

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากผงกะหล่ำปลี

DEVELOPMENT OF PORK MEATBALLS SUPPLEMENT WITH DIETARY FIBER FROM CABBAGE POWDER

จีระนันท์ วงศ์ทัญญู*

คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

Jeeranan Wongwatanyoo*

Faculty of Arts and Sciences, Sisaket Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: jeeranan.w@sskru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบนอกของกะหล่ำปลีสดและลวก และศึกษาปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลีต่อลักษณะคุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพของลูกชิ้นหมู พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของผงใบนอกกะหล่ำปลีเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับองค์ประกอบทางเคมีของใบนอกของกะหล่ำปลี โดยผงใบนอกกะหล่ำปลีมีปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน และเส้นใยอาหารร้อยละ 92.52, 1.93, 0.61, 2.74 และ 2.20 ตามลำดับ จากนั้นนำผงใบนอกกะหล่ำปลีไปเติมในลูกชิ้นหมู ร้อยละ 0, 0.25, 0.5 และ 0.75 และวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และทดสอบด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้น พบว่า ลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.75 มีน้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุกสูงสุด ($p \leq 0.05$) ปริมาณเส้นใยอาหารและเถ้าของลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.75 สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.75 มีคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม น้อยกว่าสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลี ร้อยละ 0.5 และ 0.75 ($p \geq 0.05$)

คำสำคัญ: ลูกชิ้นหมู กะหล่ำปลี เส้นใยอาหาร

ABSTRACT

This research aims to study the chemical composition of fresh and blanched cabbage outer leaves and to investigate the effect of cabbage outer leaf powder content on the chemical and physical quality characteristics of pork meatballs. It was found that the chemical composition of cabbage outer leaf powder was increased compared to the chemical composition of cabbage outer leaves. The cabbage outer leaf powder contained moisture, ash, fat, protein, and dietary fiber at percentages of 92.52%, 1.93%, 0.61%, 2.74%, and 2.20%, respectively. Cabbage leaf powder was then added to pork meatballs at percentages of 0, 0.25, 0.5, and 0.75, and their chemical, physical, and sensory quality were analyzed. It was found that pork meatballs with 0.75 % cabbage leaf

powder added had the highest weight loss during cooking ($p \leq 0.05$), and the highest dietary fiber and ash content ($p \leq 0.05$). Sensory evaluation results showed that pork meatballs with 0.75% cabbage leaf powder added had lower preference scores for color, taste, texture, and overall preference compared to the control formula (0%) ($p \leq 0.05$). However, there was no statistically significant difference between pork meatballs with 0.5% and 0.75% cabbage leaf powder added ($p \geq 0.05$).

Keywords: Pork meatballs, cabbage, dietary fiber

บทนำ

การแปรรูปเนื้อสัตว์ เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในภาคอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ โดยมีการนำเทคโนโลยีด้านการแปรรูปอาหารต่าง ๆ ได้แก่ การเคียว การหมัก การรมควัน การแช่เย็น การแช่แข็ง และวัตถุเจือปนอาหาร รวมทั้งการบรรจุและบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีที่กล่าวข้างต้นมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม โดยมุ่งเน้นให้เกิดผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีคุณภาพและตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคเนื้อสัตว์เป็นอาหารที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ในปัจจุบันได้มีการนำเนื้อสัตว์มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ให้มีความหลากหลายมากขึ้น เพื่อที่จะตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคและสะดวกต่อการนำไปบริโภค นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มอายุการเก็บให้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ การแปรรูปเนื้อสัตว์ นำเนื้อสัตว์มาผ่านกระบวนการหรือขั้นตอนต่าง ๆ เช่น การบด การสับผสม การให้ความร้อน และการเติมเครื่องปรุงรสหรือเครื่องเทศต่าง ๆ เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์แปรรูปเนื้อสัตว์ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่นิยมรับประทานกันมากอย่างหนึ่งได้แก่ลูกชิ้น ซึ่งมีหลายรูปแบบ เช่น ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นเนื้อ ลูกชิ้นเอ็น เป็นต้น ลูกชิ้นหมู หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อหมูเครื่องเทศหรือสมุนไพร เช่น กระเทียม รากผักชีพริกไทยดำ วัตถุปรุงแต่งรสอาหาร และเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ นำมาบดจนละเอียดผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันและนวดจนเหนียวที่อุณหภูมิต่ำ โดยใช้ น้ำแข็งหรือวิธีอื่นที่เหมาะสม อาจผสมส่วนประกอบอื่น เช่น สาหร่าย แครอท ต้นหอม คลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามต้องการ ต้มจนสุก และทำให้เย็น (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2555) ลูกชิ้นเป็นอาหารที่นิยมบริโภคอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากสะดวกต่อการบริโภค หาซื้อง่าย มีรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เหมาะที่จะใช้เป็นอาหารว่าง อย่างไรก็ตาม การบริโภคลูกชิ้นซึ่งมีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบหลักอาจจะทำให้เกิดปัญหาภาวะโภชนาการที่ไม่สมดุล เนื่องจากลูกชิ้นที่มีจำหน่ายอยู่ทั่วไปมีปริมาณเส้นใยต่ำหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาสุขภาพและยังมีผลกระทบต่อระบบขับถ่ายทำให้ท้องผูกเรื้อรังจนเป็นสาเหตุให้เกิดริดสีดวงทวาร และทำให้เกิดการอุดตันของลำไส้ใหญ่ที่เป็นระบบอวัยวะที่สำคัญของร่างกายซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งทำให้เกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่

