



วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

science Journal
Chandrakasem Rajabhat University

ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม 2566)
VOL.33 NO.1 JULY- DECEMBER 2023

ISSN: 1685 - 0491

ISSN: 2697 - 4584 (online)

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม (Science Journal Chandrakasem Faculty of Science Chandrakasem Rajabhat University) ซึ่งฉบับนี้เป็นปีที่ 33 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 โดยวารสารฉบับนี้ประกอบด้วยบทความวิจัยทั้งสิ้น 9 เรื่อง และทุกบทความได้รับการพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน

โดยวารสารออนไลน์ใช้ระบบ ThaiJO 2.0 มีหมายเลข ISSN (Online) คือ 2697-4584 และวารสารเป็นเล่ม มี 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 9 บทความ (บทความภายใน 1 บทความ และบทความภายนอก 8 บทความ) เพื่อตีพิมพ์ในวารสารฯ ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2566 กองบรรณาธิการฯ ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาสละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพของบทความและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่ง สุดท้าย ขอขอบคุณ ทีมงานที่เกี่ยวข้องทุกคนที่ทำให้รูปเล่มของวารสารให้มีความสมบูรณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อำนาจ สวัสดิ์นะที

บรรณาธิการวารสารวิชาการวิทยาศาสตร์

สารบัญ

สัมประสิทธิ์การลดทอนและระยะทางอิสระเฉลี่ยรังสีแกมมาพลังงาน 60, 290, 404, 566 and 662 keV ของผลึกซินทิลเลชัน PbWO ₄ และ CdWO ₄	74
การคัดเลือกแนวการจัดการสอนการพัฒนาโปรแกรมโดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์แบบเชิงชั้น	83
การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน	93
การตรวจจับและกำจัดเสียงรบกวนในระบบเสียงสาธารณะ	105
ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมาของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือขาวกว้างด้วยเอทานอล	116
การสำรวจพรรณไม้ชื่อจัน (Chan) จันท์ (Chan) จันท์ (Chan) จันทร์ (Chan) และที่พระองค์ทรงปลูก	126
การทดสอบสารพิษเคมี ปริมาณฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลรวม และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากใบกระโดน (<i>Careya sphaerica</i> Roxb.)	147
ปริมาณฟีนอลและปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของ ข้าวพื้นเมือง 4 สายพันธุ์	157
การทำแพลตฟอร์มการแปลงค่าหน่วยพิภพในงานสำรวจ	169

Table of Contents

Attenuation Coefficient and Mean Free Path of 60, 290, 404, 566 and 662 keV γ -rays for PbWO ₄ and CdWO ₄ Scintillation Crystals	74
Computer Programming Subject Teaching Innovation Selection using Analytic Hierarchy Process	83
The development of Web application for creating and sharing joint events	93
Howling Detection and Rejection in Public Address System	105
In Vitro Anticancer Activity of Ganoderma lucidum var. antler Ethanol Extract Against Melanoma Skin Cancer Cells	116
Exploring of Plants Named Chan (จัน), Chan (จันท์), Chan (จันทน์), Chan (จันทร์) and Royal Family Planted	126
Phytochemical Screening, Total Flavonoid and Phenolic Compound Contents, and Alpha-Amylase and Alpha-Glucosidase Inhibitory Activities of Tummy-Wood	147
Total Phenolic and Flavonoid Contents, Antioxidant Activity and Alpha-Amylase Inhibitory Activity of Four Local Rice Varieties	157
การทำแพลตฟอร์มการแปลงค่าหน่วยฟักัดในงานสำรวจ	169

สัมประสิทธิ์การลดทอนและระยะทางอิสระเฉลี่ยรังสีแกมมาพลังงาน 60, 290, 404, 566 และ 662 keV ของ
ผลึกซินทิลเลชัน PbWO_4 และ CdWO_4

Attenuation Coefficient and Mean Free Path of 60, 290, 404, 566 and 662 keV γ -rays for
 PbWO_4 and CdWO_4 Scintillation Crystals

กฤติยา ศรีบุญเพ็ง^{1*}, นิมิตร กิมประพันธ์¹, ปาณวัฒน์ ชิมะลาวงค์¹, กรวิทย์ ว่องวิทย์การ¹ และ
วีระพงศ์ จิวประดิษฐ์กุล²

Krittiya Sreebunpeng^{1*}, Nimit Kimpraphan¹, Parnuwat Chimalawong¹, Korravee Wongwigkarn¹ and
Weerapong Chewpraditkul²

¹ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

¹ Department of Physics, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

² ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

² Department of Physics, King Mongkut's University of Technology Thonburi

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการวัดค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนและระยะทางอิสระเฉลี่ยรังสีแกมมาพลังงาน 60, 290, 404, 566 and 662 keV ของผลึกซินทิลเลชัน PbWO_4 และ CdWO_4 โดยวิธีการทะลุผ่านของรังสีแกมมา รังสีแกมมา 60 และ 662 keV ได้มาจากแหล่งกำเนิด ^{241}Am และ ^{137}Cs ตามลำดับ ส่วนรังสีแกมมา 290, 404 และ 566 keV ได้มาจากการกระเจิงคอมป์ตันของรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV (แหล่งกำเนิด ^{137}Cs) ที่มุมการกระเจิง 90° , 60° และ 30° ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนและระยะทางอิสระเฉลี่ยรังสีแกมมาที่วัดได้จากการทดลองถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณจากโปรแกรม WinXCom สำหรับผลึกที่ศึกษา ในช่วงพลังงาน 1 – 1000 keV

คำสำคัญ: การกระเจิงแบบคอมป์ตัน สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล CdWO_4 PbWO_4

Abstract

In this work, the attenuation coefficient and mean free path of 60, 290, 404, 566 and 662 keV γ -rays for PbWO_4 and CdWO_4 scintillation crystals were measured using the transmission method. The 60 and 662 keV γ -rays were obtained from ^{241}Am and ^{137}Cs radioactive sources, respectively. The 290, 404 and 566 keV γ -rays were obtained from the Compton scattering of 662 keV γ -rays (^{137}Cs source) at scattering angle of 90° , 60° and 30° , respectively. For comparison, the attenuation coefficient and mean free path of gamma rays for the studied crystals were also calculated over energy range 1 – 1000 keV using the WinXCom program.

