายตา ลดความเสี่ยงโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคโลหิตจาง โรคกระดูกพรุน และช่วยต้านอนุมูลอิสระ ผักกูดยังสามารถแปรรูปได้หลายวิธี เช่น การลวกเพื่อรับประทานกับน้ำพริก การอบแห้งเพื่อทำผงผักกูด การบดเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในอาหาร โดยการลวกผักกูดจะช่วยลดกรดออกซาลิกในผักกูดลง ทำให้สามารถบริโภคได้มากขึ้นปลอดภัยมากขึ้น

จากการศึกษาของสุวรรณ บัญดาและคณะ ได้ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผักพื้นบ้าน 5 ชนิดจากอำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าผักพื้นบ้าน 5 ชนิด ได้แก่ ผักกูด (*Diplazium esculentum*) ผักหนาม (*Lasia spinosa*) ผักคาวตองหรือพลูคาว (*Houttuynia cordata*) ผักแพว (*Persicaria odorata*) และผักขึ้นากหรือผักฮาก (*Erythrolpalum scandens*) ซึ่งมีรสชาติดูร่อยและเป็นที่ยอมรับของคนใน ชุมชนบ้านสงเปลือย ตำบลศิลา อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์ และบางชนิดไม่พบข้อมูลรายงานคุณค่า ทางโภชนาการ จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใยทั้งหมด เถ้า และวิตามินซี พบว่า พลูคาว ผักกูด ผักหนาม ผักฮาก และผักแพว มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต $6.59 \pm 0.60\%$, $4.34 \pm 0.32\%$, $2.47 \pm 0.60\%$, $1.98 \pm 0.34\%$ และ $1.85 \pm 0.26\%$ ตามลำดับ นอกจากนี้พลูคาวมี ปริมาณโปรตีนและไขมันสูงที่สุด คือ $5.18 \pm 0.19\%$ และ $1.38 \pm 0.38\%$ ตามลำดับ ส่วนผักกูดมีปริมาณวิตามินซี สูงที่สุด 15.42 ± 0.47 มก./100 ก.

และจากงานวิจัยของ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น ได้ศึกษา ศักยภาพการออกฤทธิ์ของพืชสมุนไพรท้องถิ่นภาคตะวันออกเฉียงของประเทศไทยต่อการปกป้องเซลล์ประสาทในโรคความเสื่อมจากระบบประสาทส่วนกลาง พบว่าหนูแรทกลุ่มที่ได้รับสารสกัดผักกูด ขนาด 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ความหนาแน่นของเซลล์ประสาทที่รอดชีวิตเพิ่มมากขึ้น ความหนาแน่นของเซลล์ประสาท Bcl-2 เพิ่มมากขึ้น และความหนาแน่นของเซลล์ประสาท Caspase-3 ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสารสกัดผักกูด ดังนั้นการวิจัยนี้แสดงถึงกลไกการออกฤทธิ์ของสารสกัดผักกูดในวิถีอะพอพโทซิสได้

2) การแปรรูปผักกูด

การแปรรูปผักกูดสามารถทำได้หลายวิธีเพื่อให้สามารถเก็บรักษาได้นานและเพิ่มมูลค่า เช่น การลวก การทำผง การบด โดยการลวกจะใช้การต้มน้ำเดือดประมาณ 1-2 นาที จากนั้นแช่น้ำเย็นทันทีเพื่อรักษาความกรอบและสีเขียวของผักกูด การทำผงผักกูดจะใช้วิธีการอบแห้งด้วยอุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิทและบดเป็นผงละเอียด ซึ่งสามารถนำไปขงดื่มหรือใส่ในอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่า ส่วนการบดผักกูดจะช่วยให้สะดวกต่อการนำไปใช้ในอาหารทารกหรือผสมในขนมต่าง ๆ ผักกูดที่ผ่านการแปรรูปยังคงคุณค่าทางสารอาหาร เช่น แคลเซียม ช่วยเสริมสร้างกระดูก ธาตุเหล็กช่วยสร้างเม็ดเลือดแดง วิตามินเอช่วยบำรุงสายตา วิตามินอีและสารต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันความเสื่อมของเซลล์ นอกจากนี้ยังมีโยอาหารที่ช่วยให้ระบบขับถ่ายทำงานดีขึ้นและลดความเสี่ยง ในการเกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร การแปรรูปผักกูดจึงเป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มทางเลือกในการบริโภคผักกูดอย่างปลอดภัย พร้อมรักษาคุณค่าและสามารถเก็บไว้ใช้ได้นานยิ่งขึ้น

อุปกรณ์ในการแปรรูปผักกูด

มีด และเขียง สำหรับตัดแต่งผักกูด เลือกตัดเฉพาะยอดอ่อนหรือส่วนที่ต้องการแปรรูป เพื่อให้ได้วัตถุดิบที่สดและสะอาด กะละมังหรือภาชนะ สำหรับล้างผักกูดให้สะอาดเพื่อลดเศษดินและ

