

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ปีที่ 34 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2567)
VOL.34 NO.2 JULY - DECEMBER 2024

science Journal
Chandrakasem Rajabhat University



ISSN: 1685 - 0491

ISSN: 2697 - 4584 (online)

กองบรรณาธิการ

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ สวัสดิ์น๊ะที มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริทิพ วะสินรัตน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

กองบรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

ศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ	พิริยะสุรวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.ธวัชชัย	ศุภดิษฐ์	มหาวิทยาลัยนครพนม
ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด	แพนอมทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.ประภาส	จงสถิตย์วัฒนา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัฐไชย์	สินาวงศ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพงศ์	จิ๋วประดิษฐ์กุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์	เมืองประทับ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต สุราษฎร์ธานี
รองศาสตราจารย์ ดร.สนธยา	สีละมาด	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพันธ์	ด้วงทองสุข	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
รองศาสตราจารย์ ดร.อุไรวรรณ	เจริญกิตติกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.รัชดาภรณ์	อมรชีวิน	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤวรรณ	ภัทรพงศ์ดิลก	มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
ดร.ณัฐวลินคล	เศรษฐพรวิโมทย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตตาก

กองบรรณาธิการภายใน

รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย	ปราการเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
รองศาสตราจารย์ ดร.จรัส	รัตนโชตินันท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงพร	กาชาสปี	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพล	กสิการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤติยา	ศรีบุญเพ็ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ดร.ปรีชา	เทียมปัญญา	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ดร.ไพโรจน์	สมุทร์ักษ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ดร.ณัฐธิดา	บังเมฆ	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
ดร.นภาพันธุ์	โชคอำนวยพร	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

กองจัดการวารสาร

ว่าที่ร้อยตรีอทิพันธ์	ศรีโพธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
นางสาวอัมชนก	รัตนะคุณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
นางสาววาสนา	บุญหมื่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม (Science Journal Chandrakasem Faculty of Science Chandrakasem Rajabhat University) ซึ่งฉบับนี้เป็นปีที่ 34 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2567 โดยวารสารฉบับนี้ประกอบด้วยบทความวิจัยทั้งสิ้น 7 เรื่อง บทความวิชาการ 1 เรื่อง และทุกบทความได้รับการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

โดยวารสารออนไลน์ใช้ระบบ ThaiJO 2.0 มีหมายเลข ISSN (Online) คือ 2697-4584 และวารสารเป็นเล่มมี ISSN (Print) คือ 1685-0491 ซึ่งวารสารมีกำหนดออกปีละ 2 ฉบับ (ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม) วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ ของอาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่สนใจ จากสถาบันอุดมศึกษาและหน่วยงานต่างๆ ทั้งบทความวิจัยและบทความวิชาการ ซึ่งกองบรรณาธิการวารสารวิชาการวิทยาศาสตร์มุ่งมั่นที่จะปรับระดับคุณภาพของวารสารให้พร้อมที่จะเข้าสู่การประเมินคุณภาพวารสารในฐาน TCI ต่อไป

กองบรรณาธิการวารสารขอขอบคุณผู้สนับสนุนบทความทุกท่านที่ให้ความไว้วางใจในการส่งบทความ จำนวน 8 บทความ (บทความภายนอก 8 บทความ) เพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ ปีที่ 34 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2567 กองบรรณาธิการฯ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาสละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพของบทความและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่ง สุดท้าย ขอขอบคุณ ทีมงานที่เกี่ยวข้องทุกคนที่ทำให้รูปเล่มของวารสารให้มีความสมบูรณ์

รองศาสตราจารย์ ดร. อำนาจ สวัสดิ์นะที

บรรณาธิการวารสารวิชาการวิทยาศาสตร์

สารบัญ

บทความวิจัย

การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชัน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง 101

พฤกษเคมีและประสิทธิภาพของใบเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.) ในการยับยั้งเชื้อแอสเปอร์จิลลัส 115

ผลเฉลยของสมการไดโอแฟนไทน์ $2^x - 15^y = z^2$ และ $3^x - 15^y = z^2$ 127

การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract 132

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องต้มเสริมอาหารจากผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบก และขมิ้นชัน ที่ผ่านการทำแห้งแบบโฟมเมท 141

การศึกษาความเหมาะสมในการรับกำลังแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมอิฐมอญและพลาสติกเหลือทิ้ง 153

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำ 160

บทความวิชาการ

แนวทางการพัฒนามาตรฐานผู้ส่งเสริมการขายในโซเซียลมีเดียมืออาชีพ 170

Index

Research Article

The Development of Motion Graphic with Alight Motion Application about Abdominal Obesity	101
Phytochemical and Efficiency of Garden Balsam Leaves (<i>Impatiens balsamina</i> L.) in Inhibiting <i>Aspergillus</i>	115
On the Solutions of the Diophantine Equations $2^x - 15^y = z^2$ and $3^x - 15^y = z^2$	127
A study of Mathematical Concepts on Geometric form for Primary 6 Students Using Concrete-Pictorial-Abstract Model	133
Bioactive Compounds in Functional Drinks from Bananas, Pumpkin, Gotu kola and Turmeric Powder by Foam-mat Drying	141
Feasibility Study of Concrete Mixed With Clay Bricks And Waste Plastic.	153
Development of Noodle Product Protein Fortification with Watermeal (<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Wimm.)	160

Academic Article

Guidelines for Developing Standards for Professional Social Media Influencers	
---	--

การพัฒนาสื่อโมชั่นกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชั่น เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง The Development of Motion Graphic with Alight Motion Application about Abdominal Obesity

อมรรัตน์ สีสุข^{1*}, ณัฐวุฒิ พูลสวัสดิ์¹, เกียรติพงษ์ ยอดเยี่ยมแกร¹ และ ศรีอุตร แซ่อึ้ง²

Amornrat Seesuk^{1*}, Nattiwut Poonsawat¹, Kiadtpong Yordiyamkrae¹ and Sriudon Saeung²

¹ สาขาวิชา 멀티มีเดียและอีสปอร์ต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

¹ Department of Multimedia and E-Sport, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

² สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

² Department of Information Technology and Digital Innovation, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาสื่อโมชั่นกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชั่น เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อโมชั่นกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชั่น เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง 2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสื่อโมชั่นกราฟิก 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ชมสื่อโมชั่นกราฟิก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย สื่อโมชั่นกราฟิกที่พัฒนาด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชั่น เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง แบบประเมินประสิทธิภาพของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินความพึงพอใจโดยกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ บุคคลที่อยู่ในช่วงวัยทำงาน อายุระหว่าง 35-60 ปี จำนวน 30 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การดำเนินงานวิจัยเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลปัญหาและศึกษาความต้องการของผู้ใช้ การออกแบบสื่อสร้างสตอรี่บอร์ด ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างสื่อ พัฒนาและสร้างสื่อโมชั่นกราฟิก ตรวจสอบความถูกต้องและทำการแก้ไข ทำการประเมินประสิทธิภาพของสื่อจากผู้เชี่ยวชาญและประเมินความพึงพอใจของสื่อจากกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า สื่อโมชั่นกราฟิกที่พัฒนาขึ้น มีความยาว 2.12 นาที ผลการประเมินประสิทธิภาพ 3 ด้าน จากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.46) และผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.50)

คำสำคัญ: โโมชั่นกราฟิก เอไลท์โมชั่น ภาวะอ้วนลงพุง สื่อมัลติมีเดีย

Abstract

Research on developing motion graphic media regarding with alight motion application about abdominal obesity aims to: 1) Develop motion graphic media about abdominal obesity. 2) Evaluate the effectiveness of the motion graphic animation media about abdominal obesity. 3) Assess the satisfaction level with the motion graphic animation media about abdominal obesity. The tools used in this research include the motion graphic media created specifically about abdominal obesity, an effectiveness evaluation form completed by experts, and a satisfaction assessment questionnaire administered to a sample group. The sample group consisted of 30 people in the working age range between 35 and 60 years old. Statistical analyses used include percentages, means, and standard deviations. The research process began with problem and requirement collection and review, followed by media design planning, storyboard creation, and exploration of software for media creation. Subsequently, media development ensued, followed by verification of accuracy and necessary adjustments. Finally, an evaluation

* Corresponding author : amornrat.se@chandra.ac.th

was conducted by both experts and the sample group. The results show that the motion graphics media developed for abdominal obesity was about 2.12 minutes long. According to the results of the three-part performance assessment by experts, the average score was very good ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.46) and the satisfaction assessment of the sample was also very good ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.50)

Keywords: Motion graphic, Alight motion, Abdominal obesity, Multimedia

1. บทนำ

จากสภาวะทางสังคมและการใช้ชีวิตของคนไทยที่เปลี่ยนไป การเร่งรีบเดินทาง การใช้ชีวิตที่อยู่กับที่ในสำนักงาน หรือการจจจอยู่กับหน้าจอมาร์ทโฟนเป็นเวลานาน ประกอบกับอาหารที่มีส่วนผสมของไขมัน ความหวานที่สูงสามารถหาซื้อได้ง่าย การเคลื่อนไหวร่างกายน้อยลง เป็นเหตุให้หนึ่งในสามของประชากรไทยซึ่งมีอายุมากกว่า 35 ปี ขึ้นไป โดยเฉพาะคนวัยทำงานซึ่งมักจะนั่งติดต่อกันเกิน 2 ชั่วโมงและมีความเครียด มีภาวะอ้วนลงพุง (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ, 2563) อันเป็นสาเหตุของการนำไปสู่โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs) ที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นในปัจจุบัน อาทิ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง มะเร็ง ภาวะหายใจลำบากและหยุดหายใจขณะหลับ เป็นต้น ซึ่งปัญหาสุขภาพเหล่านี้เป็นสาเหตุการเสียชีวิตที่สำคัญ เปรียบเสมือนดังฆาตกรเงียบ (สุพินญา คงเจริญ, 2560) ในปี 2557 ถึงปัจจุบัน สสส.-เครือข่ายคนไทยไร้พุง พบคนไทย 19.3 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 34.1 มีภาวะอ้วน และมีคนไทยที่รอบเอวเกิน หรืออ้วนลงพุง กว่า 20.8 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 37.5 คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ในปี พ.ศ.2560 พบว่าเด็กอ้วนช่วงวัยเรียน ร้อยละ 25 มีน้ำตาลในเลือดสูงผิดปกติ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ, 2564)

การรู้เท่าทันถึงสาเหตุของภาวะอ้วนลงพุงจึงเป็นแนวทางป้องกันที่ดีที่สุด ซึ่งในปัจจุบันแม้มีแหล่งเรียนรู้ค้นคว้าอยู่ในโลกอินเทอร์เน็ตอยู่บ้างก็ตาม แต่จากการศึกษาคลิป์วิดีโอบนแพลตฟอร์มออนไลน์ พบว่าบางสื่อมีความยาวค่อนข้างมาก มีเนื้อหาที่อัดแน่นหรืออธิบายไม่ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการ บางสื่อนำเสนอโดยแพทย์หรือบุคคล ทำให้ไม่ดึงดูดความสนใจ ผู้วิจัยจึงเกิดแนวความคิดการพัฒนาสื่อที่อยู่ในรูปแบบมีเดียแบบโมชันกราฟิกที่เข้าใจง่าย มีเนื้อหาเกี่ยวกับภาวะอ้วนลงพุง วิธีการประเมินตนเอง สาเหตุของภาวะอ้วนลงพุง ความเสี่ยงที่มีต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง การป้องกัน วิธีปฏิบัติในการใช้ชีวิตเพื่อลดความเสี่ยงในการเป็นภาวะอ้วนลงพุง โดยเนื้อหาที่น่าสนใจมีความกระชับ น่าสนใจ เพื่อให้สอดคล้องกับพฤติกรรมมารับชมของคนรุ่นใหม่ อีกทั้งยังพบว่าสื่อในลักษณะเดียวกันหากอยู่ในรูปแบบกราฟิก จะมีจำนวนครั้งของการรับชมมากกว่าการใช้นักแสดง

ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เทคนิคโมชันกราฟิก (Motion Graphic) สามารถแยกคำออกได้ 2 คำ ได้แก่ โมชัน (Motion) คือ การขยับ การเลื่อนการเคลื่อนไหว ส่วนคำว่ากราฟิก (Graphic) คือ ศิลปะแขนงหนึ่งที่สื่อความหมายด้วยการใช้เส้น สี รูปภาพ แผนภูมิ แผนภาพ ดังนั้นโมชันกราฟิก คือ การสร้างให้กราฟิกมีการเคลื่อนไหวได้หลากหลายมิติ ซึ่งจะแตกต่างกับแอนิเมชัน (Animation) ตรงที่ไม่มีตัวละครเป็นตัวดำเนินเรื่องหรือมีบทพูด และการตัดฉากสลับแบบภาพยนตร์ แต่โมชันกราฟิกจะทำการเพิ่มหรือสร้างภาพเคลื่อนไหวให้กราฟิก ใช้การพากย์เสียงบรรยายประกอบ โมชันกราฟิกจึงนิยมนำมาเล่าเรื่องราวที่มีข้อมูลซับซ้อน เข้าใจยาก ให้ออกมาในรูปแบบที่สวยงาม สนุกสนาน น่าติดตามและเข้าใจได้ง่าย (ปิยะ นากสงค์ และคณะ, 2563)

แอปพลิเคชันเอไลท์โมชัน (Alight Motion) สำหรับออกแบบกราฟิกเคลื่อนไหว วิชวลเอฟเฟกต์ การตัดต่อวิดีโอ การสร้างวิดีโอ ฯลฯ ด้วยคุณภาพระดับมืออาชีพ สามารถนำเสนอภาพกราฟิก วิดีโอและเสียงแบบหลายเลเยอร์ รองรับภาพเวกเตอร์และบีตแมพ สะดวกในการปรับแต่งหรือแก้ไข เป็นโปรแกรมยอดนิยมทางด้านโมชันกราฟิก เช่น การบันทึกเสียง การทำเสียงพากย์ การใส่ดนตรีประกอบ นอกจากนี้ยังมีเทคนิคพิเศษต่าง ๆ เช่น การทำตัวอักษรให้เคลื่อนไหว การซ้อนภาพ อีกทั้งยังสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมยอดนิยมต่าง ๆ (Apple Inc, 2567)

กิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน และจรรณ งามศิริ (2564) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก เรื่อง 10 วิธีป้องกันโควิด-19 ด้วยฐานวิถีชีวิตใหม่ มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก เรื่อง 10 วิธีป้องกันโควิด-19 ด้วยฐานวิถีชีวิตใหม่ 2) เพื่อประเมินคุณภาพของสื่อโมชันกราฟิก โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เลือกโดยวิธีการเจาะจง 3) ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อโมชันกราฟิก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ 1) สื่อโมชันกราฟิก 2) แบบประเมินคุณภาพของสื่อโมชันกราฟิก 3) แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้สื่อโมชันกราฟิก ที่มีความยาวเรื่องประมาณ 5 นาที 2) ผลการประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ รวมคุณภาพทั้ง 3 ด้าน มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.49) 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อรวมความพึงพอใจทั้ง 3 ด้าน มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.54)

กวิสรา วรภัทรชรกุล (2565) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยี) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยี) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อโมชันกราฟิก 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อโมชันกราฟิก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดดอนทราย (สุวรรณรัฐราษฎร์อุปถัมภ์) จำนวน 48 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์ แบบมีโครงสร้าง 2) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 3) สื่อโมชันกราฟิกวิชาวิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยี) 4) แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ 5) แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อโมชันกราฟิก การวิเคราะห์ข้อมูล คือ ใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่าสถิติ t-test แบบ Dependent การหาประสิทธิภาพสื่อ E1/E2 ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพสื่อโมชันกราฟิก มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก สื่อมีความน่าสนใจ เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) ผลการประเมินความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อโมชันกราฟิก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อโมชันกราฟิก มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ธิษณ์ธฤต สุนทรวาทิ และธัญนันท์ สัจจะบริบูรณ์ (2566) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมชันกราฟิก เรื่อง ค่าพื้นฐานสำหรับการถ่ายภาพเบื้องต้น มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาโมชันกราฟิก เรื่อง ค่าพื้นฐานสำหรับการถ่ายภาพเบื้องต้น และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้รับชม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) โมชันกราฟิก 2) แบบประเมินคุณภาพของโมชันกราฟิกโดยผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้รับชม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 50 คน เลือกโดยวิธีแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพของโมชันกราฟิกโดยผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.31$, S.D. = 0.63) และความพึงพอใจของผู้รับชมโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.50)

นวัณกร โพธิสาร (2566) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางสุขภาวะด้านโรคเบาหวานของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางสุขภาวะ ด้านโรคเบาหวาน 2) เพื่อวัดการรับรู้ที่มีต่อสื่อโมชันกราฟิก 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อสื่อโมชันกราฟิก กลุ่มตัวอย่าง คือ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน สังกัดโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพแห่งหนึ่งอำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 35 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สื่อโมชันกราฟิกเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางสุขภาวะ แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบวัดการรับรู้ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก ผลการวัดการรับรู้ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก และผลการศึกษาความพึงพอใจของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก

สุนิตย์ตา เย็นทั่ว และคณะ ทำการวิจัยเรื่อง สื่อโมชันกราฟิก ชุด ของเล่นภูมิปัญญาพลับพลานันท์ ร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็ม เพื่อส่งเสริมพัฒนาการ 4 ด้าน สำหรับเด็กปฐมวัย มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก ชุดของ

เล่นภูมิปัญญาพลับพลاب้านฉันทที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และเพื่อศึกษาพัฒนาการ 4 ด้านของเด็กปฐมวัย จังหวัดจันทบุรี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อโมชันกราฟิก ชุดของเล่นภูมิปัญญาพลับพลاب้านฉันท ร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็ม ผลการวิจัยพบว่า สื่อโมชันกราฟิก ชุดของเล่นภูมิปัญญาพลับพลاب้านฉันท มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.49) และ ผลการประเมินพัฒนาการ 4 ด้าน ของกลุ่มตัวอย่าง มีภาพรวมพัฒนาการอยู่ในระดับดี พอใช้ และควรเสริม คิดเป็นร้อยละ 69.60, 27.70 และ 2.80 ตามลำดับ

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่า ภาวะอ้วนลงพุงเป็นเรื่องใกล้ตัวของคนทุกวัย ผู้วิจัยได้เห็นถึงปัญหาของ ภาวะเทคนิคพิเศษต่าง ๆ สำหรับออกแบบกราฟิกเคลื่อนไหว วิชวลเอฟเฟกต์ การตัดต่อวิดีโอ การสร้างวิดีโอ ฯลฯ สะดวกในการอ้วนลงพุง จึงได้ประยุกต์ใช้เทคนิคโมชันกราฟิก (Motion Graphic) ในการเล่าเรื่องราวที่มีข้อมูลซับซ้อน เข้าใจยาก ให้ออกมาในรูปแบบที่สวยงาม สนุกสนาน น่าติดตามและเข้าใจได้ง่าย และใช้แอปพลิเคชันเอไลท์โมชัน (Alight Motion) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีปรับแต่งหรือแก้ไข อีกทั้งยังสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมยอดนิยมต่าง ๆ เพื่อให้บุคคลทั่วไปสามารถเรียนรู้ได้เข้าใจง่าย รู้เท่าทันและช่วยป้องกันภาวะอ้วนลงพุงได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชัน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง
- 2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสื่อโมชันกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชัน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง
- 2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ชมสื่อโมชันกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชัน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.1.1 สื่อโมชันกราฟิกที่พัฒนาด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชัน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง
- 3.1.2 แบบประเมินประสิทธิภาพของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ
- 3.1.3 แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

สำหรับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินประสิทธิภาพของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญและแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาแนวคิดจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยตรวจสอบความถูกต้อง ชัดเจนของข้อความ และมีเนื้อหาครอบคลุมตามวัตถุประสงค์

2) นำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสม ความถูกต้อง และความครบถ้วนของประเด็นคำถาม ให้มีความสอดคล้องและตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัย จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) มีผลการวิเคราะห์ ดังนี้

แบบประเมินประสิทธิภาพของสื่อ ข้อคำถามทุกข้อผ่านเกณฑ์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .80 ขึ้นไป

แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ข้อคำถามทุกข้อผ่านเกณฑ์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป

3) ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินประสิทธิภาพของสื่อและแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ให้มีความสมบูรณ์ และนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.2 การวิเคราะห์สื่อโมชันกราฟิก

3.2.1 การรวบรวมปัญหาและความต้องการ

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ซึ่งเป็นบุคคลที่อยู่ในช่วงวัยทำงาน ที่มีช่วงอายุระหว่าง 35-60 ปี ในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ใช้การคัดเลือกแบบเจาะจง โดยวิธีการสัมภาษณ์ เครื่องมือที่ใช้คือแบบสัมภาษณ์ ซึ่งได้ให้ผู้เชี่ยวชาญ

ตรวจสอบข้อคำถาม พบว่าข้อคำถามทุกข้อผ่านเกณฑ์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป พบว่าสื่อที่ให้ความรู้เกี่ยวกับภาวะอ้วนลงพุงมีมาก แต่ไม่ครอบคลุมเนื้อหา บางสื่อมีความยาวมากเกินไป จึงมีความต้องการสื่อที่มีความกระชับ เข้าถึงง่าย เข้าใจง่าย และดึงดูดความสนใจ

3.2.2 การศึกษาค้นคว้าข้อมูล

3.2.2.1 ศึกษา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับภาวะอ้วนลงพุง (Metabolic Syndrome) จากบทความ เอกสารงานวิจัย สื่อออนไลน์ มีเนื้อหาเกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้เกิดภาวะอ้วนลงพุง การวินิจฉัยภาวะอ้วนลงพุง ผลกระทบต่อสุขภาพของภาวะอ้วนลงพุง และการป้องกันภาวะอ้วนลงพุง ทำการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก

3.2.2.2 ศึกษา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างสื่อโมชันกราฟิก เช่น การจัดทำสตอรี่บอร์ด การออกแบบตัวละคร สร้างฉากหลัง สี และโปรแกรมที่ใช้พัฒนาสื่อ

3.3 การออกแบบและพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก

ทำการออกแบบและพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 การออกแบบคาแรคเตอร์ เช่น เพศ ส่วนสูง สีผิว ผม ตา และจุดสังเกตสำคัญ ๆ

3.3.2 การออกแบบภาพกราฟิกต่าง ๆ ได้แก่ การออกแบบพื้นหลัง เช่น ต้นไม้ ถนน สีของพื้นหลัง ฯลฯ การออกแบบข้อความในสื่อ เช่น ขนาดตัวอักษร รูปแบบและสีตัวอักษร เป็นต้น

3.3.3 สร้างสตอรี่บอร์ด เพื่อจัดลำดับขั้นตอนในการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก

3.3.4 สร้างตัวละครและภาพกราฟิก โดยสร้างจากแบบที่ร่างไว้ และทำโมชันกราฟิก นำตัวละครและภาพกราฟิกต่าง ๆ ที่ได้สร้างไว้ แบ่งเป็นเลเยอร์ (Layer) แล้วนำไปสร้างโมชันกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชัน (Alight Motion)

3.3.5 นำโมชันกราฟิกมาตัดต่อใส่เสียง ใส่ข้อความ ทำการตรวจสอบ แก้ไขและปรับปรุงสื่อโมชันกราฟิก ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์

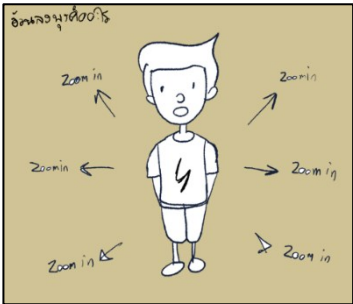
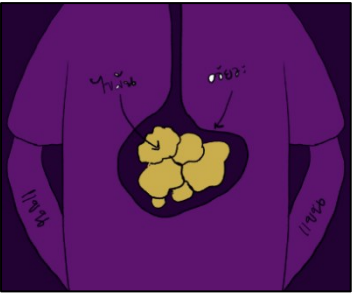
สำหรับการสร้างตัวละครของสื่อโมชันกราฟิก แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพสเก็ตตัวละคร ด้านหน้า และด้านหลัง

สำหรับการสร้างสตอรี่บอร์ด ตัวอย่างของสตอรี่บอร์ด แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการจัดทำสตอรี่บอร์ด

Shot/Order	Picture	Description/Action
1		ฉากเปิด : เวลา : 5 วินาที คำบรรยาย : สวัสดีเพื่อน ๆ เชื้อไหมครับว่าคนไทยหนึ่งในสามเป็นภาวะอ้วนลงพุง เสียง : เสียงดนตรี เบา, เสียงบรรยาย ปกติ Action : ตัวละครปรากฏขึ้นมา โดยชายและหญิงปรากฏขึ้นมาพร้อมกัน และคนอ้วนค่อยตามมา และชายหญิงค่อย ๆ หายไป
2		ฉาก : ภาพค่อย ๆ zoom in เข้าหาท้อง เวลา : 5 วินาที คำบรรยาย : และภาวะอ้วนลงพุงคืออะไรละ เสียง : เสียงดนตรี เบา, เสียงบรรยาย ปกติ Action : ทรงผมพลิ้วไหว, ปากขยับขณะพูด
3		ฉาก : ภาพของไขมันภายในท้อง เวลา : 7 วินาที คำบรรยาย : อ้วนลงพุงคือภาวะที่ไขมันสะสมในช่องท้อง จนทำให้หน้าท้องยื่นออกมา เสียง : เสียงดนตรี เบา, เสียงบรรยาย ปกติ Action : ก้อนไขมันปรากฏขึ้นทีละก้อน

3.4 ประเมินประสิทธิภาพของสื่อโมชันกราฟิก โดยมีการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านความเหมาะสมและความสวยงาม และด้านภาพรวมของสื่อโมชันกราฟิก ผู้ที่ทำการประเมิน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย 1 ท่าน ด้านสื่อการเรียนรู้ 1 ท่าน และด้านสุขภาพ 1 ท่าน

3.5 ประเมินความพึงพอใจของผู้ชมสื่อโมชันกราฟิก

3.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ บุคคลที่อยู่ในช่วงวัยทำงาน ที่มีช่วงอายุระหว่าง 35-60 ปี ในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคคลอยู่ในช่วงวัยทำงาน ที่มีช่วงอายุระหว่าง 35-60 ปี จำนวน 30 คน ในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ใช้การคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) มีเกณฑ์ประเมิน 5 ระดับตามเกณฑ์ของลิเคอร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย		ระดับการประเมิน
4.50 - 5.00	หมายถึง	ดีมาก
3.50 - 4.49	หมายถึง	ดี
2.50 - 3.39	หมายถึง	ปานกลาง
2.50 - 3.39	หมายถึง	พอใช้
1.00 - 1.49	หมายถึง	ควรปรับปรุง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง

สื่อโมชันกราฟิก เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง นำเสนอวิธีการประเมินตนเอง สาเหตุของการอ้วนลงพุง ความเสี่ยงที่มีต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง การป้องกัน และวิธีปฏิบัติในการใช้ชีวิตเพื่อลดความเสี่ยงในการเป็นภาวะอ้วนลงพุง ซึ่งผลงานได้ลงเผยแพร่ในเว็บไซต์ยูทูบ https://youtu.be/qsy_zPMBAI8 สำหรับภาพผลงานสื่อโมชันกราฟิก แสดงดังภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 12



ภาพที่ 2 ฉากเปิดตัวละคร 3 คน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง

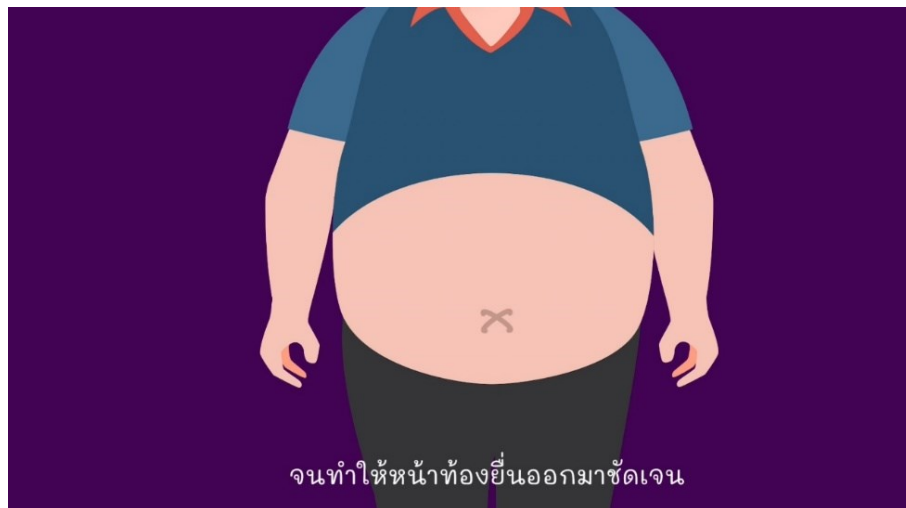


อ้วนลงพุงคือภาวะที่ไขมันสะสมในช่องท้อง

ภาพที่ 3 ฉากไขมันภายในร่างกาย



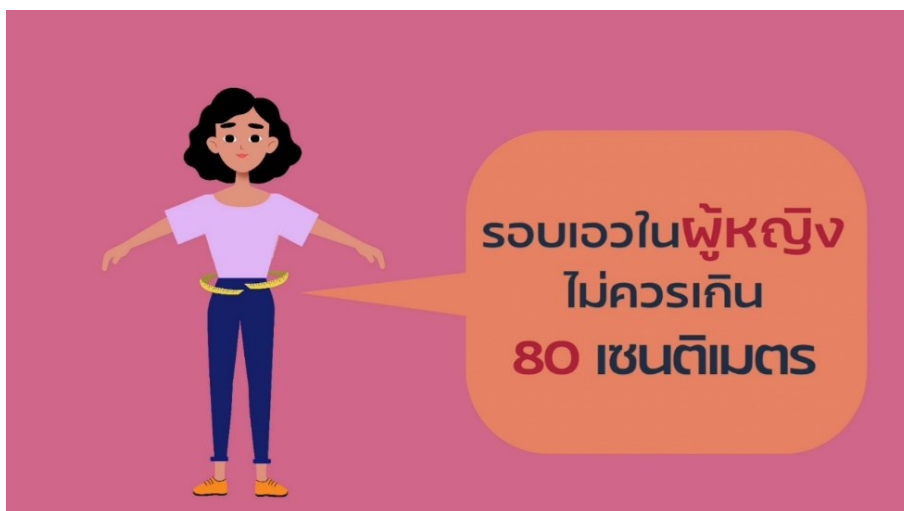
ภาพที่ 4 ฉากผู้ชายวัดเส้นรอบพุง



ภาพที่ 5 ฉากอธิบายภาวะอ้วนลงพุง



ภาพที่ 6 ฉากอธิบายขนาดรอบเอวในผู้ชาย



ภาพที่ 7 ฉากอธิบายขนาดรอบเอวในผู้หญิง



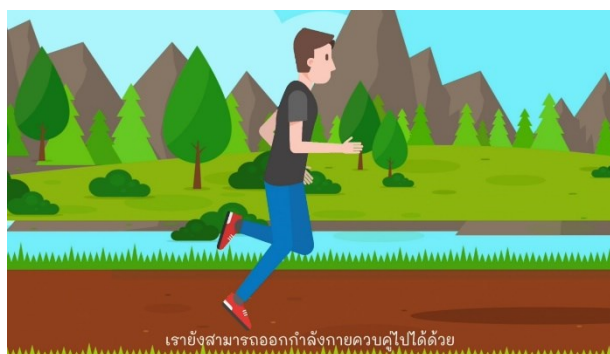
ภาพที่ 8 ฉากปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้อ้วนลงพุง



ภาพที่ 9 ฉากอ้วนลงพุงอาจทำให้เกิดโรคต่าง ๆ ตามมา



ภาพที่ 10 ฉากปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการกิน เพื่อลดความเสี่ยงภาวะอ้วนลงพุง



ภาพที่ 11 ฉากแนะนำวิธีการออกกำลังกาย เพื่อลดความเสี่ยงภาวะอ้วนลงพุง



ภาพที่ 12 QR Code ผลงานสื่อโมชันกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอไลท์โมชัน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อโมชันกราฟิก โดยมีการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านความเหมาะสม และความสวยงาม และด้านภาพรวมของสื่อโมชันกราฟิก โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อมัลติมีเดีย 1 ท่าน ด้านสื่อการเรียนรู้ 1 ท่าน และด้านสุขภาพ 1 ท่าน สำหรับผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อโมชันกราฟิกทั้ง 3 ด้าน ในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.46) ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ด้านภาพรวมของสื่อโมชันกราฟิก ($\bar{X} = 4.74$,

S.D. = 0.46) รองลงมาคือ ด้านความเหมาะสมและความสวยงาม ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.35) และด้านเนื้อหา $\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.58) ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2 ถึงตารางที่ 4

ตารางที่ 2 แสดงค่าระดับประสิทธิภาพด้านเนื้อหาของสื่อโมชันกราฟิก สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับประสิทธิภาพ
1. เนื้อหามีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
2. เนื้อหาที่น่าสนใจ	4.67	0.58	ดีมาก
3. เนื้อหาเข้าใจง่าย	4.33	0.58	ดี
4. เนื้อหาชัดเจน	4.67	0.58	ดีมาก
5. เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.60	0.58	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ระดับประสิทธิภาพด้านเนื้อหาของสื่อโมชันกราฟิก หัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ เนื้อหาที่มีความเหมาะสม เนื้อหาที่น่าสนใจ เนื้อหาชัดเจน และเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.58) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด อยู่ในระดับดี ได้แก่ เนื้อหาเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58)

ตารางที่ 3 แสดงค่าระดับประสิทธิภาพด้านความเหมาะสมและความสวยงามของสื่อโมชันกราฟิก สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับประสิทธิภาพ
1. ความน่าสนใจ	5.00	0.00	ดีมาก
2. ความสวยงามของฉาก	4.33	0.58	ดี
3. ความเหมาะสมในการใช้สี	4.33	0.58	ดี
4. ความเหมาะสมของคาแรคเตอร์	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความเหมาะสมของเสียง	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.67	0.35	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ระดับประสิทธิภาพด้านความเหมาะสมและความสวยงามของสื่อโมชันกราฟิก หัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ความน่าสนใจ และความเหมาะสมของคาแรคเตอร์ ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) รองลงมาได้แก่ ความเหมาะสมของเสียง ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.58) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด อยู่ในระดับดี ได้แก่ ความสวยงามของฉากและความเหมาะสมในการใช้สี ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58)

ตารางที่ 4 แสดงค่าระดับประสิทธิภาพด้านภาพรวมของสื่อโมชันกราฟิก จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับประสิทธิภาพ
1. สื่อมีความน่าสนใจ	4.67	0.58	ดีมาก
2. การออกแบบสื่อ	4.67	0.58	ดีมาก
3. สื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.67	0.58	ดีมาก
4. ระยะเวลาของสื่อมีความเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
5. สามารถนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวัน	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.74	0.46	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ระดับประสิทธิภาพด้านภาพรวมของสื่อโมชันกราฟิก หัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด อยู่ในระดับดีมาก คือ สามารถนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวัน ($\bar{X} = 5.00$, S.D. = 0.00) รองลงมาได้แก่ สื่อมีความน่าสนใจ การออกแบบสื่อ สื่อมีความสอดคล้องกับเนื้อหา และระยะเวลาของสื่อมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.58)

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ชมสื่อโมชันกราฟิก โดยมีการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านของสื่อโมชันกราฟิก ด้านประโยชน์ที่ได้รับ และด้านภาพรวมของสื่อโมชันกราฟิก โดยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าระดับพึงพอใจของผู้ชมสื่อโมชันกราฟิก จากการประเมินของกลุ่มตัวอย่าง

หัวข้อการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ระดับความพึงพอใจ
ด้านของสื่อโมชันกราฟิก	4.73	0.54	ดีมาก
1. ความคมชัดของสื่อ	4.87	0.43	ดีมาก
2. การนำเสนอที่น่าสนใจ	4.70	0.53	ดีมาก
3. การนำเสนอสื่อสามารถเข้าใจได้ง่าย	4.77	0.43	ดีมาก
4. คาแรคเตอร์ตัวละครมีความน่าสนใจ	4.53	0.63	ดีมาก
5. ฉากมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.77	0.68	ดีมาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.73	0.50	ดีมาก
1. มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับภาวะอ้วนลงพุง	4.73	0.58	ดีมาก
2. มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสาเหตุของภาวะอ้วนลงพุง	4.73	0.45	ดีมาก
3. มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการวินิจฉัยภาวะอ้วนลงพุง	4.63	0.49	ดีมาก
4. สามารถนำไปใช้ปฏิบัติในชีวิตประจำวันได้	4.87	0.35	ดีมาก
5. มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีลดความเสี่ยงเป็นภาวะอ้วนลงพุง	4.67	0.61	ดีมาก
6. สามารถนำไปใช้ปฏิบัติในชีวิตประจำวันได้	4.87	0.35	ดีมาก
ด้านภาพรวมของสื่อโมชันกราฟิก	4.76	0.46	ดีมาก
1. ความน่าสนใจของสื่อ	4.80	0.41	ดีมาก
2. ความถูกต้อง ความเหมาะสมของภาพ และเนื้อหา	4.67	0.55	ดีมาก
3. คุณภาพของเสียงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา	4.83	0.46	ดีมาก
4. การออกแบบของสื่อ	4.70	0.47	ดีมาก
5. ระยะเวลาของสื่อมีความเหมาะสม	4.80	0.41	ดีมาก
สรุปค่าเฉลี่ยโดยรวม	4.74	0.50	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่รับชมสื่อโมชันกราฟิก มีค่าเฉลี่ยทุกหัวข้ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.50) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า หัวข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ สามารถนำไปใช้ปฏิบัติในชีวิตประจำวันได้ ($\bar{X} = 4.87$, S.D. = 0.35) และความคมชัดของสื่อ ($\bar{X} = 4.87$, S.D. = 0.43) หัวข้อที่มีคะแนนค่าเฉลี่ยรองลงมา ได้แก่ คุณภาพของเสียงมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.46) ความน่าสนใจของสื่อและระยะเวลาของสื่อมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.41) ตามลำดับ

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลปัญหาและความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง พบว่าสื่อที่ให้ความรู้เกี่ยวกับภาวะอ้วนลงพุงมีมากแต่ไม่ครอบคลุมเนื้อหา บางสื่อมีความยาวมากเกินไป จึงมีความต้องการสื่อที่มีความกระชับ เข้าถึงง่าย เข้าใจง่าย และดึงดูดความสนใจ ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาสื่อโมชันกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอเลโทโมชัน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง โดยนำเสนอวิธีการประเมินตนเอง สาเหตุของการอ้วนลงพุง ความเสี่ยงที่มีต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง การป้องกัน และวิธีปฏิบัติในการใช้ชีวิตเพื่อลดความเสี่ยงภาวะอ้วนลงพุง ระยะเวลาของสื่อมีความยาว 2.12 นาที มีการนำเสนอที่กระชับ การดำเนินเรื่องประกอบด้วยตัวละครหลัก จำนวน 3 ตัวละคร ผลการประเมินประสิทธิภาพของสื่อโมชันกราฟิก ภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.46) ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ และผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มเติม ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ จนทำให้สื่อมีเนื้อหากระชับ น่าสนใจ คาแร็คเตอร์ของตัวละครมีความเหมาะสม และสามารถนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน และจรรย์ งามศิริ (2564) ที่ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก เรื่อง 10 วิธีป้องกันโควิด-19 ด้วยฐานวิถีชีวิตใหม่ มีผลประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.49) และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนิศา เตียนทั่ว และคณะ ในการทำวิจัยเรื่อง สื่อโมชันกราฟิก ชุดของเล่นภูมิปัญญาพลับพลาบ้านฉัน ร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็ม เพื่อส่งเสริมพัฒนาการ 4 ด้าน สำหรับเด็กปฐมวัย มีผลประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.49) อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินประสิทธิภาพการพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอเลโทโมชัน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง ในหัวข้อเนื้อหา มีความเข้าใจง่าย หัวข้อความสวยงามของฉาก และหัวข้อความเหมาะสมในการใช้สี ได้รับการประเมินอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.33$, S.D. = 0.58) ซึ่งผู้วิจัยต้องทำการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้สื่อโมชันกราฟิกมีความสมบูรณ์มากขึ้นต่อไป

