การใช้ประโยชน์จากหยวกกล้วยหอมทองเพื่อเสริมใยอาหารในไส้อั่ว

Utilization of Banana Stalk of Kluai Hom Thong for Supplementation of Dietary Fiber in Northern Thai Sausage

ธัญนันท์ ฤทธิ์มณี *

Thanyanun Rithmanee *

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากหยวกกล้วยหอมทองเพื่อเสริมใยอาหารในไส้อั่ว มีการนำใยอาหารผงที่เตรียมจากหยวกกล้วยหอมทองด้วยวิธีการเตรียมที่แตกต่างกัน 4 วิธี คือ การบดแห้ง การบดเปียก การบดเปียกร่วมกับการล้างน้ำอุณหภูมิห้อง และการบดเปียกร่วมกับการล้างน้ำร้อน มาศึกษาลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) พบว่าใยอาหารที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นเกล็ด มีขนาดแตกต่างกัน และมีรูพรุนมาก นอกจากนั้นยังพบว่าใยอาหารผงที่เตรียมจากวิธีบดแห้งมีปริมาณผลผลิตมากที่สุด ดังนั้นจึงนำใยอาหารผงที่เตรียมจากวิธีบดแห้งเติมเสริมลงในไส้อั่วในปริมาณร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 เปรียบเทียบกับไส้อั่วที่ไม่ผ่านการเติมใยอาหารผง เมื่อนำไส้อั่วมาวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่า ค่า วอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ค่าความชื้น และปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่ไม่ผ่านการเติมใยอาหารผงมีความแตกต่างกันกับไส้อั่วที่ผ่านการเติมใยอาหารผงด้วยปริมาณร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) มีผลทำให้ปริมาณของไขมันมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพในการวัดค่าด้านเนื้อสัมผัสของไส้อั่วเสริมใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทองด้วยค่าแรงเฉือน (shear force) พบว่าการเพิ่มปริมาณใยอาหารผงในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้น และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ไส้อั่วไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสเผ็ด รสเค็ม และความชอบโดยรวม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยผู้บริโภคให้การยอมรับอยู่ในเกณฑ์ระดับชอบปานกลาง ซึ่งการเติมใยอาหารผงด้วยปริมาณร้อยละ 2 ในผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว ได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด

คำสำคัญ: ไส้อั่ว, ใยอาหาร, หยวกกล้วยหอมทอง

ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เลขที่ 202 ถนนช้างเผือก ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University, 202 Changpeuk Road, Changpeuk, Muang, Chiang Mai 50300, Thailand.

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Coresponding auther, email): r_thanyanun@hotmail.com Tel: 08 1774 1464

ABSTRACT

The study of utilization of banana stalk of Kluai Hom Thong for supplementation of dietary fiber in northern Thai sausage. Four various preparation methods have been investigated as follows; dry milling, wet milling, wet milling and water washing and wet milling with hot water washing. The dietary fiber for 4 preparation methods had the rough, different sizes and porous surface area that is the result by scanning electron microscopy (SEM). The dietary fiber extraction by dry milling with 2, 4, 6 and 8% was added in northern Thai sausage. The physical and chemical qualities and sensory evaluation of northern Thai sausage was investigated. It has been found that the northern Thai sausage (controlled) had significant on a_w, moisture content and crude fat compared to the northern Thai sausage with dietary fiber from banana stalk of Kluai Hom Thong with every treatments (p<0.05). For the shear force textures were significantly increased with increasing dietary fiber content (p<0.05). The product specific color, odor, texture, spicy, salty and overall acceptability scores for all samples had significant (p<0.05). The most satisfying sample voted by the panelists through the sensory evaluation test, were the products made with 2% dietary fiber in the northern Thai sausage.