Keywords: Compton scattering, Attenuation coefficient, CdWO_4 , PbWO_4

* Corresponding author : krittiya_sree@hotmail.com

1. บทนำ

รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านการแพทย์ ด้านเกษตรและอุตสาหกรรม การตรวจสอบโดยไม่ทำลายชิ้นงาน และด้านธรณีวิทยา เมื่อรังสีแกมมาผ่านเข้าไปในเนื้อวัสดุจะเสียพลังงานในการชนกับอะตอมธาตุต่างๆทำให้เกิดการกระตุ้นอะตอม อันตรกิริยาระหว่างรังสีกับวัสดุเกิดได้ 3 แบบที่สำคัญขึ้นอยู่กับพลังงานของรังสีแกมมา คือ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก (Photoelectric effect), การกระเจิงแบบคอมป์ตัน (Compton scattering) และการเกิดผลผลิตคู่ (Pair production) ปริมาณที่จะบ่งบอกว่าวัสดุดูดกลืนรังสีแกมมาเมื่อเกิดอันตรกิริยาดังกล่าวได้มากคือ สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล (Mass attenuation coefficient; μ_m) สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น (Linear attenuation coefficient; μ) และ ระยะทางอิสระเฉลี่ย (mean free path; λ) ซึ่งเป็นสมบัติหนึ่งที่สำคัญต่อประสิทธิภาพฟลักซินทิลเลชัน (Nikl, M., 2006, pp. R37-R54, Van Eijk and C.W., 2002, pp. R85-106) กล่าวคือการลดทอนพลังงานรังสีแกมมาจะสัมพันธ์กับ ความหนา ความหนาแน่น และเลขอะตอมยังผลของวัสดุ ดังนั้นสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลและเลขอะตอมยังผลจึงเป็นตัวแปรที่สำคัญของวัสดุสำหรับการประยุกต์ใช้งานด้านวัสดุป้องกันรังสี (Chen, S., et.al., 2014, pp. 27-36)

ฟลักซินทิลเลชันเป็นวัสดุที่เปล่งแสงเมื่อถูกกระตุ้นด้วยรังสี และนิยมนำไปใช้เป็นหัววัดรังสีชนิดซินทิลเลชัน (Scintillation detector) ฟลักซินทิลเลชันที่มีความหนาแน่นและเลขอะตอมยังผลสูงจะเป็นกลุ่มที่มีธาตุนหนักเป็นองค์ประกอบ เช่น PbWO_4 มีเลขอะตอมยังผลสูง 76 และความหนาแน่น 8.28 g/cm^3 นำไปใช้กับ Large Hadron Collider (LHC) ใน CERN (Lecoq, P., 1995, pp. 291-298, Liu, X., 2002, pp. R1-R3) มีอีลด์แสง (light yield) 300 photons/MeV (Nikl, M., 2006, pp. R37-R54) CdWO_4 มีเลขอะตอมยังผลสูง 64 และความหนาแน่น 7.90 g/cm^3 ประสบความสำเร็จในการนำไปใช้ใน PET Scan (Lecoq, P., 2016, pp. 130-139) มีอีลด์แสง 15,000 photons/MeV (Nikl, M., 2006, pp. R37-R54, Lecoq, P., 2016, pp. 130-139, Holl, I., 1988, pp. 105-109) ผลึกทั้งสองยังมีต้นทุนการผลิตต่ำ (Melcher, C.L., 2005, pp. 6-14)

ในบทความนี้ได้นำเสนอการหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน และระยะทางอิสระเฉลี่ยรังสีแกมมาพลังงาน 60, 290, 404, 566 and 662 keV ของฟลักซินทิลเลชันที่มีความหนาแน่นสูง PbWO_4 และ CdWO_4 โดยรังสีแกมมาพลังงาน 60 keV มาจากแหล่งกำเนิด ^{241}Am (100 mCi) ส่วนรังสีแกมมาที่เหลือได้จากการกระเจิงแบบคอมป์ตันที่มุมกระเจิงต่างๆ ของรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV จากแหล่งกำเนิด ^{137}Cs (12 mCi) ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนและระยะทางอิสระเฉลี่ยรังสีแกมมาของฟลักซินทิลเลชันที่วัดได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎีที่คำนวณด้วยโปรแกรม WinXCom ในช่วงพลังงาน 1 – 1000 keV (Biswas, R, 2016, pp. 26-34)

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

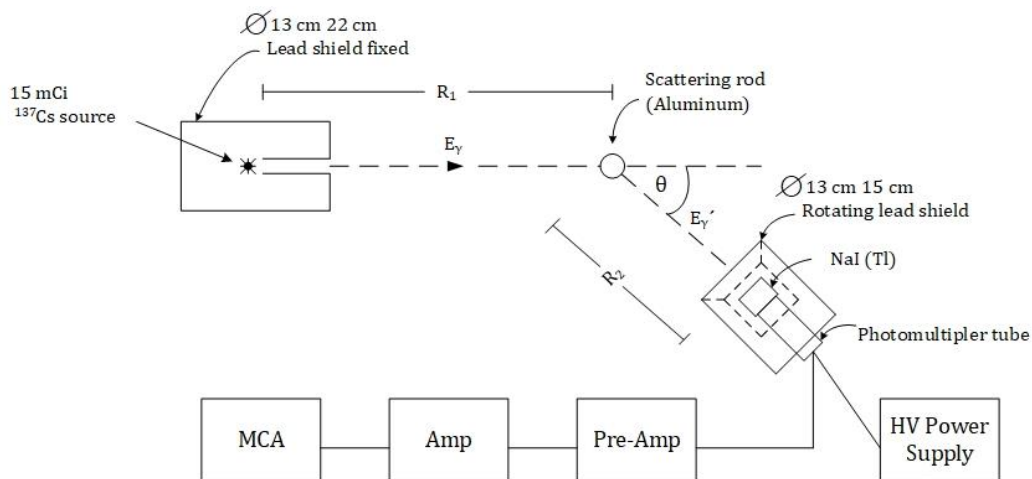
งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน และระยะทางอิสระเฉลี่ยรังสีแกมมาพลังงาน 60, 290, 404, 566 and 662 keV ของฟลักซินทิลเลชันที่มีความหนาแน่นสูง PbWO_4 และ CdWO_4 ที่ได้จากการทดลองกับค่าทางทฤษฎีที่คำนวณด้วยโปรแกรม WinXCom ในช่วงพลังงาน 1 – 1000 keV