สำหรับผลการประเมินความพึงพอใจสื่อโมชันกราฟิกด้วยแอปพลิเคชันเอเลโทโมชัน เรื่อง ภาวะอ้วนลงพุง ของกลุ่มตัวอย่าง ได้รับการประเมินทุกหัวข้ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.74$, S.D. = 0.50) เพราะสื่อโมชันกราฟิก มีการนำเสนอที่น่าสนใจ สื่อเล่าเรื่องด้วยภาพ ท่าทาง มีตัวละครที่เป็นตัวดำเนินเรื่อง และระยะเวลาของสื่อสั้น กระชับ เข้าใจง่าย จึงช่วยดึงดูดความสนใจของผู้ชมและช่วยสื่อความหมายได้ดี สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน และจรรย์ งามศิริ (2564) ที่ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก เรื่อง 10 วิธีป้องกันโควิด-19 ด้วยฐานวิถีชีวิตใหม่ ผลประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.64$, S.D. = 0.54) และสอดคล้องกับงานวิจัยของธิษณ์ธฤต สุนทรวาทิ และธัญนันท์ สัจจะบริบูรณ์ (2566) ที่ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาโมชันกราฟิก เรื่อง ค่าพื้นฐานสำหรับการถ่ายภาพเบื้องต้น ที่มีผลประเมินความพึงพอใจของผู้รับชมสื่อโดยรวม อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.50)

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. พัฒนาสื่อโมชันกราฟิกเพื่อสื่อสารในประเด็นด้านสุขภาพอื่น ๆ
2. ผสมผสานเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการพัฒนา เช่น เทคโนโลยี 3 มิติ (3D)

6. เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ สิงห์สูงเนิน และจรรย์ งามศิริ. (2564). การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิก เรื่อง 10 วิธีป้องกันโควิด-19 ด้วยฐานวิถีชีวิตใหม่. *การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 8*, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- กวิสรา วรภัทรจรกุล. (2565). *การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยี) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายโพธารามที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร)*. <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/4320>
- ธิษณ์ธฤต สุนทรวาทิ และธัญนันท์ สัจจะบริบูรณ์. (2566). การพัฒนาโมชันกราฟิก เรื่อง ค่าพื้นฐานสำหรับการถ่ายภาพเบื้องต้น. *การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 15*, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

- นวัตร โปธิสาร. (2564). การพัฒนาสื่อโมชันกราฟิกเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางสุขภาวะด้านโรคเบาหวาน ของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, 6(2), 77-90.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 11). สุวีริยาสาส์น.
- ปิยะ นากสงค์, อัมรินทร์ เพ็ชรกุล, มณีเชษฐ์ สมานหมู่ และกัมพล ชมภูทิพย์. (2563). *รวมเทคนิคสร้างสรรค์งานวิดีโอและเอฟเฟกต์ After Effects Motion Graphic Workshop* (พิมพ์ครั้งที่ 1). ชิมพลีฟาย.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ. (17 พฤษภาคม 2564). *ภาวะโรคอ้วนเพิ่มความเสี่ยงเสียชีวิตจากเชื้อโควิด*.
<https://www.thaihealth.or.th/?p=234032>
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ. (27 สิงหาคม 2563). *โรคอ้วนลงพุงภัยเงียบใกล้ตัวที่ไม่ควรชะล่าใจ*.
<https://resourcecenter.thaihealth.or.th/article/โรคอ้วนลงพุงภัยเงียบใกล้ตัวที่ไม่ควรชะล่าใจ>
- สุพิณญา คงเจริญ. (2560). โรคอ้วน: ภัยเงียบในยุคดิจิทัล. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์น ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 11(3), 22-29.
- สุนิตย์ตา เย็นทั่ว, นที ยงยุทธ และญาณิศา บุญพิมพ์. (2566). สื่อโมชันกราฟิก ชุด ของเล่นภูมิปัญญาพลับพลายบ้านฉัน ร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็ม เพื่อส่งเสริมพัฒนาการ 4 ด้าน สำหรับเด็กปฐมวัย. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี*, 19(3), 106-116. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/SPUCJ/article/view/262704>
- Apple Incorporated. (2024). *Alight Motion* (Version 6.2.6). [Mobile application software].
<https://apps.apple.com/th/app/alight-motion/id1459833443?l=th>

พฤกษเคมีและประสิทธิภาพของใบเทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.) ในการยับยั้งเชื้อแอสเพอร์จิลลัส

Phytochemical and Efficiency of Garden Balsam Leaves

(*Impatiens balsamina* L.) in Inhibiting *Aspergillus*

เขมจิรา โกเมศ¹, รัตนกร ผดุงเขตต์¹, ธัญญา ลินเพ็ชร¹, เบญจวรรณ ศิริหัตถ์¹, สุพัตรา พรหมเทพ¹,
ปิยะ บริสุทธิเพ็ชร¹, ณัฐธิดา พุ่มกะเนาะ², อนงค์ หัมพานนท์², อาทิตย์ ศรีประไพ², กิตติพล กลิการ² และ รัฐพล ศรีประเสริฐ^{2*}
Khemchira Komet¹, Rattanakorn Phadungket¹, Tanya Sinpetch¹, Benjawan Sirihut¹, Supattra Promthep¹,
Piya Borisutphet¹, Natthida Phumkanao², Anong Hambananda², Atit Sreprapi²,
Kittipon Kasipar² and Ratapol Sornprasert^{2*}

¹โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์

¹ Benjamarachanusorn School

² สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

² Department of Biology, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

บทคัดย่อ

เก็บตัวอย่างเทียนบ้านจากบริเวณงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ เมื่อนำไปตรวจสอบกับตัวอย่างพรรณไม้
ต้นแบบ ณ สำนักงานหอพรรณไม้ ผลปรากฏว่าสอดคล้องกับ BKF.No.14240 ชนิด *Impatiens balsamina* L. เมื่อนำใบสด 100
กรัม ไปอบจะได้น้ำหนักแห้ง 13.08 กรัม นำไปบดจะมีลักษณะเป็นผงละเอียดขนาด 100 ไมครอน มีกลิ่นสีเขียวของใบไม้ มีค่าสี L*, a*
และ b* เท่ากับ 47.09, 2.33 และ 17.11 ตามลำดับ จากนั้นนำไปสกัดโดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย พบว่าสารสกัดหยาบที่ได้มี
ลักษณะขุ่นหนืด มีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 20.43, 1.81 และ -1.51 ตามลำดับ มีกลิ่นสีเขียวของใบไม้ มีร้อยละผลผลิตสารสกัด
หยาบเท่ากับ 15.53 การวิเคราะห์พฤกษเคมีของสารสกัดหยาบพบ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (cardiac glycosides) ซาโปนิน (saponins)
แทนนิน (tannins) และฟีนอลิก (phenolics) แต่ไม่พบฟลาโวนอยด์ (flavonoids) กับ อัลคาลอยด์ (alkaloids) ประสิทธิภาพของใบ
เทียนบ้านในการยับยั้งเชื้อแอสเพอร์จิลลัส (*Aspergillus*) พบว่าอาหารฟิตีเอผสมใบเทียนบ้าน 10 และ 5 กรัม สามารถยับยั้ง
Aspergillus flavus TISTR 3130 ที่การยับยั้งร้อยละ 32.74 และ 28.38 ตามลำดับ ยับยั้ง *A. niger* TISTR 3012 ที่การยับยั้งร้อยละ
18.86 และ 12.86 ตามลำดับ และยับยั้ง *A. terreus* TISTR 3109 ที่การยับยั้งร้อยละ 20.40 และ 15.65 ตามลำดับ

คำสำคัญ: พฤกษเคมี เทียนบ้าน แอสเพอร์จิลลัส

Abstract

Collecting samples of Garden balsam from the school botanical garden of Benjamarachanusorn School. The
specimen was determination from the forest herbarium office, it agrees with BKF.No.14240, species *Impatiens*
balsamina L. When 100 grams of the Garden balsam fresh leaves was dried, the dry weight was 13.08 grams. When
crushed, it looks like a fine powder of 100 microns, he greeny smell of leaves and L*, a* and b* have color values
of 47.09, 2.33 and 17.11 respectively. The leaf powder extracted with ethanol was used as solvent, it was found
that, the crude extracted had a viscous appearance, L*, a* and b* had color values of 20.43, 1.81 and -1.51
respectively with greeny smell of leaves. The crude extracted yield percentage was 15.53. The phytochemical

* Corresponding author: sornprasert_r@hotmail.com

analysis of crude extracted found cardiac glycosides, saponins, tannins and phenolics but flavonoids and alkaloids were not found. The efficacy of garden balsam leaves in inhibiting *Aspergillus*. It was found that PDA mixed with 10 and 5 grams of garden balsam leaves. It inhibits *A. flavus* TISTR 3130 at 32.74% and 28.38%, respectively, inhibits *A. niger* TISTR 3012 at 18.86% and 12.86% and inhibits *A. terreus* TISTR 3109 at 20.40% and 15.65%, respectively.

Keywords: Phytochemistry, Garden Balsam, *Aspergillus*

1. บทนำ

โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ จังหวัดนนทบุรี สอนพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ด้วยงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เมื่อ พ.ศ.2555 จนถึงปัจจุบัน ได้กำหนดพืช ศึกษาและปลูกไว้ในพื้นที่งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนคือ เทียนบ้าน เป็นไม้ประดับตกแต่งสถานที่ ออกดอกตลอดปี ขยายพันธุ์และ ดูแลรักษาง่าย มีความโดดเด่นในเรื่องสีสันของดอกที่ตัดกับสีของใบอย่างงดงาม เทียนบ้านเป็นพืชวงศ์เทียนน้ำ (Balsaminaceae) ทั่วโลกพบ 2 สกุล คือ สกุล *Hydrocera* และสกุล *Impatiens* แต่ชนิดที่ผู้วิจัยสนใจคือ เทียนบ้าน (*Impatiens balsamina* L.) สกุล *Impatiens* มีความหลากหลายของชนิด จากรายงานการรวบรวมของสำนักงานหอพรรณไม้ (2557) ระบุว่าสกุลนี้ในประเทศไทยพบ 73 ชนิด และใน พ.ศ.2565 โดย Suksathan & Ruchisansakun (2022) มีการสำรวจพบชนิดใหม่ของโลก 20 ชนิด 1 สายพันธุ์ รวมทั้งสิ้น 93 ชนิด 1 สายพันธุ์ จึงพบพฤกษเคมีที่หลากหลายไม่ว่าจะเป็นส่วนของราก ลำต้น ใบ ดอก และเมล็ด เช่น เทอร์พีน (terpenes) แทนนิน (tannins) ควิโนน (quinones) คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (cardiac glycosides) คูมาริน (coumarin) ซาโปนิน (saponins) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) และฟีนอลิก (phenolic) (Kim et al., 2015; Li et al., 2017; Szewczyk, 2018) ซึ่งสารที่พบจะมีฤทธิ์ ด้านอนุมูลอิสระและต้านเอนไซม์ไทโรซิเนส (anti-tyrosinase) แสดงให้เห็นว่าพืชสกุลนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านยาและ เครื่องสำอางได้ (อินทรีรา ชุตแก้ว และพัชรพรรณ สุคนธ์ขจร, 2561; Koodkaew & Sukonkhajorn, 2019) มีการศึกษาพบว่า ฟลาโวนอยด์ อัลคาลอยด์ ฟีนอลิก แทนนิน แซนโทน และอนุพันธ์โบสแนปควิโน (bisanaphthquinone derivative) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ ด้านการอักเสบ ด้านแอนโดรเจน (androgen) นอกจากนี้มีการนำเทียนบ้านมาใช้บำบัดเพื่อการรักษาบาดแผลที่เกิดจากหนามตำ เล็บขบ แผลเรื้อรังที่เกิดจากการแพ้งค์ฟอก (Farnsworth & Bunyapraphatsara, 1992) โรคไขข้อ โรคเหน็บชา ปวดและบวม (Su, 1977) แก้ก้น ยับยั้งการจับตัวของเกล็ดเลือด (Oku & Ishiguro, 1999) แก้ก้น (Fukumoto et al., 1995) ลมพิษ (Fukumoto et al., 1996) มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย (Yang et al., 2001; Pires et al., 2021) และเชื้อรา ได้แก่ *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Epidermophyton floccosum* (Kang & Moon, 1992) *A. fumigatus*, *C. albicans*, *Fusarium oxysporum*, *Microsporum gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes* (Yang et al., 2001) *A. flavus*, *A. niger*, *C. albicans*, *Penicillium* sp., *Trichoderma reesei* (Rajendran et al., 2014) *Bipolaris oryzae* และ *Curvularia lunata* (Pinyapap et al., 2020)

Aspergillus sp. เป็นเชื้อราที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เชื้อราในกลุ่มนี้ Krzysciak et al. (2011) ระบุว่า มี 50 ชนิด ที่เป็น เชื้อสาเหตุก่อโรคในมนุษย์ จากรายงานของ Wolff (2011); Callejas & Douglas (2013); Gilstrap & Kraft (2013); พรพรรณ ภูมิรัตน์ และคณะ (2556) ระบุว่า *A. clavatus*, *A. flavus*, *A. nidulans*, *A. niger* และ *A. terreus* เป็นเชื้อสาเหตุก่อโรคภูมิแพ้ หรือ ก่อให้เกิดความผิดปกติที่มีลักษณะคล้ายโรคภูมิแพ้ เรียกว่า ภูมิแพ้เชื้อรา หรือมีอาการผิดปกติคล้ายภาวะหอบหืด นอกจากนี้ Gniadek (2012) รายงานว่ารูปแบบโรคที่พบบ่อยที่สุดของการติดเชื้อในโรงพยาบาลจากเชื้อแอสเพอร์จิลลัส เช่น ไช้น้ำอักเสบ และเยื่อหุ้มหัวใจ อักเสบ และยังพบอีกว่าแอสเพอร์จิลลัส เป็นเชื้อที่พบบ่อยที่สุดในผู้ป่วยเบาหวานที่ติดเชื้อราที่เล็บ ดังนั้นผู้ป่วยเบาหวานที่มีการติดเชื้อ ที่เล็บควรให้การรักษาย่างมีประสิทธิภาพ (เกศกนิษฐ ธรรมคัมภีร์ และเพชรงาม ไชยวานิช, 2563) นอกจากเป็นเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคใน มนุษย์แล้วยังพบว่าเป็นเชื้อที่ปนเปื้อนในเมล็ดข้าวโพดและดิน ได้แก่ *A. awamori*, *A. candidus*, *A. clavatus*, *A. flavus*, *A. niger*,

A. niveus, *A. ochraceus*, *A. parasiticus*, *A. terreus*, *A. ustus* และ *A. wentii* เชื้อเหล่านี้จะสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) (Salano et al., 2016) ดังนั้นการใช้สมุนไพรหรือสารที่ได้จากธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกของการรักษา ซึ่งมีความปลอดภัยกว่าสารสังเคราะห์ที่มักจะมีผลข้างเคียงตามมามีประโยชน์ใช้ในทางการแพทย์ อันนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าและประโยชน์ของพืชสมุนไพร ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาพฤกษเคมีและการใช้ใบเทียนบ้าน (*I. balsamina* L.) ยับยั้งเชื้อแอสเปอร์จิลลัส

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาการสกัดสารสกัดหยาบจากใบเทียนบ้าน
- 2.2 เพื่อวิเคราะห์หาพฤกษเคมีของสารสกัดหยาบจากใบเทียนบ้าน
- 2.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของใบเทียนบ้านในการยับยั้งเชื้อแอสเปอร์จิลลัส

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาการสกัดสารสกัดหยาบจากใบเทียนบ้าน

3.1.1 การเตรียมตัวอย่างพืช

ต้นเทียนบ้านที่ปลูกในพื้นที่บริเวณงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ เป็นพืชล้มลุกมีความสูง 50-60 เซนติเมตร ถ่ายภาพตามธรรมชาติของเทียนบ้านให้ครบส่วน ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด แล้วเก็บต้นเทียนบ้านเพื่อทำตัวอย่างพรรณไม้แห้งตามวิธีของ กองกานดา ชยามฤต และวรลต์ แจ่มจำรูญ (2559) นำตัวอย่างพรรณไม้ที่ได้ไปตรวจสอบกับเอกสารทางวิชาการ ได้แก่ สำนักงานหอพรรณไม้ (2557) แล้วนำตัวอย่างพรรณไม้แห้งเทียนบ้านไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบของสำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช เพื่อตรวจสอบหาชื่อชนิดหรือชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) เทียนบ้าน จากนั้นเก็บใบสดเทียนบ้านจากต้นที่มีอายุ 2-3 เดือน เลือกเก็บใบโดยนับใบในตำแหน่งยอดลงมา 5 ใบ แล้วเริ่มเก็บใบจนไปถึงโคนต้น นำไปล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำใบอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด แล้วบดให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด นำผงที่ได้ไปร่อนผ่านตะแกรงขนาดความละเอียด 100 ไมครอนด้วยเครื่องเขย่าตะแกรงร่อน (sieving machine)

3.1.2 การสกัดสารสกัดหยาบ

ผงใบจาก 3.1.1 นำไปสกัดด้วยวิธีการแช่ขุ่ย (maceration) โดยชั่งผงใบ 200 กรัม ห่อด้วยผ้าขาวบางซ้อนกัน 2 ชั้น แล้วบรรจุลงในโหลแก้วที่มีเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 400 มิลลิลิตร แช่เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำมากรองด้วยกระดาษเบอร์ 1 จะได้ของเหลวผลกรอง 1 (filtrate 1) ทำเช่นนี้ 3 ครั้ง จะได้ของเหลวผลกรอง 1 ของเหลวผลกรอง 2 และของเหลวผลกรอง 3 ผสมรวมกันแล้วนำไประเหยเอทานอลออก ด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความเร็ว 50 รอบต่อนาที ความดัน 80 มิลลิบาร์ (millibars) จะได้สารสกัดหยาบเก็บไว้ในขวดสีชา

3.1.3 การตรวจและบันทึกผลการทดลอง

ชื่อชนิดหรือชื่อวิทยาศาสตร์เทียนบ้าน น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบเทียนบ้าน ลักษณะผงใบเทียนบ้าน ดมกลิ่นและวัดสีผงใบเทียนบ้าน สังเกตลักษณะของสารสกัดหยาบ วัดสีของสารสกัดหยาบ ดมกลิ่นของสารสกัดหยาบ และคำนวณหาร้อยละผลผลิตสารสกัดหยาบ

$$\text{ร้อยละผลผลิตสารสกัดหยาบ} = \frac{\text{น้ำหนักสารสกัดหยาบใบเทียนบ้าน}}{\text{น้ำหนักใบเทียนบ้าน}} \times 100$$

3.2 วิเคราะห์หาพิษเคมีของสารสกัดหยาบจากใบเตียนบ้าน

วิเคราะห์หาพิษเคมีของสารสกัดหยาบจากใบเตียนบ้าน โดยใช้ปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการของ Harborne (1973); Trease & Evans (1989); อัมบุญ ล้วนรัตน์ (2536) ได้แก่ คาร์ดิแอคโกลโคไซด์ ซาโปนิน แทนนิน ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และอัลคาลอยด์

3.3 ศึกษาประสิทธิภาพของใบเตียนบ้านในการยับยั้งเชื้อแอสเพอร์จิลลัส

เชื้อรา 3 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus flavus* TISTR 3130, *A. niger* TISTR 3012 และ *A. terreus* TISTR 3109 จากศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (ภาพที่ 1) ถ่ายเชื้อลงบนพีดีเอ (PDA: Potato Dextrose Agar) ในหลอดทดลองฝาเกลียว (test tube screw cap) บ่มเป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบกำหนดเติมน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อ 5 มิลลิลิตร ให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 1.0 McFarland Standards จากนั้นใช้ห่วงเชี่ยเชื้อ (loop) จุ่มลงในสารละลายเชื้อแล้วนำไปแตะลงบนผิวหน้า PDA ที่ผสมผงใบเตียนบ้าน 3 ระดับ คือ 0 (ชุดควบคุมลบ; negative control), 5 และ 10 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ส่วนชุดควบคุมบวก (positive control) ใช้ฟลูโคนาโซล (fluconazole) เป็นสารยับยั้งเชื้อรา จำนวน 5 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ในงานเพาะเชื้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล :

- 1) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) 4 สิ่งทดลอง ทดลองละ 4 ซ้ำ
- 2) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

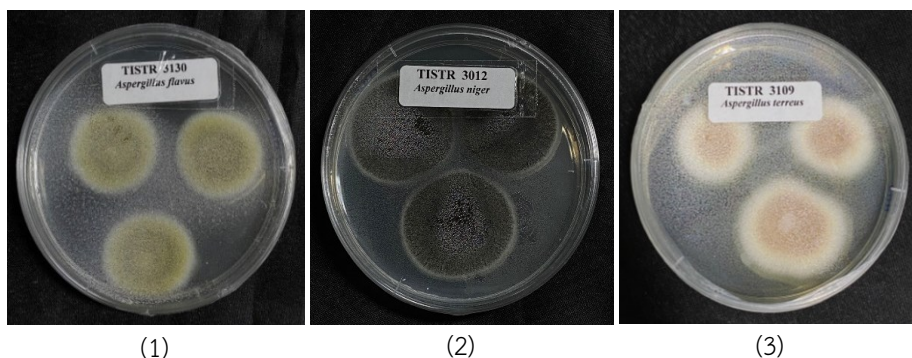
การตรวจและบันทึกผลการทดลอง :

- 1) วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อราบนอาหาร PDA
- 2) คำนวณร้อยละการยับยั้ง (percentage of inhibition) เชื้อรา

$$\text{ร้อยละการยับยั้ง} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

เมื่อ A คือค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารชุดควบคุมลบ

B คือค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเชื้อราที่เจริญบนอาหารผสมผงใบเตียนบ้านหรือผสมฟลูโคนาโซล



ภาพที่ 1 เชื้อ *Aspergillus flavus* TISTR 3130 (1) เชื้อ *A. niger* TISTR 3012 (2) และเชื้อ *A. terreus* TISTR 3109 (3) บนพีดีเอ จากศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

4. ผลการวิจัย

4.1 การสกัดสารสกัดหยาบจากใบเตียนบ้าน

นำตัวอย่างพรรณไม้แห้งที่บ้านที่เก็บจากพื้นที่บริเวณงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ ไปตรวจสอบเพื่อหาชื่อชนิด โดยการเปรียบเทียบตัวอย่างพรรณไม้แห้ง ณ สำนักงานหอพรรณไม้ พบว่าตัวอย่างเตียนบ้านจากพื้นที่บริเวณงาน

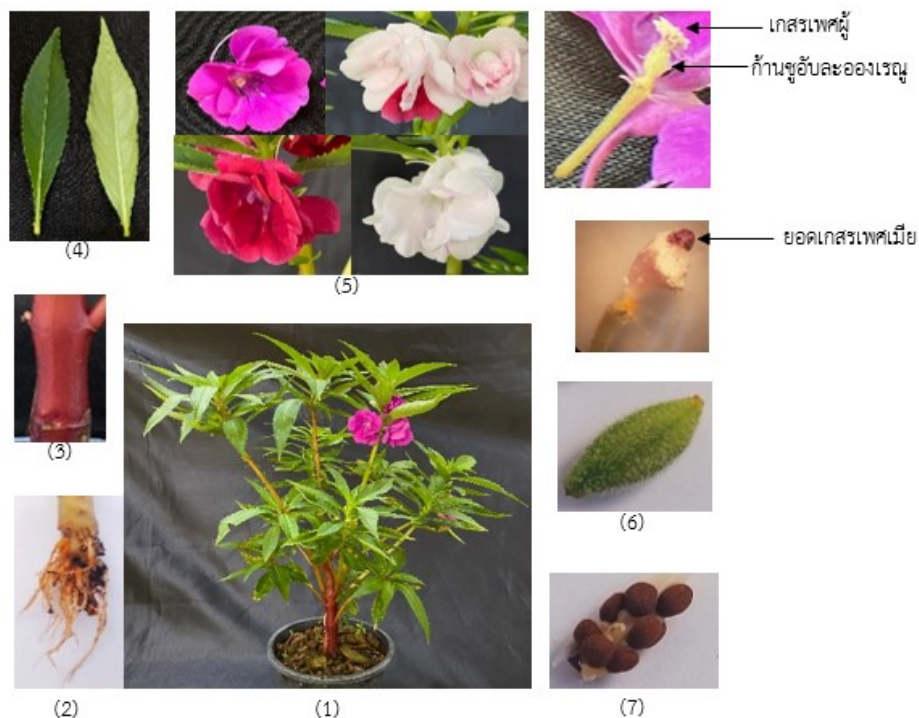
สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน สอดคล้องกับตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบคือ BKF.No.14240 ผู้เก็บตัวอย่างคือ T. Shimizu วันที่เก็บตัวอย่าง 19 ธันวาคม พ.ศ. 2488 (ค.ศ. 1945) แหล่งที่พบคือ จังหวัดจันทบุรี โดยพืชชนิดนี้มีลักษณะวิสัยแบบไม้ล้มลุก วงศ์เทียนน้ำสกุล *Impatiens* ชนิดหรือมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Impatiens balsamina* L. ชื่อสามัญคือ Garden balsam, Garden jewelweed, Rose balsam และ Touch-me-not มีชื่อท้องถิ่นว่า เทียนดอก เทียนไทย เทียนบ้าน และเทียนสวน ตัวอย่างพรรณไม้แห้งเทียนบ้านที่นำไปตรวจสอบถูกเก็บรักษา ณ ห้องปฏิบัติการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ (ภาพที่ 2, 3)

เมื่อนำใบสดเทียนบ้าน 100 กรัม ไปอบแห้ง พบว่าจะได้น้ำหนักแห้ง 13.08 กรัม และนำใบที่อบแห้งไปบดเป็นผงจะมีลักษณะเป็นผงละเอียดขนาด 100 ไมครอน กลิ่นสีเขียวของใบไม้ มีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 47.09, 2.33 และ 17.11 ตามลำดับ จากนั้นนำไปสกัดสารสกัดหยาบเมื่อใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย พบว่าสารสกัดหยาบที่ได้มีลักษณะขุ่นหนืด สี $L^* = 20.43$ $a^* = 1.81$ และ $b^* = -1.51$ กลิ่นสีเขียวของใบไม้ มีร้อยละผลผลิตสารสกัดหยาบเท่ากับ 15.53 (ตารางที่ 1, ภาพที่ 4)

ตารางที่ 1 สารสกัดหยาบเมื่อใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายจากใบเทียนบ้าน

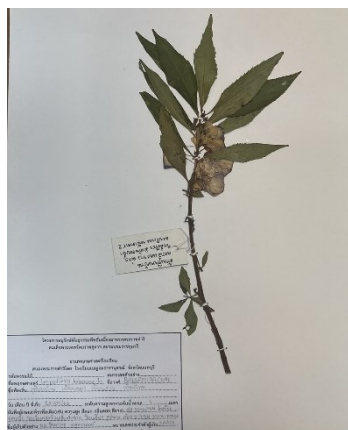
รายการ	บันทึกผล
ลักษณะสารสกัดหยาบ	ขุ่นหนืด
สีของสารสกัดหยาบ	$L^* = 20.43$, $a^* = 1.81$, $b^* = -1.51$
กลิ่นสารสกัดหยาบ	สีเขียวของใบไม้
ร้อยละผลผลิตสารสกัดหยาบ	15.53

หมายเหตุ: การวัดค่าสีในรูปแบบของระบบ CIE (Commission International de l'Eclairage) L^* a^* b^* โดยกำหนดให้ L^* เป็นค่าความสว่าง (lightness) มีค่า 0 – 100, $L^* = 0$ สีจะเป็นไปในทิศทางมืดเป็นสีดำ, $L^* = 100$ สีจะเป็นไปในทิศทางสว่างเป็นสีขาว, a^* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือสีเขียว, ถ้า a^* เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีแดง, ถ้า a^* เป็น – สีจะเป็นไปในทิศทางสีเขียว, b^* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน, ถ้า b^* เป็น + สีจะเป็นไปในทิศทางสีเหลือง, ถ้า b^* เป็น – สีจะเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน



ภาพที่ 2 ทรงต้น (1) ราก (2) ผิวลำต้น (3) ใบ (4) ดอก (5) ผล (6) และเมล็ด (7) เทียนบ้าน (*I. balsamina* L.)

จากพื้นที่บริเวณงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์



(1)



(2)

ภาพที่ 3 ตัวอย่างพรรณไม้แห้งจากพื้นที่บริเวณงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน โรงเรียนเบญจมราชานุสรณ์ (1) และตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบของสำนักงานหอพรรณไม้ BKF.No.14240 (2) ของเทียนบ้าน (*I. balsamina* L.)



(1)



(2)



(3)



(4)

ภาพที่ 4 ลักษณะใบสด (1) ใบแห้ง (2) ผงใบ (3) และสารสกัดหยาบ (4) จากใบเทียนบ้าน (*I. balsamina* L.)

4.2 วิเคราะห์หาพฤกษเคมีของสารสกัดหยาบจากใบเทียนบ้าน

พฤกษเคมีของสารสกัดหยาบจากใบเทียนบ้านโดยใช้ปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน ผลปรากฏว่า พบคาร์ดิแอคไกลโคไซด์ ซาโปนิน แทนนิน และฟีนอลิก แต่ไม่พบฟลาโวนอยด์กับอัลคาลอยด์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 พฤกษเคมีของสารสกัดหยาบจากใบเทียนบ้าน เมื่อใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย

พฤกษเคมีของสารสกัดหยาบที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ	
	ให้ผล	ไม่ให้ผล
คาร์ดิแอคไกลโคไซด์	✓	
ซาโปนิน	✓	
แทนนิน	✓	
ฟีนอลิก	✓	
ฟลาโวนอยด์		✓
อัลคาลอยด์		✓

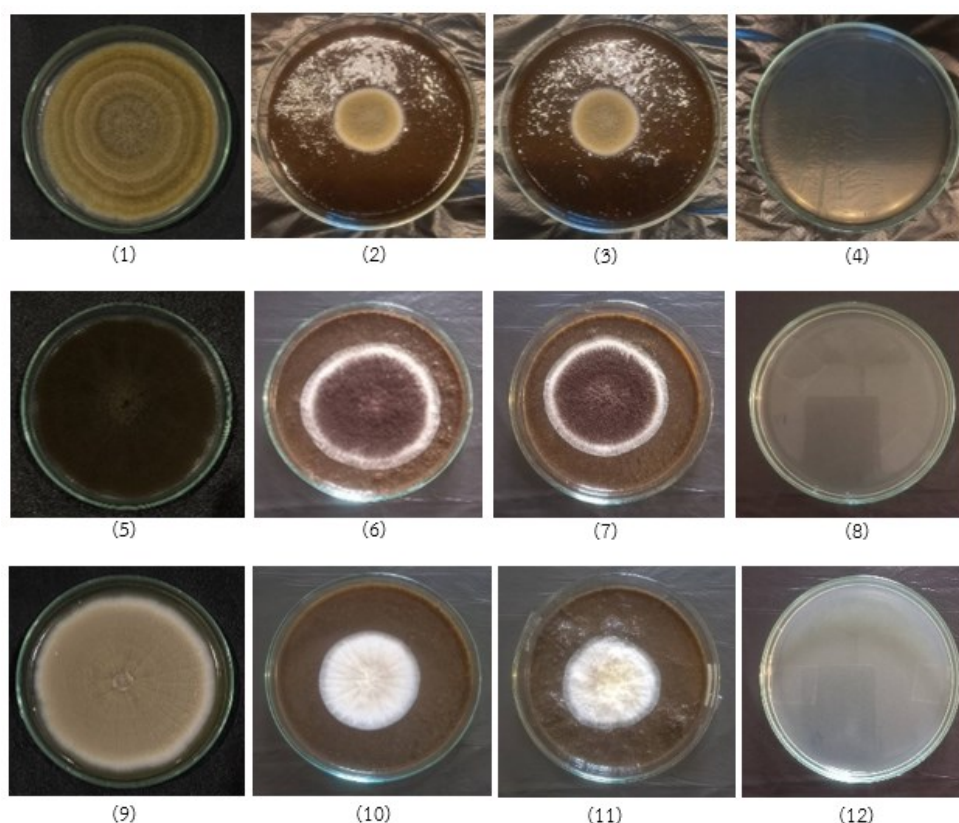
4.3 ประสิทธิภาพของไบเทียนบ้านในการยับยั้งเชื้อแอสเปอร์จิลลัส

จากการทดสอบประสิทธิภาพของผงไบเทียนบ้านในการยับยั้งเชื้อแอสเปอร์จิลลัส พบว่าฟิตีเอสเมฟลูโคนาโซลสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแอสเปอร์จิลลัสได้ดีที่สุด รองลงมาคือฟิตีเอสเมฟงไบเทียนบ้าน 10 และ 5 กรัม ในเชื้อ *A. flavus* TISTR 3130 ที่การยับยั้งร้อยละ 100.00, 32.74 และ 28.38 ตามลำดับ ใน *A. niger* TISTR 3012 ที่การยับยั้งร้อยละ 100.00, 18.86 และ 12.86 ตามลำดับ และใน *A. terreus* TISTR 3109 ที่การยับยั้งร้อยละ 100.00, 20.40 และ 15.65 ตามลำดับ ในขณะที่ฟิตีเอสที่ไม่ผสมผงไบเทียนบ้านที่การยับยั้งร้อยละ 0.00 เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าปริมาณผงไบเทียนบ้าน 5 กรัม ยับยั้งการเจริญน้อยที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 3, ภาพที่ 4)

ตารางที่ 3 ร้อยละการยับยั้งเชื้อรา 3 ชนิด บนฟิตีเอสเมฟงไบเทียนบ้านและฟลูโคนาโซล

สิ่งทดลอง	การยับยั้งเฉลี่ย (ร้อยละ)		
	<i>A. flavus</i> TISTR 3130	<i>A. niger</i> TISTR 3012	<i>A. terreus</i> TISTR 3109
1. ฟิตีเอส	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
2. ฟิตีเอสเมฟงไบเทียนบ้าน 5 กรัม	28.38±2.05 ^c	12.86±2.11 ^c	15.65±1.09 ^c
3. ฟิตีเอสเมฟงไบเทียนบ้าน 10 กรัม	32.74±1.97 ^b	18.86±1.21 ^b	20.40±1.86 ^b
4. ฟิตีเอสเมฟลูโคนาโซล 5 กรัม	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a	100.00±0.00 ^a

หมายเหตุ: a, b, c และ d คือ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 4 โคลนเชื้อ *A. flavus* TISTR 3130 บนฟิตีเอสเมฟงไบเทียนบ้าน 0 กรัม (1) 5 กรัม (2) 10 กรัม (3) บนฟิตีเอสเมฟลูโคนาโซล (4) เชื้อ *A. niger* TISTR 3012 บนฟิตีเอสเมฟงไบเทียนบ้าน 0 กรัม (5) 5 กรัม (6) 10 กรัม (7) บนฟิตีเอสเมฟลูโคนาโซล (8) เชื้อ *A. terreus* TISTR 3109 บนฟิตีเอสเมฟงไบเทียนบ้าน 0 กรัม (9) 5 กรัม (10) 10 กรัม (11) และบนฟิตีเอสเมฟลูโคนาโซล (12)

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

5.1.1 การสกัดสารสกัดหยาบจากใบเทียนบ้าน

ตัวอย่างพรรณไม้แห้งเทียนบ้านเมื่อนำไปตรวจสอบกับตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบเพื่อหาชนิด พบว่าตัวอย่างเทียนบ้านจากพื้นที่บริเวณงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน สอดคล้องกับตัวอย่างพรรณไม้ต้นแบบคือ BKF.No. 14240 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Impatiens balsamina* L. และเมื่อนำใบสดเทียนบ้าน 100 กรัม ไปอบแห้งจะได้น้ำหนักแห้งเท่ากับ 13.08 กรัม จากนั้นนำไปสกัดสารสกัดหยาบเมื่อใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายพบว่า สารสกัดหยาบที่ได้มีลักษณะขุ่นหนืด มีค่าสี L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 20.43, 1.81* และ -1.51 ตามลำดับ มีกลิ่นสีเขียวของใบไม้ มีร้อยละผลผลิตสารสกัดหยาบ 15.53 สอดคล้องกับ รัฐพล ศรประเสริฐ และคณะ (2555) รายงานว่าสารสกัดหยาบจากรางแดง (*Ventilago denticulata* Willd.) เมื่อใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย จะมีลักษณะขุ่นหนืด สีเขียวเข้มถึงดำและมีกลิ่นหอม

5.1.2 การวิเคราะห์หาพิษเคมีของสารสกัดหยาบจากใบเทียนบ้าน

จากผลการวิเคราะห์พิษเคมีของสารสกัดหยาบจากใบเทียนบ้าน พบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ซาโปนิน แทนนิน และฟิโนลิก แต่ไม่พบฟลาโวนอยด์กับอัลคาลอยด์ สอดคล้องกับ Szewczyk (2018); Li et al. (2017); Kim et al. (2015) ระบุว่าสกุล *Impatiens* มีสารประกอบที่แตกต่างกันมากกว่า 300 ชนิด อาทิ ควิโนน คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ คูมาริน ซาโปนิน เทอร์พีน แทนนิน และฟิโนลิก แต่ไม่สอดคล้องกับ Ih et al. (2018) ระบุว่าพบฟลาโวนอยด์ แต่สอดคล้องตรงที่ว่าไม่พบอัลคาลอยด์ในสารสกัดจากใบเทียนบ้านเมื่อใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย อย่างไรก็ตามพิษเคมีไม่ว่าจะเป็นคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ซาโปนิน แทนนิน ฟลาโวนอยด์ ฟิโนลิก และอัลคาลอยด์ กลุ่มสารเหล่านี้มักเป็นสารประกอบหลักที่พบในสกุล *Impatiens* ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด สายพันธุ์ ส่วนประกอบของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ด วิธีการสกัด และตัวทำละลายที่ใช้ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการพบหรือไม่พบพิษเคมีใด เช่น พบฟลาโวนอยด์ ไกลโคไซด์ แนนโทควิโนน ซาโปนิน สเตียรอยด์ และเทอร์พีนอยด์ ในสกุล *Impatiens* ชนิด *I. balsamina* L., *I. bicolor* Royle, *I. glandulifera* Royle, *I. parviflora* DC., *I. pritzellii*, *I. scabrida* DC., *I. sicutiflora* Hook. f. และ *I. textori* Miq. (Yang et al., 2001; Singh et al., 2017) หรือสารสกัดจาก 4 ส่วน ได้แก่ ลำต้น ใบ ดอก และเมล็ดของเทียนบ้าน เมื่อใช้เอทานอล เมทานอล และอะซิโตนเป็นตัวทำละลายจะพบฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน และเทอร์พีนอยด์ จากทั้ง 4 ส่วน พบอัลคาลอยด์ และฟิโนลิก (phlobatannin) จากดอก แต่ไม่พบแทนนิน และพบฟิโนลิกจากลำต้น ใบ และดอก (อินทรา ขุดแก้ว และพัชรพรรณ สุคนธ์ขจร, 2561; Koodkaew & Sukonkhajorn, 2019)