กะหล่ำปลี (Cabbage) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica oleracea* L. var. *capitata* มีถิ่นกำเนิดและเป็นพืชดั้งเดิมในยุโรปตอนใต้แถบประเทศเมดิเตอร์เรเนียนของทวีปยุโรป โดยชาวกรีกเป็นชนชาติแรกที่เริ่มการปลูกกะหล่ำปลีเมื่อ 600 ปีก่อน ในประเทศไทยมีการนำกะหล่ำปลีเข้ามาปลูกก่อนปี พ.ศ. 2470 โดยเริ่มแรกมีการปลูกในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคอีสาน และปลูกมากเฉพาะในฤดูหนาวและเริ่มปลูกมากขึ้นในปี พ.ศ. 2505 (เมฆ จันทร์ประยูร,

2541) กะหล่ำปลีเป็นพืชล้มลุกอายุมากกว่าหนึ่งปี ลำต้นมีลักษณะกลม สั้น สีขาว เป็นแกนตรงกลางที่ถูกห่อหุ้มด้วยแผ่นใบ ใบกะหล่ำปลีเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับซ้อนกันแน่นรอบลำต้น เรียกว่า หัวกะหล่ำปลี ที่มีลักษณะกลม และแบนเล็กน้อย โดยใบจะห่อหุ้มซ้อนกันแน่นตั้งแต่ปลายยอดของลำต้น ส่วนใบที่ปลายยอดจะอยู่ตรงกลางด้านในสุดของหัวกะหล่ำ เป็นส่วนที่มีการแตกใบใหม่ห่อหุ้มซ้อนกันเรื่อยจนกลายเป็นหัวขนาดใหญ่ ใบกะหล่ำปลีสวนด้านนอกจะมีสีเขียว และเป็นใบแก่ ส่วนใบด้านในเป็นใบสีอ่อนจนถึงยอดตรงกลาง ตัวใบแต่ละใบจะมีรูปรอบ ผิวใบเกลี้ยง มีลักษณะเป็นคลื่น โดยใบนอกสุดจะมีไขซ์ผิวกคลุม (เมฆ จันทรประยูร, 2541) กะหล่ำปลีสามารถปลูกได้ในดินแทบทุกชนิด โดยเฉพาะดินที่มีลักษณะโปร่งและร่วนซุย มีความชื้นในดินและมีค่าความเป็นกรด - ด่าง อยู่ในช่วง 6 - 6.5 สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 15 - 20 องศาเซลเซียส กะหล่ำปลีเป็นผักกินใบชนิดห่อหัว หวาน กรอบ ใบมีสีเขียว มีเส้นใยอาหาร วิตามินซี วิตามินเค วิตามินอี และโพแทสเซียม นอกจากนั้นในกะหล่ำปลีจะมีสารซัลเฟอร์ (sulfur) ทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของลำไส้ ช่วยในการขับถ่าย ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยระงับประสาท ช่วยให้ผ่อนคลาย และมีสารเอสเมธิลเมธโอนีน ที่มีคุณสมบัติรักษาโรคในกระเพาะอาหารได้ เป็นสารต้านการอักเสบ และการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ทำหน้าที่กระตุ้นกระเพาะอาหาร และลำไส้สร้างน้ำคัดหลั่งสำหรับเคลือบกระเพาะอาหารและลำไส้ (ธนาวรรณ สุขเกษม, 2556, 262-268) กะหล่ำปลีนิยมนำประกอบอาหารในหลากหลายเมนูเนื่องจากใบหรือหัวกะหล่ำปลีมีรสหวาน กรอบ เช่น แกงจืดหรือต้มจืด กะหล่ำปลี ผัดกะหล่ำปลี รวมถึงนิยมใช้รับประทานสดหรือลวกคู่กับอาหารอย่างอื่น อาทิ น้ำพริก เมนูลาบ และไส้กรอก เป็นต้น