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ฟลักซินทิลเลชันที่นำมาศึกษาคือผลึก PbWO_4 (ขนาด $8 \times 8 \times 1.5 \text{ mm}^3$) และ CdWO_4 (ขนาด $5 \times 5 \times 1 \text{ mm}^3$) ปลูกผลึกด้วยเทคนิคบริดแมน (Bridgman method) ที่มีความหนาแน่น 8.28 และ 7.90 g/cm^3 ตามลำดับ ผลึกทั้งสองได้มาจากบริษัท Epic Crystal Ltd. สาธารณรัฐประชาชนจีน

จากแผนภาพสเปกโตรมิเตอร์คอมป์ตัน (Compton spectrometer) ดังแสดงในภาพที่ 1 นำผลึกตัวอย่างติดไว้ที่หน้าถ้ำตะกั่วทรงกระบอกที่มีรูคอลลิเมเตอร์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm ยาว 50 mm เปิดถึงหน้าหัววัดรังสี NaI(Tl) แหล่งกำเนิดรังสีที่ใช้คือ ^{137}Cs ให้รังสีแกมมาพลังงาน 662 keV และ ^{241}Am ให้รังสีแกมมาพลังงาน 60 keV จะถูกบรรจุในถ้ำตะกั่วทรงกระบอกที่มีรูคอลลิเมเตอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 mm ยาว 50 mm ระยะห่าง $R_1 = 0.38 \text{ m}$ และ $R_2 = 0.34 \text{ m}$ แท่งอลูมิเนียมรูปทรงกระบอก

เส้นผ่านศูนย์กลาง 24 mm ทำหน้าที่กระเจิงรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV จากแหล่งกำเนิด ^{137}Cs สัญญาณจากหัววัดรังสี NaI(Tl) ถูกส่งไปยังวงจรขยายส่วนหน้า (Preamplifier) วงจรขยาย (Amplifier) และเข้าเครื่องวิเคราะห์สเปกตรัมรังสี UCS-20 (Universal Computer Spectrometer) วัดค่าความเข้มของรังสีขณะไม่มีผลึกตัวอย่าง I_0 และขณะมีแผ่นผลึกตัวอย่างขวางกั้นลำรังสี I รวมทั้งการวัดค่าความเข้มรังสี I_0 และ I จากรังสีแกมมาที่กระเจิงมาจากแท่งอะลูมิเนียมเข้าสู่หัววัดรังสี NaI(Tl) ที่มุมกระเจิงต่างๆ (ประมาณ 30, 60 และ 90 องศา) และที่มุม 0 องศาหัววัดรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV จากแหล่งกำเนิด ^{137}Cs และพลังงาน 60 keV มาจากแหล่งกำเนิด ^{241}Am โดยตรง หาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนและระยะทางอิสระเฉลี่ยรังสีแกมมาพลังงาน 60, 290, 404, 566 และ 662 keV ของผลึกซินทิลเลชัน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎีที่คำนวณด้วยโปรแกรม WinXCom (Gerward, L., et.al., 2004)



ภาพที่ 1 แผนภาพสเปกโตรมิเตอร์คอมพิวเตอร์

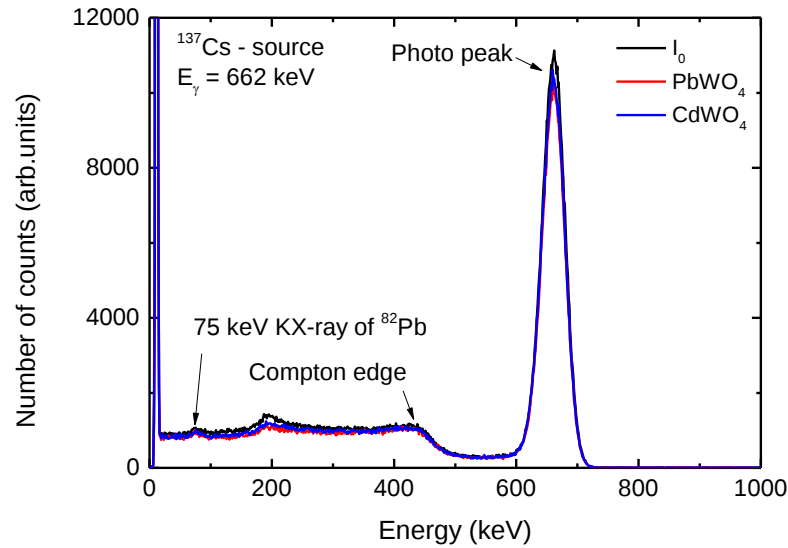
4. ผลการวิจัย

4.1 รังสีแกมมาจากการกระเจิงแบบคอมป์ตัน

ภาพที่ 2 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV จากแหล่งกำเนิด ^{137}Cs วัดด้วยหัววัดรังสี NaI (Tl) ทั้งที่ไม่ผ่าน (I_0) และทะลุผ่าน (I) แผ่นผลึก PbWO_4 และ CdWO_4 นอกเหนือจากโฟโตพีค (Photo peak) ซึ่งเกิดจากการดูดกลืนแบบโฟโตอิเล็กทริก (Photoelectric absorption) ของรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV ในหัววัดรังสีแล้ว ยังมีแถบการกระเจิงคอมป์ตัน (Compton continuum) ในช่วงพลังงาน 0 - 478 keV โดยที่พลังงาน 478 keV เรียกว่า ขอบคอมป์ตัน (Compton edge) คำนวณได้จากสมการ

$$E_{\text{edge}} = E - \frac{E}{1 + \frac{2E}{mc^2}} \quad (1)$$

ที่พลังงาน 75 keV เป็น KX-rays ของธาตุตะกั่วจากถั่วตะกั่ว เมื่อพิจารณาพื้นที่ใต้สเปกตรัมรังสีแกมมาที่ผ่านผลึก PbWO_4 ที่มีความหนาแน่นมากจะดูดกลืนรังสีแกมมาไว้มากจึงทำให้ความเข้มของรังสีแกมมาที่ผ่านผลึกมีความเข้มน้อยกว่าเมื่อเทียบกับความเข้มของรังสีแกมมาที่ผ่านผลึก CdWO_4