5.1.3 ประสิทธิภาพของใบเทียนบ้านในการยับยั้งเชื้อแอสเพอร์จิลลัส

จากการทดสอบประสิทธิภาพของผงใบเทียนบ้านแสดงให้เห็นว่าสามารถยับยั้งเชื้อแอสเพอร์จิลลัสทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *A. flavus* TISTR 3130, *A. niger* TISTR 3012 และ *A. terreus* TISTR 3109 สอดคล้องกับ Kang & Moon (1992); Yang et al. (2001); Rajendran et al. (2014) รายงานว่าพืชสกุล *Impatiens* มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *A. flavus*, *A. niger*, *A. fumigatus* และเชื้อราอื่น ได้แก่ *Bipolaris oryzae*, *Curvularia lunata* (Pinyapap et al., 2020) และ *Fusarium* sp. (พิกุล นุชนวลรัตน์, 2559) ทั้งนี้การที่เทียนบ้านสามารถยับยั้งเชื้อแอสเพอร์จิลลัสได้อาจเนื่องมาจากพิษเคมีที่พบ ได้แก่ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ ซาโปนิน แทนนิน และฟิโนลิก โดยเฉพาะแทนนิน และฟิโนลิก มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ (Farnsworth & Bunyapraphatsara, 1992) แต่รายงานของ Hernandez et al. (2000) ระบุว่าพบฟลาโวนอยด์ อัลคาลอยด์ และสเตียรอยด์ (steroids) ส่วนรายงานของ Pinyapap et al. (2020) ระบุว่า ฟิโนลิก กับฟลาโวนอยด์ในเทียนบ้านมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราได้เช่นกัน เนื่องจากจะไปยับยั้งการสร้างเอนไซม์เซลลูเลส (cellulases) ไชลานเนส (xylanases) และเพคตินเนส (pectinases) ในเชื้อรา (Treutter, 2005; Treutter, 2006)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เปรียบเทียบสารสกัดจากใบเทียนบ้านทั้งใบสดและใบแห้งทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและรา

5.2.2 ปริมาณพิษเคมีของสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ ของเทียนบ้าน

5.2.3 เปรียบเทียบพิษเคมีโดยการสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

5.3.1 สอนพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (โครงการ อพ.สธ.) เพื่อเป็นฐานข้อมูลพันธุกรรมพืชของโครงการ อพ.สธ. โรงเรียนและท้องถิ่น

5.3.2 เป็นข้อมูลในการต่อยอดขยายผลงานวิจัย ได้แก่ ผลของสารสกัดจากเทียนบ้านต่อการเจริญของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราก่อโรค การพัฒนาสารสกัดจากเทียนบ้านเป็นสารกันเสียในอาหาร การรวบรวมสายพันธุ์เทียนบ้านที่มีสารออกฤทธิ์ทางเภสัช และการสกัดสีจากดอกเทียนบ้านมาเป็นสีย้อมโครโมโซม

5.3.3 พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ อาทิ สบู่ แชมพู ผงทาลู เพื่อยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราให้กับสัตว์เลี้ยง เช่น แมวและสุนัข

7. เอกสารอ้างอิง

- ก่องกานดา ชยามฤต และวรตลต์ แจ่มจำรูญ. (2559). *คู่มือจำแนกพรรณไม้*. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. เกศกนิษฐ์ ธรรมคัมภีร์ และเพ็ชรงาม ไชยวานิช. (2563). *ความชุก ปัจจัยเสี่ยง และชนิดเชื้อราที่ก่อโรคในผู้ที่มีโรคเชื้อราที่เล็บในผู้ป่วยเบาหวาน โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยบูรพา*. (รายงานการวิจัย), มหาวิทยาลัยบูรพา. BUUIR. <https://buuir.buu.ac.th/handle/1234567890/4376>
- พรพรรณ ภูมิรัตน์, วิทวัส ตันหยง และนัฏฐเนศวร์ ลับเลิศลบ. (2556). เชื้อราทางการแพทย์. *วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 20(2), 31-44. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/jmhs/article/view/58737>
- พิกุล นุชนวลรัตน์. (2559). ผลของสารสกัดจากพืชบางชนิดที่มีต่อโรคหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยไข่ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. *วารสารวิจัยไร่ไพพรรณ*, 10(2), 78-88. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/RRBR/article/view/245898>
- รัฐพล ศรประเสริฐ, ภากร นอแสงศรี และอนงค์ หัมพานนท์. (2555). ผลของสารสกัดหยาบจากใบรางแดง (*Ventilago denticulata* Willd.) ต่อการเจริญของ *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Fusarium oxysporum*. *Rajabhat Journal of Sciences, Humanities & Social Sciences*, 13(1), 42-47. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/psru/article/view/16992>
- สำนักงานหอพรรณไม้. (2557). *ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย*. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- อ้อมบุญ ล้วนรัตน์. (2536). *การสกัดและตรวจสอบสารสำคัญจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ*. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อินทรา ขุดแก้ว และพัชรพรรณ สุคนธ์จร. (2561). สมบัติต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส ของลำต้น ใบ ดอก และเมล็ดจากเทียนบ้าน. *แก่นเกษตร*, 46(ฉบับพิเศษ 1), 1242-1247. <https://ag2.kku.ac.th/kaj/PDF.cfm?filename=P134%20Hor09.pdf&id=3177&keeptrack=60>
- Callejas, C.A. and R.G. Douglas. (2013). Fungal rhinosinusitis: what every allergist should know. *Clinical & Experimental Allergy*, 43(8), 835-849. <https://doi.org/10.1111/cea.12118>
- Farnsworth, N.R. and N. Bunyapraphatsara. (1992). *Thai Medicinal Plants: Recommended for Primary Health Care System*. Mahidol University.
- Fukumoto, H., K. Isoi, M. Semma and K. Ishiguro. (1995). Antihistamine effects of an ethanol extract from the white petals of *Impatiens balsamina* L. *Phytotherapy Research*, 9, 567-570. <https://doi.org/10.1002/ptr.2650090806>
- Fukumoto, H., M. Yamaki, K. Isoi and K. Ishiguro. (1996). Antianaphylactic effects of the principal compounds from the white petals of *Impatiens balsamina* L. *Phytotherapy Research*, 10, 202-206.

- [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1573\(199605\)10:3<202::AID-PTR805>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1573(199605)10:3<202::AID-PTR805>3.0.CO;2-0)
- Gilstrap, D.L. and M. Kraft. (2013). Asthma and the host-microbe interaction. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 131(5), 1449-1450. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2013.03.004>
- Gniadek, A. (2012). Cytotoxicity of *Aspergillus* fungi as a potential infectious threat. 231-248 p. In Roy, P.K. (ed.). *Insight and Control of Infectious Disease in Global Scenario*. InTech Europe. Croatia. <https://doi.org/10.5772/33062>
- Harborne, J.B. (1973). *Phytochemical Methods*. Chapman and Hall Ltd. London.
- Hernandez, N.E., M.L. Tereschuk and L.R. Abdala. (2000). Antimicrobial activity of flavonoids in medicinal plants from Tafi' del Valle (Tucuman, Argentina). *Journal of Ethnopharmacology*, 73, 317-322. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(00\)00295-6](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(00)00295-6)
- Ih, H., I. Fajriaty, T. Wijaya and M. Hafizh. (2018). The potential ethnomedicine plant of *Impatiens balsamina* leaves from Pontianak, West Kalimantan, Indonesia for wound healing. *Nusantara Bioscience*, 10(1), 58-64. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n100109>
- Kang, S.C. and Y.H. Moon. (1992). Isolation and antimicrobial activity of a naphthoquinone from *Impatiens balsamina*. *Korean Journal of Pharmacognosy*, 23, 240-247.
- Kim, C.S., L. Subedi, S.Y. Kim, S.U. Choi, S.Z. Choi, M.W. Son, K.H. Kim and K.R. Lee. (2015). Two new phenolic compounds from the white flower of *Impatiens balsamina*. *Phytochemistry Letters*, 14, 215-220. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2015.10.014>
- Koodkaew, I. and P. Sukonkhajorn. (2019). Anti-tyrosinase and antioxidant activities of *Impatiens balsamina* L. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 41(3), 686-692.
- Krzysciak, P.; Skóra, M. & Macura A.B. (2011). *Atlas of Fungi Pathogenic to Humans*. Wrocław, Poland.
- Li, Q., J. Cao, W. Yuan, M. Li, L. Yang, Y. Sun, X. Wang and Y. Zhao. (2017). New triterpene saponins from flowers of *Impatiens balsamina* L. and their anti-hepatic fibrosis activity. *Journal of Functional Foods*, 33, 188-193. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.03.033>
- Oku, H. and K. Ishiguro. (1999). Screening method for PAF antagonist substances: on the phenolic compounds from *Impatiens balsamina* L. *Phytotherapy Research*, 13(6), 521-525. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1573\(199909\)13:6<521::AID-PTR535>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1573(199909)13:6<521::AID-PTR535>3.0.CO;2-A)
- Pinyapap, R., S. Suwanwong and M. Chaiprasongsuk. (2020). Effects of garden balsam (*Impatiens balsamina* L.) extracts on fungal infection of rice, *International Journal of Science*, 17(2), 37-47.
- Pires, E.O., J.E. Pereira, M. Carochio, C. Pereira, M.I. Dias, R.C. Calhelha, A. Ciric, M. Sokovic, C.C. Garcia, I.C.F.R. Ferreira, C. Caleja and L. Barros. (2021). Study on the potential application of *Impatiens balsamina* L. flowers extract as a natural colouring ingredient in a pastry product. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18, 1-21. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179062>
- Rajendran, R., A. Manikandan, K. Hemalatha, P. Prabhavathi and S.K. Sundaram. (2014). Efficiency of *Impatiens balsamina* extracts for antimicrobial activity. *A Journal of Science and Technology*, 2(1), 60-64.

- Salano, E.N., M.A. Obonyo, F.J. Toroitich, B.O. Odhiambo and B.O. Aman. (2016). Diversity of putatively toxigenic *Aspergillus* species in maize and soil samples in an aflatoxicosis hotspot in Eastern Kenya. *African Journal of Microbiology Research*, 10(6), 172-184. <https://doi.org/10.5897/AJMR2015.7645>
- Singh, P., R. Singh, N. Sati, V. Ahluwalia and O.P. Sati. (2017). Phytochemical and pharmacological significance of genus: *Impatiens*. *International Journal of Life Sciences Research*, 3(1), 868-881. <https://doi.org/10.21276/ijlssr.2017.3.1.20>
- Su, J. 1977. *Dictionary of Chinese Crude Drugs*. New Medical College Shanghai Scientific Technological Publishers. Shanghai.
- Suksathan, P. and S. Ruchisansakun. (2022). *Impatiens of Thailand*. Malaysian.
- Szewczyk, K. (2018). Phytochemistry of the genus *Impatiens* (balsaminaceae): A review. *Biochemical Systematics and Ecology*, 80, 94-121. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2018.07.001>
- Trease, G.E. and W.C. Evans. (1989). *Pharmacognosy*. Bailliere Tindall. London.
- Treutter, D. (2005). Significance of flavonoids in plant resistance and enhancement of their biosynthesis. *Plant Biology*, 7, 581 –591. <https://doi.org/10.1055/s-2005-873009>
- Treutter, D. (2006). Significance of flavonoids in plant resistance: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 4, 147-157. <https://doi.org/10.1007/s10311-006-0068-8>
- Wolff, C.H. (2011). Innate immunity and the pathogenicity of inhaled microbial particles. *International Journal of Biological Sciences*, 7(3), 261-268. <https://doi.org/10.7150/ijbs.7.261>
- Yang, X., D.K. Summerhurst, S.F. Koval, C. Ficker, M.L. Smith and M.A. Bernards. (2001). Isolation of an antimicrobial compound from *Impatiens balsamina* L. using bioassay-guided fractionation. *Phytotherapy Research*, 15, 676–680. <https://doi.org/10.1002/ptr.906>

ผลเฉลยของสมการไดโอแฟนไทน์ $2^x - 15^y = z^2$ และ $3^x - 15^y = z^2$

On the Solutions of the Diophantine Equations $2^x - 15^y = z^2$ and $3^x - 15^y = z^2$

สุธน ตาดิ^{1*}

Suton Tadee^{1*}

¹ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

¹ Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาหาผลเฉลยทั้งหมดของสมการไดโอแฟนไทน์ $2^x - 15^y = z^2$ และ $3^x - 15^y = z^2$ เมื่อ x, y และ z เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ โดยใช้ความรู้พื้นฐานของสมภาคและทฤษฎีบทของมิไฮเลสคู ผลการวิจัย พบว่า สมการไดโอแฟนไทน์ $2^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) สี่ผลเฉลย คือ $(0, 0, 0)$, $(1, 0, 1)$, $(4, 1, 1)$ และ $(6, 1, 7)$ และสมการไดโอแฟนไทน์ $3^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) เพียงผลเฉลยเดียว คือ $(0, 0, 0)$

คำสำคัญ: สมการไดโอแฟนไทน์ สมภาค ทฤษฎีบทของมิไฮเลสคู

Abstract

In this paper, we find all solutions of the Diophantine equations $2^x - 15^y = z^2$ and $3^x - 15^y = z^2$, where x, y and z are non-negative integers. By using the elementary concepts of congruence and Mihăilescu's Theorem, we show that the Diophantine equation $2^x - 15^y = z^2$ has four non-negative integer solutions (x, y, z) , which are $(0, 0, 0)$, $(1, 0, 1)$, $(4, 1, 1)$ and $(6, 1, 7)$. The Diophantine equation $3^x - 15^y = z^2$ has exactly one non-negative integer solution (x, y, z) . That is $(0, 0, 0)$.

Keywords: Diophantine equation, Congruence, Mihăilescu's Theorem

* Corresponding author: suton.t@lawasri.tru.ac.th

1. บทนำ

สมการไดโอแฟนไทน์ (Diophantine equation) เป็นอีกหนึ่งสมการสำคัญในทฤษฎีจำนวน (Number Theory) ที่ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง ซึ่งสมการไดโอแฟนไทน์นั้นคือสมการที่พิจารณาเฉพาะผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มเท่านั้น และด้วยประโยชน์ของสมการไดโอแฟนไทน์ที่นำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ เช่น การแก้ปัญหาทางธุรกิจ (Problem on business) และการดุลสมการเคมี (Balancing chemical equation) เป็นต้น (Kaur & Sambhor, 2017) จึงทำให้มีผู้สนใจศึกษาสมการไดโอแฟนไทน์เป็นจำนวนมาก และในหนึ่งทศวรรษที่ผ่านมา มีนักคณิตศาสตร์ได้ศึกษาและค้นหาผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) ของสมการไดโอแฟนไทน์ที่อยู่ในรูป $a^x - b^y = z^2$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มบวก โดยในที่นี้จะขอยกตัวอย่างผลงานวิจัย เช่น

ในปี ค.ศ. 2019 Thongnak et al. (2019) ได้พิสูจน์ว่า $(x, y, z) \in \{(0, 0, 0), (1, 0, 1), (2, 1, 1)\}$ เป็นผลเฉลยทั้งหมดของสมการ $2^x - 3^y = z^2$ และต่อมาในปี ค.ศ. 2022 Thongnak et al. (2022) ได้ค้นพบว่าสมการ $7^x - 2^y = z^2$ มีเพียงผลเฉลยเดียว คือ $(x, y, z) = (0, 0, 0)$ และ Rao (2022) ได้แสดงว่าสมการ $23^x - 19^y = z^2$ มีเพียงสองผลเฉลย คือ $(x, y, z) \in \{(0, 0, 0), (1, 1, 2)\}$

ในปี ค.ศ. 2023 Chuayjan et al. (2023a) ได้ค้นพบว่า $(x, y, z) \in \{(0, 0, 0), (1, 0, 3)\}$ เป็นผลเฉลยทั้งหมดของสมการ $10^x - 17^y = z^2$ และในขณะเดียวกัน Kaewong et al. (2023) ได้ศึกษาและแสดงว่าสมการ $29^x - 3^y = z^2$ มีเพียงผลเฉลยเดียว คือ $(x, y, z) = (0, 0, 0)$ และ Tadee (2023) ได้ค้นพบว่าสมการ $9^x - 3^y = z^2$ มีผลเฉลย คือ $(x, y, z) \in \{(r, 2r, 0)\}$ เมื่อ r เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ และสมการ $13^x - 7^y = z^2$ มีผลเฉลยเดียว คือ $(x, y, z) = (0, 0, 0)$

นอกจากนี้ Gope (2023) ได้พิสูจน์ว่าสมการ $27^x - 11^y = z^2$ มีสองผลเฉลย คือ $(x, y, z) \in \{(0, 0, 0), (1, 1, 4)\}$ และเมื่อไม่นานมานี้ Siraworakun & Tadee (2024) ได้พิสูจน์ว่า $(x, y, z) \in \{(0, 0, 0), (2, 2, 24)\}$ เป็นผลเฉลยทั้งหมดของสมการ $25^x - 7^y = z^2$

จากการศึกษาวิจัยดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจหาผลเฉลยของสมการในรูปแบบอื่น กล่าวคือ $2^x - 15^y = z^2$ และ $3^x - 15^y = z^2$ เมื่อ x, y และ z เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาหาผลเฉลยทั้งหมดของสมการไดโอแฟนไทน์ $2^x - 15^y = z^2$ และ $3^x - 15^y = z^2$ เมื่อ x, y และ z เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

บทนิยามและสมบัติเบื้องต้นของสมภาค (Congruence) ดังนี้

บทนิยาม 1 (Burton, 2010, p. 63) ให้ n เป็นจำนวนเต็มบวก จะกล่าวว่า สองจำนวนเต็ม a และ b สมภาค หรือ คอนกรูเอนซ์ มอดุโล n เขียนแทนด้วย $a \equiv b \pmod{n}$ เมื่อ n หาร $a - b$ ลงตัว

ทฤษฎีบท 1 (Burton, 2010, p. 65) ให้ $n > 1$ และ a, b, c, d เป็นจำนวนเต็ม จะได้ว่า

- 1) $a \equiv a \pmod{n}$
- 2) ถ้า $a \equiv b \pmod{n}$ แล้ว $b \equiv a \pmod{n}$
- 3) ถ้า $a \equiv b \pmod{n}$ และ $b \equiv c \pmod{n}$ แล้ว $a \equiv c \pmod{n}$
- 4) ถ้า $a \equiv b \pmod{n}$ และ $c \equiv d \pmod{n}$ แล้ว $a + b \equiv c + d \pmod{n}$ และ $ab \equiv cd \pmod{n}$
- 5) ถ้า $a \equiv b \pmod{n}$ แล้ว $a + c \equiv b + c \pmod{n}$ และ $ac \equiv bc \pmod{n}$
- 6) ถ้า $a \equiv b \pmod{n}$ แล้ว $a^k \equiv b^k \pmod{n}$ เมื่อ k เป็นจำนวนเต็มบวก

ทฤษฎีบท 2 ถ้า y เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ แล้ว $3^y + 5^y \equiv 2, 8 \pmod{16}$

พิสูจน์

เนื่องจาก y เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ ดังนั้นโดยขั้นตอนวิธีการหาร (The division algorithm) จะได้ว่า มีจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ h และ r ซึ่งทำให้ $y = 4h + r$ โดยที่ $r \in \{0, 1, 2, 3\}$

กรณีที่ 1: $r = 0$ จะได้ว่า $3^y + 5^y \equiv 3^{4h} + 5^{4h} \equiv 1^h + 1^h \equiv 2 \pmod{16}$

กรณีที่ 2: $r = 1$ จะได้ว่า $3^y + 5^y \equiv 3^{4h+1} + 5^{4h+1} \equiv 3 \cdot 1^h + 5 \cdot 1^h \equiv 8 \pmod{16}$

กรณีที่ 3: $r = 2$ จะได้ว่า $3^y + 5^y \equiv 3^{4h+2} + 5^{4h+2} \equiv 3^2 \cdot 1^h + 5^2 \cdot 1^h \equiv 34 \equiv 2 \pmod{16}$

กรณีที่ 4: $r = 3$ จะได้ว่า $3^y + 5^y \equiv 3^{4h+3} + 5^{4h+3} \equiv 3^3 \cdot 1^h + 5^3 \cdot 1^h \equiv 152 \equiv 8 \pmod{16}$

ดังนั้นจากทั้งสี่กรณีสรุปได้ว่า $3^y + 5^y \equiv 2, 8 \pmod{16}$

นอกจากนี้จะขอเสนอสองทฤษฎีบทที่สำคัญที่จะนำไปใช้หาผลเฉลยของสมการไดโอแฟนไทน์ กล่าวคือ

ทฤษฎีบท 3 (Mihăilescu's Theorem) (Mihăilescu, 2004) สมการไดโอแฟนไทน์ $a^x - b^y = 1$, เมื่อ a, b, x และ y เป็นจำนวนเต็ม โดยที่ $\min\{a, b, x, y\} > 1$ มีผลเฉลยเพียงผลเฉลยเดียว คือ $(a, b, x, y) = (3, 2, 2, 3)$

ทฤษฎีบท 4 (Chuayjan et al., 2023b) สมการไดโอแฟนไทน์ $3^x - 5^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) สองผลเฉลย คือ $(0, 0, 0)$ และ $(2, 1, 2)$

4. ผลการวิจัย

ในหัวข้อนี้จะแสดงผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบของสมการไดโอแฟนไทน์ $2^x - 15^y = z^2$ และ $3^x - 15^y = z^2$ ตามลำดับ

ทฤษฎีบท 5 สมการไดโอแฟนไทน์ $2^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) สี่ผลเฉลย คือ $(0, 0, 0)$, $(1, 0, 1)$, $(4, 1, 1)$ และ $(6, 1, 7)$

พิสูจน์ ให้ x, y และ z เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ ซึ่งทำให้

$$2^x - 15^y = z^2 \quad (1)$$

กรณีที่ 1: $y = 0$ จากสมการ (1) จะได้ว่า $2^x - 1 = z^2$ หรือ $2^x - z^2 = 1$

กรณีที่ 1.1: $x = 0$ จะได้ว่า $z^2 = 0$ ดังนั้น $z = 0$ นั่นคือ $(x, y, z) = (0, 0, 0)$

กรณีที่ 1.2: $x = 1$ จะได้ว่า $z^2 = 1$ ดังนั้น $z = 1$ นั่นคือ $(x, y, z) = (1, 0, 1)$

กรณีที่ 1.3: $x > 1$ จะได้ว่า $z^2 > 1$ ดังนั้น $z > 1$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ เนื่องจากทฤษฎีบท 3

กรณีที่ 2: $y > 0$ ดังนั้น $15^y \equiv 0 \pmod{3}$ และจากสมการ (1) จะได้ว่า $z^2 \equiv (-1)^x - 0 \equiv (-1)^x \pmod{3}$ สมมติว่า x เป็นจำนวนคี่ ดังนั้น $z^2 \equiv -1 \equiv 2 \pmod{3}$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ เพราะฉะนั้น x เป็นจำนวนคู่

ดังนั้นจะมีจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ k ซึ่งทำให้ $x = 2k$ และจากสมการ (1) จะได้ว่า

$$(2^k - z)(2^k + z) = 3^y \cdot 5^y \quad (2)$$

ดังนั้นจะมีจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ u และ v ซึ่งทำให้

$$2^k - z = 3^u \cdot 5^v \quad (3)$$

$$\text{และ} \quad 2^k + z = 3^{y-u} \cdot 5^{y-v} \quad (4)$$

จากสมการ (3) และ สมการ (4) จะได้ว่า

$$2^{k+1} = 3^u \cdot 5^v + 3^{y-u} \cdot 5^{y-v} \quad (5)$$

กรณีที่ 2.1: $u = 0$ จากสมการ (5) จะได้ว่า

$$2^{k+1} = 5^v + 3^y \cdot 5^{y-v} \quad (6)$$

กรณีที่ 2.1.1: $v = 0$ จากสมการ (6) จะได้ว่า $2^{k+1} = 1 + 15^y$ หรือ $2^{k+1} - 15^y = 1$ และเนื่องจากทฤษฎีบท 3 จะได้ว่า $y = 1$ ดังนั้น $2^{k+1} = 16$ เพราะฉะนั้น $k = 3$ ทำให้ $x = 6$ และจากสมการ (1) จะได้ว่า $z = 7$ นั่นคือ $(x, y, z) = (6, 1, 7)$

กรณีที่ 2.1.2: $y - v = 0$ ดังนั้น $y = v$ และจากสมการ (6) จะได้ว่า

$$2^{k+1} = 5^y + 3^y \quad (7)$$

ถ้า $k = 0$ จากสมการ (7) จะได้ว่า $2 = 5^y + 3^y$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ เนื่องจาก $y > 0$

ถ้า $k = 1$ จากสมการ (7) จะได้ว่า $4 = 5^y + 3^y$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ เนื่องจาก $y > 0$

ถ้า $k = 2$ ดังนั้น $x = 4$ และจากสมการ (7) จะได้ว่า $8 = 5^y + 3^y$ ดังนั้น $y = 1$ และจากสมการ (1) จะได้ว่า $z = 1$ นั่นคือ $(x, y, z) = (4, 1, 1)$

ถ้า $k > 2$ ดังนั้น $2^{k+1} \equiv 0 \pmod{16}$ และจากสมการ (7) จะได้ว่า $5^y + 3^y \equiv 0 \pmod{16}$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ เนื่องจากทฤษฎีบท 2

กรณีที่ 2.1.3: $v > 0$ และ $y - v > 0$ ดังนั้น $5|(5^y + 3^y \cdot 5^{y-v})$ จากสมการ (6) จะได้ว่า $5|(2^{k+1})$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้

กรณีที่ 2.2: $y - u = 0$ ดังนั้น $y = u$ และจากสมการ (5) จะได้ว่า

$$2^{k+1} = 3^y \cdot 5^v + 5^{y-v} \quad (8)$$

พิสูจน์ในทำนองเดียวกับกรณีที่ 2.1 จะได้ว่า $(x, y, z) = (6, 1, 7)$ และ $(x, y, z) = (4, 1, 1)$

กรณีที่ 2.3: $u > 0$ และ $y - u > 0$ ดังนั้น $3|(3^u \cdot 5^v + 3^{y-u} \cdot 5^{y-v})$ จากสมการ (5) จะได้ว่า $3|(2^{k+1})$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้

ดังนั้นจากทั้งสองกรณีสรุปได้ว่า สมการไดโอแฟนไทน์ $2^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) สี่ผลเฉลย คือ $(0, 0, 0)$, $(1, 0, 1)$, $(4, 1, 1)$ และ $(6, 1, 7)$

จากทฤษฎีบท 5 สามารถนำมาพิสูจน์บทแทรกต่อไปนี้

บทแทรก 6 สมการไดโอแฟนไทน์ $4^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) เพียงสามผลเฉลย คือ $(0, 0, 0)$, $(2, 1, 1)$ และ $(3, 1, 7)$

พิสูจน์ ให้ x, y และ z เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ ซึ่งทำให้ $4^x - 15^y = z^2$ หรือ $2^{2x} - 15^y = z^2$ ดังนั้นจากทฤษฎีบท 5 จะได้ว่า $(x, y, z) \in \{(0, 0, 0), (2, 1, 1), (3, 1, 7)\}$

ทฤษฎีบท 7 สมการไดโอแฟนไทน์ $3^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) ผลเฉลยเดียว คือ $(0, 0, 0)$

พิสูจน์ ให้ x, y และ z เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ ซึ่งทำให้

$$3^x - 15^y = z^2 \quad (9)$$

และเนื่องจาก $z^2 \geq 0$ ดังนั้น $3^x - 15^y \geq 0$ และเนื่องจาก $3 < 15$ เพราะฉะนั้น $x > y$ จะได้ว่า

$$3^y(3^{x-y} - 5^y) = z^2 \quad (10)$$

ต่อไปจะแสดงว่า $\gcd(3^y, 3^{x-y} - 5^y) = 1$

ให้ $\gcd(3^y, 3^{x-y} - 5^y) = d$ เพราะฉะนั้น $d|3^y$ และ $d|(3^{x-y} - 5^y)$ จะได้ว่า มีจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ u ซึ่งทำให้ $d = 3^u$ ถ้า $u > 0$ เพราะฉะนั้น $3|d$ และเนื่องจาก $d|(3^{x-y} - 5^y)$ จะได้ว่า $3|(3^{x-y} - 5^y)$ และจาก $x > y$ ดังนั้น $3|3^{x-y}$ จะได้ว่า $3|5^y$ ซึ่งเป็นไปไม่ได้ ดังนั้น $u = 0$ นั่นคือ $d = 1$ หรือ $\gcd(3^y, 3^{x-y} - 5^y) = 1$ และจาก $\gcd(3^y, 3^{x-y} - 5^y) = 1$ และสมการ (10) จะมีจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ a และ b ซึ่งทำให้ $z = ab$ และ

$$3^y = a^2 \quad (11)$$

และ

$$3^{x-y} - 5^y = b^2 \quad (12)$$

จากสมการ (11) จะได้ว่า y เป็นจำนวนคู่ และจากสมการ (12) และทฤษฎีบท 4 จะได้ว่า $x = 0$ และ $y = 0$

และจากสมการ (9) จะได้ว่า $z = 0$ นั่นคือ $(x, y, z) = (0, 0, 0)$

จากทฤษฎีบท 7 สามารถนำมาพิสูจน์บทแทรกต่อไปนี้

บทแทรก 8 สมการไดโอแฟนไทน์ $9^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) ผลเฉลยเดียว คือ $(0, 0, 0)$

พิสูจน์ ให้ x, y และ z เป็นจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ ซึ่งทำให้ $9^x - 15^y = z^2$ หรือ $3^{2x} - 15^y = z^2$ ดังนั้นจากทฤษฎีบท 7 จะได้ว่า $(x, y, z) = (0, 0, 0)$

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้พิสูจน์ว่าสมการไดโอแฟนไทน์ $2^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) สี่ผลเฉลย คือ $(0, 0, 0), (1, 0, 1), (4, 1, 1)$ และ $(6, 1, 7)$ และสมการไดโอแฟนไทน์ $3^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) เพียงผลเฉลยเดียว คือ $(0, 0, 0)$ นอกจากนี้ได้พิสูจน์ว่าสมการไดโอแฟนไทน์ $4^x - 15^y = z^2$ มีผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) สามผลเฉลย คือ $(0, 0, 0), (2, 1, 1)$ และ $(3, 1, 7)$ โดยในการพิสูจน์ดังกล่าวได้ใช้ความรู้พื้นฐานทางทฤษฎีจำนวน เช่น สมภาค จำนวนเฉพาะและตัวหารร่วมมาก เป็นต้น และสำหรับในการศึกษาครั้งต่อไป โจทย์ที่น่าสนใจ คือ การหาผลเฉลยจำนวนเต็มที่ไม่เป็นลบ (x, y, z) ของสมการไดโอแฟนไทน์ที่อยู่ในรูป $n^x - 15^y = z^2$ เมื่อ $n > 4$ เป็นจำนวนเต็มบวก

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

7. เอกสารอ้างอิง

- Burton, D.M. (2010). Elementary number theory. 7th ed., New York: McGraw-Hill.
- Chuayjan, W., Thongnak, S. and Kaewong, T. (2023a). On the exponential Diophantine equation $10^x - 17^y = z^2$. *Annals of Pure and Applied Mathematics*, 28(1), 21-24. <https://doi.org/10.22457/apam.v28n1a04910>.
- Chuayjan, W., Thongnak, S. and Kaewong, T. (2023b). On the exponential Diophantine equation $3^x - 5^y = z^2$. *Annals of Pure and Applied Mathematics*, 28(1), 25-28. <https://doi.org/10.22457/apam.v28n1a05915>.
- Gope, R.C. (2023). On the exponential Diophantine equation $27^x - 11^y = z^2$. *Journal of Physical Sciences*, 28, 11-15. <https://doi.org/10.62424/jps.2023.28.00.02>.
- Kaewong, T., Chuayjan, W. and Thongnak, S. (2023). On the exponential Diophantine equation $29^x - 3^y = z^2$. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, 12(11), 74-76. <https://doi.org/10.51583/IJLTEMAS.2023.121109>.
- Kaur, D. and Sambhor, M. (2017). Diophantine equations and its applications in real life. *International Journal of Mathematics and its applications*, 5(2B), 217-222. <https://ijmaa.in/index.php/ijmaa/article/view/811>.
- Mihăilescu, P. (2004). Primary cyclotomic units and a proof of Catalan's conjecture. *Journal für die Reine und Angewandte Mathematik*, 572, 167-195. <https://doi.org/10.1515/crll.2004.048>.
- Rao, C.G. (2022). On the exponential Diophantine equation $23^x - 19^y = z^2$. *Journal of Physical Sciences*, 27, 1-4. <https://li05.tci-thaijo.org/index.php/buuscij/article/view/488>

- Siraworakun, A. and Tadee, S. (2024). All solutions of the Diophantine equation $25^x - 7^y = z^2$. *International Journal of Mathematics and Computer Science*, 19(3), 631-633.
- Tadee, S. (2023). A short note on two Diophantine equations $9^x - 3^y = z^2$ and $13^x - 7^y = z^2$. *Journal of Mathematics and Informatics*, 24, 23-25. <https://doi.org/10.22457/jmi.v24a02215>.
- Thongnak, S., Chuayjan, W. and Kaewong, T. (2019). On the exponential Diophantine equation $2^x - 3^y = z^2$. *Southeast-Asian Journal of Sciences*, 7(1), 1-4. <https://sajs.ntt.edu.vn/index.php/jst/article/view/153>
- Thongnak, S., Chuayjan, W. and Kaewong, T. (2022). On the Diophantine equation $7^x - 2^y = z^2$, where x, y and z are non-negative integers. *Annals of Pure and Applied Mathematics*, 25(2), 63-66. <https://doi.org/10.22457/apam.v25n2a01862>.

การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract
A study of Mathematical Concepts on Geometric form for Primary 6 Students
Using Concrete-Pictorial-Abstract Model

นิภาพร อินดีสี^{1*}

Nipaporn Indeese^{1*}

¹โรงเรียนชลประทาน

¹ Chonpratansongkroeh School

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ 1) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 2) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษานครราชสีมา เขต 1 จำนวน 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต จำนวน 24 ข้อ และแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA จำนวน 16 แผน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบ Wilcoxon Matched Paired Singed Rank Test และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการศึกษพบว่า 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objective of this research were to compare 1) the mathematical concept on the topic of Geometric form between before and after learning by Concrete-Pictorial-Abstract Model, 2) the mathematical concept on the topic of Geometric form after learning by Concrete-Pictorial-Abstract Model with the 60 percent criterion. The sample was 23 students of the Primary 6/1 in of 2nd semester of academic year 2023 from Chonpratansongkroeh School, Nakhon Ratchasima Province, Nakhon Ratchasima Primary Education Service Area Office 1. The research instruments of this research as follows: concepts on fractions topic test consists of 24 items and 16 of learning activity plans. The collected data were analyzed using the arithmetic means, standard deviation, Wilcoxon Matched Paired Singed Rank Test and t-test statistics. The results were as follows 1) the mathematical concept of Primary 6 students after

* Corresponding author : eawzii@gmail.com

learning by Concrete-Pictorial-Abstract Model was statistically higher than before at a .05 level of significance. 2) the mathematical concept of Primary 6 students after learning by Concrete-Pictorial-Abstract Model was higher than 60 percent criterion at a .05 level of significance.