สิ่งสกปรกก่อนการแปรรูป หม้อต้ม ใช้สำหรับลวกผักกูด โดยต้มน้ำให้เดือดเพื่อให้ผักกูดสุกและคงสีเขียวสด ตะแกรงหรือกระชอน สำหรับตักผักกูดขึ้นหลังจากลวกแล้วสะเด็ดน้ำ เพื่อเตรียมขั้นตอนบด หรือนำไปอบแห้ง ภาชนะใส่น้ำเย็น สำหรับแช่ผักกูดหลังการลวกเพื่อหยุดความร้อน ทำให้ผักคงความกรอบและสีเขียว เครื่องอบลมร้อน (ถ้ามี) ใช้ในการทำให้ผักกูดแห้งสำหรับการทำผงผักกูด โดยควบคุมอุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส เครื่องบดอาหารหรือเครื่องปั่น สำหรับบดผักกูดที่ลวกแล้วเพื่อทำเป็นผักกูดบด หรือบดผักกูดแห้งเพื่อทำเป็นผง ตะแกรงร่อนผง สำหรับร่อนผงผักกูดให้ได้เนื้อละเอียดเท่ากัน ภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท เช่น ขวดแก้วหรือถุงซิปล็อก สำหรับเก็บผักกูดบดหรือผงผักกูด

3) ขนมหิงข่าไก่

ขนมหิงข่าไก่ คือขนมอบกรอบที่ทำจากแป้งสาลีผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ เช่น น้ำ น้ำตาลเกลือ เนย หรือน้ำมันพืช และอาจใส่ยีสต์เพื่อให้เนื้อสัมผัสเบาขึ้น ขนมหิงข่าไก่นี้จะถูกปั้นเป็นแท่งยาวขนาดเล็กคล้ายขาไก่ ซึ่งเป็นที่มาของชื่อ “ขนมหิงข่าไก่” จากนั้นจึงนำไปอบจนมีสีเหลืองทองและมีลักษณะกรอบน่ารับประทาน ในบางสูตรอาจโรยด้วยงาขาวหรืองาดำบนผิวหน้าขนมเพื่อเพิ่มกลิ่นหอม ความสวยงาม และเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

ขนมหิงข่าไก่นี้จัดเป็นของว่างที่รับประทานง่าย สะดวกต่อการพกพาและสามารถเก็บรักษาได้นานเมื่อบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท โดยคุณค่าทางโภชนาการของขนมหิงข่าไก่นี้มักประกอบไปด้วยคาร์โบไฮเดรตจากแป้งที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย รวมทั้งอาจมีไขมันและโปรตีนจากเนยหรืองาที่เคลือบอยู่บนผิวขนม ขนมหิงข่าไก่นี้จึงเป็นของว่างที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่ต้องการอาหารให้พลังงานระหว่างวัน อีกทั้งยังรับประทานได้ทุกเพศทุกวัย เนื่องจากมีรสชาติอร่อย กรอบ มีกลิ่นหอม และทานง่าย

4) วิตามินซี (Ascorbic acid)

เป็นวิตามินที่ละลายน้ำและมีบทบาทสำคัญต่อร่างกาย ช่วยในการสร้างคอลลาเจน เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ วิตามินชนิดนี้มีความไวต่อความร้อน แสง และออกซิเจน ทำให้สูญเสียได้ง่ายระหว่างการแปรรูปและการปรุงอาหาร แหล่งของวิตามินซีส่วนใหญ่พบในผักและผลไม้ โดยเฉพาะผักใบเขียว เช่น ผักกูด ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารได้เมื่อใช้เป็นส่วนผสม

5) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์มีบทบาทสำคัญอย่างมากต่ออุตสาหกรรมอาหารและขนม เพื่อที่จะผลิต ผลิตภัณฑ์สนองความต้องการผู้บริโภคให้มากที่สุด การทดสอบผู้บริโภคจึงมีความสำคัญมากต่อ

บริษัทผู้ผลิต ก่อนที่จะตัดสินใจผลิตสินค้าสู่ตลาด การทดสอบผู้บริโภคเป็นการเสนอ ผลิตภัณฑ์ต่อกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เพื่อสรุปความคิดเห็นและปฏิกิริยาของผู้บริโภคต่อการวางวิธีการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคมี 2 ระดับ ได้แก่ การทดสอบการตอบสนองเบื้องต้น และการทดสอบการยอมรับแบบเจาะจงเฉพาะด้าน การค้นคว้าอิสระครั้งนี้จะใช้การทดสอบการยอมรับ (acceptance test) โดยการใช้สเกลความพอใจ (hedonic scale) ซึ่งเป็นการทดสอบการตอบสนองเบื้องต้นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ประกอบการทดสอบการยอมรับ(acceptance)และการทดสอบความชอบกว่า (preference) รายละเอียดมีดังนี้ การทดสอบความชอบ (preference tests) การเลือกตัวอย่างที่ชอบกว่าหรือตัวอย่างที่ยอมรับกว่า เป็นรูปแบบของการทดสอบการตอบสนองของผู้บริโภค (consumer response) เมื่อต้องการเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างตั้งแต่ 2 ตัวอย่างขึ้นไป ลักษณะการใช้งานมักจะใช้กับ งานการควบคุมคุณภาพ การปรับปรุงคุณภาพมากกว่าการทำผลิตภัณฑ์ใหม่ รูปแบบการทดสอบที่ อาศัยหลักการทดสอบความชอบ การทดสอบการยอมรับ

6) สมมติฐานการทดลอง

- 1) วิธีการแปรรูปผักกูดที่ใช้ในสูตรขนมปังขาไก่ส่งผลต่อคุณค่าทางโภชนาการด้านวิตามินซี
- 2) การเติมผักกูดในขนมปังขาไก่จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้านวิตามินซี
- 3) ขนมปังขาไก่ผักกูดมีปริมาณวิตามินซีมากกว่าสูตรที่ไม่เติมผักกูด

7) ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 การศึกษาวิธีการแปรรูปผักกูดที่เหมาะสมสำหรับใช้ในสูตรขนมปังขาไก่และมีคุณค่าทางโภชนาการด้านวิตามินซี

ตัวแปรต้น วิธีการแปรรูปผักกูด

ตัวแปรตาม ปริมาณวิตามินซี

ตัวแปรควบคุม แหล่งที่มาของผักกูด , ขั้นตอนการเตรียม, ปริมาณผักกูด, วิธีการตรวจวัดปริมาณวิตามินซี, จำนวนการทำซ้ำของแต่ละวิธีการแปรรูป

ตอนที่ 2 การศึกษาการเสริมผักกูดที่ผ่านการแปรรูปแตกต่างกันในผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่

ตัวแปรต้น วิธีการแปรรูปผักกูด

ตัวแปรตาม ปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์

ตัวแปรควบคุม ปริมาณผักกูดที่เติม , ปริมาณวัตถุดิบ , ขนาด/น้ำหนักของขนม , อุณหภูมิ , เวลา

ตอนที่ 3 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการด้านวิตามินซีของขนมปังชาไก่ผักกูด

ตัวแปรต้น การเติมผักกูดในขนมปังชาไก่

ตัวแปรตาม ปริมาณวิตามินซี

ตัวแปรควบคุม ปริมาณวัตถุดิบ , วิธีการแปรรูป , อุณหภูมิ , เวลา , ขนาด/น้ำหนักของขนม , วิธีการตรวจวัดปริมาณวิตามินซี , จำนวนการทำซ้ำของแต่ละสูตร

2.1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ผลผลิต-ผลที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรม

1. ได้ผลผลิตต้นแบบขนมปังชาไก่ผักกูด จำนวน 1 ผลิตภัณฑ์
2. ได้กระบวนการต้นแบบสำหรับการทำขนมปังชาไก่ผักกูด จำนวน 1 กระบวนการ
3. ได้นักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ จำนวน 3 คน

2) ผลลัพธ์-ผลที่เกิดจากการนำผลผลิตไปใช้ให้เกิดประโยชน์

1. ขนมปังชาไก่ผักกูดแบบสามารถนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ของโรงเรียนเพื่อจำหน่าย เพิ่มรายได้ให้กับนักเรียนและโรงเรียนได้
2. สามารถช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผักกูดที่มีมากในท้องถิ่น
3. ได้ขนมเบเกอรี่ ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ พกพาสะดวกรับประทานได้ทุกที่ทุกเวลา และทำให้ผักกูดที่เป็นผักพื้นบ้านมีคนรู้จักมากขึ้น

2.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

2.2.1 วัสดุ-อุปกรณ์

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1) ชามผสม | 5) ถาดอบ |
| 2) เครื่องผสม | 6) กระดาษไข / แผ่นรองอบ |
| 3) ไม้คลึงแป้ง | 7) เตาอบ |
| 4) มีด / เครื่องตัดแป้ง | 8) ตะแกรงพักขนม |

2.2.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจสอบคุณสมบัติทางโภชนาการด้านวิตามินซี

ตรวจสอบคุณสมบัติทางโภชนาการ หรือ การตรวจสอบปริมาณสารอาหาร ได้แก่ วิตามินซี โดยนำขนมปังชาไก่แต่ละสูตรมาหาปริมาณวิตามินซีโดยวิธีการไทเทรต

วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี (Analysis of Vitamin C in food Samples)

การไทเทรตหาปริมาณวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) โดยใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันกับสารละลายไอโอดีน (I₂) โดยใช้ แป้ง (Starch) เป็นอินดิเคเตอร์ เมื่อไอโอดีนทำปฏิกิริยากับ

วิตามินซีทั้งหมด สารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเข้ม (เมื่อมีไอโอดีนเหลือ) เป็นไม่มีสีหรือสีจางลง ซึ่งเป็นจุดยุติการ

การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายแป้ง 1% ละลายแป้ง 0.5 กรัม ในน้ำกลั่นร้อน 50 มล. คนให้เข้ากัน ปล่อยให้เย็น
2. สารละลายไอโอดีน
3. ละลาย KI 5 กรัม และ KIO₃ 0.268 กรัม ในน้ำกลั่น 200 มล.
4. เติมกรดซัลฟิวริก 3M 30 มล.
5. เจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ 500 มล.
6. ผสมและติดฉลาก
7. สารละลายมาตรฐานวิตามินซี
8. ละลายกรดแอสคอร์บิก 0.250 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มล.
9. เจือจางให้ได้ 250 มล. ในขวดตวงและติดฉลาก

การไทเทรตสารละลายมาตรฐาน

1. เติมสารละลายมาตรฐานวิตามินซี 25 มล. ลงในขวด Erlenmeyer
2. เติมสารละลายแป้ง 10 หยด
3. เติมสารละลายไอโอดีนจากบิวเรตทีละน้อยจนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้า (คงอยู่ 20 วินาที)
4. บันทึกปริมาตรสารละลายไอโอดีนที่ใช้
5. ทำซ้ำอย่างน้อย 3-5 ครั้ง ค่าที่ได้ควรต่างกันไม่เกิน 0.1 มล.