Key words: northern Thai sausage, dietary fiber, banana stalk of Kluai Hom Thong

บทนำ

การบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง และใยอาหารต่ำ มีความสัมพันธ์กับภาวะของโรคเรื้อรัง (chronic diseases) เช่น โรคมะเร็งลำไส้ โรคอ้วน และโรคเส้นเลือดอุดตัน เป็นต้น ผลสำรวจสุขภาพคนไทยอายุ 30 ปี ขึ้นไป พบว่าคนอ้วนเพิ่มจากร้อยละ 20 ในปี พ.ศ. 2534 เพิ่มเป็นร้อยละ 35 ในปี พ.ศ. 2547 และล่าสุดองค์การอนามัยโลก (WHO) คาดว่าในปี พ.ศ. 2558 จะมีคนไทยอายุ 30 ปีขึ้นไป เป็นโรคอ้วนเพิ่มเป็นร้อยละ 46 หรือไม่น้อยกว่า 21 ล้านคน สถิติล่าสุดพบว่า คนไทยเสียชีวิตจากโรคมะเร็งถึงปีละกว่า 50,000 ราย โดยที่โรคมะเร็งลำไส้ขึ้นมาเป็นอันดับ 3 มีคนเป็นโรคเบาหวานที่รู้ตัวกว่า 3 ล้านราย และกว่า 10 ล้านรายมีอัตราเสี่ยงสูง (กระทรวงสาธารณสุข, 2550; วันเพ็ญ, 2553)

ใยอาหารมีประโยชน์ต่อร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นช่วยป้องกันมะเร็งลำไส้และการเกิดถุงตันที่ลำไส้ใหญ่ ช่วยป้องกันโรคอ้วน อีกทั้งยังช่วยทำให้ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ได้ดีขึ้น โดยอาหารที่มีเส้นใยอาหาร มีผลให้ลำไส้ใหญ่ลด ระยะเวลาที่กากอาหารอยู่ในลำไส้ใหญ่ ช่วยเพิ่มน้ำหนักอุจจาระ และทำให้ระบายบ่อยขึ้น ช่วยเจือจางปริมาณสารพิษในลำไส้ใหญ่ และทำให้การเตรียมสารสำหรับถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่เป็นไปโดยปกติ (ชมภูนุช และ ปรัชญา, 2554) ซึ่งใยอาหารสามารถพบได้ในอาหารจากพืชเท่านั้น โดยพืชแต่ละชนิดจะมีปริมาณเส้นใยอาหารที่แตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็น ธัญพืช พืชตระกูลถั่ว ผักและผลไม้ โดยเฉพาะส่วนต่างๆ ของผลไม้ เช่น เปลือก แกน เมล็ด ฯลฯ เป็นส่วนที่มีปริมาณเส้นใยอาหารสูงและมักเป็นของเหลือจากอุตสาหกรรมซึ่งถือเป็นแหล่งเส้นใยอาหารที่มีศักยภาพ (ปาริชาติ, 2540)

กล้วยหอมทองมักประสบปัญหาเรื่องต้นกล้วยหลังตกเครือแล้วมีการหักกลางต้น (หักคอ) ได้ง่าย เมื่อกล้วยใกล้แก่ ทั้งนี้เพราะน้ำหนักผลมีมากขึ้น (นารีวา, 2551; สำนักงานสหกรณ์จังหวัดเพชรบุรี, 2557) อีกทั้งกล้วยหอมทองใช้เวลาตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเก็บผลผลิตประมาณ 8 - 12 เดือน เกษตรกรจะทำการตัดลำต้นทิ้งไว้ในแปลง และปล่อยให้เป็นปุ๋ยต่อไป ซึ่งหยวกกล้วยหอมทองจากลำต้นที่ถูกตัดทิ้งไว้ในแปลงหรือจากการหักโค่น จัดได้ว่ามีใยอาหารอยู่เป็นจำนวนมาก หยวกกล้วยหอมทองจึงสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นใยอาหาร สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งใยอาหารในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วซึ่งเป็นอาหารพื้นบ้านภาคเหนือและเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคในภาคเหนือ ซึ่งไส้อั่วจัดเป็นอาหารที่มีไขมันปริมาณสูงแต่มีใยอาหารต่ำ ดังนั้นการเติมใยอาหารจากหยวกกล้วยหอมทองจะทำให้ไส้อั่วมีพลังงานลดลงและมีใยอาหารเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบเหลือทิ้ง และมีการนำมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทอง สมบัติทางกายภาพและเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วเสริมใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทอง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของใยอาหารสกัดผงจากหยวกกล้วยหอมทอง