เส้นใยอาหาร (Dietary Fiber) หมายถึง ส่วนประกอบของพืช ผัก และผลไม้ที่พบในส่วนที่เป็นผนังเซลล์ เมื่อบริโภคเข้าไปแล้วสามารถทนต่อการย่อยสลายของเอนไซม์ที่อยู่ในกระเพาะอาหารและในลำไส้เล็กของมนุษย์ (สวามิณี นวลเชกุล, 2547) แต่เมื่อผ่านมาถึงส่วนของลำไส้ใหญ่บางส่วนของเส้นใยอาหารจะถูกย่อยโดยแบคทีเรียกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ก๊าซไฮโดรเจน น้ำ และกรดไขมันสายสั้น ๆ ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย เส้นใยอาหาร (dietary fiber) เป็นสารประกอบพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) และมักพบในเซลล์พืช เช่น ผัก ผลไม้ และเมล็ดธัญพืช เป็นต้น โดยเส้นใยอาหารมีส่วนประกอบหลายชนิดรวมกัน เช่น เซลลูโลส (cellulose) เพกติน (pectin) อินูลิน (inulin) และยางไม้ (gum) เป็นต้น เส้นใยอาหารยังจัดเป็นสารอาหารกลุ่มที่ไม่ให้พลังงาน แต่มีบทบาทสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ให้มีประสิทธิภาพ (Liu, 2003, 517-520) เส้นใยอาหารสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้ 1) เส้นใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ (Soluble dietary fiber) คือ เส้นใยอาหารที่สามารถละลายได้ในน้ำ เกิดการสร้างเป็นเนื้อเจล สามารถเกิดกระบวนการย่อยจากเอนไซม์และฮอโมนได้ในลำไส้เล็ก และเกิดกระบวนการหมักของเส้นใยอาหารจากเชื้อไมโครฟลอรา (microflora) ในลำไส้ใหญ่ได้ง่าย ตัวอย่างเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้แก่ บีตากลูแคน (β -glucan) เพกติน (pectin) ยางไม้ (gum) และ เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) เป็นต้น 2) เส้นใยอาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble dietary fiber) คือ เส้นใยอาหารที่ไม่มีคุณสมบัติในการสร้างเนื้อเจล และไม่ถูกย่อยในลำไส้เล็กแต่เกิดกระบวนการหมักในลำไส้ใหญ่ได้บ้าง ตัวอย่างเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ ลิกนิน (lignin) เซลลูโลส (cellulose) เป็นต้น (สุภารัตน์ จันทรเหลื่อง และ ภูเบศร์ นิลาทะวงศ์, 2561)

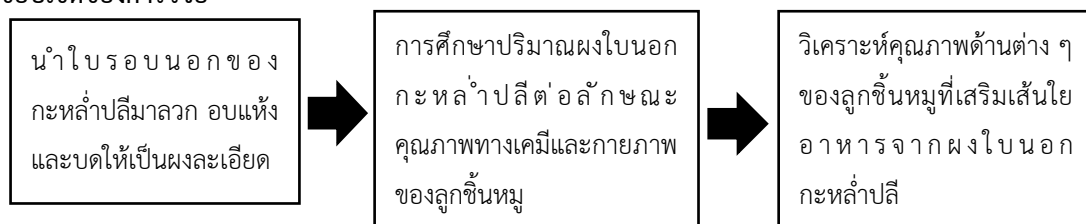
เส้นใยอาหารเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่ง ที่เริ่มเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากเส้นใยอาหารมีความสำคัญต่อสุขภาพ ในการป้องกันและบรรเทาอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินอาหาร ควบคุมระดับ

น้ำตาลกลูโคสในเลือด และควบคุมระดับโคเลสเตอรอลในเลือด เป็นต้น จึงนำเส้นใยอาหารมาเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้วัตถุดิบที่เป็นแหล่งของเส้นใยอาหาร ควรเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์และควรใช้ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ผลจากการเติมเส้นใยอาหารลงในผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเส้นใยอาหารเพิ่มขึ้นและพลังงานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ปกติ แต่อาจมีผลกระทบทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้อยลง อาจมีการเปลี่ยนแปลงขนาด รูปร่าง สี กลิ่น รสชาติ หรือลักษณะเนื้อสัมผัสจนอาจทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง Nawirska-Olszanska and Kwasniewska (2005) กล่าวว่า เส้นใยอาหารรวมทั้งจำนวนองค์ประกอบแต่ละตัวที่อยู่ในเส้นใยอาหารจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัว องค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญคือ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพคติน จึงได้ทำการศึกษา ส่วนประกอบที่มีในเส้นใยอาหารจากกากของแอปเปิล ลูกเกดดำ เชือกเบอร์รี่ แพร่ เชอร์รี่ และกากแครอท พบว่า ในกากของตัวอย่างมีจำนวนเพคตินน้อยมากและปริมาณของลิกนินสูงมาก (กากของลูกเกดดำและเชอร์รี่) หรือสูงเมื่อเทียบกับ กากของแพร่ เชือกเบอร์รี่ แอปเปิล และแครอท