ตามสูตรการคำนวณไทเทรต

$$\text{กรดแอสคอร์บิก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{N_{\text{ของ } I_2} \times \text{ml ของ } I_2 \times \text{meq.wt กรดแอสคอร์บิก} \times 100}{\text{ml ของตัวอย่างที่ใช้}}$$

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาและทดลองการแปรรูปผักกูด

1. นำผักกูดไปปั่นให้ละเอียด
2. ละลายน้ำตาลทราย ยีสต์ ลงในน้ำเปล่าอุ่น
3. ใส่แป้งและเกลือเท่าๆกันทุกสูตร ใส่ผักกูดลงไป คลุกเคล้าให้เข้ากัน นำส่วนผสมในข้อที่ 2 ผสมลงไปคลุกให้เข้ากันดี
4. ใส่เนยสด แล้วนวดแป้งจนส่วนผสมเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน
5. รวบแป้งเป็นก้อน พักแป้งในภาชนะที่ปิดคลุมเพื่อป้องกันลมเป็นเวลา 15 นาที
6. นำแป้งมาคลึงและตัดแบ่งตามขนาดที่ต้องการ
7. พักแป้งต่อจนขึ้นฟองประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์

8. นำเข้าอบที่ไฟ 150-160 องศาจนแห้งและสีสวย ประมาณ 7-8 นาที จึงนำออกมาทาน้ำมันมะกอกหรือน้ำมันวิแกน

9. เมื่ออบเสร็จ นำออกจากเตา พักให้เย็นสนิทแล้วใส่ภาชนะที่ปิดสนิท เพื่อป้องกันลมและรักษาความกรอบของขนม

10. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากทุกสูตรนำมาตรวจสอบปริมาณผลผลิตที่ได้ สังเกตและบันทึก ด้านกายภาพ ตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการด้านวิตามินซีหลังจากการแปรรูปเป็นขนม

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาเปรียบเทียบรสชาติขนมปังชาไก่ผสมผักกูด

1. นำผักกูดทั้ง 3 สูตรมาศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำขนมปังชาไก่ผักกูด ดังนี้

สูตรA = แป้งอเนกประสงค์ + ผักกูดสดปั่นละเอียด

สูตรB = แป้งอเนกประสงค์ + ผักกูดลวกปั่นละเอียด

สูตรC = แป้งอเนกประสงค์ + ผักกูดผง

2. ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่ผักกูด ด้วยวิธี 7 point

Hedonic scale

2.1. สุ่มกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ประกอบด้วย เพศชาย จำนวน 15 คน และเพศหญิง จำนวน 15 คน ทดสอบคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม บันทึกผล

2.2 วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (SPSS) เพื่อหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาแบบสอบถาม ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 6.51 – 7.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจในระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 5.51 – 6.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจในระดับดี

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจในระดับเฉยๆ

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง ระดับความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.การวิเคราะห์ความชื้น

วัดความชื้นขนมปังชาไก่ทั้ง 3 สูตร โดยใช้วิธีการโดยตรง (Direct Method) มีการวิเคราะห์เชิงความร้อนเป็นการวัดโดยใช้หลักการให้ความร้อนทำให้ความชื้นระเหยออกไป ใช้การสูญเสีย

น้ำหนักโดยรวมของตัวอย่างในการทำให้แห้งเพื่อคำนวณปริมาณความชื้นด้วยเครื่องมือวัดวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analysis)

2.3 ผลการทดลอง

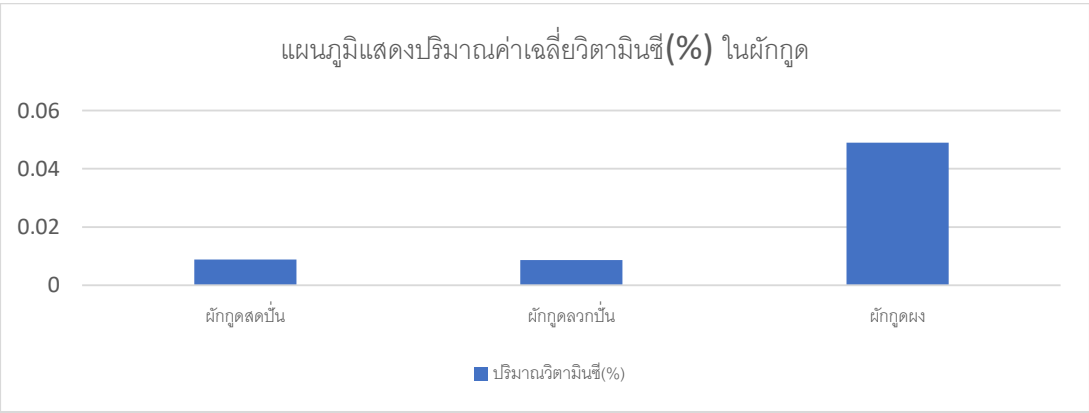
2.3.1 ผลการทดลอง

4.1 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางโภชนาการด้านวิตามินซี

ผลการทดลองการไทเทรตหาปริมาณวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) โดยใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันกับสารละลาย ไอโอดีน (I_2) โดยใช้ แป้ง (Starch) เป็นอินดิเคเตอร์ เมื่อไอโอดีนทำปฏิกิริยากับวิตามินซีจนหมด สารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเข้ม (เมื่อมีไอโอดีนเหลือ) เป็นไม่มีสีหรือสีจางลง ซึ่งเป็นจุดยุติการไทเทรต เพื่อหาปริมาณวิตามินซีในผักกูด เทียบกับสารมาตรฐาน ซึ่งได้ผลการผลการทดลองคือ ผักกูดผงมีปริมาณวิตามินซีสูงสุดคือ 0.0489793% รองลงมาคือผักกูดสดปั่นมีปริมาณวิตามินซี 0.0088285% และผักกูดลวกปั่นมีปริมาณวิตามินซี 0.0086876% ดังแสดงในตารางที่ 1 และแผนภูมิที่ 1