ใช้วิธีการเตรียมใยอาหารด้วยกันทั้งหมด 4 วิธี ดังนี้ (พัชราภรณ์, 2550)

วิธีที่ 1 วิธีการบดแห้ง (dry milling) โดยการนำหยวกกล้วยหอมทองมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C จนแห้ง จากนั้นบดด้วยเครื่องบดยี่ห้อ Philips ให้ละเอียดเป็นเวลาประมาณ 20 วินาที แล้วนำมาร่อนผ่านรูตะแกรงขนาด 25 mesh ได้เป็นใยอาหารผงที่เตรียมจากวิธีบดแห้ง

วิธีที่ 2 วิธีการบดเปียก (wet milling) โดยการนำหยวกกล้วยหอมทองมาลดขนาดด้วยการบดเปียกร่วมกับน้ำในอัตราส่วน 1: 5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยใช้เครื่องบดยี่ห้อ Philips ให้ละเอียดเป็นเวลาประมาณ 20 วินาที กรองแยกกาก นำมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C นาน 12 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องบดและร่อนผ่านรูตะแกรงขนาด 25 mesh ได้เป็นใยอาหารผงเตรียมจากวิธีบดเปียก

วิธีที่ 3 วิธีการบดเปียกและล้างด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง (wet milling and water washing) โดยการนำหยวกกล้วยหอมทองมาลดขนาดด้วยการบดเปียกร่วมกับน้ำในอัตราส่วน 1: 5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยใช้เครื่องบดยี่ห้อ Philips บดให้ละเอียดเป็นเวลาประมาณ 20 วินาที กรองแยกกาก จากนั้นนำหยวกกล้วยหอมทองที่บดแล้วมาล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 นาที นำมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C นาน 12 ชั่วโมง แล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดและร่อนผ่านรูตะแกรงขนาด 25 mesh ได้เป็นใยอาหารผงเตรียมจากวิธีบดเปียกและล้างด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง

วิธีที่ 4 วิธีการบดเปียกและล้างด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 °C (wet milling with hot water washing) โดยการนำหยวกกล้วยหอมทองมาลดขนาดด้วยการบดเปียกร่วมกับน้ำในอัตราส่วน 1: 5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยใช้เครื่องบดยี่ห้อ Philips ให้ละเอียดเป็นเวลาประมาณ 20 วินาที กรองแยกกาก จากนั้นนำหยวกกล้วยหอมทองที่บดแล้วมาล้างด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 ^{o}C นาน 5 นาที นำมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 ^{o}C นาน 12 ชั่วโมง แล้วนำมาบดด้วยเครื่องบดและร่อนผ่านรูตะแกรง

ขนาด 25 mesh ได้เป็นใยอาหารผงเตรียมจากวิธีบดเปียกและล้างด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 °C

นำใยอาหารผงที่เตรียมจากหยวกกล้วยหอมทองด้วยวิธีการต่างๆ มาทำการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM, JEOL JSM-5910LV, Japan) ในสภาวะสูญญากาศต่ำในช่วง 1-270 Pa จากนั้นเลือกผงหยวกกล้วยที่เตรียมได้จากวิธีที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากขนาดอนุภาคและปริมาณผลผลิตที่เตรียมได้ เพื่อนำมาใส่เสริมลงในผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว

2. การศึกษาปริมาณใยอาหารผงที่เตรียมจากหยวกกล้วยหอมทองที่ใส่เสริมในผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว

ทำการเติมใยอาหารผงของวิธีที่ 1 คือ วิธีการบดแห้ง ลงในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วในปริมาณร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 ตามลำดับ โดยใช้ส่วนผสมในการทำไส้อั่ว ดังนี้

	ร้อยละ
1) หมูเนื้อแดง	34.9
2) มันหมูแข็ง	23.3
3) หอมแดง	16.3
4) กระเทียม	8.7
5) ลูกผักชี	0.2
6) รากผักชี	2.3
7) ตะไคร้	4.7
8) พริกแห้ง	0.6
9) ขมิ้น	1.4
10) ผักชี	1.6
11) ต้นหอม	1.5
12) ใบมะกรูด	0.8
13) กะปิ	3.0
14) เกลือ	0.7