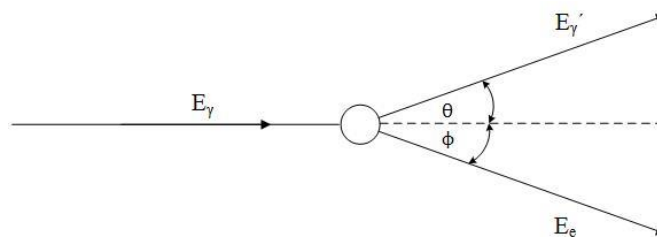
ภาพที่ 2 สเปกตรัมรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV จาก ^{137}Cs วัดด้วยหัววัดรังสี NaI(Tl) ทั้งที่ไม่ผ่าน (I_0) และทะลุผ่านแผ่นผลึก PbWO_4 และ CdWO_4

ปรากฏการณ์คอมป์ตันแสดงดังภาพที่ 3 เกิดขึ้นเมื่อโฟตอนชนกับอิเล็กตรอนของอะตอมวัสดุแล้วมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนให้กับอิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกไปจากอะตอม (Compton electron; E'_e) กระเจิงไปเป็นมุม θ และโฟตอนกระเจิงไปเป็นมุม θ (Scattered photon; E'_γ) การชนระหว่างโฟตอน (E_γ) กับอิเล็กตรอน (E_e) เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โมเมนตัมและพลังงาน ดังนั้นพลังงานของโฟตอนกระเจิง E'_γ จะเปลี่ยนตามมุมกระเจิงและพลังงานของโฟตอนตกกระทบ E_γ โดยพลังงานของโฟตอนที่กระเจิงแบบคอมป์ตันหาได้จากสมการที่ (3)

$$E_\gamma = E'_\gamma + E_e \quad (2)$$

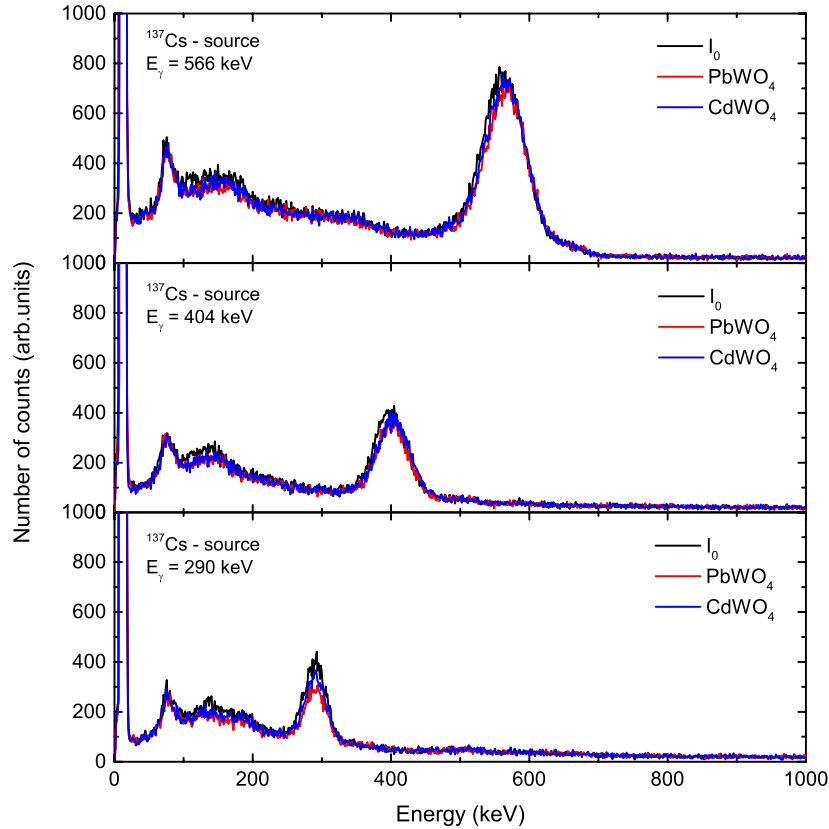
$$E'_\gamma = \frac{E_\gamma}{1 + \frac{E_\gamma}{m_0 c^2} (1 - \cos\theta)} \quad (3)$$

เมื่อ $m_0 c^2$ คือพลังงานมวลนิ่งของอิเล็กตรอน (511 keV) และ θ คือมุมกระเจิงของรังสีแกมมา



ภาพที่ 3 การกระเจิงแบบคอมป์ตันของรังสีแกมมา

ภาพที่ 4 แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการกระเจิงแบบคอมป์ตันของรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV ที่มุมกระเจิง 30° , 60° และ 90° ทั้งที่ไม่ผ่าน (I_0) และทะลุผ่านแผ่นผลึก PbWO_4 และ CdWO_4 ปรากฏว่านอกจากพลังงานรังสีแกมมาลดลงตามมุมกระเจิงแล้วยังส่งผลให้ความเข้มรังสีแกมมาที่กระเจิงคอมป์ตันลดลงด้วย ข้อดีของการใช้รังสีแกมมาจากการกระเจิงแบบคอมป์ตันอยู่ที่เราสามารถเลือกพลังงานรังสีแกมมาที่ต้องการได้ในระดับหนึ่ง



ภาพที่ 4 สเปกตรัมรังสีแกมมา Cs-137 (662 keV) ที่มุมกระเจิง 30° (566 keV), 60° (404 keV) และ 90° (290 keV) วัดด้วยหัววัดรังสี NaI(Tl) ทั้งที่ไม่ผ่าน (I_0) และทะลุผ่านแผ่นผลึก PbWO₄ และ CdWO₄