ชุดการทดลอง	ปริมาณวิตามินซี(%)					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
ผักกูดสดปั่น	0.0086876	0.0084528	0.0124444	0.0086876	0.0058700	0.0088285
ผักกูดลวกปั่น	0.0084528	0.0084528	0.00891572	0.0058700	0.0115052	0.0086876
ผักกูดผง	0.049776	0.04789992	0.0511864	0.0446120	0.0514212	0.0489793

ตารางที่ 1 : แสดงผลการไทเทรตตัวอย่างผักกูดในแต่ละสูตรก่อนแปรรูปเป็นขนม



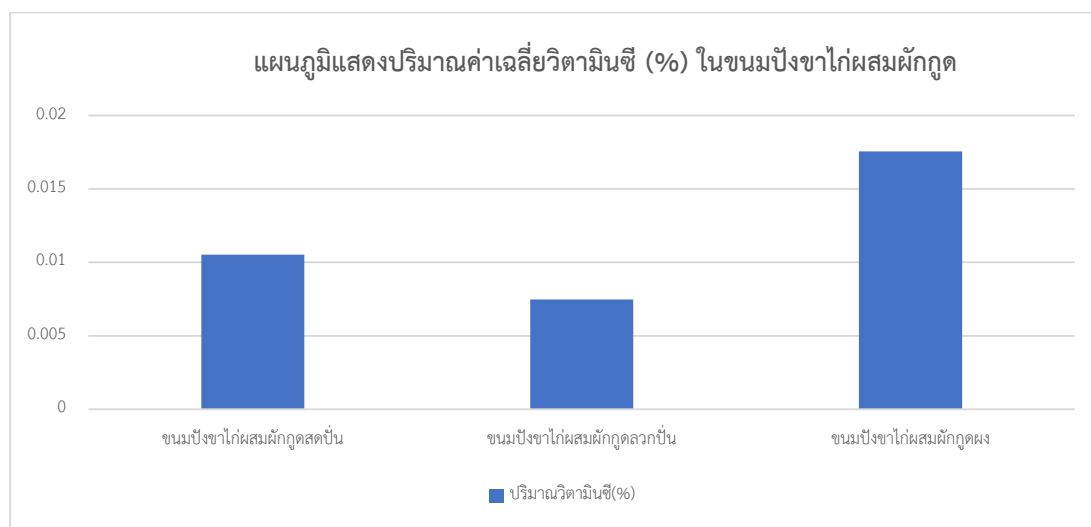
แผนภูมิที่ 1 : แสดงการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในผักกูด

4.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางด้านวิตามินซีผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่ผักกูด

ผลการไทเทรตหาปริมาณวิตามินซี (กรดแอสคอร์บิก) ผลิตภัณฑ์ขนมปังชาไก่ผักกูด โดยใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันกับสารละลาย ไอโอดีน (I_2) โดยใช้ แป้ง (Starch) เป็นอินดิเคเตอร์ เมื่อไอโอดีนทำปฏิกิริยากับวิตามินซีจนหมด สารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเข้ม (เมื่อมีไอโอดีนเหลือ) เป็นไม่มีสีหรือสีจางลง ซึ่งเป็นจุดยุติการไทเทรต เพื่อหาปริมาณวิตามินซีในขนมปังชาไก่ผักกูด เทียบกับสารมาตรฐาน ซึ่งได้ผลการผลการทดลองคือ ขนมปังชาไก่ผักกูดที่ผสมผักกูดผงมีปริมาณวิตามินซีสูงสุดคือ 0.0175630% รองลงมาคือขนมปังชาไก่ผักกูดที่ผสมผักกูดสดป่นมีปริมาณวิตามินซี 0.0105190% และขนมปังชาไก่ผักกูดที่ผสมผักกูดลวกป่นมีปริมาณวิตามินซี 0.0074666% ดังแสดงในตารางที่ 2 และแผนภูมิที่ 2

ผลิตภัณฑ์ ขนมปังชาไก่	ปริมาณวิตามินซี(%)					ค่าเฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
ผักกูดสดป่น	0.0098616	0.0136184	0.0108008	0.0089224	0.0093920	0.0105190
ผักกูดลวกป่น	0.0082180	0.0049308	0.0075136	0.0089224	0.0077484	0.0074666
ผักกูดผง	0.0187840	0.0147924	0.0187840	0.0183144	0.0171404	0.0175630

ตารางที่ 2 : แสดงผลการไทเทรตตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการแปรรูปต่างๆ