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่ได้ไปทดสอบสมบัติทางกายภาพและเคมี ดังนี้

1) ค่า water activity (a_w) ด้วยเครื่อง Water activity meter (Aqua Lab model series 3, Decagon Device Inc., USA) โดยบรรจุไส้อั่วที่หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วลงในตลับพลาสติก (a_w box) โดยบรรจุไม่ให้เกินระดับที่กำหนดของตลับ แล้วนำไปวัดค่า a_w โดยวางตลับลงใน chamber ของเครื่องวัด ตั้งทิ้งไว้จนสภาพภายใน chamber สมดุลที่อุณหภูมิที่กำหนดไว้แล้วจึงอ่านค่า a_w ของตัวอย่าง

2) ความชื้น (AOAC, 2002) โดยการชั่งตัวอย่างไส้อั่วที่หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ มาจำนวน 3 กรัม เกลี่ยใส่ในถ้วยโลหะที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักมาก่อนแล้ว (W_1) นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นำออกจากตู้อบมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) ชั่งน้ำหนักอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่ โดยน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่ควรต่างจากครั้งแรกเกิน 0.0020 กรัม คำนวณหาร้อยละความชื้น ดังสมการ

$$\text{ความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(W_2 - W_3)}{W_2 - W_1} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของถ้วยโลหะ (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของถ้วยโลหะ (กรัม) + น้ำหนักก่อนอบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของถ้วยโลหะ (กรัม) + น้ำหนักหลังอบ (กรัม)

3) ปริมาณไขมัน (AOAC, 2002) ด้วยอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (soxhlet apparatus) ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น แล้วนำมาสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ ใช้เวลาในการสกัดนาน 8 ชั่วโมง และนำขวดก้นกลมมาหาไขมันด้วยการอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 90 ^{o}C จนแห้ง ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วทิ้ง

ให้เย็นในโถดูดความชื้น นำมาชั่งน้ำหนัก คำนวณหาปริมาณไขมัน ดังสมการ

$$\text{ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

4) การทดสอบคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยการวัดค่าแรงเฉือน ตามวิธีการที่ดัดแปลงจากโสมศิริ (2555) ในด้านแรงเฉือน (shear force) ด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA-XT Plus, Charpa Techcenter, UK) โดยการนำตัวอย่างไปวัดค่าแรงเฉือน โดยใช้หัววัดแบบ Warner Bratzler shear test กำหนดให้ความเร็วของหัววัดเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที

นำค่าที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไส้อั่วเสริมใยอาหารจากหยวกกล้วยหอมทอง

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (คะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ คะแนน 9 = ชอบมากที่สุด) โดยให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น ลักษณะปรากฏ รสเผ็ด ความเค็ม และความชอบโดยรวม ทำการทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน

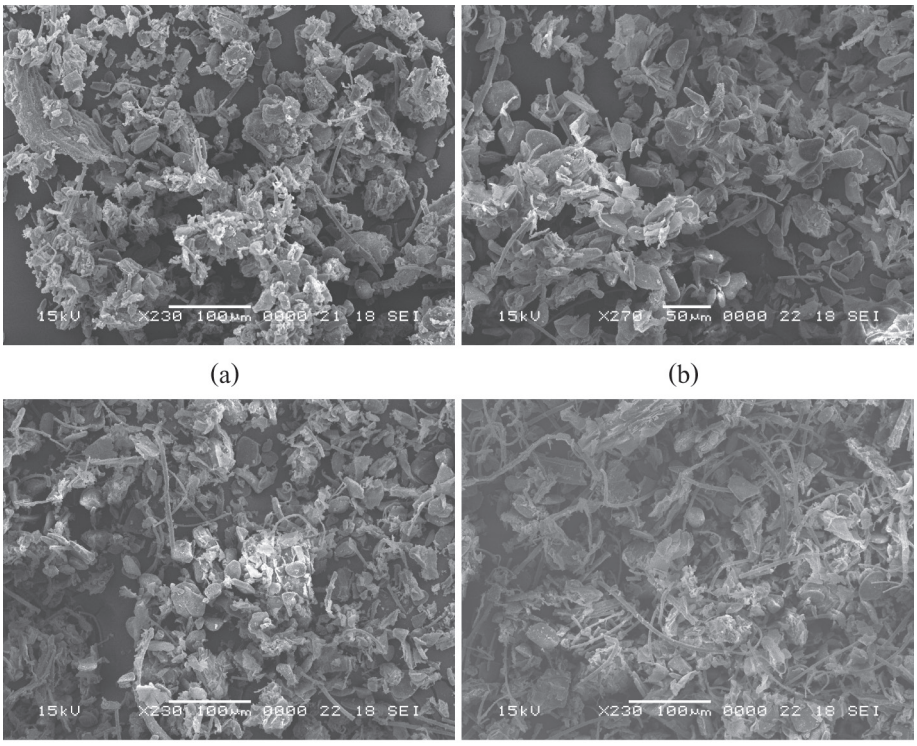
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

1. ผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของใยอาหารผงที่เตรียมจากหยวกกล้วยหอมทอง

เมื่อนำใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทองไปศึกษาลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope; SEM) ดังภาพที่ 1 พบว่าใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทองโดยใช้วิธีการเตรียมใยอาหารด้วยกันทั้งหมด 4 วิธี นั้น โครงสร้างระดับจุลภาคของใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทองซึ่งคาดว่าโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลส มีลักษณะเป็นเกล็ดและมีขนาดแตกต่างกัน มีรูพรุนมาก ทำให้เป็นการเพิ่มโอกาสในการเกาะตัวกับสารอื่นๆ ได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบโครงสร้างทางจุลภาคกับเซลลูโลสผงจากเปลือกกล้วย (เหรียญทอง และคณะ, 2553) แกนสับปะรด (Prakongpan *et al*., 2002) และซังข้าวโพด (จุฑารัตน์, 2547) พบว่าเซลลูโลสผงจากซังข้าวโพดและจากแกนสับปะรดมีลักษณะโครงสร้างคล้ายคลึงกับเซลลูโลสผงจากหยวกกล้วยหอมทอง

2. ผลการศึกษาปริมาณใยอาหารผงที่เตรียมจากหยวกกล้วยหอมทองที่ใส่เสริมในผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว

การศึกษานี้ได้เลือกใยอาหารผงที่เตรียมด้วยวิธีการสกัดวิธีที่ 1 คือ การบดแห้ง มาใช้ใส่เสริมในผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว เนื่องจากให้ผลผลิตมากที่สุด ถึง 5.01% โดยน้ำหนักแห้ง ด้วยการเติมลงไปในไส้อั่วด้วยปริมาณร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 แล้วนำผลิตภัณฑ์ไส้อั่วมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี โดยผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) ค่าความชื้น ปริมาณไขมัน และค่าแรงเฉือน (shear force) ผลดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างระดับจุลภาคของใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทองโดยวิธีการเตรียมใยอาหารด้วยวิธีที่ 1 (a) วิธีที่ 2 (b) วิธีที่ 3 (c) และวิธีที่ 4 (d)

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของไส้อั่วเสริมใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทอง

ปริมาณใยอาหารผง	วอเตอร์แอคติวิตี้* (a_w)	ความชื้น* (% wet basis)	ปริมาณไขมัน* (ร้อยละ)	แรงเฉือน^{ns} (N)
0%	0.968^{a}±0.00	53.82^{b}±1.27	25.32^{a}±1.11	13.38±4.01
2%	0.956^{b}±0.00	55.49^{a}±0.98	23.52^{b}±0.82	13.57±4.36
4%	0.954^{b}±0.00	56.36^{a}±2.74	22.85^{c}±0.91	13.77±2.47
6%	0.950^{b}±0.00	56.83^{a}±2.15	22.48^{c}±0.37	13.89±3.17
8%	0.938^{c}±0.00	58.53^{a}±2.10	22.06^{c}±0.16	14.16±2.08