4.2 การลดทอนรังสีแกมมา

เมื่อรังสีแกมมาพลังงานเดียวที่เป็นลำขนานและมีความเข้ม I_0 ผ่านวัสดุดูดกลืนที่เป็นเนื้อเดียว ค่าความเข้มรังสีแกมมาที่ทะลุผ่านวัสดุดูดกลืน (I) จะลดลงตามความหนาของผลึก (x) ดังสมการที่ (4)

$$I = I_0 \exp(-\mu x) = I_0 \exp(-\mu_m \rho x) \quad (4)$$

เนื่องจากผลึกเป็นสารประกอบ (Compound) ดังนั้น

$$\mu_m = (\mu/\rho)_{\text{compound}} = \sum_i w_i (\mu/\rho)_i \quad (5)$$

และ

$$w_i = \frac{n_i A_i}{\sum_i n_i A_i} \quad (6)$$

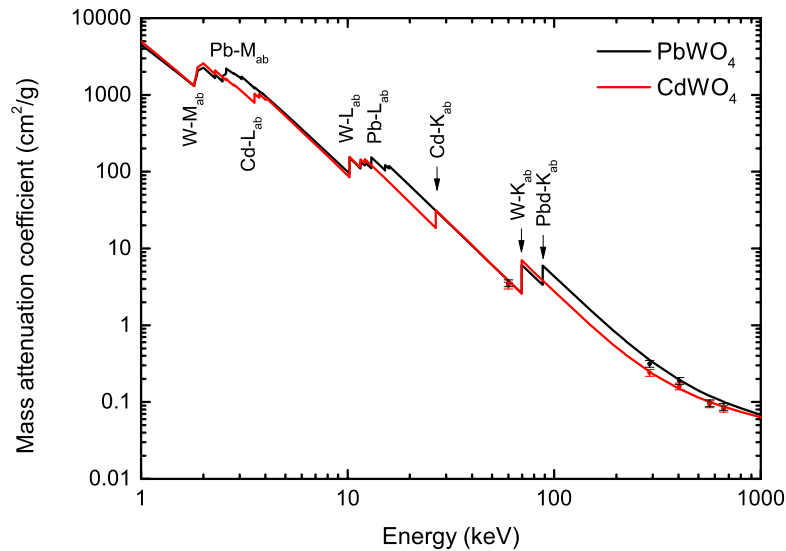
เมื่อ μ คือ สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น หน่วย cm^{-1} , ρ คือ ความหนาแน่นของผลึก หน่วย g/cm^3 , μ_m คือ สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล หน่วย cm^2/g , x คือ ความหนาของผลึก หน่วย cm w_i คือ สัดส่วนโดยน้ำหนัก A_i คือน้ำหนักอะตอม (Atomic weight) n_i คือ จำนวนอะตอม (number of formula units) และ $\sum_i w_i = 1$ ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลและเชิงเส้นของผลึก PbWO₄ และ CdWO₄ หาได้จากสมการที่ (4) แสดงในตารางที่ 1 โดยค่าความเข้มรังสีแกมมา I_0 และ I หาได้จากการอินทิเกรตพื้นที่โฟโตพีคสเปกตรัมรังสีแกมมา (ภาพที่ 2 และ 4) เส้นทึบในภาพที่ 5 แสดงสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของผลึก PbWO₄ และ

CdWO_4 ในช่วงพลังงานรังสีแกมมา 1 – 1000 keV ที่ได้จากโปรแกรม WinXCom ส่วนจุดเป็นค่าที่วัดได้ สัมประสิทธิ์การลดทอนจะลดลงเมื่อพลังงานของรังสีแกมมามากขึ้น ซึ่งในช่วงพลังงานไม่เกิน 200 keV ส่วนใหญ่เกิดจากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก แต่เมื่อพลังงานมากกว่านี้จนถึง 1,000 keV ก็จะมีการกระเจิงแบบคอมป์ตันมาเสริมด้วย สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลที่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันที่พลังงาน 2.48, 2.59, 3.07, 3.55 และ 3.85 keV ของผลึก PbWO_4 แสดงถึงขอบการดูดกลืนพลังงาน (absorption edge) ของอิเล็กตรอนในชั้น M ของธาตุตะกั่ว (Pb-M_{ab}) ที่พลังงาน 1.87, 2.28, 2.58 และ 2.82 keV ของผลึก PbWO_4 และ CdWO_4 เป็นขอบการดูดกลืน W-M_{ab} ของธาตุทังสเตน ที่พลังงาน 13.04, 15.20 และ 15.86 keV ของผลึก PbWO_4 เป็นขอบการดูดกลืน Pb-L_{ab} ของธาตุตะกั่ว ที่ 16.21, 11.54 และ 12.10 keV ของผลึก PbWO_4 และ CdWO_4 เป็นขอบการดูดกลืน W-L_{ab} ของธาตุทังสเตน ที่พลังงาน 3.54, 3.73 และ 4.02 keV ของผลึก CdWO_4 เป็นขอบการดูดกลืน Cd-L_{ab} ของธาตุแคดเมียม ที่พลังงาน 88, 69 และ 26.71 เป็นขอบการดูดกลืน Pb, W, Cd- K_{ab} ของธาตุตะกั่ว, ทังสเตน และ แคดเมียม ตามลำดับ

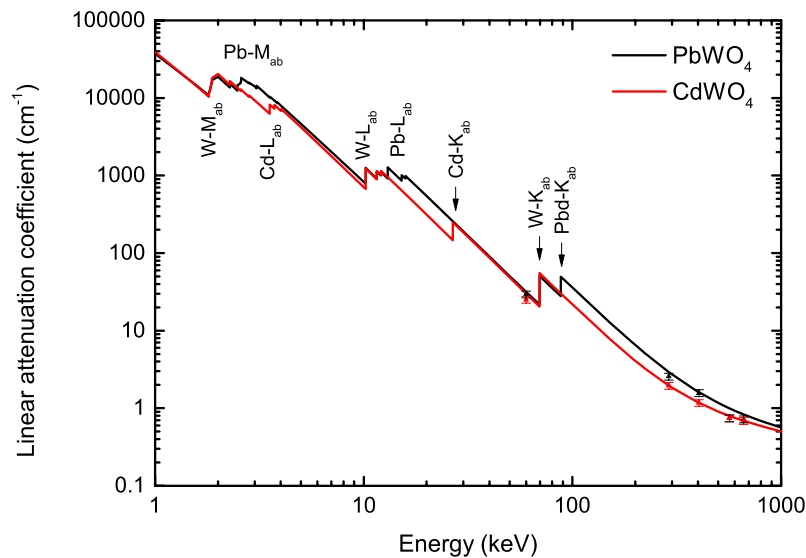
ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนและระยะทางอิสระเฉลี่ยรังสีแกมมาสำหรับผลึก PbWO_4 และ CdWO_4