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของไบนอกของกะหล่ำปลีลวก สด และอบแห้ง
2. เพื่อศึกษาปริมาณผงไบนอกกะหล่ำปลีต่อลักษณะคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และทดสอบด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมู

ขอบเขตของการวิจัย



ภาพที่ 1 ขอบเขตของการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำกะหล่ำปลีสด โดยใช้ไบนอกของกะหล่ำปลีพันธุ์แพชชั่น อายุประมาณ 65 วัน ที่ได้มาจากตลาดสดในจังหวัดกาญจนบุรี มาล้างและหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดประมาณ 2 x 2 cm. จากนั้นนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีมาตรฐาน AOAC (2019) ดังนี้

- 1) ปริมาณความชื้น (Moisture Content)
- 2) ปริมาณเถ้า (Ash Content)
- 3) ปริมาณไขมัน (Fat Content)
- 4) ปริมาณโปรตีน (Protein Content)
- 5) ปริมาณเส้นใยอาหาร (Dietary Fiber)

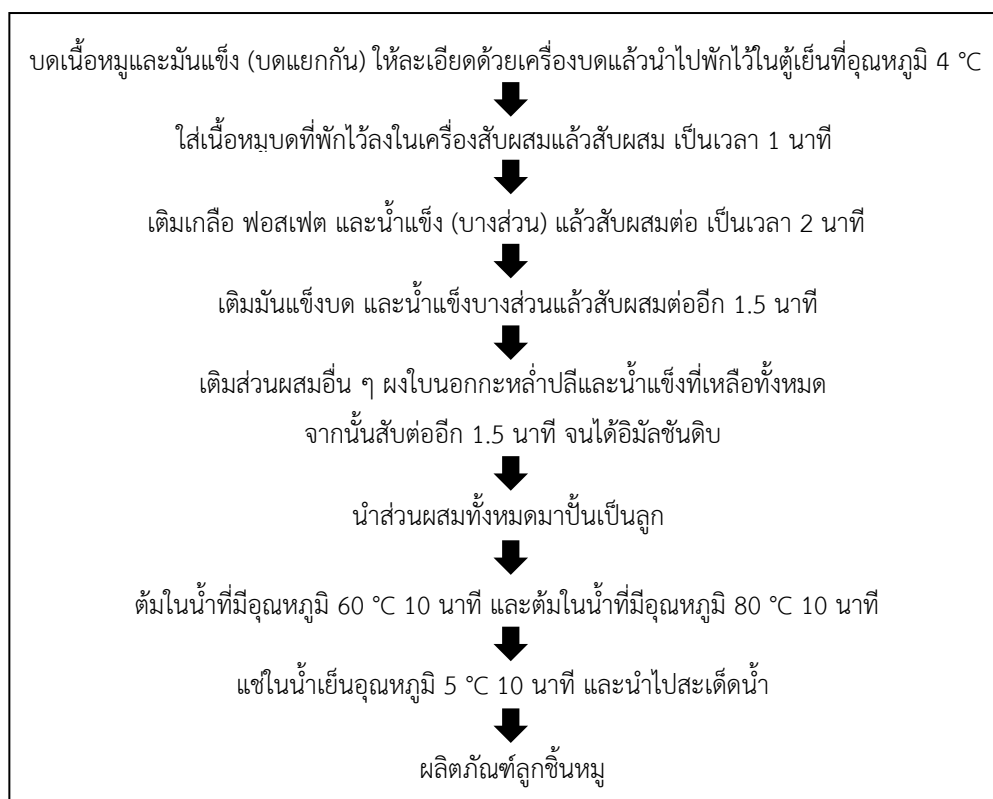
2. การทำกะหล่ำปลีลวก

2.1 นำใบรอบนอกของกะหล่ำปลี (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) มาล้างและหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดประมาณ 2×2 cm. จากนั้นนำไปลวกในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 93 ± 2 °C เป็นเวลา 2 นาที ในอัตราส่วนกะหล่ำปลีต่อน้ำที่ 1:7 และทำให้เย็นลงทันทีในน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิโดยประมาณ 4 °C

2.2 นำกะหล่ำปลีจากข้อ 2.1 มาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 80 °C ในระหว่างการอบแห้งสุ่มตัวอย่างกะหล่ำปลีทุก 1 ชั่วโมง ปริมาณ 3 - 5 กรัม ออกมาเพื่อวัดปริมาณความชื้นตามมาตรฐาน AOAC (2019) ทำการอบแห้งจนกระทั่งตัวอย่างมีปริมาณความชื้นถึงจุดสมดุล จากนั้นนำตัวอย่างไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดสมุนไพร และนำมาผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช จะได้ผงใบนอกกะหล่ำปลี

3. การศึกษาปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลีต่อลักษณะคุณภาพทางเคมีและกายภาพของลูกชิ้นหมู

ศึกษาปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลีในการผลิตลูกชิ้นหมู โดยที่ปริมาณแตกต่างกัน คือ ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ร้อยละ 0.25 ร้อยละ 0.50 และ ร้อยละ 0.75 โดยในการทดลองขั้นนี้จะกำหนดให้ส่วนผสมอื่น ๆ ที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นหมูมีค่าคงที่ โดยแสดงดังตารางที่ 1 และรายละเอียดของขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นหมู โดยแสดงดังภาพที่ 1 (ย่าวลักษณ์ สุรพันธ์พิษฐ์, 2536) จากนั้นนำลูกชิ้นหมูทั้ง 4 สูตร ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี และกายภาพตามมาตรฐาน AOAC (2019) ดังนี้ 1) ปริมาณความชื้น 2) ปริมาณเถ้า 3) ปริมาณไขมัน 4) ปริมาณโปรตีน 5) ปริมาณเส้นใยอาหาร และ 6) วิเคราะห์น้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุก (Cooking loss) (Andres et al., 2006, 311-319)



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการผลิตลูกชิ้นหมู

ตารางที่ 1 ส่วนผสมต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตลูกชิ้นหมู

ส่วนผสม	ปริมาณ (ร้อยละ)
เนื้อหมู	67
น้ำแข็ง	30
ไขมัน	3
แป้ง	4
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต	0.3
เกลือ (NaCl)	1.5
น้ำตาลทราย	0.2
โมโนโซเดียมกลูตาเมต	0.15
เครื่องเทศ	1

4. การศึกษาปริมาณกะหล่ำปลีถึงต่อลักษณะคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมู

นำลูกชิ้นหมูที่เสริมเส้นใยอาหารจากผงใบนอกกะหล่ำปลีทั้ง 4 สูตร มาวิเคราะห์คุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อคุณลักษณะต่าง ๆ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมประเภทผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 20 คน โดยทดสอบความชอบทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ 9 Point Hedonic Scale ซึ่งมีระดับคะแนน 1 – 9 ดังนี้

1 คะแนน	หมายถึง	ไม่ชอบมากที่สุด
2 คะแนน	หมายถึง	ไม่ชอบมาก
3 คะแนน	หมายถึง	ไม่ชอบปานกลาง
4 คะแนน	หมายถึง	ไม่ชอบเล็กน้อย
5 คะแนน	หมายถึง	เฉย ๆ
6 คะแนน	หมายถึง	ชอบเล็กน้อย
7 คะแนน	หมายถึง	ชอบปานกลาง
8 คะแนน	หมายถึง	ชอบมาก
9 คะแนน	หมายถึง	ชอบมากที่สุด

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในงานวิจัยนี้วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการตรวจสอบทางด้านกายภาพและเคมี และวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สำหรับการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบชิม ทำการทดลอง 2 ซ้ำ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA (analysis of variance) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาขององค์ประกอบทางเคมีของใบนอกของกะหล่ำปลีสด และใบนอกของกะหล่ำปลีลวก

ผลการนำใบนอกของกะหล่ำปลีสด และใบนอกของกะหล่ำปลีที่ผ่านการลวกที่อุณหภูมิ 93 ± 2 °C ทำให้เย็นทันทีที่อุณหภูมิ 4 °C จากนั้นนำไปอบด้วยเครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven) ที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 9 ชั่วโมง และนำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด นำผงใบนอกของกะหล่ำปลีสด และผงใบนอกของกะหล่ำปลีลวกไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยแสดงผลดังในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของผงใบนอกของกะหล่ำปลีสด และผงใบนอกของกะหล่ำปลีลวก

องค์ประกอบทางเคมี	ผงใบนอกของกะหล่ำปลีสด (ร้อยละ)	ผงใบนอกของกะหล่ำปลีลวก (ร้อยละ)
ความชื้น	91.18	98.85
เถ้า	12.27	9.14
ไขมัน	0.37	1.69
โปรตีน	1.81	3.74
เส้นใยอาหาร	31.37	65.09

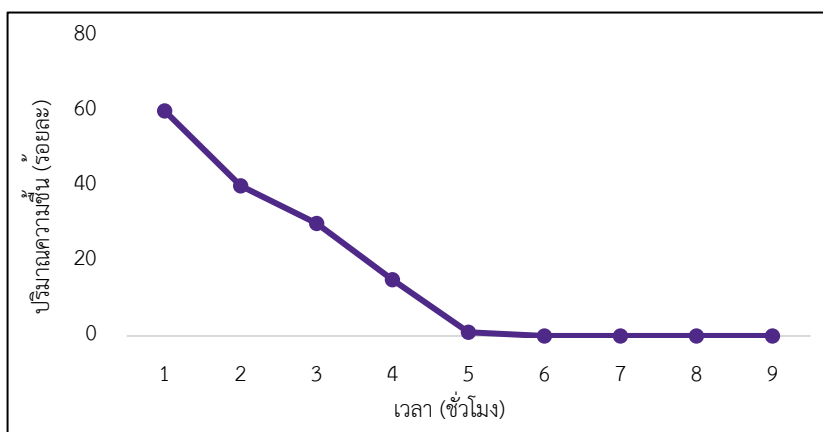
*หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ

จากตารางที่ 2 พบว่า องค์ประกอบทางด้านเคมีของผงใบนอกของกะหล่ำปลีลวกที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน และเส้นใยอาหาร ร้อยละ 98.85, 1.69, 3.74 และ 65.09 ตามลำดับ มีการลดลงของปริมาณเถ้าหลังการลวกร้อยละ 9.14 เนื่องจากหลังจากการลวกมีการสูญเสียของน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เช่น กลีโคแร วิตามิน และน้ำตาลของเซลล์พืชในระหว่างการลวกในน้ำร้อนที่อาจเกิดในระหว่างการลวก ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nilnakara et al. (2009) พบว่า หลังจากการลวกมีการเพิ่มขึ้นของเส้นใยอาหาร โปรตีน ไขมัน และพบว่า มีการลดลงของเถ้า และคาร์โบไฮเดรตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลการศึกษาเวลาในการอบแห้งใบนอกกะหล่ำปลีลวก และผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงใบนอกกะหล่ำปลี

2.1 ผลการศึกษาเวลาในการอบแห้ง และปริมาณความชื้นในใบนอกกะหล่ำปลีลวก

จากการนำใบนอกกะหล่ำปลีมาทำการลวกที่อุณหภูมิ 93 ± 2 °C เป็นเวลา 2 นาที จากการสุ่มตัวอย่างในระหว่างการอบมา 3 - 5 กรัม ออกมาวัดปริมาณความชื้นเพื่อหาสภาวะความชื้นสมดุล โดยแสดงผลดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปริมาณความชื้นถึงสภาวะความชื้นสมดุล

จากภาพที่ 3 พบว่า การอบแห้งของใบนอกกะหล่ำปลีลวก อบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 °C จนกระทั่ง สภาวะความชื้นสมดุล จะพบว่า ที่เวลา 7 ชั่วโมง กะหล่ำปลีเริ่มมีความชื้นคงที่แสดงให้เห็นว่าเริ่มเกิดสภาวะสมดุล จากนั้น ทำการอบไปจนถึงชั่วโมงที่ 9 ได้ความชื้นสุดท้ายของกะหล่ำปลีร้อยละ 0.14 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Larrauri (1999) ที่รายงานว่าคุณสมบัติของเส้นใยอาหารผงที่ผลิตได้ควรมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าร้อยละ 9 และมี ปริมาณไขมันต่ำให้พลังงานต่ำ (ต่ำกว่า 8.36 กิโลกรัมแคลอรีต่อกิโลกรัม)

2.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผงใบนอกกะหล่ำปลี

จากการทดลองนำกะหล่ำปลีที่ผ่านการลวกไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลการทดลอง โดยแสดงดังตารางที่ 3 พบว่า ผงใบนอกกะหล่ำปลีมีร้อยละขององค์ประกอบทางเคมี คือ ปริมาณ ความชื้นร้อยละ 92.52 (% wet basis) เถ้าร้อยละ 1.93 ไขมันร้อยละ 0.61 โปรตีนร้อยละ 2.74 และเส้นใยอาหาร ร้อยละ 2.20

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ ของผงใบนอกกะหล่ำปลี

องค์ประกอบทางเคมี	ผงใบนอกกะหล่ำปลี (ร้อยละ)
ความชื้น	92.52
เถ้า	1.93
ไขมัน	0.61
โปรตีน	2.74
เส้นใยอาหาร	2.20

*หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ

3. ผลการศึกษาลักษณะคุณภาพทางเคมีและกายภาพของปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลีลูกชิ้นหมู

จากการทดลองผลิตลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากผงใบนอกกะหล่ำปลี ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ร้อยละ 0.25 ร้อยละ 0.50 และ ร้อยละ 0.75 จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ได้ผลการทดลอง ดังนี้

3.1 ผลของปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลีต่อน้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุกของลูกชิ้นหมู

ผลการศึกษาผงใบนอกกะหล่ำปลีต่อน้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุกของลูกชิ้นหมูทั้ง 4 สูตร แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 น้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุกของลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลี	ร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสียระหว่างการทำให้สุก (Cooking loss)
0 (สูตรควบคุม)	2.16 ± 0.05^c
0.25	2.28 ± 0.03^c
0.50	3.71 ± 0.11^b
0.75	4.29 ± 0.08^a