แผนภูมิที่ 2 : แสดงการเปรียบเทียบปริมาณวิตามินซีในขนมปังชาไก่ผสมผักกูด

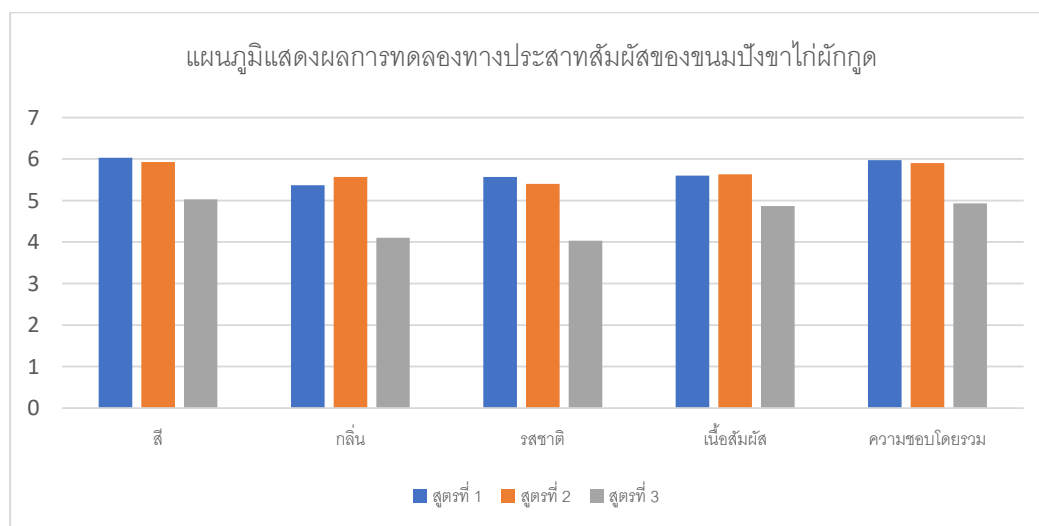
4.3 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7 point Hedonic scale

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่มี ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม แล้ววิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้โดยโปรแกรมสำเร็จรูป(Excel)เพื่อหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยวิธีAnalysis of variance(ANOVA) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีDuncan's New MultipleTest (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และใช้เกณฑ์ในการพิจารณา ได้ผลดัง ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของขนมปังข้าวไร้ผสมผักกูด

สูตร	ลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	รสชาติ	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
T1	5.57±1.04	6.03±1.10	5.37±1.27	5.60±0.97	5.97±0.72
T2	5.40±1.30	5.93±1.08	5.57±1.25	5.63±1.10	5.90±0.88
T3	4.03±1.59	5.03±1.45	4.10±1.60	4.87±1.66	4.93±1.51

ตารางที่ 3 : ตารางแสดงผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของขนมปังข้าวไร้ผสมผักกูด

หมายเหตุ : ข้อมูลจากตารางเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยวิธี Analysis of variance (ANOVA) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยสูตร T1 คือขนมปังข้าวไร้ผสมผักกูดสดปั่น สูตร T2 คือขนมปังข้าวไร้ผสมผักกูดลวกปั่น สูตร T3 คือขนมปังข้าวไร้ผสมผักกูดผง



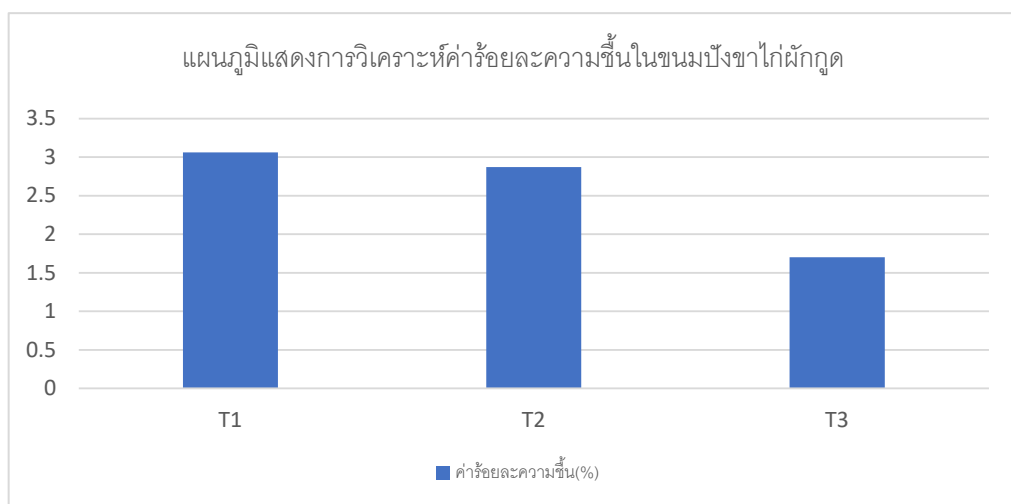
แผนภูมิที่ 3 : แสดงผลการทดลองทางประสาทสัมผัสของขนมปังข้าวไร้ผสมผักกูด

4.4. ผลการวิเคราะห์ความชื้น

ผลการวัดความชื้นโดยใช้วิธีการโดยตรง (Direct Method) มีการวิเคราะห์เชิงความร้อนเป็นการวัดโดยใช้หลักการให้ความร้อนทำให้ความชื้นระเหยออกไป ใช้การสูญเสียน้ำหนักโดยรวมของตัวอย่างในการทำให้แห้งเพื่อคำนวณปริมาณความชื้นด้วยเครื่องมือวัดวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analysis) โดยพบว่า ค่าร้อยละความชื้นของ T1 มีค่าร้อยละความชื้นมากที่สุดคือ 3.06% รองลงมาคือ T2 มีค่า 2.87% และ T3 มีค่า 1.70%