ผลึก	E_γ (keV)	μ_m (cm^2/g)		ความ แตกต่าง (%)	μ (cm^{-1})		ความ แตกต่าง (%)	λ (cm)		ความ แตกต่าง (%)
		ทฤษฎี	ทดลอง		ทฤษฎี	ทดลอง		ทฤษฎี	ทดลอง	
PbWO_4	60	3.812	3.543	7.06	31.563	29.340	7.06	0.032	0.034	6.25
	290	0.352	0.316	10.23	2.917	2.573	10.23	0.343	0.389	13.41
	404	0.193	0.189	2.07	1.605	1.568	2.07	0.623	0.638	2.41
	566	0.121	0.097	20.19	0.998	0.744	25.45	1.002	1.251	24.82
	662	0.101	0.087	13.42	0.832	0.720	13.46	1.202	1.388	15.48
CdWO_4	60	3.794	3.298	13.07	29.973	25.056	13.07	0.033	0.038	15.15
	290	0.247	0.241	2.43	1.954	1.901	2.43	0.512	0.526	2.73
	404	0.149	0.161	8.05	1.173	1.270	8.05	0.852	0.788	7.51
	566	0.101	0.094	6.97	0.796	0.744	6.53	1.256	1.344	7.04
	662	0.087	0.082	5.75	0.688	0.647	5.75	1.453	1.545	6.33

ภาพที่ 6 แสดงสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นของผลึกดังกล่าวในช่วงพลังงานรังสีแกมมา 1 – 1000 keV ที่ได้จากโปรแกรม WinXCom ซึ่งให้ผลสอดคล้องและไปในทิศทางเดียวกันกับภาพที่ 5 ปรากฏว่าผลึก PbWO_4 มีค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนรังสีแกมมาที่สูงในช่วงพลังงานมากตั้งแต่ 90 keV ขึ้นไป เนื่องจากมีธาตุตะกั่วซึ่งมีความหนาแน่นและเลขอะตอมยังผลมากเป็นองค์ประกอบนั่นเอง ส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและการกระเจิงแบบคอมป์ตันในผลึกได้มาก



ภาพที่ 5 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของผลึก PbWO_4 และ CdWO_4 ที่ช่วงพลังงาน 1-1000 keV



ภาพที่ 6 สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นของผลึก PbWO_4 และ CdWO_4 ที่ช่วงพลังงาน 1-1000 keV

4.3 ระยะทางอิสระเฉลี่ยของรังสีแกมมา

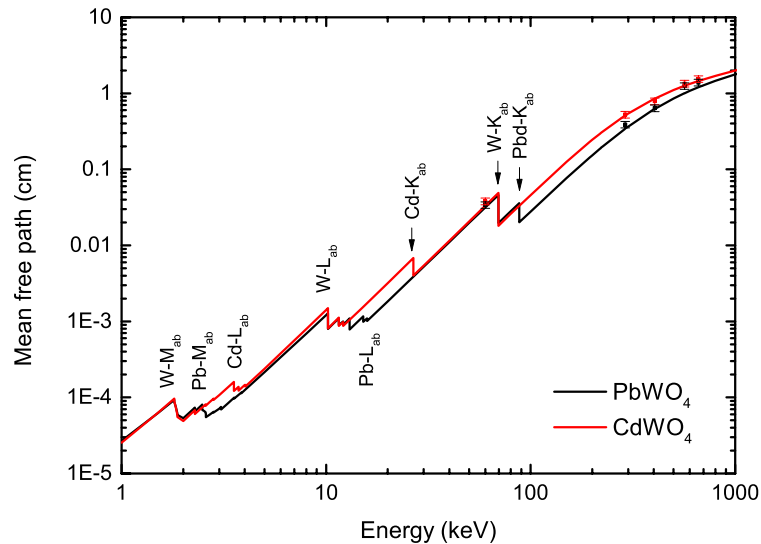
โอกาสเกิดอันตรกิริยาในเชิงระยะทางของรังสีแกมมากับอะตอมในวัสดุตัวกลาง เรียกว่าความยาวการลดทอนรังสี (attenuation length) หรือระยะทางอิสระเฉลี่ยของรังสีแกมมา (mean free path; λ) สามารถหาได้จากสมการ

$$\lambda = \frac{\int_0^\infty x \exp(-\mu x) dx}{\int_0^\infty \exp(-\mu x) dx} = \frac{1}{\mu} \quad (7)$$

เมื่อ μ คือ สัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น หน่วย cm^{-1} และ x คือความหนาของผลึก หน่วย cm

ภาพที่ 7 แสดงค่าระยะทางอิสระเฉลี่ยของรังสีแกมมาในผลึก PbWO_4 และ CdWO_4 ในช่วงพลังงาน 1-1000 keV ที่คำนวณจากสมการที่ (7) ระยะทางอิสระเฉลี่ยของรังสีแกมมาบอกระยะทางเฉลี่ยของรังสีในการเกิดอันตรกิริยาในผลึก ค่าระยะทางอิสระของรังสีน้อยแสดงว่าผลึกสามารถดูดกลืนรังสีได้มากหรือสามารถหยุดยั้งการทะลุทะลวงของรังสีได้ดี เหมาะกับการนำไปใช้เป็นวัสดุกำบัง

รังสี จากภาพที่ 7 ที่พลังงานต่ำระยะทางเฉลี่ยของรังสีแกมมาของผลึกทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ที่พลังงานมากกว่า 90 keV ค่าระยะทางอิสระเฉลี่ยของผลึก PbWO_4 มีค่าน้อยกว่าของ CdWO_4 สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนรังสีที่มากกว่าเนื่องจากมีธาตุหนักอย่างตะกั่วเป็นองค์ประกอบนั่นเอง



ภาพที่ 7 ระยะทางอิสระเฉลี่ยของรังสีแกมมาในผลึก PbWO_4 และ CdWO_4 ที่ช่วงพลังงาน 1-1000 keV