* ค่า a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาผงใบนอกกะหล่ำปลีต่อน้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุก แสดงดังตารางที่ 4 พบว่า การเติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.5 และร้อยละ 0.75 ทำให้น้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุกของลูกชิ้นหมูสูงกว่าลูกชิ้นหมูที่ไม่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลี (สูตรควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนการเติมผงใบนอกกะหล่ำปลีที่ร้อยละ 0.25 น้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับสูตรควบคุม ($p > 0.05$) การที่น้ำหนักที่สูญเสียไประหว่างการทำให้สุกเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมผงใบนอกกะหล่ำปลี เนื่องจากผงใบนอกกะหล่ำปลีมีความสามารถในการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหารลดลงซึ่งเป็นสาเหตุมาจากการลดขนาดของอนุภาคของเส้นใยอาหารผงนั้น เป็นการทำลายโครงสร้างตาข่ายที่เป็นรูพรุนซึ่งสามารถเก็บกักน้ำในโครงสร้างของเส้นใยอาหารได้ การที่อาหารผงทำให้เส้นใยอาหารผงดูดซับน้ำได้น้อยจึงส่งผลให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lario et al. (2004) รายงานว่าค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหารผงของเหลือจากการผลิตน้ำมะนาวจะมีค่าลดลง เมื่อขนาดอนุภาคของเส้นใยอาหารผงลดลง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sangnark and Noomhorm (2003) รายงานว่าเมื่อขนาดอนุภาคของเส้นใยอาหารผงจากชานอ้อยลดลง จะส่งผลให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง เนื่องจากเส้นใยอาหารมีความหนาแน่นเพิ่ม นอกจากนั้นยัง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Prakongpan et al. (2002) ที่พบว่า ทั้งเส้นใยอาหารผงและเซลลูโลสผงที่ผลิตจากแกนสับประรดที่มีขนาดอนุภาคใหญ่จะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงกว่าเส้นใยอาหารผงและเซลลูโลสผงที่มีขนาดอนุภาคเล็ก

3.2 ผลของปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลีต่อองค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมู

จากการผลิตลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากผงใบนอกกะหล่ำปลีในปริมาณต่าง ๆ นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในด้านต่าง ๆ โดยการทดสอบความชื้น เถ้า ไขมัน และเส้นใยอาหาร แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีในปริมาณต่าง ๆ

ปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลี	ความชื้น	เถ้า	ไขมัน	เส้นใยอาหาร
0 (สูตรควบคุม)	76.21 ± 0.30^a	0.55 ± 0.00^d	1.22 ± 0.96^c	0.13 ± 0.04^c

0.25	76.65 ± 0.35 ^a	1.13 ± 0.06 ^c	2.02 ± 0.14 ^a	0.23 ± 0.00 ^b
0.50	76.86 ± 0.00 ^a	1.38 ± 0.01 ^b	2.13 ± 0.65 ^a	0.45 ± 0.04 ^a
0.75	77.01 ± 0.85 ^a	1.54 ± 0.02 ^a	1.68 ± 0.83 ^b	0.53 ± 0.17 ^a

* ค่า a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 5 พบว่า ลูกชิ้นหมูที่เสริมผงใบนอกกะหล่ำปลีทั้ง 4 ระดับ (ร้อยละ 0, 0.25, 0.50 และ 0.75) ปริมาณความชื้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.75 จะมีปริมาณต่ำกว่าลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0, 0.25 และ 0.50 สำหรับปริมาณเส้นใยอาหารในลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.75 และร้อยละ 0.50 สูงกว่าที่เติมร้อยละ 0 และ 0.25 ($P \leq 0.05$) เนื่องจากในกะหล่ำปลีเป็นผักที่มีปริมาณเส้นใยอาหารสูง ดังนั้น เมื่อเติมปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลีเพิ่มขึ้นจึงทำให้มีปริมาณเส้นใยอาหารในลูกชิ้นหมูเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

3.3 ผลศึกษาปริมาณผงใบนอกกะหล่ำปลีต่อลักษณะคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมู

จากการทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากผงใบนอกกะหล่ำปลีในปริมาณต่าง ๆ โดยการทดสอบความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม แสดงดังตารางที่ 6 พบว่า คะแนนความชอบด้านกลิ่นของลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งคะแนนความชอบด้านกลิ่นอยู่ในช่วง 5.75 - 6.55 ส่วนคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.50 และ 0.75 มีคะแนนความชอบน้อยกว่าสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) สำหรับลูกชิ้นหมูที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.25 คะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับสูตรควบคุม และสูตรที่เติมผงใบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.50 และ 0.25 พบว่า การเติมกะหล่ำปลีผงร้อยละ 0.75 ได้รับคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม น้อยที่สุด ยกเว้นความชอบด้านกลิ่น

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบที่มีผู้ทดสอบชิมด้านต่าง ๆ ของลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากกะหล่ำปลีผง