Keywords: Concrete-Pictorial-Abstract, Mathematical concepts

1. บทนำ

การศึกษาจัดเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ช่วยส่งเสริมคุณภาพของบุคคล เนื่องจากการศึกษาเป็นสิ่งที่ช่วยพัฒนาให้บุคคลมีความรู้ความสามารถ มีทักษะและกระบวนการต่างๆ ดังนั้น การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงจำเป็นต้องมีความสอดคล้องต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอในปัจจุบัน ส่งเสริมให้เกิดผลสัมฤทธิ์อย่างแท้จริง และมีการปรับโครงสร้างการศึกษาให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงโดยเตรียมความพร้อมเสริมสร้างศักยภาพของคนไปพร้อมๆกัน โดยพัฒนาคนให้เหมาะสมกับช่วงวัย และการเติบโตอย่างมีคุณภาพ พัฒนาค้นให้สอดคล้องกับความต้องการในตลาดแรงงาน และพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันมีการบริหารจัดการการศึกษาภายใต้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล และมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ 5 ประการ คือ มีความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คณิตศาสตร์ยังคงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาสมรรถนะในด้านต่างๆ เนื่องจากเป็นวิชาที่ต้องใช้เหตุผล กระบวนการคิด และการแก้ปัญหา ช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล คิดอย่างมีวิจารณญาณและเป็นระบบ มีทักษะการแก้ปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ได้อย่างรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผนตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญนำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าในทุกด้านของประเทศ จึงถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ ช่วยพัฒนานักเรียน พัฒนาสังคม และช่วยพัฒนาความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งความเข้าใจในคณิตศาสตร์นั้นสามารถเกิดความคิดเคลื่อนได้ทั้งผู้สอนและผู้เรียน และเนื่องจากรูปแบบเรขาคณิตสามมิติเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาซับซ้อนมากกว่ารูปแบบเรขาคณิตสองมิติ ซึ่งก่อให้เกิดความสับสนในการจัดองค์ความรู้ของนักเรียนได้ จากปรับหลักสูตรการศึกษาแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 เมื่อพิจารณาผลสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2565 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิตมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ในปีการศึกษา 2565 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 60 ตามเกณฑ์ของสถานศึกษาที่ตั้งไว้ และยังผลที่ได้จากการ PLC ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้น ป.6 ในศูนย์ปรากฏว่า มีครูบางส่วนยังคงใช้วิธีการสอนแบบเดิม และนักเรียนไม่มีพื้นฐานเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ไม่สามารถจินตนาการรูปเรขาคณิตสามมิติได้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นจึงได้ศึกษารูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถนำมาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการเรียนการสอนเพราะหากนักเรียนไม่เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จะสามารถใช้ความรู้ที่มีได้เพียงแค่ทำตามรูปแบบได้เท่านั้น นักเรียนจะแก้ปัญหาได้แค่ตามรูปแบบเดิมๆ ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้หรือประยุกต์ต่อไปได้ ในการจัดการเรียนการสอนจึงจำเป็นต้องส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องนั้นๆ การให้นักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์เป็นเรื่องสำคัญเพราะความรู้ในโลกนี้มีอยู่มากมาย ถ้าผู้สอนสอนแต่ข้อเท็จจริงโดยให้ข้อมูลต่างๆ แล้วให้นักเรียนจดจำรายละเอียดทำให้เกิดความยุ่งยากในการเข้าใจและเป็นการเรียนที่ไม่มีที่สิ้นสุด แต่ถ้าวัดเป็นการเรียนรู้ใน

ลักษณะโมทัศน์ทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้รับเบื้องต้นหรือโมทัศน์นั้นๆ ไปสู่ความรู้ใหม่ได้เรื่อยๆ เพราะโมทัศน์เป็นรากฐานในการเรียนรู้ในระดับสูงต่อไป

รูปแบบการเรียนการสอน Concrete -Pictorial -Abstract (CPA) ซึ่งเกิดจากทฤษฎีการเรียนการสอนของบรูเนอร์ที่ถือเป็นหัวใจสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน CPA เป็นกลยุทธ์การสอนคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม วิธี CPA จะช่วยสร้างความเข้าใจประสบการณ์สิ่งรอบตัวที่มีอยู่ของนักเรียนสู่การเชื่อมโยงแนวความคิดแบบเป็นรูปธรรม คือเชื่อมโยงจากจากสิ่งจับต้องได้ถึงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น รูปแบบการเรียนการสอน CPA จึงเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเริ่มต้นด้วยประสบการณ์จากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งต่อมาได้นำประสบการณ์จากการเรียนรู้มาแปลเป็นรูปภาพ สัญลักษณ์ ด้วยการถ่ายทอดสัญลักษณ์แทนที่มีความสอดคล้องกันกับประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้ เพื่อทำให้เกิดการเชื่อมโยงขึ้น และ Hui, Hoe and Lee (2017) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสอน CPA ไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 แนะนำขยายความ

ครูให้คำแนะนำที่ละเอียดขั้นตอน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน สร้างสถานการณ์ที่นักเรียนสนใจจากประสบการณ์ของนักเรียนและให้โอกาสนักเรียนแสดงความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่การระบุแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคย

ครูยกตัวอย่างที่เหมาะสม นักเรียนสามารถจับต้องได้ เพื่อสร้างความเข้าใจในองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จะเรียน ให้นักเรียนได้สำรวจ สร้างความคุ้นเคยกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ให้โอกาสนักเรียนได้ลงมือด้วยตนเอง แสดงออกมาในเชิงรูปธรรม

ขั้นที่ 3 จำแนกองค์ความรู้

ครูให้คำแนะนำ ตั้งคำถาม หรือกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบเชื่อมโยง เกี่ยวกับตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมกับตัวอย่างอื่นๆ ที่สอดคล้องกัน และเปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ เปรียบเทียบ เชื่อมโยง สังเคราะห์ และให้เหตุผล

ขั้นที่ 4 สร้างโมทัศน์ใหม่

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงผลที่ได้จากการเรียนรู้หรือนำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สรุปความคิดรวบยอด และการประยุกต์ใช้แนวคิดที่ได้เรียนรู้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบ โมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 เพื่อเปรียบเทียบโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 47 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ จำนวน 23 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ซึ่งแต่ละห้องเรียนได้จัดแบบความสามารถทั้งระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน

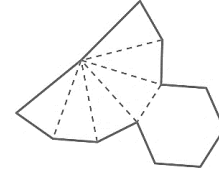
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 24 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

(1) จากรูป เป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใด

- ก. พีระมิดฐานสามเหลี่ยม ข. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม
ค. ปริซึมสามเหลี่ยม ง. ปริซึมหกเหลี่ยม



เฉลย ข. พีระมิดฐานหกเหลี่ยม

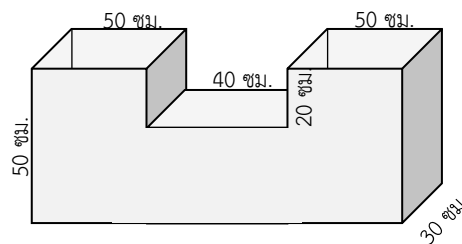
(2) ถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 180 เซนติเมตร และสูง 80 เซนติเมตร มีน้ำบรรจุอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าปากถัง 15 เซนติเมตร เมื่อใส่ถุงทรายลงในถังปรากฏว่าระดับน้ำสูงขึ้นเสมอปากถังพอดี ถุงทรายมีปริมาตรกี่ลิตร

- ก. 240 ลิตร ข. 250 ลิตร ค. 270 ลิตร ง. 280 ลิตร

เฉลย ค. 270 ลิตร

(3) อ่างน้ำรูปเรขาคณิตสามมิติ วัดขนาดภายในได้ดังรูป ถ้าน้ำอยู่ในอ่าง 126,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องเติมน้ำอีกเท่าใดจึงจะเต็มอ่าง

- ก. 55,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ข. 60,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ค. 65,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
ง. 70,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร



เฉลย ข. 60,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

3.3.1 ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 24 ข้อใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.3.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 16 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง

3.3.3 ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 24 ข้อใช้เวลา 1 ชั่วโมง

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk มีค่า Sig เท่ากับ .001 พบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ จึงทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Matched Paired Signed Rank Test

3) วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ของคะแนนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยการทดสอบการแจกแจงแบบปกติของคะแนนหลังเรียนด้วยการทดสอบ Shapiro-Wilk มีค่า Sig เท่ากับ .058 พบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จึงทดสอบโดยใช้สถิติทดสอบทีกรณีประชากรกลุ่มเดียว (t-test for one sample)

3.5 สถิติที่ใช้และการนำเสนอข้อมูล

3.5.1 สถิติพื้นฐาน

3.5.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean)

3.5.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.5.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

ข้อ ที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	หมายเหตุ	ข้อ ที่	คะแนนความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	หมายเหตุ
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	17	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	18	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	19	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	20	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	21	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	22	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	23	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	24	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	25	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	26	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	27	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	28	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	29	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	30	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	31	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้	32	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัด
0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัด
-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่ตรงตามมาตรฐานและตัวชี้วัด

3.5.2.2 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

ตารางที่ 2 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าอำนาจจำแนก		หมายเหตุ	ข้อที่	ค่าความยากง่าย		ค่าอำนาจจำแนก		หมายเหตุ
	(P)	แปลผล	(B)	แปลผล			(P)	แปลผล	(B)	แปลผล	
1	1.00	ใช้ไม่ได้	0.00	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	17*	0.63	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	ใช้ได้
2*	0.50	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้	18*	0.58	ใช้ได้	0.61	ใช้ได้	ใช้ได้
3*	0.54	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้	19	0.17	ใช้ไม่ได้	-0.01	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
4*	0.54	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้	20*	0.63	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
5*	0.58	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้	21*	0.63	ใช้ได้	0.30	ใช้ได้	ใช้ได้
6*	0.54	ใช้ได้	0.59	ใช้ได้	ใช้ได้	22*	0.54	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้	ใช้ได้
7	1.00	ใช้ไม่ได้	0.00	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	23	0.25	ใช้ได้	0.16	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
8*	0.54	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้	24*	0.71	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
9*	0.63	ใช้ได้	0.42	ใช้ได้	ใช้ได้	25	0.46	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
10*	0.54	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้	ใช้ได้	26*	0.50	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
11*	0.63	ใช้ได้	0.49	ใช้ได้	ใช้ได้	27*	0.50	ใช้ได้	0.77	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.96	ใช้ไม่ได้	0.16	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	28*	0.58	ใช้ได้	0.37	ใช้ได้	ใช้ได้
13*	0.54	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้	29*	0.67	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
14	1.00	ใช้ไม่ได้	0.00	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้	30*	0.46	ใช้ได้	0.23	ใช้ได้	ใช้ได้
15*	0.50	ใช้ได้	0.34	ใช้ได้	ใช้ได้	31*	0.63	ใช้ได้	0.45	ใช้ได้	ใช้ได้
16*	0.46	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้	32	0.63	ใช้ได้	-0.23	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้

หมายเหตุ * หมายถึงข้อสอบที่คัดเลือก

3.5.2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

Livingston	N of Items
.868	24

ข้อสอบที่คัดเลือกเพื่อใช้เป็นแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.46-0.71 ค่าอำนาจจำแนก (B) อยู่ระหว่าง 0.21-0.77 และข้อสอบที่คัดเลือกเพื่อใช้เป็นแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.868

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.5.3.1 การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยทดสอบผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะใช้สถิติทดสอบ Wilcoxon Signed Ranks Test

3.5.3.2 การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยทดสอบคะแนนหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ จะใช้สถิติทดสอบทีกรณีประชากรสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for one sample)

4. ผลการวิจัย

4.1 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน นำเสนอตามตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	N	$\bar{X}$	S.D.	$\sum R^+$	$\sum R^-$	T	p
ก่อนเรียน	23 คน	11.57	1.619	276	0	0	.000
หลังเรียน	23 คน	19.22	1.858				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.22 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 นำเสนอตามตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	คะแนน ร้อยละ 60	$\bar{X}$	S.D.	t	p
หลังเรียน	23 คน	24 คะแนน	14.4 คะแนน	19.22	1.858	12.*437	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ค่าเฉลี่ยของคะแนนเท่ากับ 19.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผล ดังนี้

5.1 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เกิดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ที่เน้นการจัดการเรียนรู้จากประสบการณ์ของนักเรียนสู่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ในเชิงนามธรรม โดยรูปแบบการเรียนการสอน CPA เป็นการเรียนรู้จากภาพ แล้วเขียนสัญลักษณ์แทนภาพ เช่น การเขียนภาพปริซึมจากกล่องนม นักเรียนจะได้เรียนจากสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน เช่น นักเรียนเห็นกล่องปริซึมที่

ส่งมาที่บ้าน จากนั้นนักเรียนสามารถเขียนภาพเรขาคณิตด้านประกอบของกล่องและนำมาประกอบเป็นรูปปริซึมได้ ท้ายที่สุดของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะสามารถเขียนภาพแสดงส่วนประกอบของปริซึมและปริซึมได้ เป็นการเรียนจากรูปธรรมสู่การเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในเชิงนามธรรม ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ด้วยใจ และมีความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hui, Hoe, & Lee (2017) พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CPA ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนที่สูงขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การเรียนแบบดั้งเดิม ซึ่ง Hui, Hoe, & Lee ได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CPA ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การเท่ากันของเศษส่วนหลายจำนวน ปรากฏว่านักเรียนสามารถเขียนเศษส่วนที่เท่ากันได้ โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงจากเศษส่วนจำนวนหนึ่ง เพื่อหาเศษส่วนอีกจำนวนหนึ่งที่มีค่าเท่ากันได้ ส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม และสอดคล้องกับ Richard, Salingay & Denis (2018) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเมื่อได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ CPA สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้สอนโดยใช้รูปแบบ CPA อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.2 ผลการเปรียบเทียบโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 พบว่า โน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน CPA หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอน CPA มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มจากการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงจากสถานการณ์ไปสู่การเขียนเป็นภาพ และการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แทนภาพ เป็นการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ส่งเสริมให้นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้และสร้างโน้ตค้นจากประสบการณ์ของนักเรียน และได้ฝึกใช้โน้ตค้นที่นักเรียนสร้างขึ้น ซึ่งในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานอย่างเป็นค่อยเป็นค่อยไปและต่อเนื่องตั้งแต่ขั้นแรก ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาอย่างถูกต้องและเป็นระบบ นักเรียนสามารถบอกโน้ตค้นที่ถูกต้องเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ รูปร่างของรูปเรขาคณิตสามมิติ รวมถึงการคำนวณเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างแม่นยำ และสามารถอธิบายเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้องตรงตามมาตรฐานตัวชี้วัดในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตั้งไว้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 60 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่สถานศึกษาได้ตั้งไว้ นอกจากนี้ นักเรียนยังมีการพัฒนาการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้อง จึงทำให้ผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดสอดคล้องตามแนวคิดของ Hui, Hoe, & Lee (2017) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ CPA ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนที่สูงขึ้นกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การเรียนแบบดั้งเดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sharma, & Connor (2017) พบว่า กลุ่มทดลองจำนวน 7 คนที่ได้รับการสอนโดยใช้ CPA พบว่า มีคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของคะแนนการประเมินได้เทียบกับกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนโดยวิธีการที่ไม่ใช่ CPA การวิเคราะห์ผลของการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเรื่องของการคำนวณจำนวนลบ เป็นไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ เพชรชนก จันทรหอม (2563) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ และมีผลคะแนนในแบบทดสอบสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1) ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

1.1) จากการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract ช่วยให้นักเรียนมีโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นควรส่งเสริมและนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract แบ่ง 4 ขั้นตอน คือ 1) การแนะนำขยายความ 2) สร้างความคุ้นเคย 3) จำแนกองค์ความรู้ และ 4) สร้างโน้ตค้นใหม่ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนจากประสบการณ์ของทั้งครูและนักเรียน ดังนั้นครู

จะต้องเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน เตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้พร้อม และครูผู้สอนควรใช้เวลาให้ผู้เรียนในการคิดวิเคราะห์ คอยกระตุ้นตลอดเวลา และคอยชี้แนะผู้เรียนในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน

1.2) ในช่วงการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนบางแผน นักเรียนบางกลุ่มสับสนกับเนื้อหาที่ได้เรียนไปในคาบเรียนก่อนหน้า ครูควรทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปก่อนหน้าควบคู่เพื่อให้ นักเรียนเห็นถึงความแตกต่างของเนื้อหาที่เรียนโดยใช้การยกตัวอย่างประกอบการถาม-ตอบ และนักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าตอบคำถาม ครูควรสร้างบรรยากาศการเรียนให้นักเรียนรู้สึกสนุกและผ่อนคลาย และใช้การถาม-ตอบเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดและร่วมกันอภิปราย

2) ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1) ควรมีการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ตามรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร และระดับชั้นอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ เพราะรูปแบบการเรียนการสอน Concrete-Pictorial-Abstract เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาเกี่ยวกับการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์

6. เอกสารอ้างอิง

- เพชรชนก จันทรหอม. (2562). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (C-P-A) เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2020_09_18_15_47_18.pdf
- Hui, C., Hoe, L., & Lee, K. (2017). Teaching and learning with concrete-pictorial-abstract sequence: A proposed model. *The Mathematics Educator*, 17(1), 1-28.
<https://repository.nie.edu.sg/entities/publication/9cc6f2ad-d0b9-4744-b213-dd3b2a39c743/details>
- Richard, R., Salingay and Denis, A. (2018). Concrete-Pictorial-Abstract Approach On Students Attitude and Performance in Mathematics. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 7(5), 90-111.
<https://www.ijstr.org/final-print/may2018/Concrete-pictorial-abstract-Approach-On-Students-Attitude-And-Performance-In-Mathematics.pdf>
- Sharma, J., & Connor, D. (2017). Developing a concrete-pictorial-abstract model for negative number arithmetic. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 37(2).

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหารจากผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บั้วบก และขมิ้นชัน ที่ผ่านการทำแห้งแบบโฟมแมท

Bioactive Compounds in Functional Drinks from Bananas, Pumpkin, Gotu kola and Turmeric Powder by Foam-mat Drying

วนิดา โอศิริพันธุ์^{1*}, ศศิรินทร์ แลบัว¹ และ ชิตสุตา ชัยศักดิ์านุกุล¹
Vanida Osiripun^{1*}, Sasirindara Labua¹ and Chitsuda Chaisakdanugul¹

¹ สาขาธุรกิจอุตสาหกรรมอาหาร คณะเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยรังสิต

¹ Department of Food Industrial Business, Faculty of Food Technology, Rangsit University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ บีตา-แคโรทีน โพแทสเซียม ทริปโตเฟน วิตามินบี 1 บี 6 บี 12 และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บั้วบก และขมิ้นชันที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมท และอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาบดเป็นผง โดยศึกษาแปรผันปริมาณวัตถุดิบผงแตกต่างกันจำนวน 4 สูตร ผลการศึกษาพบว่าสูตรที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้าร้อยละ 65 ผงฟักทองร้อยละ 30 ผงบั้วบกร้อยละ 3 และผงขมิ้นชันร้อยละ 2 เป็นสูตรที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเท่ากับ 1125.75 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิก/ 100 กรัม และมีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมากที่สุด โดยในผลิตภัณฑ์ 100 กรัม มีปริมาณบีตา-แคโรทีน 0.566 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 580.3 มิลลิกรัม กรดอะมิโนทริปโตเฟน 447.91 มิลลิกรัม ปริมาณวิตามินบี 1 เท่ากับ 126.03 มิลลิกรัม วิตามินบี 6 เท่ากับ 1192.46 มิลลิกรัม และวิตามินบี 12 เท่ากับ 68.34 มิลลิกรัม มีค่าสีคือ ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง/เขียว (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 72.07, -11.07 และ 31.97 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์มีค่า Aw 0.37 และมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 2.78, 19.93, 3.08, 3.64, 0.43 และ 70.14 ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องดื่มเสริมอาหาร กล้วยน้ำว้า โฟมแมท สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

Abstract

The objective of this research was to quantify the bioactive compounds such as β -carotene, potassium, tryptophan, vitamin B1, B6, and B12, and evaluate their antioxidant activity of functional drinks made with varying proportions of banana, pumpkin, gotu kola and turmeric powders. The raw materials were dried by foam-mat drying at 70 °C and were ground into powder. The results indicated that the functional drinks with 65% banana powder, 30% pumpkin powder, 3% gotu kola powder, and 2% turmeric powder had the best antioxidant activity of 1125.75 mg AAE/100 g. In 100 g of the product contained 0.566 mg β -carotene, 580.3 mg potassium, 447.91 mg tryptophan, 126.03 mg vitamin B1, 1192.46 mg vitamin B6, and 68.34 mg vitamin B12. It's color as L*, a*, and b* values were 72.07, -11.07 and 31.97 respectively. The Aw of the product was 0.37. Data from proximate analysis showed that

* Corresponding author: Vanida.o@rsu.ac.th

the product was composed of 2.78% moisture, 19.93% protein, 3.08% fat, 3.64% ash, 0.43% crude fiber, and 70.14% carbohydrate.

Keywords: functional drinks, bananas, foam-mat, bioactive compounds.

1. บทนำ

เครื่องดื่มเสริมอาหาร (functional drinks) หมายถึงผลิตภัณฑ์กลุ่มเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ มีการเติมสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายเพิ่มเติมเข้าไปจากการบริโภคในแต่ละวัน เพื่อที่จะลดความเสี่ยงหรือป้องกัน หรือชะลอการเกิดโรคต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น (Ashurst, 2005) ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารไทยเป็นหนึ่งในพลังละมุน (soft power) ที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศทั้งการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบทางการเกษตร สร้างรายได้เข้าประเทศจากการส่งออก ทำให้เกิดการจ้างงาน รวมทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงไปในอุตสาหกรรมต่อเนื่องทั้งการท่องเที่ยวและการโรงแรม ซึ่งเป็นกลจักรแห่งการเติบโต (growth engine) หลักที่จะช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผัก ผลไม้และสมุนไพรไทยซึ่งเป็นที่ยอมรับไปทั่วโลกทั้งทางด้านรสชาติและสรรพคุณทางยา มีบทบาทสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรมอาหารของประเทศ แนวโน้มอาหารเพื่ออนาคต (future food) เครื่องดื่มเสริมอาหารจึงมุ่งเน้นที่ประโยชน์ต่อสุขภาพด้านเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายและสุขภาพจิตที่ดี

กล้วยน้ำว้า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Musa sapientum* L. เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารและมีปริมาณโพแทสเซียมสูง ในกล้วยน้ำว้า 100 กรัม ให้พลังงาน 148 กิโลแคลอรี โปรตีน 1.0 กรัม ไขมัน 0.2 กรัม คาร์โบไฮเดรต 35.4 กรัม โยอาหาร 0.2 กรัม เถ้า 0.7 กรัม น้ำตาล 22 กรัม และโพแทสเซียม 320 มิลลิกรัม (สำนักโภชนาการ, 2553) มีรายงานว่ากล้วยเป็นผลไม้ที่มีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่าส้ม สตรอเบอร์รี่ และแอปเปิ้ล ตามลำดับ (Labban et al., 2017) โดยกล้วย 1 ผลให้ปริมาณโพแทสเซียมร้อยละ 23 ของปริมาณที่ร่างกายต้องการได้รับต่อวัน ซึ่งโพแทสเซียมเป็นเกลือแร่ที่ช่วยลดความดันโลหิตและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหลอดเลือดสมอง (stroke) ได้ (Sampath Kumar et al., 2012) นอกจากนี้ในกล้วยยังมีกรดอะมิโนทริปโตเฟน (tryptophan) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของเซโรโทนิน (serotonin) ที่เป็นสารสื่อประสาทและฮอร์โมนที่มีบทบาทสำคัญต่อการทำงานในหลาย ๆ ส่วนของร่างกาย ทั้งด้านการควบคุมอารมณ์ การย่อยอาหาร ความรู้สึกอยากหรือเบื่ออาหาร รวมถึงการนอนหลับและช่วยลดความเครียด (Elayabalan et al., 2017; Purnawati et al., 2022) ทั้งนี้มีรายงานว่า ผู้สูงอายุที่รับประทานอาหารที่มีกรดอะมิโนทริปโตเฟนเพียงพอ (25 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน) จะมีผลช่วยลดความผิดปกติทางอารมณ์และมีประโยชน์ต่อภาวะจิตใจที่เป็นสุข (mental health) (Chonjnacki et al., 2023) Berliana et al., (2024) ศึกษาผลของการรับประทานกล้วยเพื่อลดความวิตกกังวลในคนไข้ที่มีปัญหาสุขภาพจิตในโรงพยาบาลจำนวน 60 คน โดยการให้รับประทานกล้วยวันละ 2-3 ลูก ขึ้นอยู่กับสภาวะสุขภาพจิตของคนไข้แต่ละคน โดยรับประทานนานติดต่อกัน 14 วัน พบว่าสามารถลดความวิตกกังวลของคนไข้ได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ฟักทอง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Cucurbita moschata* D. เนื้อฟักทองเป็นแหล่งที่สำคัญของแคโรทีนอยด์ 2 ชนิดคือ แอลฟา-แคโรทีน (α -carotene) และบีตา-แคโรทีน (β -carotene) ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ นอกจากนี้เนื้อฟักทองยังมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ สารประกอบฟีนอล และฟลาโวนอยด์ สูง (Gome et al., 2020) นอกจากนี้ยังมีไฟเบอร์ วิตามิน เกลือแร่ และกรดอะมิโนหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ในทางการแพทย์ดั้งเดิม (traditional medicine) มีการใช้ฟักทองเพื่อต้านการเกิดโรคเบาหวาน ความดัน ด้านการติดเชื้อ และช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันแข็งแรง (Ceclu et al., 2020) Kim et al., (2016) ศึกษาการใช้สารบีตา-แคโรทีนจากฟักทองหวานในคนไข้ชาวเกาหลีที่มีภาวะซึมเศร้า โดยการให้คนไข้กินวันละครั้ง ติดต่อกันนาน 28 วัน พบว่าปริมาณสารเซโรโทนิน และนอร์อิพิเนฟริน ซึ่งเป็นสารแห่งความสุขในสมองของคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังสามารถลดระดับเนื้องอก เนื้อร้าย แฟกเตอร์-อัลฟาและอินเตอร์ลิวคิน-6 (factor-alpha and interleukin-6) ในคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม Chuwa and Dhiman (2023) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของฟักทอง เปลือกฟักทอง และฟักทองผง พบว่าฟักทอง เปลือกฟักทอง และฟักทองผง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่

linoleic acid ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญในการสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายมนุษย์ และมีบีตา-แคโรทีน วิตามินเอ วิตามินบี 1 (thiamine) บี 9 (folates) วิตามินซี วิตามินอี เหล็ก แร่ โยอาอาหาร ซีแซนทีน (zeaxanthin) และกรดอะมิโนทริปโตเฟนซึ่งจะเปลี่ยนเป็นสารเซโรโทนิน ที่สามารถต่อต้านความวิตกกังวล (antianxiety) และต่อต้านภาวะซึมเศร้า (antidepressant) ได้

บัวบก มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Centella asiatica* U. เป็นพืชสมุนไพรที่มีรสขม ทางารแพทย์แผนไทยถือว่ามียฤทธิ์เย็น ช่วยบำรุงโลหิต บรรเทาอาการวิตกกังวล ลดความเครียดอันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความดันโลหิตสูง บำรุงประสาทและความจำ บำรุงหัวใจ บำรุงตับ ไต และสมอง เป็นต้น มีคุณค่าทางอาหารมาก เนื่องจากมีวิตามินบี 1 ไรโบฟลาวิน (วิตามินบี 2) ไนอะซิน (วิตามินบี 3) วิตามินซี กรดอะมิโนต่าง ๆ ได้แก่ แอสพาร์เทต กลูตาเมต เซอรีน ทรีโอนีน อะลานีน โลซีน ฮีสทีดีน และมีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กสูง (จันทร์พร ทองเอกแก้ว, 2556) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าบัวบกมีฤทธิ์ด้านการก่อกลายพันธุ์ (antimutagenic effects) ปรับภูมิคุ้มกันร่างกาย ลดแผลในกระเพาะอาหาร และลดการเกิดโรคเบาหวาน ได้ (Zahara et al., 2014)

ขมิ้นชัน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Curcuma longa* L. มีสารที่เป็นองค์ประกอบหลักคือเคอร์คูมิน (curcumin) ซึ่งมีสีเหลือง ส้ม เป็นสารโพลีฟีนอล และมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ขมิ้นชันอุดมด้วยวิตามินและแร่ธาตุ ได้แก่ วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 วิตามินบี 3 วิตามินซี ฟอสฟอรัส แคลเซียม โพแทสเซียม เหล็ก เส้นใย คาร์โบไฮเดรตและโปรตีน มีสรรพคุณทางยา แก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ขับลมในกระเพาะ แก้อาการท้องร่วงท้องเดินและผิวหนังเรื้อรัง (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2567) Lopresti (2022) ศึกษาการใช้สารเคอร์คูมินจากขมิ้นชันในสัตว์ทดลองและคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าจำนวน 32 คน พบว่าหลังจากให้สัตว์ทดลองและคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้ารับประทานเคอร์คูมินนาน 4-16 สัปดาห์ ความวิตกกังวลและภาวะซึมเศร้าในสัตว์ทดลองและคนไข้ลดลง นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้เคอร์คูมินในการรักษาคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าและมีความวิตกกังวล ในคลินิกจำนวน 10 คน พบว่าเคอร์คูมินสามารถเพิ่มความไวในการหลั่งอินซูลิน (insulin) และปรับกระบวนการเผาผลาญที่ผิดปกติในร่างกายคนไข้ที่มีภาวะซึมเศร้าและมีความวิตกกังวลให้ดีขึ้นได้ (Matias et al., 2021)

การทำแห้งแบบโฟมแมท (foam-mat drying) เป็นกระบวนการที่ทำให้อาหารเหลว หรืออาหารที่มีลักษณะข้นเกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว จากนั้นนำไปเกลี่ยบนภาชนะแล้วนำไปทำแห้งด้วยลมร้อนภายใต้ความดันบรรยากาศ ซึ่งอาหารที่มีโปรตีนหรือโมโนกลีเซอไรด์โดยธรรมชาติจะสามารถทำให้เกิดโฟมได้ แต่โฟมที่เกิดขึ้นอาจมีความคงตัวต่ำ ไม่สามารถคงอยู่ตลอดการทำแห้งได้ สำหรับอาหารที่ไม่มีโปรตีนจำเป็นต้องใช้สารช่วยให้เกิดโฟม และสารรักษาความคงตัวของโฟม ซึ่งที่นิยมใช้คือ กลีเซอรอลโมโนสเตียเรต (glycerol monostearate) ซอยโปรตีนไอโซเลต (soy protein isolate) และโปรตีนไข่ขาว (egg albumin) กระบวนการทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมทนี้มีความเหมาะสมกับวัตถุดิบหลายชนิด โดยเฉพาะวัตถุดิบที่ไวต่อความร้อน มีความหนืด เหนียว หรือมีปริมาณน้ำตาลสูง เช่น น้ำผลไม้หรือเนื้อผลไม้เข้มข้น (puree) เช่น น้ำแอปเปิ้ล เชอร์รี่ พืช ส้ม มะนาว เกรฟฟรุต สับปะรด หรือองุ่น เป็นต้น ข้อดีของการทำแห้งวิธีนี้คือช่วยลดเวลาในการทำแห้งของอาหารลงได้ (Javed et al., 2018) ในการศึกษาการทำแห้งกล้วยด้วยวิธีโฟมแมท ด้วยการเติม glyceryl monostearate (GMS) ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.005, 0.01, 0.015 และ 0.02 ตามลำดับ นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C, 70°C และ 80°C พบว่า การเติม GMS มากจะทำให้ความหนาแน่นของโฟมลดลง และการใช้ GMS ที่ระดับความเข้มข้นน้อย ๆ และอุณหภูมิต่ำจะทำให้ระยะเวลาในการอบแห้งนานขึ้น (Falade et al., 2012) Naknaen et al. (2015) ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และคุณค่าทางโภชนาการของกล้วยที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมทเปรียบเทียบกับทำแห้งด้วยวิธี hot air drying, vacuum drying และ freeze drying พบว่ากล้วยที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมท มีค่า L* และ b* สูงขึ้น แต่ค่า a* ลดลงเมื่อเทียบกับการทำแห้งวิธีอื่น รวมทั้งปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (total phenolic content), β -carotene, thiamine, riboflavin และ ascorbic acid จะสูงมากกว่าการทำแห้งด้วยวิธีอื่น หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล และ ตรีนสินธุ์ โพธารส (2020) ศึกษาวิธีการผลิตซูปฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูปด้วยวิธีการอบแห้งแบบโฟมแมท โดยใช้ glyceryl monostearate (GMS) ร้อยละ 0.5 ผสมกับไข่ขาว (EA) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1, 2 และ 3 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) เป็นสารก่อโฟม พบว่าการเติม GMS ร้อยละ 0.5 ผสมกับไข่ขาวความเข้มข้นร้อยละ 3 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) จะทำให้ได้ซูปฟักทองผงที่มีคุณสมบัติ และมีความสามารถในการละลายสูง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บั้วบกและขมิ้นชัน ที่ทำแห้งแบบโฟมแมท จำนวน 4 สูตร

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย

นำกล้วยน้ำว้าที่ความสุกระยะที่ 2 กล้วยห่าม (ผลสีเขียวปนเหลือง) ฟักทอง บั้วบก และขมิ้นชัน มาล้างทำความสะอาดโดยใช้น้ำสะอาด จากนั้นนำกล้วยน้ำว้าและฟักทองไปแช่ในสารละลายกรดซิตริกร้อยละ 6 นาน 5 นาที ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2 จากนั้นนำไปนึ่งให้สุก ปอกเปลือกกล้วยแล้วนำเนื้อกล้วยและฟักทองไปปั่นกับน้ำให้ละเอียด โดยใช้อัตราส่วนกล้วยน้ำว้าต่อน้ำเท่ากับ 10:3 และอัตราส่วนฟักทองต่อน้ำเท่ากับ 20:1 ส่วนขมิ้นชันหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ นำไปปั่นกับน้ำให้ละเอียด ในอัตราส่วนขมิ้นชันต่อน้ำเท่ากับ 10: 3 จากนั้นนำไปกรองผ่านผ้าขาวบาง และบั้วบกนำไปปั่นกับน้ำให้ละเอียดในอัตราส่วนบั้วบกต่อน้ำ 10: 5 แล้วนำไปกรองผ่านผ้าขาวบาง



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 กล้วยน้ำว้า (ก) และฟักทอง (ข) ในสารละลายกรดซิตริก



(ค)



(ง)

ภาพที่ 2 บั้วบก (ค) และขมิ้นชัน (ง) ที่ล้างทำความสะอาดแล้ว

3.2 การทำแห้งโดยการทำให้เกิดโฟม

นำกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บั้วบก และขมิ้นชันที่ได้จากข้อ 3.1 มาทำให้เกิดโฟม โดยใช้ไข่ขาวผง (egg white powder, F080EG) จากบริษัท กรุงเทพเคมี เป็นสารก่อโฟมตามวิธีที่ได้ดัดแปลงจาก หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติกุล และ ตรีสินธุ์ โพธารส (2020) โดยปั่นตัวอย่างที่บดละเอียดกับสารก่อโฟมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าความเร็วรอบ 1,000 รอบ/นาที นาน 5 นาที จากนั้นเท

ส่วนผสมที่ได้ลงในภาดอลูมิเนียมโดยให้ความหนา 2-3 มิลลิเมตร นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมงจนแห้งหรือได้น้ำหนักคงที่ จากนั้นนำตัวอย่างออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็น และบดเป็นผงโดยใช้เครื่องบด ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองศึกษาเบื้องต้นพบว่าในตัวอย่างไขมันชั้นและบัวบก ต้องเติมไข่ขาวผงร้อยละ 30 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) จึงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้งได้เร็ว ในขณะที่ตัวอย่างกล้วยน้ำว้าและฟักทองนิ่งสุกบดละเอียดต้องเติมไข่ขาวผงร้อยละ 20 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) จึงจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่แห้ง

3.3 ศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหารสูตรต่าง ๆ

การศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบกและไขมันชั้นต่าง ๆ กัน จำนวน 4 สูตร ผู้วิจัยได้กำหนดส่วนผสมในแต่ละสูตรโดยมุ่งเน้นให้เป็นเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง เพื่อเสริมภูมิคุ้มกันและทำให้ร่างกายแข็งแรง ดังนั้นจึงเพิ่มปริมาณกล้วยน้ำว้าผงในแต่ละสูตรให้มากขึ้น เนื่องจากกล้วยน้ำว้ามีปริมาณโพแทสเซียมสูง สามารถช่วยชดเชยโพแทสเซียมให้กับร่างกายในกรณีที่ร่างกายเกิดความเครียดซึ่งระดับโพแทสเซียมจะลดลง อีกทั้งกล้วยน้ำว้ายังมีกรดอะมิโนทริปโตเฟน ที่เป็นสารตั้งต้นของฮอร์โมนเซโรโทนิน ซึ่งเมื่อหลั่งออกมาจะทำให้ร่างกายมีความสุข และช่วยส่งออกซิเจนไปยังสมองและปรับสมดุลน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย ดังนั้นเมื่อเพิ่มร้อยละของกล้วยน้ำว้าผงในแต่ละสูตร จึงทำให้ร้อยละของส่วนประกอบของฟักทองผง บัวบกผง และไขมันชั้นผง ลดลงตามลำดับ โดยกำหนดส่วนผสมในแต่ละสูตรดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องดื่มเสริมอาหาร จำนวน 4 สูตร

ส่วนประกอบของเครื่องดื่มเสริมอาหาร	ร้อยละของส่วนประกอบในเครื่องดื่มเสริมอาหาร			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
กล้วยน้ำว้าผง	40	45	50	65
ฟักทองผง	40	35	30	30
บัวบกผง	10	15	10	3
ไขมันชั้นผง	10	5	10	2

3.4 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มเสริมอาหาร

3.4.1 การวัดค่าสี

นำเครื่องดื่มเสริมอาหารจำนวน 4 สูตร ตามข้อ 3.3 มาวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสี Minolta colorimeter (CR-400) (Minolta Co. Ltd., Tokyo, Japan) ในรูปค่า L^* (ค่าความสว่าง), a^* (ค่าสีแดง/สีเขียว) และ b^* (ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน)

3.4.2 การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการละลายของเครื่องดื่มเสริมอาหาร

ชั่งตัวอย่างเครื่องดื่มเสริมอาหาร 1 กรัม ใส่ในหลอดพลาสติกเหวี่ยงแยก (centrifuge tube) เติมน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตรผสมให้ละลายที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เทส่วนใส (supernatant) ใส่ในกระป๋องอลูมิเนียม (aluminum can) ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง คำนวณหาร้อยละความสามารถในการละลาย ดังสมการที่ 1 (Jittanit et al., 2010)

$$\text{ร้อยละความสามารถในการละลาย} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างที่ละลายได้ใน } \textit{supernatant} (g) \times 100}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างทั้งหมด (g)}} \quad (1)$$

3.5 การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหาร

นำเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า พักทอง บั้วบก และขมิ้นชัน จำนวน 4 สูตรที่ได้จากข้อ 3.3 มาบรรจุใส่ซองอลูมิเนียมฟอยล์ เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ดังนี้

3.5.1 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) โดยสกัดตัวอย่างด้วยสารละลายเอทานอลร้อยละ 70 แล้วนำสารละลายที่สกัดได้มาวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging activity เปรียบเทียบกับวิตามินซี และรายงานผลเป็นค่ามิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิก/ 100 กรัม (mg AAE/ 100 g) ตามวิธีการของ Brand-Williams et al. (1995)

3.5.2 ปริมาณบีตา-แคโรทีน โดยสกัดตัวอย่างด้วยอะซิโตน: เฮกเซน ในอัตราส่วน 2:3 จากนั้นนำสารสกัดมาวิเคราะห์ปริมาณบีตา-แคโรทีน ตามวิธีของ Nagata and Yamashita (1992)

3.5.3 ปริมาณโพแทสเซียม ตามวิธีการของ Rajawat et al. (2014)

3.5.4 ปริมาณวิตามินบี 1 บี 6 และบี 12 โดยสกัดวิตามินบี 1 จากตัวอย่างด้วยกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.2 และสกัดวิตามินบี 6 และบี 12 ด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 N จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณวิตามินแต่ละชนิดโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 228.9, 309.6 และ 361.7 นาโนเมตร ตามลำดับ ตามวิธีของ Ozgur and Koyuncu (2002)

3.5.5 ปริมาณทริบิโตนเฟน ด้วยเครื่อง HPLC โดยส่งตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ที่บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

3.6 การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลัก (proximate analysis) ในเครื่องดื่มเสริมอาหาร

นำเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า พักทอง บั้วบก และขมิ้นชัน สูตรที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงที่สุดมาวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลัก ได้แก่ ปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน เส้นใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีมาตรฐาน AOAC (2000)

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ โดยข้อมูลที่รวบรวมได้นำเสนอในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SPSS (SPSS Inc., Chicago, U.S.A.) version 20.0 ทั้งนี้หากค่า $P < 0.05$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทำแห้งเครื่องดื่มเสริมอาหารด้วยวิธีโฟมแมท

การทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมทเป็นการทำให้อาหารเหลวหรืออาหารกึ่งเหลวที่ต้องการทำแห้งมีลักษณะเป็นโฟมที่คงตัว ในงานวิจัยนี้ได้เลือกกล้วยน้ำว้าห่าม (กึ่งดิบกึ่งสุก) มาทำแห้งเนื่องจากมีปริมาณโพแทสเซียมสูง และพบว่าในการทำให้อาหารเกิดโฟมของกล้วยและพักทองต้องใช้ปริมาณไข่ขาวผงร้อยละ 20 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยมีลักษณะโฟม ดังแสดงในภาพที่ 3 ส่วนบั้วบกและขมิ้นชัน ใช้ไข่ขาวผงร้อยละ 30 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยมีลักษณะโฟม ดังแสดงในภาพที่ 4 ทั้งนี้ใช้ระยะเวลาอบแห้ง 5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และได้ลักษณะผง ดังแสดงในภาพที่ 5 จากงานวิจัยการทำแห้งหัวหอมผงด้วยวิธีโฟมแมทโดยใช้โปรตีนถั่วเหลืองเป็นสารก่อโฟมโดย Farooq et al. (2021) พบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ การใช้โปรตีนถั่วเหลืองร้อยละ 12 ใช้อุณหภูมิอบ 65 องศาเซลเซียส โดยใช้ระยะเวลาในการอบแห้ง 4 ชั่วโมง และจากงานวิจัยการทำแห้งมะเขือเทศผงด้วยวิธีโฟมแมทโดยใช้ไข่ขาวผงเป็นสารก่อโฟม แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการทำแห้งจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณสารก่อโฟมและอุณหภูมิในการทำแห้ง โดยสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทำแห้งมะเขือเทศผงคือการใช้ไข่ขาวผงร้อยละ 20 และใช้คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 1 เป็นสารช่วยเพิ่มความเสถียรของโฟม และใช้อุณหภูมิในการอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส (Hossain et al., 2021)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 ลักษณะโฟมของกล้วยน้ำว้า (ก) และฟักทอง (ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 4 ลักษณะโฟมของบัวบก (ค) และขมิ้นชัน (ง)



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 5 ลักษณะผงกล้วยน้ำว้า (ก) ฟักทอง (ข) บัวบก (ค) และขมิ้นชัน (ง) ตามลำดับ

4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มเสริมอาหาร

ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของกล้วยน้ำว้าผง ฟักทองผง บัวบกผง และขมิ้นชันผง ทั้งหมด 4 สูตร มีค่า A_w ค่าสี และค่าความสามารถในการละลาย แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มเสริมอาหารสูตรต่าง ๆ