สูตร	ค่าร้อยละความชื้น(%)
T1	3.06
T2	2.87
T3	1.70

ตารางที่ 4 : แสดงการวิเคราะห์ค่าร้อยละความชื้นในขนมปังชาไก่ผักกูด



แผนภูมิที่ 4 : แสดงการวิเคราะห์ค่าร้อยละความชื้นในขนมปังชาไก่ผักกูด

2.3.2 อภิปรายผลการทดลอง

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ โดยการสังเกตลักษณะภายนอกและการชิมรส พบว่าขนมปังขาไก่ผักกูดทั้ง 3 สูตร มีลักษณะปรากฏคือ สูตร T1 สีครีมอ่อนปนเขียวหม่น เนื้อสัมผัสกรอบ รสชาติผักปานกลาง T2 สีครีมอ่อนปนเขียวจาง เนื้อสัมผัสกรอบ รสชาติผักอ่อน T3 สีเขียวเข้ม เนื้อสัมผัสกรอบ รสชาติผักชัด แสดงว่าการเติมผักกูดมีผลต่อโครงสร้าง เนื้อสัมผัส และสีของขนมปังขาไก่

ผลการเปรียบเทียบความชอบของขนมปังขาไก่ผักกูดทั้ง 3 สูตร ด้วยวิธี 7 point hedonic scale จากผู้ทดสอบ 30 คน ปรากฏว่า ผู้บริโภคพึงพอใจสูตร T1 มากที่สุด รองลงมาคือ สูตร T2 และสูตร T3 ตามลำดับ

การไทเทรตหาปริมาณวิตามินซีในผักกูด พบว่า ผักกูดผงมีปริมาณวิตามินซีสูงสุดคือ 0.0489793% รองลงมาคือผักกูดสดปั่นมีปริมาณวิตามินซี 0.0088285% และผักกูดลวกปั่นมีปริมาณวิตามินซี 0.0086876%

การไทเทรตหาปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ผสมผักกูด พบว่า ขนมปังขาไก่ผักกูดที่ผสมผักกูดผงมีปริมาณวิตามินซีสูงสุดคือ 0.0175630% เนื่องจากการแปรรูปผักให้อยู่ในรูปผงด้วยกระบวนการทำแห้ง (Dehydration) จะช่วยลดปริมาณน้ำในวัตถุดิบลง ทำให้สารอาหารเกิดการเข้มข้นขึ้น (Nutrient Concentration) ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลทางวิชาการจากบทความวิจัยของ Kencko (2020) ที่ระบุว่า การอบแห้งผักและผลไม้ในอุณหภูมิต่ำจะช่วยรักษาค่าทางโภชนาการไว้ได้เกือบทั้งหมด รองลงมาคือขนมปังขาไก่ผักกูดที่ผสมผักกูดสดปั่นมีปริมาณวิตามินซี 0.0105190% และขนมปังขาไก่ผักกูดที่ผสมผักกูดลวกมีปริมาณวิตามินซี 0.0074666% ตามลำดับ

ผลการวัดความชื้นในขนมปังขาไก่ผักกูด พบว่า ค่าร้อยละความชื้นของ T1(ผักกูดสดปั่น) มีค่าร้อยละความชื้นมากที่สุดคือ 3.06% เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่ยังไม่ผ่านกระบวนการดึงน้ำออก ทำให้น้ำซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในเซลล์พืชยังคงอยู่ครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับคำนิยามของ Food Network Solution ที่ระบุว่าความชื้น (Moisture Content) คือปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร ทั้งที่เป็นน้ำอิสระ (Free Water) และน้ำที่มีพันธะ (Bound Water รองลงมาคือ T2(ผักกูดลวกปั่น) มีค่า 2.87% และ T3(ผักกูดผง) มีค่า 1.70%

2.4 คุณค่าของผลิตภัณฑ์ต่อสิ่งแวดล้อม/สังคม/ชุมชน

ขนมปังขาไก่ผักกูดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโภชนาการ เนื่องจากผักกูดเป็นแหล่งวิตามินซีจากธรรมชาติ ซึ่งช่วยเสริมภูมิคุ้มกันและต้านอนุมูลอิสระ ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมปังขาไก่ผักกูดมีคุณค่ามากกว่าขนมปังขาไก่ทั่วไป อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบท้องถิ่นของชุมชน พร้อมรสชาติกรอบอร่อยและรับประทานง่าย จึงมีศักยภาพในการพัฒนาเชิงพาณิชย์และตอบโจทย์ผู้บริโภคที่ต้องการขนมเพื่อสุขภาพได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 1 : ผลิตภัณฑ์ขนมปังข้าวไร้ผักรู้ด



ภาพที่ 2 : บรรจุภัณฑ์ปริมาณสุทธิ 150 กรัม



ภาพที่ 3 : โลโก้ผลิตภัณฑ์และชื่อผลิตภัณฑ์

2.5 แนวทางการขายผล การต่อ ยอด แผนพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอนาคต

แนวทางการขายในอนาคตคือการผลิตขนมปังข้าวไร้ผักรู้ดวางจำหน่ายในร้านค้าและท้องตลาดทั่วไปรวมถึงห้างสรรพสินค้า รวมทั้งพัฒนาเป็นสินค้าบรรจุซอง/กระปุกสำเร็จรูปและจำหน่ายออนไลน์ เพื่อเพิ่มช่องทางการเข้าถึงผู้บริโภคในวงกว้าง

2.6 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

2.6.1 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ

- ขาดอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการผลิตปริมาณมาก
- การควบคุม ขนาด รสชาติ ความกรอบ

ส่วนที่ 3 เอกสารอ้างอิง

CalForLife.com. (ม.ป.ป.). แคลอรี ผักกูด. สืบค้นวันที่ 11 ธันวาคม 2568,

จาก <http://www.CalForLife.com>

ปรัชญา แก้วแก่น.(2560).ศักยภาพพืชสมุนไพรท้องถิ่นภาคตะวันออกเฉียงในการปกป้องเซลล์ประสาทในโรคความเสื่อมของระบบประสาทกลาง.(รายงานการวิจัย).สืบค้นเมื่อ 11 ธันวาคม 2568 จาก

https://buuir.buu.ac.th/bitstream/1234567890/4047/1/2564_216.pdf

(ม.ป.ป.). ผักกูด ประโยชน์ดีๆ สรรพคุณเด่นๆ และข้อมูลงานวิจัย. สืบค้นวันที่ 11 ธันวาคม 2568 จาก <https://share.google/OHTOUqTJ3wcm6uUbs>.

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2563). การจัดการระบบการผลิตผักกูดเพื่อการค้า. (วิทยานิพนธ์). สืบค้นวันที่ 11 ธันวาคม 2568 จาก

https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2020/TU_2020_6209034609.

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. (2565).ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสจากสารสกัดผักกูด. (รายงานวิจัย/วิทยานิพนธ์). สืบค้นวันที่ 12 ธันวาคม 2568

จาก <https://postgrads.mfu.ac.th/wp-content/uploads/2022/12/6251701256.pdf>.

ศูนย์ข้อมูลการวิจัย Digital "วช.". (ม.ป.ป.). [งานวิจัยรหัส 236545]. สืบค้นวันที่ 12 ธันวาคม 2568 จาก <https://dric.nrct.go.th/Search/SearchDetail/236545>.

Nutraceutical Business Review. (2561). Degradation of vitamins, probiotics and other active ingredients.... สืบค้นวันที่ 12 ธันวาคม 256

จาก

https://www.nutraceuticalbusinessreview.com/news/article_page/.../145924.

ประวัติย่อของคณะผู้จัดทำโครงการ

	ชื่อ-สกุล ด.ญ. ญารารภรณ์ ทับทิมเล็ก หัวหน้ากลุ่ม วันเดือนปีเกิด 21 กันยายน พ.ศ. 2553 อายุ 15 ปี ที่อยู่ปัจจุบัน 998 หมู่ 1 ตำบลขุนยวม อำเภอขุนยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 096-049-8023 การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/6 สาขาวิชา/แผนการเรียน วิทยาศาสตร์พลังสิบ สถานศึกษา โรงเรียนขุนยวมวิทยา
	ชื่อ-สกุล ด.ญ. ธัญลักษณ์ มณีธร สมาชิกกลุ่ม วันเดือนปีเกิด 16 สิงหาคม พ.ศ. 2553 อายุ 15 ปี ที่อยู่ปัจจุบัน 1365 หมู่ 1 ตำบลขุนยวม อำเภอขุนยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 096-135-0107 การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/6 สาขาวิชา/แผนการเรียน วิทยาศาสตร์พลังสิบ สถานศึกษา โรงเรียนขุนยวมวิทยา
	ชื่อ-สกุล ด.ญ. สรชา เอกกุล สมาชิกกลุ่ม วันเดือนปีเกิด 12 เมษายน พ.ศ. 2554 อายุ 14 ปี ที่อยู่ปัจจุบัน 308 หมู่ 2 ตำบลขุนยวม อำเภอขุนยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 065-459-7709 การศึกษาปัจจุบัน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/6 สาขาวิชา/แผนการเรียน วิทยาศาสตร์พลังสิบ สถานศึกษา โรงเรียนขุนยวมวิทยา

	ชื่อ-สกุล นางสาวสุทิพร พลพยัคฆ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา วิชาที่สอน ชีววิทยา/โครงการวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น ม.4-6 ที่อยู่ปัจจุบัน โรงเรียนขุนยวมวิทยา ต.ขุนยวม อ.ขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 0848109629
	ชื่อ-สกุล นายณัฐพล จิโปทา อาจารย์ที่ปรึกษา วิชาที่สอน วิทยาศาสตร์/ชีววิทยา ระดับชั้น ม.1- ม.4 ที่อยู่ปัจจุบัน โรงเรียนขุนยวมวิทยา ต.ขุนยวม อ.ขุนยวม จ.แม่ฮ่องสอน โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้ 0834823059

ภาคผนวก



ภาพ : การไทเทรตหาค่าปริมาณวิตามินซีในผักกูดแต่ละสูตร



ภาพ : การทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมปังขาวไส้ผสมผักกูด



ภาพ : การไทเทรตหาปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์ขนมปังขาวผสมผักกูดในแต่ละสูตร



ภาพ : การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 7 point Hedonic scale จำนวน 30 คน