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ได้ทำการวัดค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนรังสีและระยะทางอิสระเฉลี่ยของรังสีแกมมาของผลึกซินทิลเลเตอร์ PbWO_4 และ CdWO_4 ในช่วงพลังงาน 60 - 662 keV และเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎีที่คำนวณด้วยโปรแกรม WinXCom ในช่วงพลังงาน 1 - 1000 keV พบว่าผลึก PbWO_4 มีค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนรังสีแกมมาที่สูงในช่วงพลังงานตั้งแต่ 90 keV ขึ้นไปเนื่องจากมีธาตุตะกั่วซึ่งมีความหนาแน่นและเลขอะตอมสูงเป็นองค์ประกอบนั่นเอง แม้ว่าผลึก PbWO_4 จะมีyieldแสงที่ต่ำ แต่การมีระยะทางอิสระเฉลี่ยของรังสีแกมมาที่สั้นจึงสามารถดูดกลืนและหยุดยั้งรังสีแกมมาได้ดีและต้นทุนการผลิตต่ำ ทำให้ผลึก PbWO_4 เหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้วัดรังสีแกมมาและอนุภาคพลังงานสูงในห้องปฏิบัติการที่ต้องใช้ปริมาณผลึกจำนวนมาก การกระเจิงแบบคอมป์ตันสามารถผลิตรังสีแกมมาที่มีพลังงานหลากหลายและต่อเนื่องเอื้อประโยชน์ในการนำไปใช้ศึกษาวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่อนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการนิวเคลียร์ และให้คำปรึกษา และดร.ณัฐดา ยะไวยักษ์ ที่ให้การช่วยเหลือในการวัดผลการทดลอง

7. เอกสารอ้างอิง

- Biswas, R., Sahadath, H., Mollah, A.S. and Huq, F. (2016). Calculation of gamma-ray attenuation parameters for locally developed shielding material: Polyboron. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 9, 26-34.
- Chen, S., Bonurham, M. and Rabiei A. (2014). Novel light-weight materials for shielding gamma ray. *Radiation Physics and Chemistry*, 96, 27-36.

- Gerward, L., Guilbert, N., Jensen, K.B., Levring, H., (2004). WinXCom—a program for calculating X-ray attenuation coefficients. *Radiation Physics and Chemistry*, 71, 653–654.
- Holl, I., Lorenz, E. and Mageras, G. (1988). A Measurement of the Light Yield of Common Inorganic Scintillators. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 35, 105-109.
- Lecoq, P. (2016). Development of new scintillators for medical applications. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 809, 130-139.
- Lecoq, P., Dafinei, I., Auffray, E., Schneegans, M., Korzhik, M.V. Missevitch, O.V, Pavlenko, V.B., Fedorov, A.A., Annenkov, A.N., Kostylev, V.L. and Ligun, V.D. (1995). Lead tungstate (PbWO_4) scintillators for LHC EM calorimetry. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 365, 291-298.
- Liu, X., Hu, G., Feng, X.M., Huang, Y. and Zhang Y. (2002). Influence of PbF_2 Doping on Scintillation Properties of PbWO_4 Single Crystals. *Physics status Solidi (a)*, 190, R1-R3.
- Melcher, C.L. (2005). Perspective in the future development of new scintillators. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A*, 537, 6-14.
- Nikl, M. (2006). Scintillation detectors for x-rays. *Measurement Science and Technology*, 17(4), R37-R54.
- Van Eijk C.W. (2002). Inorganic scintillators in medical imaging. *Physics in Medicine & Biology*, 47(8), R85-106.

การคัดเลือกแนวการจัดการสอนการพัฒนาโปรแกรมโดยวิธีกระบวนการวิเคราะห์แบบเชิงชั้น Computer Programming Subject Teaching Innovation Selection using Analytic Hierarchy Process

สมชาย ปราการเจริญ^{1*}, วิเชียร ศรีพระจันทร์¹, สุภาคย์ ดุลยสัมพันธ์¹, ธวัชชัย งามสันติวงศ์² และ
สุชาดา รัตนคงเนตร³

Somchai Prakancharoen^{1*}, Wichian Sriprachun¹, Suphak Duansampun¹, Thavatchai Ngamsantiwong² and
Suchada Ratanakongnet³

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

¹ Faculty of Science, Rajabhat Chandrakasem University

² วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

² College of Innovative Business and Accountancy, Dhurakij Pundit University

³ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

³ Faculty of applied science, King Mongkut's university of technology north Bangkok

บทคัดย่อ

การสอนการพัฒนาโปรแกรมให้นักศึกษาให้มีความเข้าใจ และมีทักษะสามารถพัฒนาโปรแกรมได้จริงเป็นสิ่งท้าทายต่อผู้สอนที่จะดำเนินการด้วยนวัตกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ต่างๆที่จะช่วยให้นักศึกษาสามารถบรรลุสมรรถนะที่กำหนดไว้ งานวิจัยนี้ได้กำหนดเงื่อนไขในการจัดการสอนในสามประเด็นหรือเงื่อนไขซึ่งประกอบด้วยเงื่อนไข ประสิทธิภาพของผู้สอน ความพร้อมให้บริการของห้องปฏิบัติการ และ ข้อจำกัดด้านเวลาของรายวิชา การทดลองได้สอบถามกลุ่มคณาจารย์ผู้สอนวิชาด้านการโปรแกรมจำนวนห้าท่านเพื่อหาความคิดเห็นโดยเฉลี่ย ค่านี้ได้ถูกนำมาวิเคราะห์หาวัตกรรมการสอนที่คณาจารย์มีความเห็นว่าจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ดี ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าวิธีการจัดการสอนแบบ Typical teaching, Flipped class room และ Community of practice มีความสำคัญหรืออรรถประโยชน์ที่คณาจารย์ให้ความสำคัญที่ระดับ 8.1%, 26.9%, 64.9% ตามลำดับ ผู้เรียนจำนวนสามสิบห้าคนได้ถูกแบ่งเป็นสามกลุ่มกลุ่มละสิบห้าคน มีการวัดผลก่อนเข้าสู่บทเรียนที่ใช้วิธีจัดการการสอนในสามวิธี ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเข้าสู่ระบบการเรียนในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งจากสามรูปแบบ ผลการตรวจสอบพัฒนาการเรียนพบว่ากลุ่ม Typical teaching มีค่าคะแนนผลการทดสอบเพิ่มขึ้นที่ 19.35% วิธี Flipped class room มีค่าคะแนนผลการทดสอบเพิ่มขึ้นที่ 37.29% และ Community of practice มีค่าคะแนนผลการทดสอบเพิ่มขึ้นที่ 44.26%