สูตรเครื่องดื่ม	ความสามารถในการละลาย ^{ns}		ค่าสี		
	ค่า A_w	(ร้อยละ)	ค่า L^*	ค่า a^*	ค่า b^*
สูตร 1	$0.29^c \pm 0.01$	41.39 ± 1.37	$63.30^b \pm 0.26$	$-10.17^d \pm 0.29$	$26.77^c \pm 0.85$
สูตร 2	$0.33^b \pm 0.02$	42.21 ± 1.34	$63.37^b \pm 0.06$	$-11.67^a \pm 0.21$	$28.20^b \pm 0.35$
สูตร 3	$0.36^{ab} \pm 0.02$	40.80 ± 0.66	$62.87^b \pm 0.29$	$-10.36^c \pm 0.06$	$27.77^{bc} \pm 0.76$
สูตร 4	$0.37^a \pm 0.01$	42.37 ± 0.12	$72.07^a \pm 0.55$	$-11.07^b \pm 0.06$	$31.97^a \pm 0.59$

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง แสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าเครื่องดื่มเสริมอาหารทั้ง 4 สูตรมีค่า A_w ต่ำกว่า 0.4 ซึ่งเป็นการยืนยันว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารแห้งซึ่งจุลินทรีย์ทุกชนิดจะไม่สามารถเจริญได้ ส่วนค่าความสามารถในการละลายพบว่าเครื่องดื่มเสริมอาหารทั้ง 4 สูตรมีความสามารถในการละลายไม่แตกต่างกัน โดยมีความสามารถในการละลายโดยเฉลี่ยร้อยละ 42 เนื่องจากโมเลกุลของไข่ขาวซึ่งเป็นสารที่ช่วยในการทำให้เกิดโฟมนั้นประกอบไปด้วยส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) ซึ่งเป็นอนุโมลอิสระที่มีประจุทั้งบวกและลบ ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการละลายดังกล่าว สำหรับคุณภาพด้านสีพบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งมีการเติมกล้วยน้ำว้าผงปริมาณมากที่สุด จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มากขึ้น แต่มีค่า a^* ลดลง (ค่า a^* เป็นลบแสดงถึงโทนสีเขียว) เนื่องจากกล้วยน้ำว้าผงมีบีตา-แคโรทีนที่มีสีเหลือง และมีรายงานว่ากล้วยผงที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมแมทจะมีคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ปริมาณสารประกอบฟีนอลโดยรวม บีตา-แคโรทีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินซี สูงกว่ากล้วยผงที่ไม่ได้ผ่านการทำแห้งด้วยวิธีการทำให้เกิดโฟม (Naknaen et al., 2015)

4.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องดื่มเสริมอาหาร

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแอสคอร์บิก/ 100 กรัม; mg AAE/100 g) ปริมาณบีตา-แคโรทีน โพลแซสเซียม ทรีปโตเฟน วิตามินบี1 บี 6 และบี 12 ในเครื่องดื่มเสริมอาหารสูตรต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเครื่องดื่มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บั้วบก และขมิ้นชัน จำนวน 4 สูตร

สูตรเครื่องดื่มเสริมอาหาร	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (mg AAE/100 g)	บีตา-แคโรทีน (mg/100 g)	โพลแซสเซียม (mg/100g)	ทรีปโตเฟน (mg/100g)	วิตามิน (mg/100 g)		
					บี 1	บี 6	บี 12
สูตร 1	$833.75^b \pm 16.68$	$0.661^a \pm 0.00$	$493.00^d \pm 0.00$	$306.28^d \pm 0.32$	$104.52^b \pm 2.08$	$736.68^b \pm 14.08$	$42.21^b \pm 2.10$
สูตร 2	$794.95^c \pm 23.85$	$0.543^b \pm 0.09$	$504.11^c \pm 0.00$	$429.90^c \pm 0.51$	$100.50^{bc} \pm 3.02$	$638.19^b \pm 19.14$	$36.18^b \pm 1.08$
สูตร 3	$777.25^c \pm 23.32$	$0.608^{ab} \pm 0.04$	$552.32^b \pm 0.00$	$434.53^b \pm 0.25$	$86.43^c \pm 2.58$	$834.17^b \pm 23.36$	$32.16^b \pm 1.28$
สูตร 4	$1125.75^a \pm 33.77$	$0.566^{ab} \pm 0.02$	$580.30^a \pm 0.00$	$447.91^a \pm 0.04$	$126.03^a \pm 3.78$	$1192.46^a \pm 47.68$	$68.34^a \pm 2.72$

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง แสดงถึงค่าที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณกล้วยน้ำว้าผงสูงสุด (สูตร 4) จะมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณโพลแซสเซียม กรดอะมิโนทรีปโตเฟน วิตามินบี 1 บี 6 และบี 12 มากที่สุด จึงได้คัดเลือกสูตรนี้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลักต่อไป ส่วนผลิตภัณฑ์สูตร 1 มีปริมาณบีตา-แคโรทีน สูงที่สุดเนื่องจากมีปริมาณฟักทองผงมากที่สุด ทั้งนี้มีรายงานว่าเครื่องดื่มสมูทตี้ที่ทำจากฟักทองจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์สูงกว่ากล้วย (Kidon and Uwineza, 2022)

4.4 ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลัก (proximate analysis) ในเครื่องต้มเสริมอาหาร

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลักในเครื่องต้มเสริมอาหารสูตรที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงที่สุด (สูตร 4) แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณสารอาหารหลักในเครื่องต้มเสริมอาหารสูตร 4 ซึ่งเป็นสูตรที่มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงที่สุด

รายการ	ปริมาณ (ร้อยละ)
ความชื้น	2.78 ± 0.12
โปรตีน	19.93 ± 0.24
ไขมัน	3.08 ± 0.14
เส้นใยหยาบ	0.43 ± 0.02
เถ้า	3.64 ± 0.11
คาร์โบไฮเดรต	70.14 ± 1.51

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารหลักในเครื่องต้มเสริมอาหารสูตรที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยกล้วยน้ำว้าผงร้อยละ 65 ฟักทองผงร้อยละ 30 บัวบกผงร้อยละ 3 และขมิ้นชันผงร้อยละ 2 พบว่ามีปริมาณโปรตีนร้อยละ 19.93 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70.14 ซึ่งมีปริมาณที่ใกล้เคียงกับเครื่องต้มเสริมอาหารที่มีส่วนผสมของข้าวหอมปทุมธานี โปรตีนถั่วเหลือง และนมผง ที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 17.60 – 20.8 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 70.28 – 73.44 (Chuchird et al., 2024)

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเครื่องต้มเสริมอาหารจากผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบกและขมิ้นชันที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมเมท พบว่าสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเสริมอาหารที่มีส่วนประกอบของกล้วยน้ำว้าผงร้อยละ 65 ฟักทองผงร้อยละ 30 บัวบกผงร้อยละ 3 และขมิ้นชันผงร้อยละ 2 เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเสริมอาหารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณบีตา-แคโรทีน โพลีฟีนอล และปริมาณวิตามินบี 1 บี 6 บี 12 สูงที่สุด และเกิดสีน้ำตาลน้อย (มีค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองมาก) เมื่อพิจารณาถึงปริมาณโพลีฟีนอลที่ควรได้รับต่อวัน มีรายงานว่าปริมาณการบริโภคโพลีฟีนอล 3600 – 3800 มิลลิกรัม/วัน จะมีผลดีต่อสุขภาพของหัวใจและกระดูก (Weaver, 2013) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลในผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเสริมอาหารจากงานวิจัยนี้มีปริมาณโพลีฟีนอล 580 มิลลิกรัม/ 100 กรัม คิดเป็นร้อยละ 16 ของปริมาณที่ควรได้รับต่อวันเมื่อบริโภคผลิตภัณฑ์ 100 กรัม สำหรับกรดอะมิโนทริปโตเฟน มีรายงานว่าปริมาณที่ควรได้รับต่อวันเท่ากับ 3.5 – 6 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม หรือคิดเป็นปริมาณการบริโภค 250 – 425 มิลลิกรัม (Kaluzna-Czaplinska et al., 2017) จากผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเสริมอาหารนี้มีปริมาณ ทริปโตเฟน 447.91 มิลลิกรัม/ 100 กรัม ซึ่งเหมาะสมจะเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเสริมอาหารเพื่อเป็นแหล่งของทริปโตเฟนได้

ผลิตภัณฑ์เครื่องต้มเสริมอาหารเป็นกลุ่มสินค้าที่มีอัตราการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในปีพ.ศ. 2563 มีมูลค่าการตลาดทั่วโลก 125.39 พันล้านเหรียญสหรัฐ (3.8 ล้านล้านบาท) และคาดว่าจะขยายตัวเป็น 216.7 พันล้านเหรียญ (9.71 ล้านล้านบาท) ภายในปีพ.ศ. 2571 (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2564) ดังนั้นเครื่องต้มเสริมอาหารจากผงกล้วยน้ำว้า ฟักทอง บัวบกและขมิ้นชันที่ทำแห้งด้วยวิธีโฟมเมท น่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่สมควรได้รับการพัฒนาต่อยอดเป็นเครื่องต้มเพื่อสุขภาพในเชิงพาณิชย์ให้แก่ผู้บริโภคในยุคนี้อย่างไรก็ตามควรทำการศึกษเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงลักษณะทางประสาทสัมผัสให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ รวมถึงศึกษาผลทางคลินิกของผลิตภัณฑ์เพื่อกล่าวอ้างทางสุขภาพได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ได้สนับสนุนเงินวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (2564). *เทรนด์กระแสเครื่องดื่มเสริมอาหาร (Functional Drink) หลัง Post Pandemic*. ข่าวเด่นประจำสัปดาห์ สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครโทรอนโต ระหว่างวันที่ 14-18 มิถุนายน 2564. https://www.ditp.go.th/contents_attach/734600/734600.pdf
- จันทร์พร ทองเอกแก้ว. (2556). บัวยก: สมุนไพรมากคุณประโยชน์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*. 15(3), 70-75. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/sci_ubu/article/view/87239/68992
- สถาบันการแพทย์แผนไทย. (2567). *ขมิ้นชัน*. <https://ittm.dtam.moph.go.th/images/knowleaga/2/ขมิ้นชัน>
- สำนักโภชนาการ. (2553). *คุณค่าทางโภชนาการในผลไม้*. กรุงเทพมหานคร
- หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล และตรีสินธุ์ โพธารส. (2563). ผลของสารก่อภูมิแพ้ต่อสมบัติของซูปฟักทองผงกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตโดยวิธีการอบแห้งแบบโม่เมท. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(5), 790-798. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/238148>
- Ashurst, P.R. (2016). *Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices* (2nd edition). John Wiley & Sons, Ltd.
- Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official Method of Analysis* (17 edition). USA.
- Berliana, F., Carolin, B.T., and Azzahroh, P. (2024). The effect of giving Ambon banana (*Musa Paradisiaca* Var *Sapientum* Linn) on blood pressure among pregnant mother with hypertension. *Health and Technology Journal*, 2(1), 42-46. <https://doi.org/10.53713/htechj.v2i1.145>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5)
- Ceclu, L., Mocanu, D.G., and Nistor, O.V. (2020). Pumpkin-health benefits. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 26(3), 241-246. <http://journal-of-agroalimentary.ro>
- Chojnacki, C., Gasiorowska, A., Poplawski, T., Konrad, P., Chojnacki, M., Fila, M., and Blasiak, J. (2023). Beneficial effect of increased tryptophan intake on its metabolism and mental state of the elderly. *Nutrients*, 15, 847. <https://doi.org/10.3390/nu15040847>
- Chuchird, P., Pattarathitiwat, P., and Pongprajak, A. (2024). Formulation and evaluation of physical, chemical and sensory properties of instant functional beverage powder containing Pathum Thani fragrance rice, soy protein and milk powder., *Food Research*, 8(3), 394-401. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(3\).319](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(3).319)
- Chuwa, C., and Dhiman, A. K. (2023). Nutrition and health benefits of ripe pumpkin fruit, pulp and powder. *Recent Progress in Science and Technology*, 4, 1-12. <https://doi.org/10.9734/bpi/rpst/v4/9411F>
- Elayabalan, S., Subramaniam, S., Shobana, V.G., and Kumar, K.A. (2017). An overview on phytochemical composition of banana (*Musa spp.*). *Indian Journal of Natural Sciences*, 7(42), 12408-12419.
- Falade, K.O. and Okocha, J.O. (2012). Foam-mat drying of plantain and cooking banana (*Musa spp.*). *Food and Bioprocess Technology*, 5, 1173-1180. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-010-0354-0>

- Farooq, M., Iqbal, M.J., Shukat, R., Ilyas, M.C.N., Solangi, A., and Yunyang, W. (2021). Drying of onion paste to develop powders by foam-mat drying process using soy protein as foaming agent. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 13(2), 30-42. <https://doi.org/10.34302/crpjfst/2021.13.2.3>
- Gomes, R.S., de Almeida C.F., Chagas, R.R., Fara, J.S., and da Silva, D.J.H. (2020). Winter squash (*Cucurbita moschata* D.) displays promising nutritional aspects in fruits, seeds and in the seed oil. *Journal of Plant Biochemistry & Physiology*, 8, 248. <https://doi.org/10.35248/2329.9029.20.8.248>
- Hossain, M.A., Mitra, S., Belal, M., and Zzaman, W. (2021). Effect of foaming agent concentration and drying temperature on biochemical properties of foam mat dried tomato powder. *Food Research*, 5(1), 291-297. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).372](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).372)
- Javed, I.M., Abbas, A., Rafique, H., Furqan, N.M., and Rasool, A. (2018). A review paper on foam-mat drying of fruits and vegetables to develop powders. *MOJ Food Processing and Technology*, 6(6),465-467. <https://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00207>
- Jittanit, W., Niti-Att, S., and Techanuntachaikul, O. (2010). Study of spray drying of pineapple juice using maltodextrin as an adjunct. *Chiang Mai Journal of Science*, 37(3), 498-506. <https://www.thaiscience.info/journals/Article/CMJS/10905474.pdf>
- Kaluzna-Czaplinska, J., Gatarek, P., Chirumbolo, S., Chartrand, M.S., and Bjorklund. (2017). How important is tryptophan in human health?. *Critical Review in Food Science and Nutrition*. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2017.1357534>
- Kidon, M. and Uwineza, P.A. (2022). New smoothie products based on pumpkin, banana, and purple carrot as a source of bioactive compounds. *Molecules*, 27, 3049. <https://doi.org/10.3390/molecules27103049>
- Kim, Na-Rae, Kim, Hee-Yun., Kim, Min-Ho., Kim, Hyung-Min, and Jeong, Hyun-Ja. (2016). Improvement of depressive behavior by Sweetme Sweet Pumpkin™ and its active compound, β -carotene. *Life Sciences*,147, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2016.01.036>
- Labban, M.L., Mouzik, J.E.M., and Shekh Otham, D.A.A.A. (2017). Comparison of sodium and potassium content in fresh produce and their contribution to the daily intake. *Journal of Advance Research in Food Science and Nutrition*, 3(3&4), 1-8.
- Lopresti, A.L. (2022). Potential role of curcumin for the treatment of major depressive disorder. *CNS Drugs*, 36(2), 123-141. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35129813/>
- Matias, J.N., Achete, G.A., Campanari, G.S.S., Guiguer, E.L., Araujo, A.C., Buglio, D.S., and Barbalho, S.M. (2021). A systematic review of the antidepressant effects of curcumin: Beyond monoamines theory. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 55(5) 451-462. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33673739/>
- Nagata, M. and Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39(10), 925-928. <https://doi.org/10.3136/nskkk1962.39.925>
- Naknaen, P., Charoenthaikij, P., and Kerdsup, P. (2016). Physicochemical properties and nutritional compositions of foamed banana powders (Pisang Awak, *Musa sapientum* L.) dehydrated by various drying methods.

Chemistry Walailak Journal of Science and Technology, 13(3), 177-191.

<https://wjst.wu.ac.th/index.php/wjst/article/view/1565>

Ozgur, M.U. and Koyuncu, I. (2002). Determination of ternary mixtures of vitamins (B1, B6, B12) by zero-crossing derivative spectrophotometry. *Turkish Journal of Chemistry*, 26(3).

<https://journals.tubitak.gov.tr/chem/vol26/iss3/12>

Purnawati, S., Wrsiati, L.P., and Lesmana, C.B.J. (2022). The potency of tryptophan compound in a combination of Bali green banana (*Musa acuminata* Colla) and Java pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) extract and its opportunities as a suppressive self-behavior from natural ingredient. *BIO Web of Conferences*, 49, 03005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20224903005>

Rajawat, M.V.S., Singh, S., and Saxena, A.K. (2014). A new spectrophotometric method for quantification of potassium solubilized by bacterial cultures. *Indian Journal of Experimental Biology*, 52, 261-266.

Sampath Kumar, K.P., Bhowmik, D., Duraivel, S., and Umadevi, M. (2012). Traditional and medical uses of banana. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(3), 51-63.

Weaver, C.M. (2013). Potassium and health. *Advances in Nutrition*, 4(3), 368s-377s.

<https://doi.org/10.3945/an.112.003533>

Zahara, K., Bibi, Y., and Tabassum, S. (2014). Clinical and therapeutic benefits of *Centella asiatica*. *Pure Applied Biology*, 3(4), 152-159. <https://www.thepab.org/index.php/journal/article/view/2004>

การศึกษาความเหมาะสมในการรับกำลังแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมอิฐมอญและพลาสติกเหลือทิ้ง

Feasibility Study of Concrete Mixed With Clay Bricks And Waste Plastic.

อริญชัย มิ่งโสภา^{1*}, แดน อุตราชพงษ์¹, เสาวรส หะสิทธิ์¹, ศรัทธา พลังทรงสถิต¹, จรัส รัตนโชตินันท์¹, ไชยนันท์ รัตนโชตินันท์¹,
กฤช คำคุณธรรม¹, จุฬาวลัย นนตะพันธ์¹ และ กิตติชัย รัตนโชตินันท์²

Arin Mingsopha^{1*}, Dan Auttarapong¹, Saowarot Hasita¹, Sraththa Palangsongsatith¹, Jaran Ratanachotinun¹,
Chaiyanunt Rattanashotinunt¹, Krit Kumnoontum¹, Jurawun Nontap¹ and Kittichai Rattanachotinunt²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและบริหารงานก่อสร้าง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

²นักวิจัยอิสระ

¹ Department of Civil and Construction Management Engineering, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

² Independent researcher

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาของคอนกรีตที่ทำการผสมอิฐมอญและพลาสติกเหลือทิ้ง ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยใช้แบบหล่อตัวอย่างลูกบาศก์ขนาด 15x15x15 cm (มาตรฐาน ASTM C192) ซึ่งอิฐมอญที่ใช้เป็นอิฐมอญที่ใช้เป็นเศษอิฐมอญที่เหลือทิ้งจากการก่อสร้างหรือแตกหักไม่สามารถนำไปใช้งานต่อได้นำไปบดให้ได้ขนาดตามต้องการและนำไปเป็นส่วนผสมเพิ่มปริมาณเริ่มต้นตั้งแต่ ร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 15 โดยตัวอย่างคอนกรีตผสมมีสัดส่วนระหว่างร้อยละอิฐมอญกับพลาสติกที่ 5%, 10%:50 กรัม และ 15%:120 กรัม ทำการทดสอบคุณสมบัติในการรับกำลังอัดของคอนกรีต โดยทำการเปรียบเทียบระหว่าง คอนกรีตที่ผสมวัสดุเหลือทิ้ง ที่ทำการบ่มน้ำและไม่บ่มน้ำ ในช่วงเวลาที่ต่างกัน ตั้งแต่ 7 วัน , 14 วัน และ 28 วัน ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบคุณสมบัติในการรับกำลังอัดกับคอนกรีตที่ไม่ได้ทำการผสมวัสดุเหลือทิ้ง เพื่อนำไปใช้ในงานก่อสร้างที่เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนการก่อสร้างและจัดการปัญหาขยะได้

คำสำคัญ: คอนกรีตผสมอิฐมอญ คอนกรีตผสมพลาสติก การรับกำลังแรงอัดของคอนกรีต

Abstract

This research is a study of concrete mixed with clay bricks and waste plastic in different proportions using a cube sample mold size 15x15x15 cm. (ASTM C 192 standard). The clay bricks that used in leftover in construction were grinded in size and mixing in 0 percent to 15 percent. The ratio concrete samples were mixing the weigh percent clay bricks and plastic at 5%, 10%:50g and 15%:120g. The compressive strength properties of concrete samples were measured dry concrete and waste concrete at 7-day, 14-day and 28-day compare with standard concrete. The plastic mixed with clay brick can be construction costs and can handle the garbage problem.

Keywords: concrete mixed with clay bricks, concrete mixed with waste plastic, compressive strength

* Corresponding author : arin.m64@chandra.ac.th

1. บทนำ

ประเทศไทยมีชุมชนที่ประกอบอาชีพการทำอิฐมอญมีหลายแห่ง แต่เดิมดินที่นำมาทำอิฐมอญเป็นดินจากแม่น้ำ มีเนื้อละเอียดปนทราย ซึ่งเป็นคุณลักษณะพิเศษคือ ไม่เหนียวมากเกินไป แต่ปัจจุบันดินแม่น้ำต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมาก จึงหันมาใช้ดินจากพื้นที่ลุ่ม มีคุณสมบัติเหมือนดินแม่น้ำ กล่าวคือเป็นดินสองชั้น ชั้นบนเป็นดินเหนียวปนทรายมาก ส่วนชั้นล่างเป็นดินเหนียวล้วน ๆ เมื่อขุดมารวมกัน ก็จะได้ดินเหนียวปนทรายเนื้อดี นอกจากดินแล้ว ยังประกอบด้วยกลบ และขี้เถ้า เป็นส่วนประกอบสำคัญ ก่อนจะผสมให้เข้ากัน ตากแห้ง และเข้าเตาเผา อิฐที่ดีจะมีสีส้มสดทั่วทั้งก้อน แกร่ง มีคุณภาพสามารถนำไปใช้งานได้ทันที อิฐมอญถูกนำไปใช้ทำโครงสร้างรองรับโบสถ์ วิหาร กำแพง ใช้แทนเสาเข็ม ก่อเป็นเสา รวมทั้งใช้ทำถนน เมื่อถึงยุคที่สถาปัตยกรรมตะวันตกเข้ามา มีอิทธิพลต่อวิถีชีวิตรวมทั้งค่านิยมของชาวไทย จึงเริ่มเปลี่ยนแปลงค่านิยมจากการสร้างบ้านด้วยไม้ขี้ยาขยายไปเป็นอาคารแบบตะวันตก อิฐมอญ ก็ยังได้รับความไว้วางใจให้เป็นส่วนประกอบสำคัญ และไม่ว่ายุคสมัยจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร อิฐมอญก็ถูกปรับใช้งานกับสิ่งก่อสร้าง อาคารบ้านเรือนใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่องโดยตลอดอย่างสม่ำเสมอ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้น ในการนำเศษอิฐมอญ (CB) มาใช้ประโยชน์ในงานคอนกรีตที่พบว่าหากเศษอิฐมอญสามารถทำปฏิกิริยาปอซโซลานกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์จากกากแคลเซียมคาร์ไบด์ได้และเกิดเป็นผลิตภัณฑ์เชื่อมประสานผลการทดลอง พบว่า หากเศษอิฐมอญสามารถทำปฏิกิริยาปอซโซลานกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์จากกากแคลเซียมคาร์ไบด์ได้และเกิดเป็นผลิตภัณฑ์เชื่อมประสาน จะทำให้เกิดการพัฒนากำลังแรงอัดของคอนกรีตได้เช่นเดียวกับปูนซีเมนต์ ซึ่งเป็นการศึกษาถึงความเป็นไปได้เบื้องต้นของการนำเศษอิฐมอญมาแทนที่ปูนซีเมนต์บางส่วนในการพัฒนากำลังแรงอัดของมอร์ตาร์ในสภาวะการบ่มด้วยไอน้ำเพื่อเร่งการเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันภายใน 24 ชั่วโมง (ทรงสุตา วิจารณ์, 2563) การทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเม็ดพลาสติกกรีไซเคิล จากผลการทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลพบว่าเมื่อปริมาณเม็ด พลาสติกกรีไซเคิลเพิ่มขึ้นการไหลแผ่ของคอนกรีตที่ใช้ปริมาณซีเมนต์มากกว่า 500 kg/m³ ลดลงแต่ในทาง กลับกันค่าความหนืดเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราส่วนผสมที่มีปริมาณซีเมนต์น้อยกว่า 500 kg/m³ การไหลแผ่ และความหนืดไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนผสมเห็นได้ชัดว่าคอนกรีตผสมเม็ดพลาสติกกรีไซเคิลมีการสูญเสียค่าการยุบตัวที่เร็วกว่า การสูญเสียค่าการยุบตัวเกิดเร็วขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณ เม็ดพลาสติกกรีไซเคิล (วิศิษฐ์ศักดิ์ ทับยัง และคณะ, 2561) การศึกษาความเป็นไปได้ของคอนกรีตผสมอีพีเอสโฟมที่ใช้แล้วสำหรับการรับน้ำหนัก ผลการทดลองพบว่า สัดส่วนของอีพีเอสโฟมที่ใช้แล้วสำหรับผสมในคอนกรีตที่เหมาะสม คือ สัดส่วนไม่เกินร้อยละ 0.3 ของน้ำหนักมวลรวมละเอียดซึ่งมีค่ากำลังรับแรงอัดเฉลี่ย 214 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเป็นค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตตัวอย่างไม่น้อยกว่า 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรที่เหมาะสมสำหรับงานออกแบบโครงสร้างทั่วไปความหนาแน่นของคอนกรีตที่ผสมอีพีเอสโฟมเมื่อเปรียบเทียบกับความหนาแน่นของคอนกรีตปกติมีอัตราที่ลดลงระหว่างร้อยละ 2 ถึง 6 และส่งผลต่อน้ำหนักของคอนกรีตผสมอีพีเอสโฟมที่ลดลงซึ่งสามารถช่วยลดค่าน้ำหนักบรรทุกตาย (Dead Load) สำหรับการออกแบบอาคาร และการออกแบบขนาดของโครงสร้างอาคารที่เล็กลงและประหยัดต้นทุนของวัสดุก่อสร้าง ตัวอย่างการเลือกใช้คอนกรีตผสมอีพีเอสโฟมก่อสร้างพื้นหลังคาดาดฟ้าอาคารสามารถช่วยลดน้ำหนักบรรทุกตายของคอนกรีตโดยส่งผลต่อการออกแบบโครงสร้างหลักของอาคารที่มีขนาดเล็กลงและลดต้นทุนวัสดุก่อสร้าง ต้นทุนคอนกรีตผสมอีพีเอสโฟมที่ใช้แล้วประมาณ 1,980 บาทต่อลูกบาศก์เมตร สำหรับสัดส่วนอีพีเอสโฟมร้อยละ 0.3 และอัตราต้นทุนที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับคอนกรีตแบบปกติประมาณร้อยละ 3 ดังนั้นการใช้คอนกรีตที่ผสมอีพีเอสโฟมที่ใช้แล้วมีความเหมาะสมกับงานก่อสร้างที่ต้องการคอนกรีตต้นทุนต่ำและการแก้ไขปัญหาการกำจัดขยะโฟม จึงมีแนวคิดที่จะผสมอิฐมอญบดละเอียดเข้าไปแทนที่มวลละเอียดบางส่วนเพื่อลดต้นทุนในการผลิต แทนที่จะถูกทิ้งกองกันเป็นเศษอิฐไม่สามารถใช้งานต่อได้มาเป็นวัสดุในการเพิ่มประสิทธิภาพกำลังแรงอัดของคอนกรีตให้ดียิ่งขึ้นและสามารถใช้เป็นคอนกรีตสำหรับกันแวกกันดินได้อย่างดีต่อไปโดยนำแนวคิดมาจากการศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งจากงานก่อสร้างมาทดแทนมวลรวมหยาบในการผสมคอนกรีต (จรัลรัตน์โชตินันท์, 2565)

การศึกษานำวัสดุเหลือทิ้งจากงานก่อสร้างมาทดแทนมวลรวมหยาบในการผสมคอนกรีต โดยใช้เศษคอนกรีตเศษและกระเบื้องรวมไปถึงเศษอิฐบล็อกและเศษอิฐมอญในเขตพื้นที่จังหวัดน่านโดยนำเศษวัสดุเหลือทิ้งนำมาบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงเพื่อ

เป็นวัตถุดิบทดแทนโดยใช้แรงงานคนที่ใช้งานวิจัยในครั้งนี้ผลการทดสอบพบว่าคุณสมบัติทางกลได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมวลรวมหยาบผสมคอนกรีตตามที่ได้ออกแบบไว้ตามมาตรฐาน BS 1881: Part 3 และเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตคอนกรีตระหว่างวัสดุเหลือทิ้งและหินไม่ใช่วัสดุในการก่อสร้างค่ากำลังแรงอัด 210,240 และ 280 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรตามลำดับราคาในการผลิตคอนกรีตจากส่วนผสมที่ใช้วัสดุเหลือทิ้งถูกกว่าร้อยละ 12.95, 12.25 และ 11.49 ตามลำดับซึ่งทำให้รู้ว่าวัสดุเหลือทิ้งมีประโยชน์สามารถนำกลับมาใช้งานได้และมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้วัสดุผสมมวลรวมหยาบเป็นแนวทางการเพิ่มมูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งหรือเศษวัสดุที่ใช้แล้วที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง (บัณฑิต ทองคำ , 2557)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาสัดส่วนของอิฐมอญและพลาสติกที่เหมาะสมในคอนกรีตเพื่อความสามารถในการรับกำลังแรงอัดสำหรับการใช้งานก่อสร้าง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อทดสอบกำลังแรงอัดของคอนกรีตเมื่อผสมเศษอิฐมอญและพลาสติก

2.2 เพื่อศึกษาส่วนผสมของคอนกรีตผสมอิฐมอญและพลาสติกแบบนำไปบ่มน้ำและไม่บ่มน้ำเพื่อหาค่าการรับกำลังแรงอัดของคอนกรีต

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพกำลังแรงอัดของคอนกรีตด้วยเศษอิฐมอญและพลาสติก คุณสมบัติด้านวิศวกรรมของคอนกรีตที่ใช้เศษอิฐมอญผสมกับอิฐมอญและพลาสติก โดยเน้นศึกษาการรับแรงอัดของคอนกรีตที่อยู่ในค่าที่เหมาะสม การเปรียบเทียบตัวอย่างคอนกรีตผสมอิฐมอญและพลาสติกแบบบ่มน้ำและไม่บ่มน้ำ ที่ระยะเวลาการบ่มอายุ 7 วัน 14 วันและ 28 วัน อิฐมอญที่ใช้เป็นเศษอิฐมอญที่เหลือทิ้งจากการก่อสร้างหรือแตกหักไม่สามารถนำไปใช้งานต่อได้นำไปบดให้ได้ขนาดตามต้องการและนำไปเป็นส่วนผสมเพิ่มปริมาณเริ่มต้นตั้งแต่ ร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 15 ตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบนี้ เป็นแบบทรงลูกบาศก์ โดยอ้างอิงมาตรฐานการทดสอบ ASTM C192 การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตแต่ละชุดโดยแบ่งการทดสอบทั้งหมดเป็น 6 ครั้ง ครั้งที่ 1 คอนกรีตทั่วไปกำลังแรงอัด 240 ksc ทั้งหมด 9 cube สัดส่วนวัสดุ 1:2:4

ไม่มีส่วนเผื่อ ค่ายุบตัว 7.5 ± 2.5 ใช้หินเบอร์ 3/4 ไม่ใส่น้ำยาผสมคอนกรีต ปริมาณน้ำ 170/1 ลบ.ม.

$$\begin{aligned}
 \text{น้ำหนักซีเมนต์} &= \frac{\text{ปริมาณน้ำ}}{\frac{w/c}{170}} \\
 &= \frac{170}{0.52} = 326.92 \text{ กก.} \\
 \text{ปริมาตรซีเมนต์} &= \frac{\text{น้ำหนักซีเมนต์}}{\text{ความถ่วงจำเพาะของซีเมนต์}} \\
 &= \frac{326.92}{3.15} = 103.78 \text{ ลิตร} \\
 \text{ปริมาตรทราย} &= 380 - \text{ปริมาตรซีเมนต์} \\
 &= 380 - 103.78 = 276.22 \text{ ลิตร} \\
 \text{น้ำหนักทราย} &= \text{ปริมาตรทราย} \times \text{ความถ่วงจำเพาะของทราย} \\
 &= 276.22 \times 2.65 = 731.98 \text{ กก.} \\
 \text{ปริมาตรหิน} &= 1,000 - \text{ปริมาตรซีเมนต์} - \text{น้ำ} - \text{ปริมาตรทราย} \\
 &= 1,000 - 103.78 - 170 - 276.22 = 450 \text{ ลิตร} \\
 \text{น้ำหนักหิน} &= \text{ปริมาตรหิน} \times \text{ความถ่วงจำเพาะของหิน} \\
 &= 450 \times 2.70 = 1,215 \text{ กิโลกรัม}
 \end{aligned}$$

ดังนั้นปริมาณคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร ที่กำลังแรงอัด 240 ksc ค่าการยุบตัว 7.5 ± 2.5 เซนติเมตร โดยมีสัดส่วนผสมคอนกรีต คือปูนซีเมนต์ 326.92 กิโลกรัม หยาบ 731.98 กิโลกรัม หิน 1,215 กิโลกรัม และ น้ำ 170 ลิตร

ตารางที่ 1 ตัวอย่างคอนกรีตที่บ่มน้ำ

ครั้งที่	ปูนซีเมนต์ (กก.)	หิน (กก.)	น้ำ (ลิตร)	ทราย (กก.)	เศษอิฐมอดุลละเย็ด		พลาสติก (กรัม)
					(กก.)	คิดเป็นร้อยละของมวล ละเย็ด (%)	
1	12.15	17.15	12	17.15	17.15	5	-
2	12.15	13.05	12	17.15	20.15	10	50
3	12.15	11.15	12	17.15	23.15	15	120

ตารางที่ 2 ตัวอย่างคอนกรีตที่ไม่บ่มน้ำ

ครั้งที่	ปูนซีเมนต์ (กก.)	หิน (กก.)	น้ำ (ลิตร)	ทราย (กก.)	เศษอิฐมอดุลละเย็ด		พลาสติก (กรัม)
					(กก.)	คิดเป็นร้อยละของมวล ละเย็ด (%)	
1	12.15	17.15	12	17.15	17.15	5	-
2	12.15	13.05	12	17.15	20.15	10	50
3	12.15	11.15	12	17.15	23.15	15	120

4. ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาคุณสมบัติด้านกำลังแรงอัดโดยใช้แบบหล่อตัวอย่างทรงลูกบาศก์ขนาด $15 \times 15 \times 15$ เซนติเมตร อ้างอิงตามมาตรฐาน ASTM C192 จำนวนตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้ในการทดสอบทั้งหมด 72 ก้อน การเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปปฏิบัติจริงคือคอนกรีตที่ผสมอิฐมอดุลละเย็ด 5 (แบบไม่บ่มน้ำ) เพราะมีกำลังที่ได้ตามมาตรฐาน จากการทดสอบคุณสมบัติกำลังแรงอัดของคอนกรีตสามารถนำมาวิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบได้ ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการสอบกำลังแรงอัดของคอนกรีตแบบผสมอิฐมอดุลละเย็ด 5 (บ่มน้ำ) ที่ช่วงอายุบ่ม 7,14 และ 28 วัน

ระยะเวลาในการบ่ม (วัน)	ปริมาณที่ผสมอิฐมอดุลละเย็ด (%)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัด (ksc/kg.)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงกด (ksc/kg.)
7	5	142.63	35,606.9
14	5	173.67	39,070
28	5	191.7	43,130

ตารางที่ 4 ผลการสอบกำลังแรงอัดของคอนกรีตแบบผสมอิฐมอดุลละเย็ด 5 (ไม่บ่มน้ำ) ที่ช่วงอายุบ่ม 7,14 และ 28 วัน

ระยะเวลาในการบ่ม (วัน)	ปริมาณที่ผสมอิฐมอดุลละเย็ด (%)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัด (ksc/kg.)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงกด (ksc/kg.)
7	5	111.23	25,033.3
14	5	135.9	30,573.3
28	5	154.23	34,706.6

ตารางที่ 5 ผลการสอบกำลังแรงอัดของคอนกรีตแบบผสมอิฐมวล ร้อยละ 10 และผสมพลาสติก ร้อยละ 5 (บ่มน้ำ) ที่ช่วงอายุบ่ม 7,14 และ 28 วัน

ระยะเวลาในการบ่ม (วัน)	ปริมาณที่ผสมอิฐมวล (%)	ปริมาณที่ผสมพลาสติก (%)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัด (ksc/kg.)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงกด (ksc/kg.)
7	10	5	122.23	27,493.3
14	10	5	174.9	39,353.3
28	10	5	192.67	43,353.3

ตารางที่ 6 ผลการสอบกำลังแรงอัดของคอนกรีตแบบผสมอิฐมวล ร้อยละ 10 และผสมพลาสติก ร้อยละ 5 (ไม่บ่มน้ำ) ที่ช่วงอายุบ่ม 7,14 และ 28 วัน

ระยะเวลาในการบ่ม (วัน)	ปริมาณที่ผสมอิฐมวล (%)	ปริมาณที่ผสมพลาสติก (%)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัด (ksc/kg.)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงกด (ksc/kg.)
7	10	5	77.7	17,483.3
14	10	5	110.99	24,973.3
28	10	5	123.26	27,726.6

ตารางที่ 7 ผลการสอบกำลังแรงอัดของคอนกรีตแบบผสมอิฐมวล ร้อยละ 15 และผสมพลาสติก ร้อยละ 10 (บ่มน้ำ) ที่ช่วงอายุบ่ม 7,14 และ 28 วัน

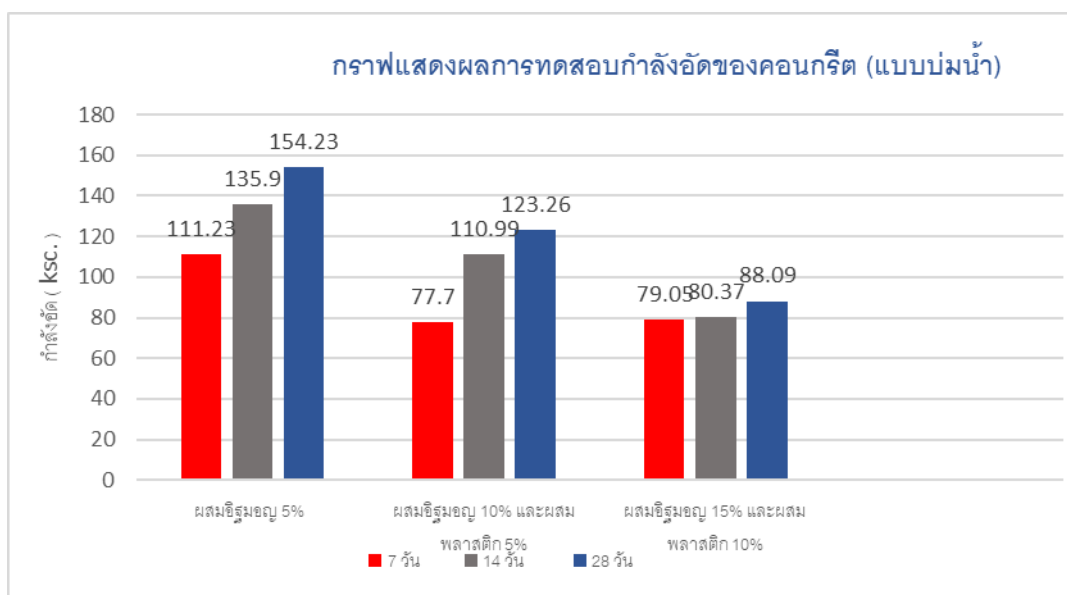
ระยะเวลาในการบ่ม (วัน)	ปริมาณที่ผสมอิฐมวล (%)	ปริมาณที่ผสมพลาสติก (%)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัด (ksc/kg.)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงกด (ksc/kg.)
7	15	10	79.05	17,786.7
14	15	10	80.37	18,083.3
28	15	10	88.09	19,820

ตารางที่ 8 ผลการสอบกำลังแรงอัดของคอนกรีตแบบผสมอิฐมวล ร้อยละ 15 และผสมพลาสติก ร้อยละ 10 (ไม่บ่มน้ำ) ที่ช่วงอายุบ่ม 7,14 และ 28 วัน

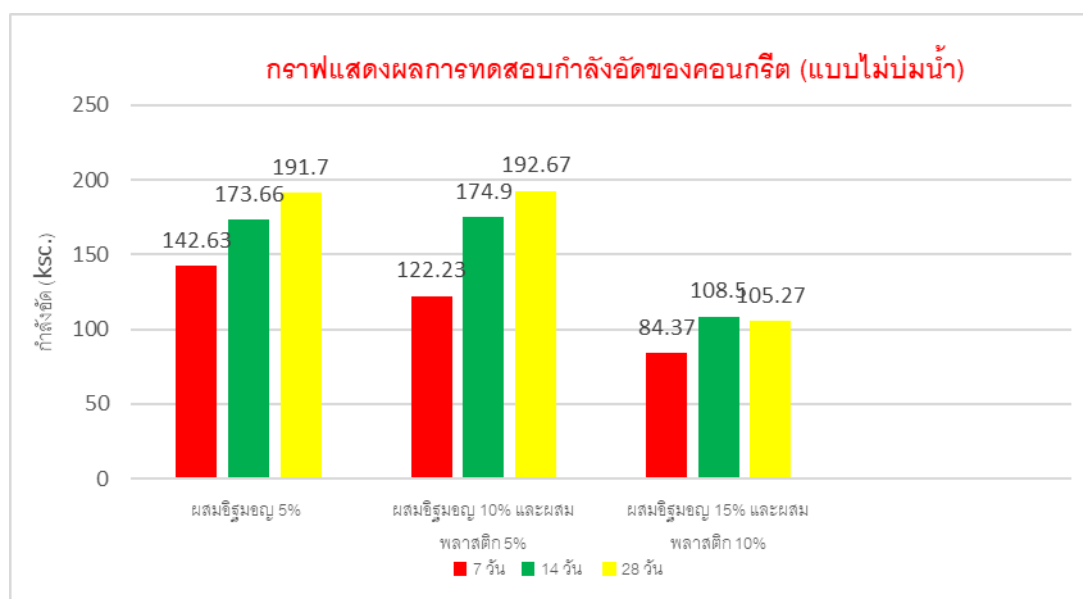
ระยะเวลาในการบ่ม (วัน)	ปริมาณที่ผสมอิฐมวล (%)	ปริมาณที่ผสมพลาสติก (%)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัด (ksc/kg.)	ค่าเฉลี่ยกำลังแรงกด (ksc/kg.)
7	15	10	84.37	18,975
14	15	10	108.50	24,413.3
28	15	10	105.27	23,690

ผลการทดสอบคุณสมบัติด้านกำลังแรงอัดของคอนกรีตตัวอย่างที่ผสม ค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัด (ksc.) ตัวอย่างคอนกรีต ที่มีค่ากำลังแรงอัด มากที่สุด : คอนกรีตที่ผสมอิฐมวล ร้อยละ 10 และผสมพลาสติก ร้อยละ 5 (แบบไม่บ่มน้ำ) 28 วัน มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัด

192.67 ksc (ตารางที่ 8) ตัวอย่างคอนกรีต ที่มีค่ากำลังแรงอัด น้อยที่สุด : คอนกรีตที่ผสมอิฐมวล ร้อยละ 10 และผสมพลาสติก ร้อยละ 5 (แบบบ่มน้ำ) 7 วัน มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัด 77.7 ksc. (ตารางที่ 7)



ภาพที่ 1 กราฟแสดงผลการทดสอบกำลังแรงอัดของคอนกรีต (แบบบ่มน้ำ)



ภาพที่ 2 กราฟแสดงผลการทดสอบกำลังแรงอัดของคอนกรีต(แบบไม่บ่มน้ำ)

จากการทดสอบ จะเห็นได้ว่า การรับกำลังแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีตแต่ละแบบนั้นไม่เท่ากัน เนื่องมาจากสัดส่วนการผสม และ จากการ ทำการแบ่งตัวอย่างเป็น แบบที่บ่มน้ำและไม่บ่มน้ำ จึงทำให้ค่าการรับกำลังแรงอัดของคอนกรีตนั้นไม่เท่ากัน เมื่อนำมา เปรียบเทียบกัน ตัวอย่างคอนกรีตที่สามารถรับกำลังแรงอัดได้มากที่สุด ได้แก่ ตัวอย่าง คอนกรีตที่ผสมอิฐมวล 10% และผสมพลาสติก 5% (แบบไม่บ่มน้ำ) 28 วันมีค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัดที่ 192.67 ksc และตัวอย่างคอนกรีตที่สามารถรับกำลังแรงอัดได้น้อยที่สุด ได้แก่ ตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมอิฐมวล 10% และผสมพลาสติก 5% (แบบบ่มน้ำ) 7 วัน มีค่าเฉลี่ยกำลังแรงอัดที่ 77.7 ksc.