หมายเหตุ: * ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ns หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี พบว่า ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ค่าความชื้น และปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่ไม่ผ่านการเติมใยอาหารผงมีความแตกต่างกันกับไส้อั่วที่ผ่านการเติมใยอาหารผงด้วยปริมาณ ร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) จะเห็นได้ว่า ค่าความชื้นของไส้อั่วที่เติมใยอาหารผงเพิ่มขึ้นตามปริมาณของใยอาหารผงที่ใส่ลงไปในไส้อั่ว โดยใยอาหารที่ได้จากหยวกกล้วยหอมทองเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำไม่ได้ (insoluble fiber) ซึ่งได้แก่ เซลลูโลส มีปริมาณมากกว่าใยอาหารละลายน้ำได้ (soluble fiber) ซึ่งได้แก่ เพคติน โดยเซลลูโลสมีสมบัติดูดความชื้นได้สูงเนื่องจากความสามารถพองตัวและดูดกลืนน้ำได้ถึง 20 เท่าของน้ำหนัก ส่วนเพคตินสามารถรวมกับน้ำในปริมาณมาก ทำให้เกิดการกระจายโครงสร้างที่อัดแน่น (ประดิษฐ์, 2557) สอดคล้องกับวันเพ็ญ (2553) ซึ่งทำการศึกษาหมูยอเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอดิบและเปลือกส้มโอต้มที่ระดับร้อยละ 2.5, 5.0, 7.5 และ 10.0 ของปริมาณเนื้อสัตว์ พบว่ามีความชื้นเพิ่มขึ้นตามปริมาณเปลือกส้มโอที่เติม หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอดิบจะมีความชื้นสูงกว่าหมูยอที่เติมเปลือกต้มที่ปริมาณเท่ากัน ถึงแม้ว่าในเปลือกส้มโอต้มจะมีความชื้นสูงกว่าเปลือกส้มโอดิบ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการต้มหมูยอน้ำที่อยู่ในเนื้อสัตว์จะออกมาจากโครงสร้างของเนื้อสัตว์ (meat matrix) น้ำที่ออกมาจะถูกใยอาหารประเภทเพคตินที่มีอยู่มากในเปลือกส้มโอดิบดูดซับน้ำเอาไว้ได้มากกว่าเปลือกส้มโอต้ม (Fernández-Ginés *et al*., 2004)

การเติมใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทองลงในไส้อั่ว ทำให้ปริมาณของไขมันมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งหยวกกล้วยหอมทองมีปริมาณเซลลูโลสสูงจึงทำให้ดูดซับไขมันได้ดี และมีเพคติน อยู่จึงทำให้ดูดซับน้ำได้ดีด้วย (ประดิษฐ์, 2557) เช่นเดียวกับงานวิจัยของวันเพ็ญ (2553) ที่มีการเติมใยอาหารจากเปลือกส้มโอลงไปในหมูยอทำให้ปริมาณของไขมันลดลง การที่หมูยอที่เติมเปลือกส้มโอต้มมีไขมันสูงกว่าหมูยอที่เติมเปลือกดิบนั้น เปลือกของพืชตระกูลส้มดิบมีเพคตินอยู่จึงทำให้มีการดูดซับน้ำได้ดี ส่วนเปลือกที่ผ่านการต้มมีใยอาหารพวกเซลลูโลสอยู่มากจึงทำให้ดูดซับไขมันได้ดี

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพในการวัดค่าด้านเนื้อสัมผัสของไส้อั่วเสริมใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทองด้วยค่าแรงเฉือน (shear force) พบว่า ปริมาณใยอาหารผงมีผลต่อคุณภาพในด้านค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว โดยปริมาณใยอาหารผงที่ใส่ลงไปในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของประดิษฐ์ (2557) ที่ศึกษาการทำชิฟฟอนเค้กโดยใช้ใยอาหารจากแกนสับปะรดทดแทนแป้งสาลีแล้วทำการวัดค่าความแน่นเนื้อ พบว่า เมื่อเพิ่มใยอาหารจากแกนสับปะรดมากขึ้นมีผลทำให้ค่าความแน่นเนื้อและค่าแรงที่ใช้ในการเคี้ยวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (p<0.05) เช่นเดียวกับการทดลองของเหรียญทอง และคณะ (2553) มีการศึกษาเค้กเนยสดสูตรแทนที่แป้งเค้กด้วยเซลลูโลสจากเปลือกกล้วยและเซลลูโลสทางการค้า พบว่า เค้กสูตรผสมเซลลูโลสจากเปลือกกล้วยร้อยละ 1.5 มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่าเซลลูโลสทางการค้า นอกจากนี้ยังพบว่าการผสมเซลลูโลสทั้ง 2 ชนิด มีผลให้ปริมาตรของเค้กเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

3. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไส้อั่วเสริมใยอาหารจากหยวกกล้วยหอมทอง

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไส้อั่วเสริมใยอาหารจากหยวกกล้วยหอมทอง ด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสเผ็ด รสเค็ม และความชอบโดยรวม ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 2

เมื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไส้อั่วทั้ง 5 สูตร จากผลคะแนนของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสเผ็ด รสเค็ม และความชอบโดยรวม อยู่ในเกณฑ์ระดับชอบปานกลาง โดยในด้านสีมีคะแนนอยู่ ในช่วง 6.40 – 7.04 กลิ่นมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.78 – 6.87 เนื้อสัมผัสมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.02 – 6.60 รสเผ็ดมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.11 – 5.96 รสเค็มมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.27 – 6.15 และความชอบโดยรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.84 – 6.95 ซึ่งในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่าแต่ละสิ่งทดลองที่เติมใยอาหารจากหยวกกล้วยหอมทองในปริมาณต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) กับสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) โดยการเติมใยอาหารผงร้อยละ 2 ในผลิตภัณฑ์ไส้อั่วนั้นได้คะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และรสเค็ม ส่วนด้านรสเผ็ดและความชอบโดยรวมมีคะแนนไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม (ร้อยละ 0) ส่วนการเติมใยอาหารผงร้อยละ 4 ในผลิตภัณฑ์ไส้อั่ว ได้คะแนนการยอมรับรองลงมาจากการเติมปริมาณใยอาหารผงร้อยละ 2 และมีคะแนนไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การเพิ่มปริมาณใยอาหารผงร้อยละ 6 และ 8 ในไส้อั่วทำให้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคลดลงและมีคะแนนแตกต่างจากสูตรควบคุม จะเห็นได้ว่าเมื่อเติมปริมาณใยอาหารผงที่มากขึ้น ทำให้มีค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลกับเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วที่ทำให้ได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดเนื้อสัมผัส เช่นเดียวกับคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านรสเผ็ดและรสเค็มที่ทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วจืดลง ดังนั้นควรเติมปริมาณใยอาหารผงในปริมาณที่เหมาะสม

ตารางที่ 2 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของไส้อั่วเสริมใยอาหารจากหยวกกล้วยหอมทอง

ปริมาณใยอาหารผง	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	สี*	กลิ่น*	เนื้อสัมผัส*	รสเผ็ด*	รสเค็ม*	ความชอบโดยรวม*
0%	$6.73^{ab} \pm 1.62$	$6.67^{a} \pm 1.53$	$6.53^{ab} \pm 1.55$	$5.96^{a} \pm 1.55$	$6.05^{ab} \pm 1.78$	$6.95^{a} \pm 1.42$
2%	$7.04^{a} \pm 1.35$	$6.87^{a} \pm 1.54$	$6.60^{a} \pm 1.67$	$5.91^{a} \pm 1.48$	$6.15^{a} \pm 1.58$	$6.80^{ab} \pm 1.56$
4%	$6.58^{ab} \pm 1.33$	$6.51^{a} \pm 1.64$	$5.93^{bc} \pm 1.63$	$5.45^{ab} \pm 1.71$	$5.45^{bc} \pm 1.63$	$6.33^{bc} \pm 1.44$
6%	$6.42^{b} \pm 1.47$	$5.78^{b} \pm 1.77$	$5.78^{c} \pm 1.82$	$5.40^{ab} \pm 1.62$	$5.61^{abc} \pm 1.61$	$6.24^{bc} \pm 1.70$
8%	$6.40^{b} \pm 1.42$	$6.25^{ab} \pm 1.75$	$5.02^{d} \pm 1.79$	$5.11^{b} \pm 1.69$	$5.27^{c} \pm 1.79$	$5.84^{c} \pm 1.65$