สูตร*	กลิ่น	สี	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
1	6.55 ± 1.66 ^a	6.80 ± 1.10 ^a	6.55 ± 1.53 ^a	6.20 ± 1.43 ^a	6.45 ± 1.39 ^a
2	6.25 ± 1.44 ^a	6.00 ± 1.62 ^{ab}	5.95 ± 1.82 ^{ab}	5.75 ± 1.68 ^{ab}	5.85 ± 1.84 ^{ab}
3	5.95 ± 1.50 ^a	5.75 ± 1.20 ^b	5.30 ± 1.78 ^b	5.25 ± 1.51 ^{ab}	5.35 ± 1.87 ^b
4	5.75 ± 1.88 ^a	5.10 ± 1.74 ^b	5.15 ± 1.72 ^b	4.85 ± 2.00 ^b	5.15 ± 1.75 ^b

* ค่า a,b,c ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตร 1. กะหล่ำปลีผงร้อยละ 0 (สูตรควบคุม); 2. กะหล่ำปลีผงร้อยละ 0.25; 3. กะหล่ำปลีผงร้อยละ 0.5; 4. กะหล่ำปลีผงร้อยละ 0.75

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผงใบนอกกะหล่ำปลีมีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีในด้านต่าง ๆ โดยมีความชื้นร้อยละ 92.52 เถ้าร้อยละ 1.93 ไขมันร้อยละ 0.61 โปรตีนร้อยละ 2.74 และเส้นใยอาหารร้อยละ 2.20 เมื่อนำกะหล่ำปลีใบนอกไปลวกและ

อบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 9 ชั่วโมง พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของไบนอกกะหล่ำปลีเพิ่มขึ้น และในลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากไบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.75 มีร้อยละของน้ำหนักที่สูญเสียระหว่างการทำให้สุกสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ค่าปริมาณความชื้นของลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากไบนอกกะหล่ำปลีทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และในลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากไบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.50 และ 0.75 มีปริมาณเส้นใยอาหารสูงกว่าสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากไบนอกกะหล่ำปลีร้อยละ 0.75 มีคะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) ยกเว้นทางด้านกลิ่น ทั้งนี้ที่ร้อยละ 0.5 และ 0.75 ($p > 0.05$) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติของลูกชิ้นหมูเสริมเส้นใยอาหารจากกะหล่ำปลีผิง

ข้อเสนอแนะ

ควรวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ โดยเฉพาะปริมาณเส้นใยอาหาร พลังงาน ไขมัน และโซเดียม เพื่อใช้เป็นข้อมูลยืนยันคุณค่าประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ และเป็นแนวทางในการสื่อสารกับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ

เอกสารอ้างอิง

- ธนาวรรณ สุขเกษม. (2556). การสกัดเพคตินจากกะหล่ำปลีภูทับเบิก. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 10 (2), 262-268.
- เมฆ จันทรประยูร. (2541). ผักสวนครัว. กรุงเทพฯ: ไทยทรงศ.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2555). ลูกชิ้นหมู. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน.
- เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิษฐ์. (2536). เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เค.ยู.บุ๊คเซ็นเตอร์.
- สุภารัตน์ จันทรเหลือง และ ภูเบศร์ นิลาทวงค์. (2561). คุณประโยชน์ของส่วนประกอบในเส้นใยอาหาร. อุบลราชธานี: หน่วยการศึกษาต่อเนื่อง คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สวามินี นวลแกลก. (2547). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหารจากกากที่เหลือจากการผลิตน้ำนมข้าวโพด. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Andres, S. C., Garcia, M. E., Zaritzky, N. E., and Califano, A. (2006). Storage stability of low-fat chicken sausages. *Journal of Food Engineering*, 72 (4), 311-319.
- Lario, Y., Sendra, E., Garcia-Ppwez, J., Fuentes, C., Sayas- Barbera, E., Fernandez-Lopez, J., and Pewez-Alvarez, J. A. (2004). Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5 (1), 113-117.
- Larrauri, J. A. (1999). New approaches in the preparation of high dietary fiber powders from fruit by-products. *Trends in Food Science and Technology*, 10 (1), 3-8.
- Liu, R. H. (2003). Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78 (3), 517-520.
- Nawirska-Olszanska, A., and Kwasniewska, M. (2005). Dietary fiber fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chemistry*, 91 (2), 221-225.

- Nilnakara, S., Chiewchan, N., and Devahastin, S. (2009). Production of antioxidant dietary fiber powder from cabbage outer leaves. **Food and Bioproducts Processing**, **87** (4), 301-307.
- Prakongpan, T., Nitihamyong, A., and Luangpituksa, P. (2002). Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. **Journal of Food Science**, **67** (4), 1308-1313.
- Sangnark, A., and Noomhorm, A. (2003). Effect of particle sizes on functional properties of dietary fiber prepared from sugarcane bagasse. **Food Chemistry**, **80** (2), 221-229.