ดังนั้น การเลือกสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้งานจริงคือคอนกรีตที่ผสมอิฐมวลเบา 5% (แบบไม่บ่มน้ำ) เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยของแรงอัดทั้งหมดในการทดลองที่มากที่สุด และได้ค่ากำลังแรงอัดเป็นไปตามมาตรฐาน การผสมอิฐมวลเบาและพลาสติกมีผลทำให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตลดลง แต่การผสมในสัดส่วนที่เหมาะสมก็ยังสามารถคงกำลังแรงอัดและใช้งานจริงได้ต่อไป

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและทดสอบคุณสมบัติกำลังแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมอิฐมวลเบาและพลาสติกลงในบล็อกตัวอย่างคอนกรีตขนาด 15*15*15 เซนติเมตร ทั้งหมด 72 ก้อน โดยแบ่งเป็น ตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมอิฐมวลเบา 5% (แบบบ่มน้ำและไม่บ่มน้ำ) ตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมอิฐมวลเบา 10% และผสมพลาสติก 5% (แบบบ่มน้ำและไม่บ่มน้ำ) ตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมอิฐมวลเบา 15% และผสมพลาสติก 10% (แบบบ่มน้ำและไม่บ่มน้ำ) จากผลการวิจัยพบว่า ตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมอิฐมวลเบาแทนมวลรวมละเอียดสามารถรับแรงอัดได้มากกว่าตัวอย่างคอนกรีตที่ผสมทั้งอิฐมวลเบาและพลาสติก เนื่องจากอิฐมวลเบามีคุณสมบัติที่สามารถรับน้ำหนักได้มาก มีความแข็งแรงและความหนาแน่นสูง เป็นอิฐที่มีมวลอัดแน่นมาก พลาสติกมีคุณสมบัติคือ มีโครงสร้างทางเคมีที่เป็นกิ่งสาขา (branching) น้อยจึงมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ค่อนข้างสูงมีความแข็งแรงเมื่อความหนาแน่นสูงขึ้นจะทำให้มีความแข็งแรงและความเหนียวเพิ่มขึ้น แต่เมื่อความหนาแน่นลดลง จะทำให้ผิวแตกร้าวได้ง่าย ทนความร้อนได้ไม่มากนัก แต่ทนสารเคมีได้ดีโดยทนความร้อน ผลการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความสามารถด้านการรับกำลังแรงอัดที่ผสมเศษอิฐมวลเบาและพลาสติกเบื้องต้น ในส่วนปฏิกิริยาเคมีของคอนกรีตควรมีการวิจัยในเชิงลึกต่อไปในอนาคตเพื่อให้สอดคล้องกับผลงานวิจัยที่ผ่านมา

6. เอกสารอ้างอิง

- จรัส รัตนโชตินันท์. (2566). การศึกษาความเป็นไปได้ของคอนกรีตผสมอิฐมวลเบาที่ใช้แล้วสำหรับการรับน้ำหนัก. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม*, 33(1), 11-23.
- ทรงสุตา วิจารณ์. (2563). การศึกษาความเป็นไปได้เบื้องต้นของการนำเศษอิฐมวลเบาใช้เป็นวัสดุทดแทนมวลรวมละเอียดและปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์บางส่วนในงานคอนกรีต. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ*, 25(1), MAT23-1-MAT23-9.
- บัณฑิต ทองคำ. (2567). การศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งจากงานก่อสร้างมาทดแทนมวลรวมหยาบในการผสมคอนกรีต. *การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ*, 7(1), 169-174.
- <http://ncteched.fte.kmutnb.ac.th/nc7/NCTechEd07/NCTechEd07TTC01.pdf>
- วิศิษฐ์ศักดิ์ ทับยั้ง, นันทชัย ชูศิลป์ และจุฑามาศ ลักษณะกิจ. (2561) การใช้ประโยชน์จากพลาสติกกรีซไคเคิลเป็นส่วนผสมในคอนกรีต. (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- <https://riss.rmuts.ac.th/upload/doc/202207/WOCa8dhAUCZmpizlaVbl/WOCa8dhAUCZmpizlaVbl.pdf>

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำ

Development of Noodle Product Protein Fortification with Watermeal

(*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.)

อภिरดา พรปณณวิชญ์^{1*} และ สุพรรณิการ์ กล่อมจอหอ¹

Apirada Phonpannawit^{1*} and Supannika Klomjoho¹

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

¹ Faculty of Agriculture technology, Chiangmai Rajabhat University

บทคัดย่อ

ไข่น้ำเป็นแหล่งอาหารทางเลือกจากพืชท้องถิ่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการแก่อาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต งานวิจัยนี้ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 7 สิ่งทดลองตามลำดับดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1) ชุดควบคุม 2) เสริมไข่น้ำสดร้อยละ 5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 3) เสริมไข่น้ำสดร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 4) เสริมไข่น้ำสดร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 5) เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 5 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 6) เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด 7) เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด จากการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำพบว่าการใช้ไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้งส่งผลให้ค่า L^* , a^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำสด และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำอบแห้งมีปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีปริมาณน้ำอิสระ 0.60–0.62 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าชุดควบคุม โดยเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมมีโปรตีนร้อยละ 3.90 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำสดมีโปรตีนร้อยละ 4.06–4.14 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งมีโปรตีนร้อยละ 4.47–4.98 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 มีค่าเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า ในด้านคุณค่าทางโภชนาการเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ให้คุณค่าทางโภชนาการต่อตัวอย่าง 100 กรัม ดังนี้ ค่าพลังงาน 182.49 กิโลแคลอรี โปรตีน 4.38 กรัม คาร์โบไฮเดรต 26.93 กรัม ไขมัน 7.25 กรัม เส้นใย 2.29 กรัม และเถ้า 0.81 กรัม ดังนั้นการเสริมไข่น้ำในเส้นก๋วยเตี๋ยวสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ผลิตภัณฑ์ เป็นอาหารสุขภาพที่ช่วยป้องกันการเกิดภาวะขาดโปรตีนและพลังงานสำหรับบุคคลในวัยต่างๆได้ และ ส่งเสริมด้านความมั่นคงทางอาหารในชุมชน

คำสำคัญ: ไข่น้ำ, ก๋วยเตี๋ยว, โปรตีน

Abstract

Watermeal is an alternative food source from local plants with high nutritional value. The objective of this research is to develop protein-fortified noodle products from watermeal to increase the nutritional value of carbohydrate foods. This study consisted of 7 experiments, respectively, as follows: experiment 1) control sample 2) fortified with fresh watermeal 5% of total starch weight 3) fortified with fresh watermeal 10% of total starch weight 4) fortified with fresh watermeal 15% of total starch weight 5) fortified with dried watermeal 5% of total starch weight 6) fortified with dried watermeal 10% of total starch weight 7) fortified with dried watermeal 15% of the

* Corresponding author: apirada_rin@cmru.ac.th

total starch weight. The results of the study found that noodle products supplement with fresh and dehydrated watermeal resulted in a statistically significant difference in the color values L^* a^* and b^* at the 95% confidence level. There were no significant difference of water activity content between the control sample and the noodles fortified with fresh watermeal and dried watermeal at the 95% confidence level. The amount of water activity in all samples were 0.60 to 0.62. Noodles supplemented with fresh and dried watermeal have a higher protein content than the control. The control sample has 3.90% protein. Fresh watermeal-fortified noodles have 4.06-4.14% protein. Dried watermeal-fortified noodles have 4.47-4.98% protein. The result shows that 15% fresh watermeal-fortified noodles had a texture value that was not significantly different from the control sample but had a protein content that was significantly higher than the control. Noodles supplemented with 15% dried watermeal had the following nutrition values given per 100 grams of sample: energy 182.49 kcal, 4.38 grams of protein, 26.93 grams of carbohydrates, 7.25 grams of fat, 2.29 grams of fiber and 0.81 grams of ash, respectively. Therefore, fortified with watermeal in noodles can increase the nutritional value of the product. It is a healthy food that prevents protein energy malnutrition of various ages and promotes food security in the community.

Keywords: Watermeal, Noodles, Protein

1. บทนำ

อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตนั้นเป็นอาหารหลักที่คนไทยนิยมบริโภคซึ่งอยู่ในรูปแบบต่างๆ เช่น ข้าว ขนมปัง เส้นขนมจีน เส้นก๋วยเตี๋ยว เป็นต้น อาหารกลุ่มนี้เป็นอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกายแต่อาหารกลุ่มนี้จะมีสารอาหารกลุ่มโปรตีนที่เป็นสารอาหารเพื่อใช้สร้างกล้ามเนื้อและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกายน้อย ซึ่งในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคตระหนักถึงความสำคัญของการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพและสนใจอาหารสุขภาพเพิ่มมากขึ้น เช่น อาหารโปรตีนสูง อาหารที่มีเส้นใยอาหารสูง และจากข้อมูลด้านการตลาดสินค้าอาหารเพื่อสุขภาพพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพที่ผู้บริโภคชาวไทยมีแนวโน้มต้องการเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ ข้าวและผลิตภัณฑ์จากแป้งจำพวกเส้นก๋วยเตี๋ยว ซึ่งมีอัตราการขยายตัวเฉลี่ยสูงสุดระหว่างร้อยละ 10.4 และ 10.2 ต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (สุนิษฐา เศรษฐีธร, 2561) จึงควรพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถตอบสนองตามแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภค โดยในปัจจุบันอาหารในกลุ่มโปรตีนทางเลือกจากพืชนั้นเป็นอาหารที่มีแนวโน้มความต้องการของผู้บริโภคสูงเพราะผู้บริโภคส่วนใหญ่เริ่มหันมาบริโภคอาหารที่มีแหล่งที่มาจากธรรมชาติ เพื่อประโยชน์ในเชิงสุขภาพและยังเกิดจากการตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งกระบวนการผลิตเนื้อแบบปศุสัตว์นั้นก่อให้เกิดก๊าซมีเทน เพิ่มก๊าซเรือนกระจกจำนวนมากให้แก่โลก นอกจากนี้การรับประทานในกลุ่มโปรตีนทางเลือกจากพืชยังช่วยในเรื่องการป้องกันโรค เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น (ธิดิสรร์ พึ่งกัน, 2563)

ไข่น้ำหรือฝ้าเป็นพืชมีดอกที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลกมีชื่อสามัญว่า Watermeal ชื่อวิทยาศาสตร์ *Wolffia globosa* ในเมืองไทยไข่น้ำสกุล *Wolffia* พบ 2 ชนิด คือ *Wolffia arrhizal* (Linn) Wimm. และ *Wolffia globosa* (Linn) Wimm. อยู่ในวงศ์เดียวกับแหนเป็ด ไข่น้ำจัดเป็นพืชชั้นสูงใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นพืชดอกที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลกอยู่ในวงศ์ Lemnaceae เป็นพืชลอยน้ำที่มีขนาดเล็กมองเห็นเป็นเม็ดสีเขียวกลมหรือเกือบกลม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 – 1.5 มิลลิเมตร ไม่มีราก ลอยอยู่บนผิวน้ำ อาจเกิดเดี่ยวหรือติดกันเป็นคู่ ดอกมีขนาดเล็ก ออกดอกเป็นช่อ ประกอบด้วยดอกตัวผู้ 1 ดอก ดอกตัวเมีย 1 ดอก สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ พบมากทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ไข่น้ำเป็นอาหารท้องถิ่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการไข่น้ำจากการเลี้ยงมีโปรตีนร้อยละ 48 ไขมันร้อยละ 9 เยื่อใยร้อยละ 14 มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น ทรีโอนีน วาลีน เมไทโอนีน ไอโซลูซีน ลูซีน เฟนิลอะลานีน ไลซีน ทรีโอนีน ทริโตนเพน อาร์จินีน และฮิสทีดิน (อมลณัฐ ฉัตรตระกูล และคณะ, 2555) ปัจจุบันมีการศึกษาการใช้ประโยชน์จากไข่น้ำ เช่น ใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับมนุษย์ ใช้เพิ่มคุณค่าทางอาหาร และไข่น้ำยังเป็น

แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระและรงควัตถุหลายชนิดโดยในไข่น้ำมีสารสีในปริมาณที่สูงพบปริมาณคลอโรฟิลล์ 30.17 มิลลิกรัมต่อ100 กรัม นอกจากนี้ยังมีสารเบต้าแคโรทีน 64.16 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด 1,000 กรัม และมีการศึกษาพบว่าในไข่น้ำมีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในไข่น้ำสดเท่ากับ 21.14 ± 0.54 มิลลิกรัมต่อกรัม ไข่น้ำแห้งเท่ากับ 13.02 ± 0.18 มิลลิกรัมต่อกรัม และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็งเท่ากับ 14.50 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อกรัม มีค่ากิจกรรมต้านออกซิเดชันด้วยวิธี ABTS ในไข่น้ำสด IC_{50} เท่ากับ 4.39 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไข่น้ำแห้ง IC_{50} เท่ากับ 6.50 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และไข่น้ำแช่เยือกแข็งหลังการละลายน้ำแข็ง IC_{50} เท่ากับ 5.82 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (อุมพร นิยะนุช, 2553) นอกจากนี้ยังมีการนำไข่น้ำมาใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารโดยเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนม ผลิ ตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นร้อยละ 25.80 โปรตีนร้อยละ 9.87 ไขมันร้อยละ 2.98 เกลือร้อยละ 0.53 เส้นใยร้อยละ 2.02 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 58.80 โดยน้ำหนัก และเมื่ออบแห้งขนมที่เสริมไข่น้ำที่ 70 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 9.88 และค่า aw 0.49 (กุลพร พุทธิมี และวริศชนม์ นิลนนท์, 2564)

จากประโยชน์ของไข่น้ำดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น ทั้งยังช่วยส่งเสริมด้านความมั่นคงทางอาหาร ลดการขาดแคลนอาหารกลุ่มโปรตีน และเพิ่มมูลค่าให้แก่วัตถุดิบท้องถิ่นอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวโดยใช้ไข่น้ำเป็นวัตถุดิบเสริมโปรตีนในอาหาร และศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์รวมถึงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

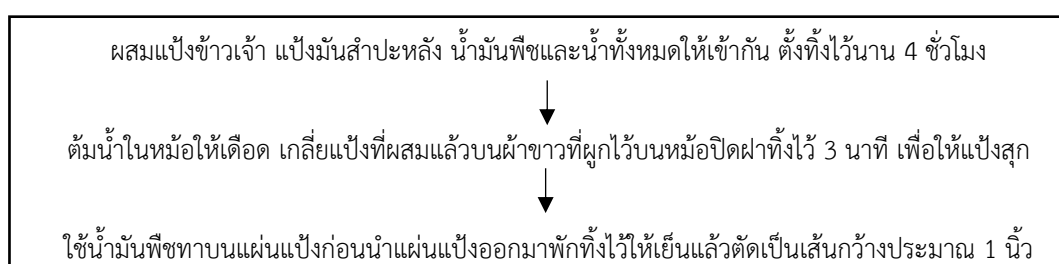
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมไข่น้ำ

วัตถุดิบไข่น้ำที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นไข่น้ำที่เพาะเลี้ยงในเขตภาคเหนือที่ผ่านการวิเคราะห์สารตกค้างด้วยชุดทดสอบซึ่งวัตถุดิบจะต้องไม่มีสารตกค้าง ทำความสะอาดไข่น้ำสดโดยแช่ในน้ำผสมโซเดียมไบคาร์บอเนต 5 กรัม ต่อน้ำ 4 ลิตร นาน 15 นาที และล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 2 ครั้ง จึงจะสามารถนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ได้ ส่วนไข่น้ำอบแห้งนั้นได้จากการอบแห้งไข่น้ำสดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ก่อนนำมาใช้จะทำการคั้นตัวโดยนำไข่น้ำอบแห้งมาแช่น้ำอุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นกรองเอาน้ำออกและนำเฉพาะไข่น้ำมาใช้ วัตถุดิบไข่น้ำสดและไข่น้ำอบแห้งมีคุณภาพดังนี้ ไข่น้ำสดมีค่าความชื้นร้อยละ 90.33 ปริมาณน้ำอิสระ 0.98 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 2.50 ส่วนไข่น้ำอบแห้งมีค่าความชื้นร้อยละ 10.66 ปริมาณน้ำอิสระ 0.37 และปริมาณโปรตีนร้อยละ 3.43

3.2 การศึกษาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่น้ำ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีน ประกอบด้วยสิ่งทดลอง 7 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1 ในกระบวนการผลิตมีสูตรเส้นก๋วยเตี๋ยว (ชุดควบคุม) ดังนี้ แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 18 แป้งมันสำปะหลังร้อยละ 13 น้ำสะอาดร้อยละ 66 และน้ำมันพืชร้อยละ 3 กระบวนการผลิตดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว

ตารางที่ 1 สิ่งทดลองในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่

สิ่งทดลอง	ไข่น้ำสด	ไข่น้ำอบแห้ง	น้ำสะอาด	แป้งข้าวเจ้า	แป้งมันสำปะหลัง	น้ำมันพืช
1 (ชุดควบคุม)	-	-	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
2	ร้อยละ 5 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	-	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
3	ร้อยละ 10 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	-	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
4	ร้อยละ 15 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	-	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
5	-	ร้อยละ 5 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
6	-	ร้อยละ 10 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3
7	-	ร้อยละ 15 ของ น้ำหนักแป้งทั้งหมด	ร้อยละ 66	ร้อยละ 18	ร้อยละ 13	ร้อยละ 3

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

คุณภาพด้านกายภาพวิเคราะห์ค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี ในระบบ CIE Konica Minolta รุ่น CR-400 ประเมินค่าสีในระบบ CIE เป็นค่า L* ค่าความสว่าง (lightness) a* ค่าความเป็นสีแดง (redness) และ b* ค่าความเป็นสีเหลือง (yellowness) วิเคราะห์ด้วยอย่างละ 5 ซ้ำ และประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสรุ่น TA.XT plus ด้วยวิธี texture profile analysis (TPA) ใช้หัววัดทรงกระบอก (cylinder probe) เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (P/50) โดยประเมินค่า hardness, adhesiveness, springiness และ cohesiveness กำหนดพารามิเตอร์ในการวัดดังนี้ pre-test speed เท่ากับ 4 mm/sec, test speed เท่ากับ 1 mm/sec, post-test speed เท่ากับ 1 mm/sec (อิชิซา เนตรบุตร และคณะ, 2560) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 10 ซ้ำ

ด้านคุณภาพทางเคมีวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้ ปริมาณความชื้น โดยใช้ตัวอย่าง 3 กรัม เกลี่ยใส่ในถ้วยโลหะที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักมาก่อนแล้ว นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นำออกจากตู้อบมาทำให้เย็นในถาดความชื้น ชั่งน้ำหนักและอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่ โดยน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่ควรต่างจากครั้งแรกเกิน 0.0020 กรัม คำนวณหาปริมาณความชื้น (AOAC, 2020) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

ปริมาณน้ำอิสระ วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Water activity meter (Aqua Lab model series 3, Decagon Device Inc., USA) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

ปริมาณโปรตีน ใช้ตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 3 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีนเติมสารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต และโพแทสเซียมซัลเฟต 5 กรัม เติมกรดซัลฟิวริกปริมาตร 20 มิลลิลิตร ย่อยเป็นเวลา 30 นาที จนได้สารละลายใส ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องทำการกลั่นแอมโมเนียโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ได้ของเหลวปริมาตร 125 มิลลิลิตร จากนั้นไตเตรตสารละลายที่กลั่นได้เพื่อหาปริมาณไนโตรเจนด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง คำนวณหาปริมาณโปรตีน (AOAC, 2020) วิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3.4 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ได้จากการศึกษาสูตรแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สุดท้ายดังนี้ ค่าพลังงาน ปริมาณโปรตีน ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณไขมัน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณเส้นใย (AOAC, 2020) โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมีที่ได้รับการรับรองมาตรฐานตาม ISO/IEC 17025

3.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางสถิติใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนพร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของผลผลิตตามวิธีการของ Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4. ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่

ศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนไข่โดยผันแปรปริมาณไข่ไก่สดและไข่น้ำอบแห้ง วิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านค่าสี ค่าเนื้อสัมผัส ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และปริมาณโปรตีน ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 2, 3 และ 4 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าสีของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่

สิ่งทดลอง	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b*
1. ชุดควบคุม	64.41±0.60e	-0.49±0.02d	0.74±0.06a
2. เสริมไข่ไก่สดร้อยละ 5	53.59±0.33c	-3.76±0.01a	10.71±0.14de
3. เสริมไข่ไก่สดร้อยละ 10	49.94±1.37b	-3.89±0.13a	10.12±1.60d
4. เสริมไข่ไก่สดร้อยละ 15	44.70±0.44a	-3.56±0.30a	12.63±1.65e
5. เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 5	60.30±2.43d	-1.47±0.16c	3.38±0.86b
6. เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 10	58.58±0.25d	-1.90±0.01b	4.25±0.16b
7. เสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15	50.71±0.38b	-2.15±0.29b	7.09±0.66c

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมคือเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ไม่ได้เสริมไข่มีค่าสี L* 64.41 ค่า a* -0.49 ค่า b* 0.74 ตามลำดับ เมื่อเสริมไข่ไก่ในเส้นก๋วยเตี๋ยวพบว่าค่าสี L* มีแนวโน้มลดลง โดยค่า L* บ่งบอกถึงความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0-100 เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่ไก่สดและไข่น้ำอบแห้งมีค่าสี L* แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนค่าสี +a* หมายถึงค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีแดง ค่าสี -a* หมายถึงค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเขียว ค่า a* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่ไก่สด และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำอบแห้งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และการเสริมไข่ไก่ทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีค่าสี a* ลดลงจากชุดควบคุม เพราะค่า a* มีค่าลดลงจึงแสดงผลทำให้สีเขียวเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปรากฏคือเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่ไก่จะมีสีเขียวมากกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม และค่าสี +b* หมายถึงค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีเหลือง ค่าสี -b* หมายถึงค่าสีมีแนวโน้มไปทางสีน้ำเงิน การเสริมไข่ไก่สดและไข่น้ำอบแห้งส่งผลให้ค่าสี b* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการเสริมไข่ไก่ทำให้ค่าสี b* ของเส้นก๋วยเตี๋ยวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมจึงแสดงผลให้ผลิตภัณฑ์ที่เสริมไข่ไก่มีสีเหลืองมากกว่าชุดควบคุม

ตารางที่ 3 ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่ไก่

สิ่งทดลอง	Hardness (kg/s) ns	Adhesiveness (g.s) ns	Cohesiveness ns	Springiness
1. ชุดควบคุม	16.61±3.28	-0.02±0.01	0.75±0.02	1.12±0.04a
2. เสริมไข่ไก่สดร้อยละ 5	18.12±4.72	-0.01±0.01	0.72±0.02	1.31±0.07b
3. เสริมไข่ไก่สดร้อยละ 10	19.52±3.16	-0.02±0.01	0.79±0.03	1.20±0.04ab
4. เสริมไข่ไก่สดร้อยละ 15	19.65±2.47	-0.01±0.01	0.80±0.06	1.20±0.06ab
5. เสริมไข่ไก่อบแห้งร้อยละ 5	20.52±4.13	-0.02±0.01	0.73±0.04	1.15±0.02a
6. เสริมไข่ไก่อบแห้งร้อยละ 10	25.83±9.90	-0.02±0.01	0.80±0.01	1.28±0.06b
7. เสริมไข่ไก่อบแห้งร้อยละ 15	25.83±5.32	-0.01±0.01	0.77±0.02	1.29±0.05b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 3 แสดงค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่ไก่ พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่ไก่สดและไข่ไก่อบแห้งมีค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (hardness) ไม่แตกต่างกับเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าความแข็งของเส้นก๋วยเตี๋ยว 16.12 – 25.83 กิโลกรัมต่อวินาที เมื่อเทียบระหว่างสิ่งทดลองที่เสริมไข่ไก่กับชุดควบคุม พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่ไก่นั้นจะมีความแข็งเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณของไข่ไก่มากขึ้น ในด้านค่าการยึดติด (adhesiveness) ที่แสดงถึงการยึดติดของอาหารกับวัตถุดิบเช่น อาหารติดหม้อกวน ฟัน เพดาน ริมฝีปากระหว่างการรับประทาน ค่าการยึดติดมีผลเช่นเดียวกับค่าความแข็งคือเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ไก่สด และเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ไก่อบแห้งมีค่าการยึดติดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าการยึดติดของเส้นก๋วยเตี๋ยว -0.01 ถึง -0.02 กิโลกรัมต่อวินาที เช่นเดียวค่าการเกาะติด (cohesiveness) ซึ่งแสดงถึงลักษณะเนื้อสัมผัสการเกาะตัวกันเองของเนื้ออาหารหรือเชื่อมแน่นภายในของโครงสร้างเนื้ออาหารที่พบว่าค่าการเกาะติดของเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ไก่สด และเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ไก่อบแห้งมีค่าการเกาะติดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าการเกาะติดของเส้นก๋วยเตี๋ยว 0.72 – 0.80 ส่วนค่าความยืดหยุ่นของอาหาร (springiness) นั้นพบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุมมีค่าความยืดหยุ่นแตกต่างจากเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่ไก่สดร้อยละ 5 และเสริมไข่ไก่อบแห้งร้อยละ 10 และ 15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าความยืดหยุ่นของเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่ไก่นั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นกว่าชุดควบคุม

ตารางที่ 4 คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่ไก่

สิ่งทดลอง	ปริมาณน้ำอิสระ ns	ความชื้น (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)
1. ชุดควบคุม	0.61±0.01	57.89±2.29c	3.90±0.03a
2. เสริมไข่ไก่สดร้อยละ 5	0.60±0.01	50.77±2.96ab	4.07±0.04b
3. เสริมไข่ไก่สดร้อยละ 10	0.62±0.01	59.53±2.34c	4.06±0.04b
4. เสริมไข่ไก่สดร้อยละ 15	0.61±0.01	54.46±1.59bc	4.14±0.01b
5. เสริมไข่ไก่อบแห้งร้อยละ 5	0.60±0.01	48.11±2.68a	4.47±0.04c
6. เสริมไข่ไก่อบแห้งร้อยละ 10	0.61±0.01	55.22±1.61bc	4.78±0.03d
7. เสริมไข่ไก่อบแห้งร้อยละ 15	0.62±0.01	56.32±2.86c	4.98±0.05e

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในกลุ่มเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

เส้นก๋วยเตี๋ยวชุดควบคุม เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำสด และเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำอบแห้งมีค่าปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีค่าปริมาณน้ำอิสระ 0.60–0.62 เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำสดมีความชื้นร้อยละ 50.77–59.53 ส่วนเส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไข่น้ำอบแห้งมีความชื้นร้อยละ 48.11–56.32 เส้นก๋วยเตี๋ยวในงานวิจัยนี้เป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวเส้นสดซึ่งโดยทั่วไปก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจะมีความชื้นร้อยละ 62–64 ดังนั้นจึงไม่สามารถเก็บได้ไม่นานเพราะเป็นอาหารที่ปริมาณความชื้นปานกลาง และมีค่าปริมาณน้ำอิสระมากกว่า 0.60 จุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญเติบโตและทำให้อาหารเสื่อมเสียได้

คุณภาพของเส้นก๋วยเต๋วด้านปริมาณโปรตีน พบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำสด และไข่น้ำอบแห้งมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าชุดควบคุม โดยเส้นก๋วยเต๋วยชุดควบคุมมีโปรตีนร้อยละ 3.90 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำสดมีโปรตีนร้อยละ 4.06–4.14 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งมีโปรตีนร้อยละ 4.47–4.98 เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งมีโปรตีนสูงกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2 การศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

จากการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไข่ น้ำ พบว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 มีค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง การยึดติด การเกาะติดอาหารไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเต๋วยชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และมีปริมาณน้ำอิสระและความชื้นไม่แตกต่างจากเส้นก๋วยเต๋วยชุดควบคุม แต่การเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 เป็นสิ่งทดลองที่มีปริมาณโปรตีนในเส้นก๋วยเตี๋ยวสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งยังมีค่าเนื้อสัมผัสด้านความยืดหยุ่นสูงกว่าชุดควบคุม ดังนั้นจึงเลือกสิ่งทดลองที่สามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการสูงสุดคือเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 เพื่อนำมาศึกษาต่อในด้านคุณค่าทางโภชนาการ โดยผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณค่าทางโภชนาการเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแบ่งทั้งหมด

คุณภาพ	ปริมาณ
พลังงาน (กิโลแคลอรี/100กรัม)	182.49
โปรตีน (กรัม/100กรัม)	4.38
คาร์โบไฮเดรต (กรัม/100กรัม)	26.93
ไขมัน (กรัม/100กรัม)	7.25
เส้นใย (กรัม/100กรัม)	2.29
เถ้า (กรัม/100กรัม)	0.81
ความชื้น (กรัม/100กรัม)	62.63



ภาพที่ 2 ผลผลิตเส้นก้วยเตี๋ยเสริมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด

เส้นก้วยเตี๋ยเสริมโปรตีนไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ให้คุณค่าทางโภชนาการต่อตัวอย่าง 100 กรัม ดังนี้ ให้พลังงาน 182.49 กิโลแคลอรี โปรตีน 4.38 กรัม คาร์โบไฮเดรต 26.93 กรัม ไขมัน 7.25 กรัม เส้นใย 2.29 กรัม และเถ้า 0.81 กรัม จากข้อมูลของสำนักโภชนาการ กรมอนามัย (2561) ผลผลิตเส้นก้วยเตี๋ยเส้นใหญ่ 100 กรัม ให้พลังงาน 135 กิโลแคลอรี โปรตีน 2.50 กรัม คาร์โบไฮเดรต 29.50 กรัม ไขมัน 0.80 กรัม เส้นใย 0 กรัม และเถ้า 0.10 กรัม จะเห็นได้ว่าเส้นก้วยเตี๋ยที่เสริมโปรตีนจากไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด มีค่าพลังงาน โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า สูงกว่า ดังนั้นการเสริมไข่น้ำสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการได้ทั้งยังสามารถเพิ่มปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ได้อีกด้วย

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การเสริมไข่น้ำในเส้นก้วยเตี๋ยมีผลต่อค่าสีของเส้นก้วยเตี๋ยโดยทำให้เส้นก้วยเตี๋ยมีสีเข้มขึ้นมีความสว่างลดลง การเสริมไข่น้ำในปริมาณที่มากขึ้นส่งผลต่อค่าสีของเส้นก้วยเตี๋ยโดยจะมีสีเข้มมากกว่าเส้นก้วยเตี๋ยที่เสริมไข่น้ำในปริมาณน้อย ค่า a^* และ b^* เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเสริมไข่น้ำส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์เส้นก้วยเตี๋ยมีแนวโน้มไปทางสีเขียวเพิ่มมากขึ้น เส้นก้วยเตี๋ยที่เสริมไข่น้ำสดจะมีความเป็นสีเขียวมากกว่าเส้นก้วยเตี๋ยที่เสริมไข่น้ำอบแห้ง และการเสริมไข่น้ำส่งผลให้ค่า b^* เพิ่มขึ้นโดยผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มมีสีเหลืองมากกว่าชุดควบคุม ผลการวิจัยที่ได้ในด้านค่าสี L^* และ a^* สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธีรา เข้มทอง และคณะ (2565) ที่เสริมไข่น้ำผงในบะหมี่โดยเมื่อเติมปริมาณไข่น้ำผงมากขึ้นส่งผลให้ค่าความสว่าง L^* และค่าความเป็นสีแดง - สีเขียว a^* ของบะหมี่ลดลงผลิตภัณฑ์มีสีเขียวเพิ่มขึ้น แต่ค่า b^* นั้นมีแนวโน้มลดลง

ในด้านคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเส้นก้วยเตี๋ยด้านค่าความแข็ง ค่าการยืดติด ค่าการเกาะติด และค่าการยืดหยุ่นนั้น ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อค่าเนื้อสัมผัสของเส้นก้วยเตี๋ยคือการเกิดเจลลาตินในเซชันและรีโทรเกรเดชัน นอกจากนี้ยังมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ปริมาณอะไมโลส น้ำ เกลือ น้ำตาล ไขมัน และอุณหภูมิ เป็นต้น ในกระบวนการเจลลาตินในเซชันเมื่อเม็ดสตาร์ชแตกออกทำให้โมเลกุลของอะไมโลสอิสระหลุดออกมาจากโครงสร้างเกิดการเรียงโมเลกุลใหม่ของอะไมโลสอิสระอีกครั้งและเมื่อตั้งทิ้งไว้จะเกิดการเรียงโมเลกุลใหม่ที่แข็งแรงขึ้นเรียกว่า กระบวนการรีโทรเกรเดชัน โดยอะไมโลเพคตินที่มีสายโซ่ที่สั้นมีแนวโน้มเกิดรีโทรเกรเดชันได้มาก ปริมาณสัดส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคตินจะไปเพิ่มอัตราการเกิดรีโทรเกรเดชัน ซึ่งการเกิดรีโทรเกรเดชันเนื่องจาก

อะไมโลเพคตินนั้นสามารถผันกลับไปได้ถ้าหากมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิในการเกิดเจลของสตาร์ชอีกครั้ง (Bao et al., 2004, pp. 6010-6016) รวมถึงการเสริมไขมันในเส้นก๋วยเตี๋ยวก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าเนื้อสัมผัสเช่นกัน เนื่องจากไขมันมีเส้นใยอาหารและโปรตีนเป็นส่วนประกอบเมื่อเสริมไขมันในปริมาณสูงขึ้นไปทำให้โครงสร้างเจลในแป้งลดลงค่าเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวจึงมีความแข็งเพิ่มขึ้น และโปรตีนที่เพิ่มขึ้นเป็นตัวขัดขวางการซึมผ่านของน้ำเข้าไปในเม็ดแป้ง ถ้าปริมาณโปรตีนสูงจะทำให้การดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งลดน้อย ต้องใช้พลังงานมากในการทำให้อาหารสุกซึ่งอาจส่งผลต่อค่าเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว (ศศิ สุวรรณศรี และคณะ, 2548)

ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวที่เสริมไขมันสด และไขมันอบแห้งจะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าชุดควบคุม และเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไขมันอบแห้งมีโปรตีนสูงกว่าเส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมไขมันสด การเสริมไขมันในปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้เส้นก๋วยเตี๋ยวมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ กุลพร พุทธิ และวริศชนม์ นิลนนท์ (2564) ที่ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมไขมันอบแห้ง พบว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมไขมันผงร้อยละ 10 มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผลิตภัณฑ์บะหมี่สูตรพื้นฐาน และสอดคล้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยใช้ไขมันอบแห้งด้วยวิธีพรีชดราย พบว่าเมื่อเสริมไขมันในปริมาณที่มากขึ้นผลิตภัณฑ์จะมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น โดยขนมสูตรที่เสริมไขมันร้อยละ 40 มีปริมาณโปรตีน 13.93 กรัมต่อ100กรัม (On-Nom et al., 2023, pp. 2647) ดังนั้นการเสริมไขมันในผลิตภัณฑ์สามารถเพิ่มโปรตีนและทำให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นได้ เนื่องจากไขมันเป็นแหล่งของสารอาหารโดยจากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของไขมันในน้ำหนัก100 กรัม พบว่าไขมันให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี โปรตีน 0.60 กรัม ไขมัน 0.10 กรัม คาร์โบไฮเดรต 1.50 กรัม เถ้า 0.70 กรัม และแคลเซียม 59 มิลลิกรัม (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย, 2561) มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น ทรีโอนีน วาลีน เมไทโอนีน ไอโซลูซีน ลูซีน เบนิลอะลานีน ไลซีน ทรีโอนีน ทริโตนีน อาร์จินีน และฮีสทีดีน (Ruekaewma et al., 2015, pp. 575-580) ไขมันจึงเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและการเสริมไขมันในผลิตภัณฑ์จึงสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในอาหารได้ อย่างไรก็ตามปริมาณสารอาหารต่างๆในไขมันอาจมีความแตกต่างกันได้ขึ้นกับแหล่งที่มาวิธีการเพาะเลี้ยง เป็นต้น

ในงานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมดังนี้ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ในการวิจัยเป็นเส้นก๋วยเตี๋ยวประเภทก๋วยเตี๋ยวเส้นสดดังนั้นจึงควรนำเทคโนโลยีอื่นๆมาช่วยยืดอายุการเก็บรักษาสภาพผลิตภัณฑ์ เช่น การใช้รังสีอัลตราไวโอเลต การใช้เทคโนโลยีเฮอริเดิล เป็นต้น เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวเสริมโปรตีนจากไขมันสำเร็จได้โดยการได้รับทุนวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่สนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณปี 2566

7. เอกสารอ้างอิง

- กุลพร พุทธิ และวริศชนม์ นิลนนท์. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่เสริมไขมันอบแห้ง. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 16(2), 57-69.
- จิตติสร พิงกัน. (2563). The Power of Flavor อาหารในยุค 2023. ใน การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย, *TAT Review* (น.2). <https://tatreviewmagazine.com/article/the-power-of-flavor/>.
- สุธีรา เข้มทอง, ภัทราพร ยุธาธิติ, จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี, ลัดดาวรรณ แยมทองกลาง, กิตติศักดิ์ มุ่งภูกลาง, และบุษพาติ ต่อนุญสูง (2565), ผลของการเสริมไขมันผงต่อคุณภาพของบะหมี่สด. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์*, 20(2), 183-200.
- สุนิษฐา เศรษฐีธร. (2561). ตลาดอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพในประเทศไทย. ใน สถาบันอาหาร, *รายงานตลาดอาหารในประเทศไทย* (น.4). https://fic.nfi.or.th/upload/market_overview/Rep_Health%20and%20wellness_12.10.61.pdf

- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. (1 กันยายน 2561). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการ*. Thai Nutrition Search. <https://thaifcd.anamai.moph.go.th/nss/search.php>.
- ศจี สุวรรณศรี, รัตนา สนั่นเมือง, สุพัตรา สุวรรณธาดา และสอวาง ไชยรินทร์. (2548). *การผลิตก๋วยเตี๋ยวเส้นสดจากข้าวหัก* (รายงานผลการวิจัย). คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อมลณัฐ ฉัตรกุล, ศันสนีย์ อุตมอ่า, วิลาสินี ตีปัญญา และกฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตน์ชัย. (2555). *เทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ของไข่น้ำแข็งพาณิชย์* (รายงานผลการวิจัย). คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- อุมาพร นิยณัฐ. (2553). *การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวขององค์ประกอบและกิจกรรมในการต้านออกซิเดชันของไข่น้ำ* [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อริชา เนตรบุตร, เอกราช เกตวัลห์ และเอกพันธ์ แก้วมณีชัย. (2560). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์บะหมี่สดเสริมโคเอนไซม์คิวเทน*. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 5(2), 71-81.
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (17 th ed). AOAC International. Maryland, USA.
- Bao J.S., Kong X.L., Xie J.K., and Xu L.J. (2004) Analysis of genotypic and environmental effects on rice starch. 1. Apparent amylose content, pasting viscosity, and gel texture. *J Agric Food Chem*, 52(19), 6010-6016.
- On-Nom, N., Promdang, P., Inthachai, W., Kanoongon, P., Sahasakul, Y., Chupeerach, C., Suttisansanee, U. and Temviriyankul, P. (2023). Wolffia globosa-Based Nutritious Snack Formulation with High Protein and Dietary Fiber Contents. *Foods*, 12(14), 2647. <https://doi.org/10.3390/foods12142647>
- Ruekaewma, N., Piyatiratitivorakul, S. and Powtongsook, S. (2015). Culture system for *Wolffia globosa* L. (Zemnaceae) for hygiene human food. *Songklanakarin journal of science and technology*, 37(5), 575 – 580. <https://www.researchgate.net/publication/284897053>

แนวทางการพัฒนามาตรฐานผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียมืออาชีพ

Guidelines for Developing Standards for Professional Social Media Influencers

สันติ ครองยุทธ^{1*}, มานิตย์ โศกค้อ¹ และ กิตติธร กลางประพันธ์¹

Santi Krongyuth^{1*}, Manit Sokkho¹ and Kittithorn Klangraphan¹

¹ คณะเทคโนโลยีการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

¹ Faculty of Management Technology, Rajamangala University of Technology, Isan Surin Campus

บทคัดย่อ

บทความวิชาการนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการพัฒนามาตรฐานสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย (Influencer) ข้อมูลที่นำเสนอเกิดจากการทบทวนและวิเคราะห์ผลการศึกษาก่อนหน้าอย่างเป็นระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดกรอบมาตรฐานที่ครอบคลุมสำหรับแนวทางการพัฒนาผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียระดับมืออาชีพ ด้วยการแนะนำแนวปฏิบัติที่ดีที่สุด ประกอบด้วยแนวทางปฏิบัติด้านจริยธรรมที่ดี หลักปฏิบัติในบริบทของวัฒนธรรมสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย การนำเสนอเนื้อหา การมีส่วนร่วมของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผู้ชม การปฏิบัติอย่างมืออาชีพ ความสามารถในการปรับตัวและนวัตกรรม และแนวโน้มอนาคตของการตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย เพื่อส่งเสริมความน่าเชื่อถือและเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับกลยุทธ์ทางการตลาดดิจิทัล นอกจากนี้ แนวทางดังกล่าวยังสนับสนุนความร่วมมือระหว่างผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผู้ประกอบการเพื่อเพิ่มการมองเห็นผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการและผลักดันการเติบโตของยอดขาย ซึ่งเป้าหมายสูงสุดของการนำเสนอบทความทางวิชาการนี้คือ การสร้างระบบนิเวศสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียมืออาชีพที่ชัดเจน

คำสำคัญ: มาตรฐานผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียมืออาชีพ

Abstract

This academic article presents a framework for developing standards for social media influencers. The information is derived from a systematic review and analysis of previous research studies, with the aim of establishing comprehensive standards for professional social media influencer development. It introduces best practices, including ethical guidelines, culturally contextual practices for social media influencers, content presentation, engagement between influencers and audiences, professional conduct, adaptability and innovation, and future trends in influencer marketing. These guidelines are intended to enhance credibility and improve the effectiveness of digital marketing strategies. Additionally, the framework supports collaboration between social media influencers and businesses to increase product and service visibility and drive sales growth. The ultimate goal of this article is to create a clear environment for professional social media influencers.

Keywords: Professional Social Media Influencer Standards.

* Corresponding author: santikrongyuth@gmail.com

1. บทนำ

ในยุคดิจิทัลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การตลาดดิจิทัลได้เปลี่ยนโฉมภูมิทัศน์ทางธุรกิจอย่างลึกซึ้ง โดยใช้ประโยชน์จากความก้าวหน้าทางอินเทอร์เน็ตเพื่อปฏิวัติกลยุทธ์การตลาด ธุรกิจต่าง ๆ ใช้ช่องทางดิจิทัล เช่น เสิร์ชเอ็นจิ้น โซเชียลมีเดีย และแพลตฟอร์มบนสมาร์ตโฟน เพื่อเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายที่กว้างขึ้น และสร้างความสัมพันธ์กับผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพ หนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยเสริมสร้างความสัมพันธ์นี้ คือ บทบาทของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียหรือที่คนส่วนใหญ่เรียกว่า “อินฟลูเอนเซอร์” (Influencer)

ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียได้กลายเป็นผู้มีอิทธิพลมากขึ้นเกี่ยวกับการกำหนดรูปแบบการขายสินค้าและบริการออนไลน์ในปัจจุบัน การดำเนินธุรกิจต่าง ๆ โดยเฉพาะสตาร์ทอัพ (Start-up) และเอสเอ็มอี (SMEs) ในท้องถิ่นที่ต้องการการเข้าถึงและดึงดูดผู้บริโภคเพื่อการจำหน่ายสินค้าและบริการที่เพิ่มขึ้น ความจำเป็นในแนวทางปฏิบัติและมีมาตรฐานจึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญในการรับรองความเป็นมืออาชีพและประสิทธิภาพของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย การนำเสนอแนะจะสำรวจระบบนิเวศสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียมืออาชีพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ด้วยการสร้างเกณฑ์มาตรฐานที่ชัดเจนเกี่ยวกับแนวทางปฏิบัติด้านจริยธรรมที่ดีหลักปฏิบัติในบริบทของวัฒนธรรมสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย การนำเสนอเนื้อหา การมีส่วนร่วมของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผู้ชม การปฏิบัติอย่างมืออาชีพ ความสามารถในการปรับตัวและนวัตกรรม และแนวโน้มอนาคตของการตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย ซึ่งผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่มีความเป็นมืออาชีพจะสามารถดึงดูดผู้ชมผ่านระบบนิเวศดังกล่าวได้อย่างยอดเยี่ยม โดยใช้ประโยชน์จากความน่าเชื่อถือและความสัมพันธ์กับผู้ติดตาม

2. แนวทางการพัฒนามาตรฐานผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียมืออาชีพ

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา ผู้คนได้เห็นภูมิทัศน์ของการตลาดดิจิทัลได้ปฏิวัติการดำเนินธุรกิจสมัยใหม่โดยใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และอินเทอร์เน็ตเพื่อเข้าถึงผู้ชมในวงกว้างและบรรลุผลลัพธ์ที่สามารถวัดผลได้เพิ่มมากขึ้น (Agrawal, A., 2024) การตลาดบนโซเชียลมีเดียได้กลายเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับภาคธุรกิจ ช่วยให้ผู้คนสามารถโฆษณาและประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการต่าง ๆ เพื่อดึงดูดลูกค้าและเพิ่มการรับรู้ถึงผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการได้ (Khanom, M. T., 2023) ธุรกิจจึงได้รับประโยชน์จากการใช้ช่องทางการตลาดดิจิทัลที่หลากหลายโดยรวม ในขณะที่ การกำหนดเป้าหมายกลุ่มประชากรเฉพาะและเพิ่มการมีส่วนร่วมของลูกค้า การเปลี่ยนแปลงนี้นำเสนอความคุ้มค่าและการวิเคราะห์แบบเรียลไทม์ อีกทั้งยังมอบโอกาสในการทำการตลาดเฉพาะบุคคล (Passive Income Gen Z., 2023) ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย จึงกลายเป็นบุคคลที่มีผู้ติดตามจำนวนมากบนแพลตฟอร์มดิจิทัล เช่น Instagram, YouTube, TikTok และ Facebook ซึ่งเป็นผู้พัฒนาเนื้อหาที่น่าสนใจและการเชื่อมต่อของผู้ชมที่แท้จริง (Influencity, 2024) บุคคลเหล่านี้จึงมีอิทธิพลอย่างมากต่อการรับรู้ของผู้บริโภคและพฤติกรรมในการซื้อสินค้าและบริการ ทำให้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเป็นส่วนสำคัญในกลยุทธ์การตลาดสำหรับธุรกิจดิจิทัลสมัยใหม่ ในขณะที่ธุรกิจต่าง ๆ ได้ตระหนักมากขึ้นถึงศักยภาพของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียสำหรับการขยายตัวของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการและเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย (Goel, R., 2023) ความสำคัญของมาตรฐานผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียจึงกลายเป็นตัวเร่งในการส่งเสริมตลาดดิจิทัลที่เป็นมืออาชีพและมีความรับผิดชอบมากขึ้น ท้ายที่สุดจะขับเคลื่อนการตัดสินใจซื้อสินค้าและบริการนั้น ๆ

อย่างไรก็ตาม การพัฒนามาตรฐานผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียถือเป็นก้าวสำคัญในการเพิ่มความน่าเชื่อถือและผลกระทบของการเป็นผู้ประกอบการออนไลน์ในยุคดิจิทัล การสื่อสารของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียได้กลายเป็นวิชาชีพมากขึ้น มีการแยกแยะบทบาท เนื้อหา และพฤติกรรมของผู้ชม (Kolo, C., & Haumer, F., 2018) สำหรับแง่มุมต่าง ๆ ของมาตรฐานผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียมืออาชีพเกี่ยวข้องกับการมุ่งเน้นไปที่ประเด็นสำคัญหลายประการ ดังนี้

2.1 แนวทางปฏิบัติด้านจริยธรรมที่ดี

ปัจจุบัน นับว่าเป็นยุคทองของการตลาดที่ใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียได้เฟื่องฟูมากยิ่งขึ้น โดยกลายเป็นอุตสาหกรรมที่มีมูลค่าสูงในปัจจุบัน กุญแจสู่ความสำเร็จ คือ การสร้างความไว้วางใจของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียผ่านความถูกต้องและ

ความโปร่งใส ซึ่งมีความสำคัญต่อความน่าเชื่อถือ การสนับสนุนมาตรฐานทางจริยธรรม รวมถึงการหลีกเลี่ยงการเหมารวมทางเพศและการให้การสนับสนุนที่โปร่งใส เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการรักษาความไว้วางใจและการปฏิบัติตามกฎหมาย (Kuzminov, M., 2023) แม้ว่าการระเบียบจะกำหนดการกระทำที่ได้รับอนุญาต แต่จริยธรรมจะเป็นตัวกำหนดสิ่งที่ถูกต้องทางศีลธรรมและความยุติธรรมสำหรับสังคม ความแตกต่างนี้มีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียใช้อิทธิพลอย่างมากในการโน้มน้าวและดึงดูดเพื่อการจำหน่ายสินค้าและบริการที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่ ความมุ่งหวังที่จะชี้แนะผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียในการรักษาความซื่อสัตย์และความน่าเชื่อถือได้สะท้อนจากความคาดหวังทางสังคมในวงกว้างสำหรับพฤติกรรมที่มีจริยธรรมในการตลาดดิจิทัล (Rand-Hendriksen, M., 2021) การเลือกให้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่สอดคล้องกับค่านิยมทางจริยธรรมจึงเป็นสิ่งสำคัญในการปกป้องชื่อเสียงของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการด้านความคาดหวังของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีท่ามกลางการตลาดแบบให้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียมีการพัฒนา (Crowther, S., 2021) อย่างไรก็ตาม ในการตลาดที่ใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย ความท้าทายด้านจริยธรรมยังคงเป็นประเด็นที่ต้องหาคำตอบที่เป็นกึ่งกลางเนื่องจากยังไม่มีหลักจริยธรรมหรือข้อบังคับใด ๆ ที่เป็นมาตรฐานเลย (Ortová et al., 2023) และแม้ว่าการใช้ผู้มีชื่อเสียงในสังคม เช่น ดาราหรือนักแสดงจะส่งผลดี แต่การใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่เชี่ยวชาญในหัวข้อหรือแนวทางของเฉพาะเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการที่เจาะจงจะสามารถสร้างเนื้อหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวันของผู้ติดตามได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงมากในปัจจุบันเช่นกัน (Heeley, C., & McNulty, L., 2021) แนวทางของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียจึงมีความหลากหลายและมีมูลค่า ซึ่งการดำเนินธุรกิจสตาร์ทอัพ (Start-up) และเอสเอ็มอี (SMEs) ในท้องถิ่นอาจเป็นอุปสรรคในการเพิ่มยอดขายและการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายที่กว้างขวางมากยิ่งขึ้น การดำเนินการเป็นผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียด้วยตนเองจึงเป็นทางเลือกแบบหนึ่งที่จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการกระตุ้นผู้บริโภค แต่อาจเป็นเรื่องที่ต้องใช้ความพยายามและความสามารถเพื่อให้ถึงจุดหมายนั้น แต่เมื่อการตลาดผ่านผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียประสบความสำเร็จในการสร้างความเชื่อมโยงกับกลุ่มเป้าหมายเพิ่มมากยิ่งขึ้น อาจมีบางคนที่ใช้วิธีไม่สุจริตเพื่อผลประโยชน์ตนเอง เช่น ไม่เปิดเผยข้อมูลที่ถูกต้องหรือรีวิวเท็จ ซึ่งทำให้ผู้บริโภคสูญเสียความเชื่อถือ แนวทางที่เป็นไปได้สำหรับการสร้างมาตรฐานหรือบรรทัดฐานทางด้านจริยธรรม จึงมีประเด็นต่อไปที่ควรนำมาพิจารณาอย่างรอบคอบและตระหนัก

1. เมื่อผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียบนโซเชียลมีเดียแนะนำหรือสนับสนุนผลิตภัณฑ์ ควรเปิดเผยความสัมพันธ์ที่ชัดเจนและโดดเด่นกับผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ เช่น ความสัมพันธ์ส่วนตัว การจ้างงาน การได้รับเงินหรือผลิตภัณฑ์ฟรี การเปิดเผยเช่นนี้ช่วยให้คำแนะนำมีความน่าเชื่อถือและป้องกันการโฆษณาที่หลอกลวงหรือมีการแอบแฝง (Kosgei, et al., 2023) ซึ่งโดยส่วนใหญ่แนวทางดังกล่าวนี้มักถูกมองข้ามจากการนำเสนอในเนื้อหาของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเอง เมื่อเกิดผลกระทบในทางตรงกันข้ามอาจนำไปสู่ความเสียหายหรือถูกดำเนินคดีได้ ดังที่ปรากฏในภาพข่าวสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียหลายราย

2. การใช้พื้นที่ในการชี้แจงการสนับสนุนการเปิดเผยข้อมูลในตำแหน่งที่มองเห็นได้ง่าย เช่น ที่จุดเริ่มต้นของโพสต์หรือซ้อนทับกับรูปภาพและวิดีโอ จะช่วยสร้างความชัดเจนและความโปร่งใสในความเข้าใจของผู้บริโภค แนวทางปฏิบัตินี้ช่วยเพิ่มความไว้วางใจของผู้ติดตามและรับรองการปฏิบัติตามกฎหมายและมาตรฐานการโฆษณา ช่วยให้ผู้บริโภคตัดสินใจอย่างรอบรู้ ป้องกันการจัดการโดยไม่ได้ตั้งใจ และรับรองการปฏิบัติตามกฎหมายและจริยธรรมในการโฆษณา

3. การเสนอความคิดเห็นที่ตรงไปตรงมาเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และบริการของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียโดยไม่กล่าวอ้างที่เป็นเท็จหรือรับรองสิ่งที่ไม่เชื่อมั่น แนวทางนี้สนับสนุนความสัมพันธ์ที่ยั่งยืนและเสริมสร้างความถูกต้องของความพยายามทางการตลาดของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย ซึ่งสามารถส่งผลดีต่อความภักดีของผู้บริโภคและชื่อเสียงของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการในระยะยาว

4. การพัฒนาฐานข้อมูลการตลาดเพื่อติดตามและป้องกันการปฏิบัติที่ผิดจริยธรรม เช่น การซื้อผู้ติดตามปลอมหรือการสร้างเนื้อหาที่ทำให้เข้าใจผิด ถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการรักษาความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์และส่งเสริมความสัมพันธ์ที่ยั่งยืนในตลาดผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย แนวทางนี้ช่วยรักษาความสมบูรณ์ของการตลาดของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและปกป้องทั้งผู้บริโภคและผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการจากการปฏิบัติที่หลอกลวง

5. การท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่ธรรมชาติที่บริสุทธิ์ก่อนหน้านี้ ซึ่งได้รับแรงผลักดันจากผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่แสวงหาโอกาสในการถ่ายภาพที่สมบูรณ์แบบ การท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้นนี้ ซึ่งขับเคลื่อนโดยผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเป็นหลัก อาจนำไปสู่การเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่ผิดกฎหมาย เช่น การทิ้งขยะและความเสียหายต่อระบบนิเวศที่อ่อนไหว (Ketcham, C., 2019) ผลกระทบเหล่านี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการปฏิบัติด้านการท่องเที่ยวอย่างรับผิดชอบและการตระหนักรู้ในหมู่ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผู้ติดตามของตน

6. การปฏิบัติตามกฎหมายการโฆษณาหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 (Personal Data Protection Act B.E. 2562) ของไทย หรือ กฎหมายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของพลเมืองสหภาพยุโรป (GDPR (The General Data Protection Regulation) รวมถึง กฎหมายคุ้มครองนักช้อปปิ้งออนไลน์ ที่จะบังคับใช้ในวันที่ 3 ตุลาคม 2567 นี้

การกำหนดแนวทางที่ชัดเจนและกรอบการทำงานด้านจริยธรรมมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ คือ เพื่อเพิ่มความโปร่งใส และความน่าเชื่อถือในกิจกรรมทางการตลาดที่มีอิทธิพล ซึ่งการเปิดเผยโฆษณาโดยการเพิ่มความโปร่งใส ลดผลลัพธ์ด้านพฤติกรรมเชิงลบ จะสามารถส่งเสริมความไว้วางใจอย่างมากต่อผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียในโซเชียลมีเดียและผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทั้งสองฝ่าย (Balaban et al., 2022) แนวทางเชิงรุกนี้ไม่เพียงแต่ปกป้องผลประโยชน์ของผู้บริโภค แต่ยังส่งเสริมการดำเนินธุรกิจที่ยั่งยืนในหมู่ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการต่าง ๆ นอกจากนี้ แนวทางปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียพยายามที่จะปรับความพยายามทางการตลาดดิจิทัลให้สอดคล้องกับบรรทัดฐานของอุตสาหกรรมที่กว้างขึ้น เพื่อให้มั่นใจถึงความสม่ำเสมอและความน่าเชื่อถือในการบรรลุวัตถุประสงค์ทางการตลาด

2.2 หลักปฏิบัติในบริบทของวัฒนธรรมสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย

วัฒนธรรมของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียได้กลายเป็นแรงผลักดันที่สำคัญในภูมิทัศน์การตลาดดิจิทัล โดยกำหนดนิสัยของผู้บริโภค แนวโน้มทางสังคมและพฤติกรรมผ่านการเชื่อมต่อส่วนบุคคลและชุมชนออนไลน์ (IZEA, 2024) โซเชียลมีเดียจึงเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความเข้าใจทางวัฒนธรรมทั่วโลกและช่วยอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางวัฒนธรรม ความเข้าใจข้ามวัฒนธรรมและการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม แต่ก็ต้องจัดการกับความท้าทาย เช่น การบิดเบือน การแบ่งขั้ว และความปลอดภัยของข้อมูล (Wibowo, et al., 2023) แพลตฟอร์มโซเชียลมีเดีย เช่น Facebook, Instagram, TikTok, Twitter และ YouTube ต่างก็มีส่วนช่วยในการส่งเสริมวัฒนธรรม ไม่ว่าจะเป็นการสำรวจเชิงลึกและการเล่าเรื่องด้วยภาพ ไปจนถึงเนื้อหาแบบโต้ตอบและการอภิปรายระดับโลกเช่นกัน โดยแก่นแท้ของวัฒนธรรมสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียแล้วอยู่ที่การเน้นย้ำถึงความถูกต้องและความสัมพันธ์ ทำให้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียแตกต่างจากคนดังแบบดั้งเดิมด้วยความสามารถในการแสดงตนเป็นบุคคลที่เข้าถึงได้ แบ่งปันประสบการณ์ส่วนตัวและการนำเสนอเนื้อหา ส่วน Tang, M. J., & Chan, E. T., (2020) ระบุถึงสิ่งที่น่าเป็นกังวล คือ การรับชมเนื้อหาออนไลน์มากเกินไปอาจนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมโดยไม่ตั้งใจ ส่งผลให้แนวปฏิบัติและอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมของบุคคลเปลี่ยนแปลงไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป หลักปฏิบัติที่สำคัญสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความเข้าใจและเคารพวัฒนธรรมท้องถิ่น (Miller J., 2023) เน้นย้ำว่าการเข้าใจและใช้ประโยชน์จากความแตกต่างทางวัฒนธรรมในท้องถิ่นเป็นกุญแจสำคัญสำหรับการขยายธุรกิจ เนื่องจากสามารถปรับปรุงการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงจากข้อผิดพลาดทางวัฒนธรรมและเสริมสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันได้

2. การปรับแต่งเนื้อหา ในการเชื่อมต่อกับกลุ่มผู้ชมที่หลากหลายบนโซเชียลมีเดีย ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียควรสร้างเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรมโดยใช้ภาษาที่ครอบคลุม มีส่วนร่วมกับชุมชน ศึกษาประเพณีและค่านิยมทางวัฒนธรรมอย่างละเอียด พร้อมทั้งเลือกภาพหรือข้อความที่เหมาะสม รวมถึงสะท้อนความแตกต่างทางวัฒนธรรมให้เหมาะกับบริบททางวัฒนธรรมของกลุ่มผู้ชม (Eryn, 2023) ซึ่งจะสามารถสร้างคุณค่าให้กับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียระยะยาว

3. การปฏิบัติตามหลักจริยธรรมและข้อกำหนดยี่ห้อ ผู้ส่งเสริมการขายควรปฏิบัติตามกฎหมายและข้อบังคับที่เกี่ยวข้องกับการโฆษณาและการตลาดในแต่ละท้องถิ่น เช่น การเปิดเผยความสัมพันธ์ทางการค้าและการหลีกเลี่ยงการทำให้ข้อมูลเป็นเท็จ ทั้งนี้เพื่อความโปร่งใสและความเชื่อมั่นของผู้ส่งเสริมการขาย

4. การสร้างความสัมพันธ์ที่แท้จริง การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้ติดตามเป็นสิ่งสำคัญ ผู้ส่งเสริมการขายควรใช้แนวทางที่เป็นธรรมชาติและจริงใจในการสื่อสาร เช่น การแบ่งปันประสบการณ์ส่วนตัวหรือการตอบกลับความคิดเห็นของผู้ติดตามอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้จะเป็นการให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการสำหรับกลุ่มผู้บริโภคแล้ว ยังเป็นการเสริมสร้างการรับรู้การตระหนักรู้ถึงความจงรักภักดีต่อผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการในระยะยาวได้อีกด้วย

5. การใช้กลยุทธ์การตลาดที่เหมาะสม ควรเลือกกลยุทธ์การตลาดที่สอดคล้องกับความคาดหวังและพฤติกรรมของผู้บริโภคในแต่ละวัฒนธรรม เช่น การใช้เทคนิคการตลาดแบบเนทีฟ (Native Advertising) ที่เหมาะสมกับโซเชียลมีเดียและแพลตฟอร์มของแต่ละท้องถิ่น

การปฏิบัติทางวัฒนธรรมที่เหมาะสมสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเป็นสิ่งสำคัญเพราะสิ่งนี้จะช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับกลุ่มเป้าหมาย เป็นการแสดงความเคารพต่อค่านิยมและประเพณีท้องถิ่น เพิ่มความน่าเชื่อถือและความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ โดยการปรับเนื้อหาให้สอดคล้องกับบริบททางวัฒนธรรมจะช่วยลดความเข้าใจผิด เพิ่มการมีส่วนร่วมและกระตุ้นการตอบสนองเชิงบวกจากผู้ชม

2.3 การนำเสนอเนื้อหา

การตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเป็นการเล่าเรื่อง ไม่ใช่การโฆษณา โดยใช้ชุมชนที่หลากหลายของนักถ่ายวิดีโอ นักเขียน ผู้นำทางความคิดและดาราโซเชียลมีเดีย เพื่อสร้างเนื้อหาที่น่าเชื่อถือและเชื่อมั่นบนแพลตฟอร์มต่าง ๆ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เรียบง่ายต่อความเข้าใจและเข้าถึงได้ กระตุ้นการมีส่วนร่วมมากกว่าโฆษณา แต่การนำตลาดด้วยผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียต้องเผชิญกับความท้าทายเรื่องจริยธรรม การนำเสนอเนื้อหาที่ประกอบด้วยข้อเท็จจริง น่าเชื่อถือและน่าจดจำจะสามารถสนับสนุนให้การตลาดด้วยผู้มีอิทธิพลสามารถช่วยให้ผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับผู้บริโภคและเพิ่มยอดขายได้ถ้าวางแผนและดำเนินการอย่างเหมาะสม (Heeley, C., & McNulty, L., 2021) กลยุทธ์หลักสำหรับการพัฒนาเนื้อหา คือ การเล่าเรื่องเพื่อเชื่อมโยงทางอารมณ์ การถ่ายทอดเบื้องหลังเพื่อความสมจริง การสร้างเนื้อหาที่ผู้ใช้จริงสร้างขึ้นเพื่อมีส่วนร่วมของชุมชน เนื้อหาทางการศึกษาเพื่อเพิ่มมูลค่า รวมถึงการสนับสนุนคุณลักษณะเชิงโต้ตอบ เช่น แบบสำรวจและทดสอบสำหรับการเข้าร่วม การแจกของรางวัลเพื่อเพิ่มปฏิสัมพันธ์ รวมถึงข้อความที่สร้างแรงบันดาลใจที่สะท้อนถึงค่านิยมและอารมณ์ขึ้นเพื่อการเชื่อมต่อส่วนบุคคล แนวทางเหล่านี้สามารถช่วยส่งเสริมความสัมพันธ์ของผู้ชมอย่างแท้จริง สนับสนุนผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มการเติบโตในระยะยาวได้ดี (Rivera, M., 2023) การพัฒนามาตรฐานคุณภาพเนื้อหาสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่ประสบความสำเร็จจึงเกี่ยวข้องกับขั้นตอนสำคัญหลายขั้นตอนและการพิจารณาเพื่อให้แน่ใจว่ามีความสอดคล้อง ความถูกต้องและประสิทธิภาพ เริ่มจาก

1. กำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน เช่น การเพิ่มการมีส่วนร่วม การสร้างการรับรู้ถึงผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ หรือการกระตุ้นการเปลี่ยนแปลง สามารถช่วยแนะนำประเภทของเนื้อหาที่ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียจะสร้างและผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่จะร่วมงานด้วยอย่างมีประสิทธิภาพ

2. กลยุทธ์การพัฒนาเนื้อหา โดยการกำหนดประเภทเนื้อหาเฉพาะที่สอดคล้องกับเป้าหมายของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการและต้องโดนใจผู้ชม ตัวเลือกต่าง ๆ เช่น เนื้อหาที่มีผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการร่วมกัน บทวิจารณ์หรือบทสัมภาษณ์ การเผชิญสถานการณ์จริงของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียหรือการนำเนื้อหาผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียไปใช้ใหม่ (Barker, S., 2017) สามารถเพิ่มความน่าสนใจและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการตลาดผ่านงานโฆษณาได้

3. กำหนดหลักเกณฑ์คุณภาพเนื้อหาที่ชัดเจนรวมถึงมาตรฐานสำหรับเนื้อหาที่เป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก หรืออินโฟกราฟิก น้ำเสียงและการพิจารณาด้านจริยธรรม จะช่วยให้เนื้อหาที่มีคุณภาพสูงและสอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนด

4. การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการโต้ตอบกับผู้ชมผ่านเนื้อหาที่น่าสนใจ ซึ่งอาจรวมถึงคำพูดที่กระตุ้นการตัดสินใจ การตอบกลับความคิดเห็นและการส่งเสริมชุมชนรอบเนื้อหา ผลที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต คือ การเพิ่มความผูกพันของผู้ชม การกระตุ้นการตัดสินใจซื้อและการเสริมสร้างชุมชน

5. ควรตั้งคำถามเพื่อวัดความสำเร็จของความพยายามด้านเนื้อหา ซึ่งอาจรวมถึงอัตราการมีส่วนร่วม อัตราการคลิกผ่านและการวิเคราะห์ความรู้สึกจากการแสดงออกเชิงสัญลักษณ์ทั้งนี้เพื่อวัดการตอบสนองของผู้ชมและแนะนำปรับกลยุทธ์ให้เหมาะสม

มาตรฐานเบื้องต้นเหล่านี้สามารถสร้างชื่อเสียงที่น่าติดตามสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้ชม การสื่อสารข้อความของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการที่โดนใจผู้ติดตามและแพลตฟอร์ม Instagram มีความเหมาะสมสำหรับการนำเสนอเนื้อหาผ่านวิดีโอและภาพที่ง่ายต่อการเข้าถึง โดยมีผู้ใช้งานหนึ่งพันล้านคนต่อเดือน และเป็นที่อยู่ของนักเคลื่อนไหว บุคคลสาธารณะและนักกีฬา นอกจากนี้ยังเป็นแพลตฟอร์มที่สะดวกสบายในการโปรโมตและสร้างความสนุกสนาน (Influencer Marketing Hub, 2024) ซึ่งการประเมินมูลค่าของการพัฒนาเนื้อหาให้ข้อมูลกับผู้บริโภคโดยตรงไปตรงมานั้นเป็นสิ่งสำคัญ สามารถสร้างสมดุลกับผู้มีอิทธิพลเชิงบรรทัดฐานสำหรับกลยุทธ์การโฆษณาที่มีประสิทธิภาพในยุคโซเชียลมีเดีย (Gu, C., & Duan, Q., 2024) และการควบคุมเนื้อหาผ่านกลไกเอกสารสัญญาทางกฎหมายจะเป็นทางออกที่ให้ความเป็นธรรมสำหรับการดำเนินงานของทุกฝ่าย (Goanta, C., & Wildhaber, I., 2020)

2.4 การมีส่วนร่วมของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผู้ชม

การมีส่วนร่วมของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผู้ชม หมายถึง การโต้ตอบ เช่น การถูกใจ ความคิดเห็น การแชร์ และการคลิกบนโพสต์บนโซเชียลมีเดีย การประเมินประสิทธิภาพของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียนอกเหนือจากการวัดอย่างผิวเผิน เช่น ผู้ติดตามหรือแฮชแท็กถือเป็นสิ่งสำคัญ (Alain, T., 2023) และการใช้ประโยชน์จากผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียบนโซเชียลมีเดียก็ถือเป็นหัวใจสำคัญของกลยุทธ์การตลาดที่มีประสิทธิภาพ ความสำเร็จไม่ได้ขึ้นอยู่กับการรักษาความเป็นหุ้นส่วนเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความร่วมมือของผู้มีอิทธิพลและผู้ชมด้วยเช่นกัน (Esguerra, N., 2024) การส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ของผู้ชมโดยการสร้างแรงจูงใจในเนื้อหาที่น่าสนใจจะสามารถเสริมสร้างการเชื่อมโยงผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการกับผู้มีโอกาสเป็นลูกค้าในอนาคต มีหลากหลายแนวทางที่เป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วม ตัวอย่าง เช่น

1. การสร้างแฮชแท็กที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการหรือโปรโมชันเฉพาะ จะช่วยให้การติดตามและการวัดผลกระทบจากการแชร์ของผู้ติดตามทำได้ง่ายขึ้นและเพิ่มการมองเห็นของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ
2. อาจใช้วิธีการแข่งขันที่ผู้ติดตามต้องมีส่วนร่วมในการสร้างเนื้อหา ซึ่งการจัดการแข่งขันที่กระตุ้นให้ผู้ติดตามสร้างเนื้อหาของตัวเองจะช่วยเสริมสร้างการมีส่วนร่วมและสร้างความสัมพันธ์ที่แน่นแฟ้นยิ่งขึ้น
3. สร้างความกระตือรือร้นให้กับผู้ติดตามโดยเสนอรางวัล การเสนอรางวัลหรือส่วนลดพิเศษจะกระตุ้นให้ผู้ติดตามมีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรมและแชร์เนื้อหา
4. สร้างเนื้อหาเกี่ยวกับประสบการณ์ของผู้ใช้จริงกับผลิตภัณฑ์หรือบริการและใช้เนื้อหาที่สร้างโดยผู้ใช้นี้ในการโพสต์บนช่องทางโซเชียล จะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของผลิตภัณฑ์หรือบริการในสายตาของผู้ติดตาม
5. สิ่งสำคัญ คือ การตอบกลับความคิดเห็นและการแสดงความคิดเห็นจากผู้ติดตามอย่างทันทั่วถึง จะช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนออนไลน์และเพิ่มความพึงพอใจของผู้ติดตาม

การสร้างความสัมพันธ์และการโต้ตอบในโพสต์บนโซเชียลมีเดียโดยการเข้าร่วมกดไลค์ แชร์ และคอมเมนต์จะเป็นตัวบ่งชี้สำคัญที่แสดงถึงความสนใจและการให้ความเชื่อมั่นของผู้ชมต่อเนื้อหาของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย ในทางตรงกันข้ามการศึกษาของ แฟนและคณะ (Fan et al., 2023) พบว่า การใช้รูปภาพในโพสต์มีผลต่อการมีส่วนร่วมน้อยกว่าคอนเทนต์ที่เป็นข้อความสำหรับในประเทศการตลาดที่ใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียในจีนและยืนยันว่าความยาวของโพสต์และรูปภาพประกอบอาจไม่จำเป็นสำหรับการเพิ่มจำนวนยอดไลค์ อย่างไรก็ตามอัตราการมีส่วนร่วมอาจมีความแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ

เช่น ระดับผู้มีอิทธิพล (เช่น ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียระดับไมโครเทียบกับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียระดับมหภาค) และแพลตฟอร์มโซเชียลมีเดีย ผู้มีอิทธิพลรายย่อยมักจะได้รับมีส่วนร่วมที่สูงขึ้นเนื่องจากมีผู้ชมเฉพาะกลุ่มและความสามารถในการโต้ตอบส่วนบุคคล ในขณะที่ผู้ติดตามปลอมอาจทำให้ดัชนีการมีส่วนร่วมของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียสูงเกินความเป็นจริง ซึ่งอาจทำให้ผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการเข้าใจผิดเกี่ยวกับการเข้าถึงและผลกระทบที่แท้จริงของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียนั้น รวมถึงชุมชนของผู้ชม