หมายเหตุ : * ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

สรุป

ใยอาหารในหยวกกล้วยหอมทองส่วนใหญ่เป็นเซลลูโลสที่เป็นเส้นใยชนิดไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) แต่สามารถดูดซับน้ำไว้ที่บริเวณผิว จึงเกิดการพองตัว เนื่องจากเส้นใยเซลลูโลสจับตัวหนาทึบเป็นเส้นหยาบ มีทั้งโมเลกุลที่เรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันและสวนทางกัน ทำให้เส้นใยแข็งแรง ไม่เปราะง่าย แต่มีบางส่วนที่โมเลกุลเรียงตัวไม่เป็นระเบียบจับกันไม่แน่น ส่วนนี้เองที่สามารถดูดซับน้ำได้จึงเกิดการพองตัว (ปาริชาติ, 2540) จะเห็นได้ว่าหยวกกล้วยถือเป็นแหล่งที่มีใยอาหารที่สามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์อาหารได้อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะในอาหารที่มีไขมันปริมาณสูงแต่มีใยอาหารต่ำ การเติมใยอาหารผงจากหยวกกล้วยหอมทองลงในไส้อั่วทำให้ปริมาณไขมันมีค่าลดลง จึงทำให้ไส้อั่วที่เติมใยอาหารจากหยวกกล้วยหอมทองมีพลังงานลดลง และมีใยอาหารเพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเป็นการนำมาวัตถุดิบมาใช้ให้เกิดประโยชน์และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2550. **โรคอ้วนระบาดสังคมไทย กระทรวงสาธารณสุขเตือนระวัง.** แหล่งที่มา: http://www.thaihealth.or.th/cms/detail.php?id=5280, 5 กันยายน 2559.

จุฑารัตน์ พงษ์โนรี. 2547. การสกัดเซลลูโลสจากซังข้าวโพดและการประยุกต์ใช้ในอาหาร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชมภูนุช เผื่อนพิภพ และ ปรัชญา แพมงคล. 2554. **รายงานการวิจัยเครื่องดื่มน้ำมะนาวผสมใยอาหารแบบพาสเจอร์ไรส์.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

นารีวา ตันจันดา. 2551. **รายงานการวิจัยการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตกล้วยหอมทองในเขตพื้นที่ตำบลช่อแล อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประดิษฐ์ คำหนองไผ่. 2557. **รายงานการวิจัยผลของใยอาหารจากแกนสับปะรดต่อคุณภาพของชิฟฟอนเค้ก.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ปาริชาติ สักกะทำนุ. 2540. **คุณค่าอาหารเส้นใยป้องกันบำบัดสารพัดโรค.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์รวมทรรศน์, กรุงเทพฯ.

พัชราภรณ์ วชิรศิริ. 2550. การสกัดใยอาหารจากเปลือกกล้วยน้ำว้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. 2553. การเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์หมูยอ, น 269-276. *ใน* **รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 48.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานสหกรณ์จังหวัดเพชรบุรี. 2557. **การปลูกกล้วยหอมทอง.** แหล่งที่มา: http://webhost.cpd.go.th/ petchburi/download/km/การปลูกกล้วยหอมทอง.pdf, 5 กันยายน 2559.

โสมศิริ สมถวิล. 2555. การพัฒนาไส้อั่วลดไขมันและยืดอายุการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์, กนกกานต์ วีระกุล, วิจิตร อุดอ้าย และ สัมฤทธิ์ โม้พวง. 2553. **รายงานการวิจัยการสกัดและการใช้ประโยชน์ทางอาหารของใยอาหารและเซลลูโลสจากเปลือกกล้วย.** มหาวิทยาลัยนเรศวร.

AOAC. 2002. **Offcial Methods of Analysis of AOAC International, (18th ed.).** Gaithersburg, MD. AOAC International, USA.

Fernández-Ginés, J.M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra E. and Pérez Álvarez, J.A. 2004. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. **Meat Science** 67: 7-13.

Prakongpan, T., Nittihamyong, A. and Luangpituksa, P. 2002. Extraction and Application of Dietary Fiber and Cellulose from Pineapple Cores. **Journal of Food Science** 67(4): 1308- 1313.