2.5 การปฏิบัติอย่างมืออาชีพ

ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียได้ถูกกำหนดนิยามใหม่ของความเป็นมืออาชีพผ่าน “ความเป็นมืออาชีพแบบผสมผสาน” โดยผสมผสานตัวชี้วัดที่ขับเคลื่อนด้วยแพลตฟอร์มออนไลน์ต่าง ๆ การแสดงออกทางพฤติกรรมและการดำเนินการร่วมกันอย่างสร้างสรรค์กับแพลตฟอร์มหรือผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ โดยเน้นย้ำถึงความถูกต้องของข้อมูล ข้อเท็จจริงและจริยธรรม บุคคลที่มีอิทธิพลในฐานะนักแสดงที่มีพลังซึ่งกำหนด “ความเป็นมืออาชีพ” เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของสาธารณะและผลกระทบทางสังคมที่กำลังอาจเกิดขึ้น (Sedda, P., & Husson, O., 2023) ความเป็นมืออาชีพในหมู่ผู้มีอิทธิพลยังมีความสัมพันธ์กับการเข้าถึงผู้ชมและได้รับอิทธิพลจากลักษณะของผู้ประกอบการ เช่น การทำงานเชิงรุกและการกล้าเสี่ยง ควบคู่ไปกับการวางแผน ผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการที่ยอดเยี่ยม ซึ่งโดดเด่นด้วยการไม่ฝึกฝายใดในตลาดและการมีส่วนร่วมกับผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการตามแนวคิดในตนเองจะมีคุณค่าอย่างยิ่ง ซึ่งอาจประกอบด้วย การเปิดกว้าง การมีจิตสำนึก การแสดงออกที่สร้างสรรค์และความรับผิดชอบ (Kolo et al., 2022) บาลาบันและซัมโบลิกส์ (Balaban, D. C., & Szabolics, J., 2022) ได้สนับสนุนแนวทางนี้โดยเน้นว่าความเป็นมืออาชีพไม่ได้ทำให้ความถูกต้องลดลง แต่จะช่วยเพิ่มเอกลักษณ์และความแตกต่างผ่านกลยุทธ์การสร้างผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการส่วนบุคคล ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียต้องจัดลำดับความสำคัญในการรับรองผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับค่านิยมของตนเองและผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการและเน้นความโปร่งใสในการสนับสนุนเพื่อรักษาความถูกต้องอย่างตระหนัก การศึกษาของ ซองและโรเจอร์ส (Song, A., & Rogers, J., 2023) พบว่า หนึ่งในกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกฎหมายในการกำกับดูแลผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียนับว่าเป็นปรากฏการณ์สำคัญที่ทำหยาความความเป็นมืออาชีพของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย ซึ่งการบังคับใช้กฎหมายจะปรับเปลี่ยนไปตามแนวทางปฏิบัติ ร่วมกันแบ่งปันความเชี่ยวชาญและสร้างอัตลักษณ์ทางวิชาชีพในพื้นที่ดิจิทัลใหม่ ๆ การเปลี่ยนแปลงนี้จะส่งผลกระทบต่อความเป็นมืออาชีพแบบดั้งเดิมแน่นอน โดยเฉพาะจริยธรรมทางกฎหมาย กฎระเบียบและเส้นทางอาชีพในรูปแบบที่ไม่เคยมีมาก่อน ดังนั้นองค์ประกอบของความเป็นมืออาชีพสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียบางประการจึงประกอบด้วย

1. การส่งเสริมผลิตภัณฑ์ที่ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเชื่อมั่นและเคยมีประสบการณ์จริงจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจจากผู้ติดตาม ในขณะที่การหลีกเลี่ยงการใช้กลยุทธ์ที่หลอกลวงหรือข้อมูลที่ไม่เป็นความจริงจะป้องกันความเสี่ยงในการเสียชื่อเสียงและปัญหาทางกฎหมายที่อาจเกิดขึ้นได้

2. การเปิดเผยความสัมพันธ์ระหว่างผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียกับผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจนจะช่วยให้ผู้ติดตามเข้าใจถึงแรงจูงใจในการโฆษณาผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะเพิ่มความโปร่งใสและลดความรู้สึกถูกหลอกลวง ทำให้การมีส่วนร่วมและการตอบสนองเชิงบวกต่อการโปรโมตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

3. การตรวจสอบข้อเท็จจริงเพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์จะช่วยป้องกันการเผยแพร่ข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง เพิ่มความเชื่อมั่นในเนื้อหาที่แชร์และปกป้องผู้ติดตามจากการได้รับข้อมูลที่ผิดพลาด

4. การสร้างข้อตกลงที่ชัดเจนระหว่างผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการที่ระบุความคาดหวัง จะช่วยกำหนดความคาดหวังและความรับผิดชอบได้อย่างชัดเจน ป้องกันข้อพิพาทที่อาจเกิดขึ้นและทำให้กระบวนการทำงานเป็นไปอย่างราบรื่น

5. การจัดการข้อมูลส่วนบุคคลอย่างรับผิดชอบตามกฎหมายความเป็นส่วนตัว ช่วยปกป้องความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ สร้างความเชื่อมั่น ป้องกันการละเมิดทางกฎหมาย เพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า และส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กร

ความเป็นมืออาชีพของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียบนโซเชียลมีเดียจึงเป็นเรื่องเกี่ยวกับการรักษาความซื่อสัตย์ ความสม่ำเสมอ การประพฤติปฏิบัติอย่างมีจริยธรรมและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างความไว้วางใจและความน่าเชื่อถือกับผู้ชมและพันธมิตร ผลลัพธ์ที่สินค้าหรือบริการพฤติกรรมและการแสดงออกบนหน้าจอ

โดยส่วนใหญ่แล้วอาชีพของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย คือ “พฤติกรรมและการแสดงออกบนหน้าจอ” โดยเน้นย้ำถึงบทบาทที่สำคัญของการแสดงออกทางสีหน้าและพฤติกรรมเชิงบวก ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียจึงเป็นนักการตลาดมืออาชีพและควรตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีใบหน้าที่มีความสุขในบรรยากาศและนำเสนอเนื้อหาที่ได้รับการปรับปรุงทัศนคติที่ดีต่อผลลัพธ์ที่สินค้าหรือบริการของผู้ชม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่พบว่ามิจัดแข่งของผลลัพธ์ที่สินค้าหรือบริการได้รับความนิยมต่ำ ซึ่งการส่งเสริมกิจกรรมที่สนุกสนานจะสามารถส่งเสริมใบหน้าที่ยิ้มแย้มและการมีส่วนร่วมของผู้บริโภคได้ดีขึ้น (Nanne et al., 2021) ในขณะที่ความสุขภาพเชิงบวกมักจะเป็นกลยุทธ์ที่พบได้หลากหลายที่สุดสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่สื่อถึงความเป็นมืออาชีพ ส่วนเพศไม่ได้เป็นปัจจัยกำหนดลักษณะทางภาษาและกลยุทธ์ด้านความสุขภาพ ปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรม ได้แก่ ความใกล้ชิดของความสัมพันธ์ ภูมิหลังทางวัฒนธรรม ความเชี่ยวชาญในการนำเสนอเนื้อหาและระดับการศึกษา (Sharma, M., 2021) แต่จากการศึกษาของลี และอีโকারี (Lee, M. T., & Theokary, C., 2021) กลับพบว่า ผู้ชมมักจะมุ่งเน้นไปที่ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียระดับซูเปอร์สตาร์และให้ความสำคัญกับรูปแบบของการใช้ภาษาและการถ่ายทอดทางอารมณ์มากกว่าความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาในการขับเคลื่อนการเข้าชมและผู้ติดตาม ดังนั้นจึงเป็นความพยายามอย่างมากสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียหน้าใหม่ที่จะได้รับการแจ้งเกิดหรือการยอมรับในแวดวงวิชาชีพนี้ พฤติกรรมและการแสดงออกบนหน้าจอบางประการสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่มีความเป็นมืออาชีพจึงมีความและมีลักษณะที่หลากหลาย เช่น

1. การแสดงออกถึงความเป็นธรรมชาติและความน่าเชื่อถือ ผู้มีอิทธิพลบนโซเชียลมีเดียมักจะแสดงความเป็นธรรมชาติและมีความน่าเชื่อถือในการแชร์เนื้อหา ซึ่งช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่เชื่อถือได้กับผู้ติดตาม
2. การแสดงทางอารมณ์ที่สื่อถึงความจริงใจและความน่าสนใจ ผู้มีอิทธิพลบนโซเชียลมีเดียมักจะแสดงความจริงใจในการแสดงออกและเนื้อหาที่น่าสนใจที่สามารถดึงดูดความสนใจจากผู้ติดตามได้
3. ความกระตือรือร้นและการมุ่งมั่น ผู้มีอิทธิพลบนโซเชียลมีเดียมีการกระตือรือร้นและการมุ่งมั่นในการแสดงออกและผลิตเนื้อหาที่มีคุณภาพ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มเป้าหมาย
4. การแสดงความคิดเห็นและสีหน้าท่าทาง ผู้มีอิทธิพลบนโซเชียลมีเดียมักจะแสดงความคิดเห็นที่ชัดเจนและมีประสาทหน้าที่เข้มงวด ใช้ภาษาและการสื่อสารที่เข้าใจง่ายและเข้าถึงได้สำหรับกลุ่มเป้าหมายเพื่อสร้างการติดต่อและประสบการณ์ที่มีความหลากหลายให้กับผู้ติดตาม
5. การใช้นาเสียงทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการเพื่อเสริมสร้างความคุ้นเคยและเป็นกันเองที่แสดงถึงความอบอุ่นและเป็นมิตรจะได้รับความใส่ใจเป็นพิเศษจากกลุ่มผู้ชมในวงกว้าง ในขณะที่ การแสดงออกถึงอารมณ์ขันหรืออารมณ์ที่รุนแรงมักมีเสียงต่อจริยธรรมและกฎหมายรวมถึงความคงทนในหมู่ผู้ให้การติดตามในระยะยาว

การศึกษาลักษณะเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเข้าใจถึงการทำงานและการพฤติกรรมของตนเองเพื่อความเป็นมืออาชีพได้ดียิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้ในการวางกลยุทธ์การตลาดและการสร้างเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพการทำงานร่วมกันกับผลลัพธ์ที่สินค้าหรือบริการ

ในขณะที่ความร่วมมือกับผลลัพธ์ที่สินค้าหรือบริการที่มีชื่อเสียงมีผลที่สำคัญต่อการปรับปรุงทัศนคติของผู้บริโภคและและการรับรู้ความน่าเชื่อถือของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริหารผลลัพธ์ที่สินค้าหรือบริการและผู้ตัดสินใจในการตลาดเข้าใจถึงการเลือกให้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียอย่างมีประสิทธิภาพ และสร้างกลยุทธ์การสื่อสารที่เหมาะสมเพื่อสร้างผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือและมีผลต่อการตลาด (Ibáñez-Sánchez et al., 2021) การส่งเสริมความสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันระหว่างผู้มีอิทธิพลและผลลัพธ์ที่สินค้าหรือบริการจะยึดตามความเคารพซึ่งกันและกัน ความไว้วางใจ และเป้าหมายร่วมกันเพื่อผลลัพธ์ทางการตลาดที่มีประสิทธิภาพ แต่การศึกษาของโทมัส และคณะ (Thomas et al., 2023) กลับพบว่า ผู้มีอิทธิพลมักทำงานร่วมกับ

พันธมิตรที่มีสถานะต่างกัน เมื่อผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียมีสถานะสูงกว่าผู้ทำงานร่วมกัน จะสามารถลดการรับรู้ถึงแรงจูงใจในการรับใช้ตนเองในการทำงานร่วมกันของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ ขณะเดียวกันก็เพิ่มการรับรู้ที่เห็นแก่ผู้อื่นในการทำงานร่วมกันของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและเพื่อนร่วมอาชีพ การทำงานร่วมกันของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียทำหน้าที่เป็นพันธมิตรของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ โดยมีสถานะการส่งสัญญาณตัวชี้วัดทางการตลาดและมีอิทธิพลต่อการรับรู้ของผู้บริโภคทั้งต่อผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการและผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเอง

อย่างไรก็ตามผู้บริโภคจะยังคงตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย ความน่าดึงดูด และคุณภาพของเนื้อหาที่ได้รับการรับรอง รวมถึงผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการที่ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียทำงานร่วมกัน แม้จะเป็นการขาดความน่าเชื่อถือของผู้ที่เฝ้าระวังในโลกออนไลน์ก็ตาม (Al-Qatami, M. M. J., 2019) ในทางตรงกันข้าม การลวงละเมิดโดยผู้มีอิทธิพลเองจะส่งผลเสียต่อผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการที่ได้รับการรับรอง ในขณะที่การลวงละเมิดโดยผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการก็จะลดความน่าเชื่อถือหรือความเชื่อมั่นของผู้มีอิทธิพลและความสัมพันธ์แบบสังคมนิยมกับผู้ติดตามก็จะลดน้อยลงเช่นกัน ความเสี่ยงร่วมกันนี้ได้นำมาสู่ความเปราะบางของความไว้วางใจในความสัมพันธ์ระหว่างผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียกับผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ (Reinikainen et al., 2021) ซึ่งอาจส่งผลต่อพลวัตของความไว้วางใจทางสังคมสาธารณะในวงกว้างหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องหรืออาจรวมถึงกฎหมายในสังคมของชุมชนออนไลน์ ดังที่เห็นในภาพประเด็นข้อกังวลตามสื่อต่าง ๆ

2.6 ความสามารถในการปรับตัวและนวัตกรรม

วงการโฆษณาบนโซเชียลมีเดียกำลังเติบโตอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียไม่เพียงแต่เป็นตัวกลางในการโฆษณาผลิตภัณฑ์และบริการ แต่ยังเป็นนักสร้างเนื้อหาที่มีพลังสร้างสรรค์ในการสร้างความสนใจและความน่าเชื่อถือจากผู้ติดตามของตนเองด้วย ซึ่งความสามารถในการปรับตัวมีความสำคัญในการปรับปรุงเพื่อตอบสนองต่อแนวโน้มและความต้องการของตลาด ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียจะสามารถปรับเปลี่ยนเนื้อหาและการสื่อสารให้เข้ากับกลุ่มเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วด้วยไหวพริบและมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ได้ คือ ความเชื่อถือได้ในแวดวงของการตลาด ในขณะที่ การปรับตัวและความยืดหยุ่นรวมถึงการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและวัฒนธรรมที่ยอมรับความยืดหยุ่นในการตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียโดยการให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์และมักจะอยู่เหนือบรรทัดฐานของผู้มีอิทธิพลแบบดั้งเดิมอย่างน่าสนใจ (Houghton, D., 2021) การสร้างทีมงานที่แข็งแกร่งบนความร่วมมือจะทำให้เกิดความมั่นคงและการแก้ปัญหาาร่วมกันในสถานการณ์ที่ไม่คาดฝันของทีม (Kori, A., 2024) อย่างไรก็ตามแนวทางของการปรับตัวต่อแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น ปัญญาประดิษฐ์และ (AI) เทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จะเข้ามามีบทบาทในการสร้างประสบการณ์และเชื่อมโยงกับผู้ติดตามให้มีความสัมพันธ์ที่ลึกซึ้งและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและจะเป็นความจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมในการส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียในอนาคต ดังนั้นช่องทางของการปรับตัวและนวัตกรรมของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย จึงมีอาจประกอบด้วย

1. การยอมรับการเปลี่ยนแปลง ปรับให้เข้ากับฟีดแบ็กและเทรนด์ของโซเชียลมีเดียใหม่ ๆ เช่น Instagram Reels หรือเครื่องมือสร้างสรรค์ของ TikTok เพื่อสร้างสรรค์กลยุทธ์เนื้อหาของตนเอง
2. ทำความเข้าใจกับกลุ่มเฉพาะของตนเองให้มากยิ่งขึ้น โดยการให้ความสนใจและพฤติกรรมของผู้ชมจะช่วยปรับแต่งเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องท่ามกลางแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปภายในกลุ่มเฉพาะ
3. ติดตามความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรมผ่านการสัมมนาผ่านเว็บ หลักสูตร และผู้นำทางความคิดเพื่อปรับแต่งทักษะและกลยุทธ์ของตนเอง
4. การโต้ตอบกับผู้ชมอย่างใส่ใจผ่านความคิดเห็น โพล และข้อความเพื่อรวบรวมคำติชมและปรับแนวทางที่เหมาะสม
5. สร้างเครือข่ายและการทำงานร่วมกัน เป็นการสร้างความสัมพันธ์ภายในชุมชนของผู้มีอิทธิพลเพื่อมอบโอกาสในการนำเสนอข้ามช่องและแนวคิดเนื้อหาใหม่ ๆ ที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการปรับตัว

ในการตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย ความสามารถในการปรับตัวและนวัตกรรมสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียทำให้สามารถตอบสนองต่อแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ การบูรณาการใช้

เทคโนโลยี เช่น ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและเสนอแนวทางการปรับปรุงกิจกรรมที่ตอบสนองต่อความต้องการของตลาดจะเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการเชื่อมโยงและสร้างความสัมพันธ์ที่มีคุณค่ากับกลุ่มเป้าหมายในวงกว้างและน่าติดตามยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม ช่องทางโซเชียลมีเดียยอดนิยมและรูปแบบของการโฆษณาที่ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียจำเป็นต้องทราบมีดังนี้

Facebook เหมาะสมกับรูปแบบโฆษณาที่หลากหลาย วัตถุประสงค์ที่หลากหลาย

Instagram เหมาะสมกับโฆษณาที่เน้นภาพ ประสบการณ์ที่สมจริง

TikTok เหมาะสมกับโฆษณาวิดีโอที่น่าดึงดูด การตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย

Twitter เหมาะสมกับการมีส่วนร่วมแบบเรียลไทม์ด้วยรูปแบบโฆษณาที่หลากหลาย

LinkedIn เหมาะสมกับการกำหนดเป้าหมาย B2B (Business-to-Business)

Snapchat เหมาะสมกับโฆษณาเชิงโต้ตอบ เน้นกลุ่มประชากรอายุน้อย

Pinterest เหมาะสมกับการโฆษณาแบบภาพ การซื้อที่ขับเคลื่อนด้วยแรงบันดาลใจ

2.7 แนวโน้มอนาคตของการตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย

การตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเป็นกลยุทธ์ที่ทรงพลังและมีการพัฒนา ซึ่งจำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการต่าง ๆ ในการรักษาความได้เปรียบทางการแข่งขัน และส่งเสริมการเชื่อมต่อที่มีความหมายกับผู้ชม ในขณะที่ภูมิทัศน์ทางดิจิทัลและพฤติกรรมผู้บริโภคเปลี่ยนแปลงไป บุคคลที่มีอิทธิพลในโลกออนไลน์จึงทวีความสำคัญมากขึ้น (Harshita, 2024) แม้ว่าการใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียจะมีความนิยมมากขึ้น แต่ยังคงพบกับความท้าทาย เช่น อุดมคติซึ่งมีจำนวนผู้มีอิทธิพลที่เพิ่มขึ้นอย่างไม่เคยมีมาก่อน การรักษาความถูกต้องและจริยธรรมในกิจกรรมยังเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการสร้างความสัมพันธ์ที่แท้จริงกับผู้ติดตามความสามารถในการปรับตัวและนวัตกรรมสำหรับผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียในการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น อวตารของปัญญาประดิษฐ์ (AI) และ เทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและสร้างประสบการณ์ที่ดื่มด่ำ (Smith, A., 2024) ทำให้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียสามารถเชื่อมโยงกับผู้ชมได้อย่างมีประสิทธิภาพและสร้างความสัมพันธ์ที่แท้จริงและยั่งยืนในตลาดที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สิ่งนี้จึงเป็นการแนะนำที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการสามารถเชื่อมโยงกับแนวโน้มใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและนำเสนอประสบการณ์ที่มีการสื่อสารเชิงรุกอย่างมีความสำคัญเพื่อสร้างความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งกับผู้ติดตาม (Temertzoglou, V., 2024) จากการเพิ่มขึ้นของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเสมือนจริง ผ่านอวตารของปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีเสมือนจริง ทำให้เนื้อหาได้รับการยกระดับให้มีความเป็นจริงเสริม ความสำคัญที่เพิ่มขึ้นของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดีย รายย่อย ความถูกต้อง กลยุทธ์ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ความร่วมมือระยะยาว การยอมรับกระแสหลักและกฎระเบียบที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้ร่วมกันกำหนดอนาคตของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียในการตลาดร่วมสมัย ซึ่งผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ ต่าง ๆ จะต้องปรับตัวเพื่อรักษาความได้เปรียบทางการแข่งขันและสร้างความสัมพันธ์ที่มีความหมายกับชุมชนของผู้ชม และจากการเปิดเผยของศูนย์กลางการตลาดที่มีอิทธิพล (Influencer Marketing Hub, 2024) ระบุว่า การมีส่วนร่วมและกิจกรรมของผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของ Instagram โดดเด่นด้วยการอัปโหลดรูปภาพและวิดีโอกว่า 95 ล้านครั้งต่อวัน ทำให้เกิดการกดถูกใจมากกว่า 4.2 พันล้านครั้ง ตอกย้ำถึงศักยภาพในการโฆษณาอันมหาศาล โดยมีผู้ใช้ Stories รายวันมากกว่า 996 ล้านคน และการใช้จ่ายด้านการตลาดผ่านผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่สำคัญ ทำให้ Instagram เป็นแพลตฟอร์มชั้นนำสำหรับกิจกรรมดังกล่าว ในปี 2566 ที่ผ่านมา และจากการคาดการณ์ของ ซานโตร่า (Santora, J., 2024) ในปี 2024 นี้ เทรนด์การตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียก็ยังคงเน้นเกี่ยวกับการบูรณาการใช้ปัญญาประดิษฐ์และเกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของผู้สร้างข้ามแพลตฟอร์มรวมถึงบทบาทของการช้อปปิ้งสด ผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการต่าง ๆ ต้องแสวงหาความร่วมมือจากผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียอย่างต่อเนื่อง เพิ่มการใช้จ่ายของ TikTok หรือแพลตฟอร์มอื่น ๆ และขึ้นขอบวิดีโอสั้น ๆ ความหลากหลายและผู้มีอิทธิพลเฉพาะทางจึงเป็นกุญแจสำคัญแห่งการเติบโต ในขณะที่ข้อตกลงตามประสิทธิภาพเติบโตขึ้นซึ่งสะท้อนถึงการมุ่งเน้นในอุตสาหกรรมผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียที่มีมูลค่าสูงนี้ไป

ที่กลยุทธ์ของผู้มีอิทธิพลที่มีประสิทธิภาพ หลากหลายและไม่หยุดนิ่ง ดังนั้น กลยุทธ์สู่ความสำเร็จจึงมุ่งเน้นไปที่การวางแผนเชิงกลยุทธ์ การเลือกผู้มีอิทธิพลที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลและแนวทางเนื้อหาที่สร้างสรรค์ มีจริยธรรม ความถูกต้องและความไว้วางใจ และด้วยการรวมการตลาดแบบใช้ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียเข้ากับโฆษณาแบบชำระเงินทันที ผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการต่าง ๆ จะสามารถสร้างประสบการณ์สุดพิเศษที่กลุ่มเป้าหมายจะสังเกตเห็นและจดจำได้นานยิ่งขึ้น

3. บทสรุป

การพัฒนามาตรฐานผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียให้มีความเป็นมืออาชีพและยั่งยืนเป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อการสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคและผู้สนับสนุน การสร้างมาตรฐานที่มีความเป็นรูปธรรมสามารถอ้างอิงได้ควรพิจารณาจากหลายมิติที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวทางปฏิบัติด้านจริยธรรมที่ดี

- ความโปร่งใสและการเปิดเผยข้อมูล ผู้ส่งเสริมการขายควรเปิดเผยความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการหรือสินค้าที่มีการโปรโมตอย่างชัดเจน เช่น การระบุว่าเป็นสปอนเซอร์หรือโฆษณา ซึ่งจะช่วยสร้างความโปร่งใสและความเชื่อมั่นกับผู้ชม

- ความจริงและความถูกต้องของข้อมูล ควรใช้ข้อมูลที่ถูกต้องและไม่หลอกลวงหรือบิดเบือนการนำเสนอเนื้อหาสินค้าและบริการ การรักษาความซื่อสัตย์สุจริตในข้อมูลจะช่วยสร้างความเชื่อมั่นในระยะยาว

- ความรับผิดชอบต่อสังคม ผู้ส่งเสริมการขายควรคำนึงถึงผลกระทบต่อสังคม เช่น ไม่ส่งเสริมการใช้สินค้าที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมความรู้และพฤติกรรมที่ดีในสังคม

2. หลักปฏิบัติในบริบทของวัฒนธรรม (Cultural Context Practices)

- การปรับตัวให้เหมาะสมกับวัฒนธรรมท้องถิ่น เนื้อหาควรมีการปรับให้เหมาะสมกับวัฒนธรรม ประเพณี และความเชื่อของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะทำให้เนื้อหามีความหมายและมีความสัมพันธ์มากขึ้น

- การเคารพต่อความหลากหลายและความแตกต่าง การเคารพต่อวัฒนธรรม ประเพณี และความคิดเห็นของผู้ชมเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างการมีส่วนร่วมที่ดี การแสดงออกอย่างมีมารยาทและไม่ดูถูกหรือเลือกปฏิบัติต่อกลุ่มคนอื่น

3. แนวทางการนำเสนอเนื้อหา (Content Presentation)

- ความคิดสร้างสรรค์และความน่าสนใจ การนำเสนอเนื้อหาควรมีความคิดสร้างสรรค์และน่าสนใจเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้ชม และช่วยให้เนื้อหานั้นถูกจดจำได้ในระยะยาว

- การใช้รูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย การใช้สื่อที่หลากหลาย เช่น วิดีโอ ภาพนิ่ง บทความ หรือการถ่ายทอดสด เพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายและตอบสนองต่อความต้องการที่หลากหลายของผู้ชม

4. การมีส่วนร่วมของผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียและผู้ชม (Engagement)

- การสื่อสารแบบสองทาง ควรส่งเสริมให้ผู้ส่งเสริมการขายมีการสื่อสารแบบสองทางกับผู้ชม เช่น การตอบกลับความคิดเห็นหรือคำถามอย่างรวดเร็วและสุภาพ เพื่อสร้างความรู้สึกที่ผู้ชมมีความสำคัญ

- การสร้างชุมชนออนไลน์ ส่งเสริมการสร้างชุมชนที่ผู้ชมสามารถมีส่วนร่วมและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ซึ่งจะช่วยสร้างความรู้สึกของความเป็นส่วนหนึ่งและความภักดีต่อผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ

5. การปฏิบัติอย่างมืออาชีพ (Professional Conduct)

- การวางแผนและการจัดการเวลา ควรมีการวางแผนเนื้อหาและการจัดการเวลาในการโพสต์อย่างเป็นระบบ เพื่อให้มีการยกระดับเนื้อหาที่สม่ำเสมอและคงความสนใจของผู้ชม

- การศึกษาและพัฒนาทักษะ การพัฒนาทักษะทางเทคนิคและการสื่อสาร รวมถึงการศึกษาเกี่ยวกับแนวโน้มและเครื่องมือใหม่ ๆ ในโซเชียลมีเดีย จะช่วยให้ผู้ส่งเสริมการขายมีความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง

6. ความสามารถในการปรับตัวและนวัตกรรม (Adaptability and Innovation)

- การติดตามและวิเคราะห์แนวโน้ม ควรมีการติดตามและวิเคราะห์แนวโน้มใหม่ ๆ ในอุตสาหกรรมและโซเชียลมีเดีย เพื่อปรับกลยุทธ์ให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ชมได้อย่างรวดเร็ว

- การทดลองและนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ การทดลองใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น AI หรือ AR/VR เพื่อสร้างประสบการณ์การสื่อสารที่น่าตื่นตาตื่นใจและไม่เหมือนใคร

การพัฒนามาตรฐานผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียระดับมืออาชีพนั้นสะท้อนให้เห็นถึงความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับการกำหนดกรอบมาตรฐานที่ชัดเจนและครอบคลุม เนื่องจากการเติบโตอย่างรวดเร็วของการตลาดผ่านโซเชียลมีเดียและการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมผู้บริโภค ผู้ส่งเสริมการขายในโซเชียลมีเดียจำเป็นต้องปฏิบัติตามแนวทางที่เป็นมาตรฐานเพื่อให้สามารถสร้างความเชื่อถือได้และรักษาความโปร่งใสในการสื่อสารกับผู้ติดตาม การพัฒนามาตรฐานเหล่านี้จะช่วยให้ผู้ส่งเสริมการขายสามารถแสดงถึงความเป็นมืออาชีพและความรับผิดชอบในการสร้างเนื้อหาที่มีคุณภาพและตรงตามข้อกำหนดทางกฎหมายและจริยธรรม อีกทั้งยังสามารถส่งเสริมให้เกิดการปฏิบัติที่ดีและเป็นไปตามหลักการทางจริยธรรม ซึ่งจะเป็นการสนับสนุนการพัฒนาทางการตลาดที่ยั่งยืนและสร้างความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์สินค้าหรือบริการ ทั้งนี้ แนวโน้มในอนาคตแสดงให้เห็นถึงความสำคัญที่เพิ่มขึ้นของการใช้เทคโนโลยีและการวิเคราะห์ข้อมูลในการพัฒนามาตรฐานดังกล่าว โดยเฉพาะการใช้ข้อมูลเพื่อกำหนดกลยุทธ์การตลาดที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคอย่างถูกต้อง

4. เอกสารอ้างอิง

- Agrawal, A. (2024, June 6). *The transformative power of digital marketing in the modern business landscape*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/transformative-power-digital-marketing-modern-business-amit-agrawal-ph6cf>
- Al-Qatami, M. M. J. (2019). *The effects of social media influencer attributes on collaborating brand credibility and advocacy* (Master's thesis). Qatar University, College of Business and Economics. https://qspace.qu.edu.qa/bitstream/handle/10576/11689/Masa%20Al-Qatami_OGS%20Approved%20Thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Balaban, D. C., Mucundorfeanu, M., & Naderer, B. (2022). The role of trustworthiness in social media influencer advertising: Investigating users' appreciation of advertising transparency and its effects. *Communications*. <https://doi.org/10.1515/commun-2020-0053>
- Balaban, D. C., & Szambolics, J. (2022). A proposed model of self-perceived authenticity of social media influencers. *Media and Communication*, 10(1), 235-246. <https://doi.org/10.17645/mac.v10i1.4765>
- Barker, S. (2017, November 27). *How to create a successful content strategy with influencer marketing (A complete guide)*. Search Engine People. <https://www.searchenginepeople.com/blog/create-successful-content-strategy-influencer-marketing-complete-guide.html>
- Crowther, S. (2021, April 15). *Ethical considerations in influencer marketing*. Campaign Asia. <https://www.campaignasia.com/article/ethical-considerations-in-influencer-marketing/468972>
- Esguerra, N. (2024, February 26). *Maximizing impact: Engaging with influencers and their audience*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/maximizing-impact-engaging-influencers-audience-nicole-esguerra-8zh4c>
- Eryn. (2023, July 7). *12 best practices for creating culturally relevant content*. The Nativa. <https://thenativa.com/blog/12-best-practices-for-creating-culturally-relevant-content/>

- Fan, F., Chan, K., Wang, Y., Li, Y., & Prieler, M. (2023). How influencers' social media posts have an influence on audience engagement among young consumers. *Young Consumers*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/YC-08-2022-1588>
- Goanta, C., & Wildhaber, I. (2020). Controlling influencer content through contracts: A qualitative empirical study on the Swiss influencer market. In *Law 2020* (pp. 210–231). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788978286.00019>
- Goel, R. (2023, September 19). *Influencer Era: The role of influencer marketing in advertising*. Nudge to Budge. Medium. <https://medium.com/@nudgetobudge/in-recent-years-the-advertising-landscape-has-undergone-a-profound-transformation-with-the-rise-3599080e6c93>
- Gu, C., & Duan, Q. (2024). Exploring the dynamics of consumer engagement in social media influencer marketing: From the self-determination theory perspective. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(587). <https://www.nature.com/articles/s41599-024-03127-w>
- Harshita. (2024, May 14). *Future of influencer marketing-2024*. The Media Ant. <https://www.themediant.com/blog/future-of-influencer-marketing-2024/>
- Heeley, C., & McNulty, L. (2021, October). *Redefining content strategies for influencer marketing*. Nielsen. <https://www.nielsen.com/insights/2021/redefining-content-strategy-for-influencer-marketing/>
- Houghton, D. (2021). *Adaptability and resilience: The two most important tools in creative influencer marketing*. Fourth Floor Creative. <https://fourthfloorcreative.co/blog/creative-influencer-marketing-agency-tools-adaptability-resilience>
- Ibáñez-Sánchez, S., Flavián, M., Casaló, L. V., & Belanche, D. (2021). Influencers and brands successful collaborations: A mutual reinforcement to promote products and services on social media. *Journal of Marketing Management*, 37(5-6), 469-486. <https://doi.org/10.1080/13527266.2021.1929410>
- Influencity. (2024, May 8). *Social media influencers: A complete guide for 2024*. Influencity. <https://influencity.com/blog/en/social-media-influencers-everything-you-need-know-about-them>
- Influencer Marketing Hub. (2024, June 24). *The beginner's guide to influencer marketing on Instagram in 2024*. Influencer Marketing Hub. <https://influencermarketinghub.com/influencer-marketing-instagram/>
- Influencer Marketing Hub. (2024, June 25). *What is influencer marketing? – The ultimate guide for 2024*. Influencer Marketing Hub. <https://influencermarketinghub.com/influencer-marketing/>
- IZEA. (2024, April 2). *Impact and influence: The effects of influencer culture on society*. <https://izea.com/resources/impact-and-influence-of-influencer-culture-on-society/>
- Ketcham, C. (2019, April 18). *How Instagram ruined the great outdoors*. The New Republic. <https://newrepublic.com/article/153603/instagram-ruined-great-outdoors>
- Khanom, M. T. (2023). Using social media marketing in the digital era: A necessity or a choice. *International Journal of Research in Business Studies*, 12(3), 88-98. <https://doi.org/10.20525/ijrbs.v12i3.2507>
- Kolo, C., & Haumer, F. (2018). Social media celebrities as influencers in brand communication: An empirical study

- on influencer content, its advertising relevance and audience expectations. *Journal of Digital & Social Media Marketing*, 6(3), 273-282. Henry Stewart Publications.
<https://www.ingentaconnect.com/content/hsp/jdsmm/2018/00000006/00000003/art00009>
- Kolo, C., Haumer, F., & Roth, A. (2022). Formal professionalization of early-stage social media “influencers” — attitudinal drivers and their relation to personality traits. *Journal Name*, 14(2), 137-163.
<https://doi.org/10.1080/14241277.2022.2130324>
- Kori, A. (2024, June 22). *Here's how you can strengthen your Influencer Marketing team to overcome unexpected challenges*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/advice/3/heres-how-you-can-strengthen-your-influencer-dllqc>
- Kosgei, N., Yasser, M., & Hallam, J. (2023). What are effective disclosure practices for social media influencer marketing? Driven by AI and the LinkedIn community. <https://www.linkedin.com/advice/1/what-effective-disclosure-practices-social-media>
- Kuzminov, M. (2023, January 30). *Social responsibility and ethics in influencer marketing*. Forbes.
<https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2023/01/30/social-responsibility-and-ethics-in-influencer-marketing/>
- Lee, M. T., & Theokary, C. (2021). The superstar social media influencer: Exploiting linguistic style and emotional contagion over content? *Journal of Business Research*, 132, 860-871.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.11.014>
- Miller, J. (2023, November 15). *Leveraging local cultural nuances for global business expansion*. LinkedIn.
<https://www.linkedin.com/pulse/leveraging-local-cultural-nuances-global-business-expansion-miller-aoonc>
- Nanne, A. J., Antheunis, M. L., & van Noort, G. (2021). The role of facial expression and tie strength in sender presence effects on consumers’ brand responses towards visual brand-related user-generated content. *Computers in Human Behavior*, 117, 106628. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106628>
- Ortová, N., Hejlová, D., & Weiss, D. (2023). Creation of a Code of Ethics for Influencer Marketing: The case of the Czech Republic. *Journal of Marketing Ethics*, 65-79. <https://doi.org/10.1080/23736992.2023.2193958>
- Passive Income Gen Z. (2023, June 3). *How digital marketing transformed the business landscape*. LinkedIn.
<https://www.linkedin.com/pulse/how-digital-marketing-transformed-business-landscape>
- Rand-Hendriksen, M. (2021, September 7). *A Code of Ethics for Social Media Influencers*. Making sense of AI, tech, and society. <https://www.linkedin.com/pulse/code-ethics-social-media-influencers-morten-rand-hendriksen>
- Reinikainen, H., Tan, T. M., Luoma-aho, V., & Salo, J. (2021). Making and breaking relationships on social media: The impacts of brand and influencer betrayals. *Technological Forecasting and Social Change*, 171, 120990. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120990>
- Rivera, M. (2023, July 28). *Content strategy plays a crucial role in influencer marketing*. LinkedIn.
<https://www.linkedin.com/pulse/content-strategy-plays-crucial-role-influencer-marketing-manny-rivera>
- Sedda, P., & Husson, O. (2023). Social media influencers: A new hybrid professionalism in the age of platform

capitalism? In *Professionalism and Social Change* (pp. 281-304).

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-31278-6_13

Sharma, M. (2021). The persuasive language of online advertisements featuring social media influencers on Instagram: A multimodal analysis. *Indonesian Journal of English Language Teaching*, 16(1), 15-36.

https://www.researchgate.net/profile/Guy-edmer/publication/351869399_After_class_Students'_social_use_of_English_as_a_Lingua_Franca_ELF/links/60ae0431299bf13438e8642d/After-class-Students-social-use-of-English-as-a-Lingua-Franca-ELF.pdf#page=18

Smith, A. (2024, June 5). *The past, present and future of influencer marketing, according to Taylor Lorenz*. Sprout Social. <https://sproutsocial.com/insights/future-influencer-marketing/>

Song, A., & Rogers, J. (2023). Lawfluencers: Legal professionalism on TikTok and YouTube. *UNSW Law & Justice Research Series, UNSWLRS 7*. Forthcoming in *Georgetown Journal of Legal Ethics*, 37, 2024. UNSW Law & Justice.

Santora, J. (2024, May 23). *16 influencer marketing trends that will shape 2024*. Influencer Marketing Hub. <https://influencermarketinghub.com/influencer-marketing-trends/>

Tang, M. J., & Chan, E. T. (2020). Social media: Influences and impacts on culture. In *Intelligent Computing (SAI 2020)* (pp. 491–501). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52249-0_33

Temertzoglou, V. (2024, May 14). *The future of influencer marketing: A 2024 outlook*. Embold. <https://www.embold.co/blog/the-future-of-influencer-marketing>

Thomas, V. L., Fowler, K., & Taheran, F. (2023). How social media influencer collaborations are perceived by consumers. *Journal of Consumer Marketing*. <https://doi.org/10.1002/mar.21918>

User463. (2024, March 17). *The rise of influencer culture: How social media is shaping trends and behaviors*. Medium. <https://medium.com/@user463/the-rise-of-influencer-culture-how-social-media-is-shaping-trends-and-behaviors-0a5dbb3d5487>

Wibowo, G. A., Hanna, F., Ruhana, F., & Usmaedi. (2023). The influence of social media on cultural integration: A perspective on digital sociology. *International Journal of Sociology*, 5(4), 363-375. <https://doi.org/10.54783/ijsoc.v5i4.792>



Science Journal Chandrakasem Rajabhat University

ISSN: 1685 - 0491

ISSN: 2697 - 4584 (online)