คำสำคัญ: การคัดเลือกแนวการจัดการสอน, กระบวนการวิเคราะห์แบบเชิงชั้น

Abstract

The objective of this research is finding out a suitable teaching innovation that could improve a student's computer programming competency. There are three conditions which are used as criteria for innovation selection. These conditions are “teacher competency”, “laboratory limitation”, and “teaching time limitation”. There are three teaching innovation methods, which are empirical experiments on three groups assigned to students. The three innovations are “Typical teaching”, “Flipped classroom”, and “Community of practice”. The group of computer

* Corresponding author: somchai.p@chandra.ac.th

programming subjects judged the importance of three criteria and the importance of alternatives (teaching innovation) under each condition. The result of the analytic hierarchy process (AHP) presents that the community of practice is the best teaching method. These three teaching methods are assigned to three groups of students (fifteen per group). The percentage of average competency increase in typical teaching, flipped classroom, and community of practice are 19.35%, 37.29%, and 44.26%.

Keywords: Teaching innovation, Analytic hierarchy process

1. ความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันได้มีนวัตกรรมการสอนแบบต่างๆ (Glassman, 2016) นอกเหนือจากการสอนแบบปกติ (Typical teaching style) ซึ่งผู้สอนจะให้คำบรรยาย จากนั้นจะให้ผู้เรียนได้เข้าใช้งานคอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ นวัตกรรมการสอนมีหลากหลายแนวทางในงานวิจัยนี้ได้เลือกอีกสองแนวทางที่เป็นที่นิยมในการนำมาประยุกต์การสอนวิชาที่มีการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะ หากเป็นวิชาด้านการสอนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจไวยากรณ์ และสามารถเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ นวัตกรรมที่สามารถส่งเสริมความต้องการดังกล่าวได้แก่ Flipped class room และ Community of practice การกลับชั้นเรียน (Flipped class room) (Ozdamli, 2016) เป็นการจัดการการสอนโดยผู้สอนจะทำการเตรียมสื่อการสอนให้ผู้เรียนนำไปศึกษาด้วยตนเอง จากนั้นผู้สอนจะยกประเด็นคำถามแล้วให้ผู้เรียนมาทำการร่วมกันวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องเทคนิคนี้จะเหมาะกับวิชาเรียนที่เป็นแนวคิดหลักการ เครือข่ายชุมชนนักปฏิบัติ (Community of practice) (Farnsworth, 2016) วิธีการนี้ผู้สอนจะพยายามสร้างเครือข่ายผู้รู้ ผู้มีประสบการณ์ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาที่สอน เมื่อผู้เรียนมีปัญหา เครือข่ายผู้ที่มีประสบการณ์จะช่วยให้ความคิดหาทางแก้ปัญหา วิธีการนี้จะใช้ได้ผลดีหากผู้เรียนมีการรวมกลุ่มกันช่วยกันคิด ช่วยกันหาคำตอบจากเครือข่ายผู้รู้ให้คำแนะนำ

2. วัตถุประสงค์

1. สืบหาความคิดเห็นของคณาจารย์ผู้สอนวิชาการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหานวัตกรรมการสอนที่เหมาะสม
2. วัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนที่พัฒนาขึ้นของแต่ละรูปแบบการสอน

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กระบวนการวิเคราะห์แบบเชิงชั้น (Analytic hierarchy process: AHP) (Stofkova, 2022) AHP เป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสม (Alternative) ภายใต้เงื่อนไขต่าง (Condition) เงื่อนไขหนึ่งๆอาจมีเงื่อนไขย่อยๆ ผู้ให้ความเห็นจะให้ค่าความสำคัญในเงื่อนไขหนึ่งต่อเงื่อนไขอื่นๆ การให้ค่าคะแนนจะมีค่าระหว่าง +1 ถึง +9 เช่นหากเงื่อนไข A มีค่าความสำคัญมากกว่าเงื่อนไข B จะแสดงด้วย (ตัวอย่าง) $A \rightarrow B = 5$ หมายถึง A มีความสำคัญกว่า B ที่ระดับ '5' หรืออาจกล่าวอีกแนวทางคือ เงื่อนไข $B \rightarrow A = 1/5$ หรือ ความสำคัญของ B ต่อ A มีค่าที่ '1/5' หากเงื่อนไข A มีเงื่อนไขย่อย A1, A2 การหาความสำคัญของ A1, A2 จะดำเนินการเช่นเดียวกันโดยกระทำภายใต้ เงื่อนไข A ค่าความสำคัญของ A1, A2 จะถูกถ่วงน้ำหนักด้วยค่าความสำคัญ (Utility) ของเงื่อนไข A ที่มีต่อ ทั้งหมด A และ B เงื่อนไขรองทั้งหมดจะนำมาหาค่าความสำคัญของทุกทางเลือก (Alternative) เพื่อนำมาหาค่าความสำคัญที่แต่ละทางเลือกมีต่อแต่ละเงื่อนไขทั้งนี้ภายใต้เงื่อนไขหลักของเงื่อนไขรองหนึ่งๆ การกำหนดความสำคัญจะทำการทำให้เป็นค่าปกติ (Normalization) เพื่อให้อยู่ที่หน่วยเดียวกัน ('1') ในการกำหนดความสำคัญบ่อยครั้งผู้ให้ค่าความสำคัญ (Rating) ต่อเงื่อนไขต่างๆขัดแย้งกันเองเช่น $A > B$, $B > C$, $A < C$ ซึ่งเงื่อนไขที่สามไม่ถูกต้อง ไม่คงเส้นคงวา (In consist) การวัดความคงเส้นคงวาจะใช้หลักการหาค่าดัชนีค่าความคงเส้นคงวา (Consistency index: CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

โดยที่ค่า n คือจำนวนเงื่อนไข และ λ_{max} คือค่าผลคูณสะสมของน้ำหนักมาตรฐานกับค่าเฉลี่ยความสำคัญของแต่ละเงื่อนไข ค่า CI ที่ได้จะนำไปคำนวณกับสูตรการหาค่าสัดส่วนความคงเส้นคงวา (Consistency ratio: CR)

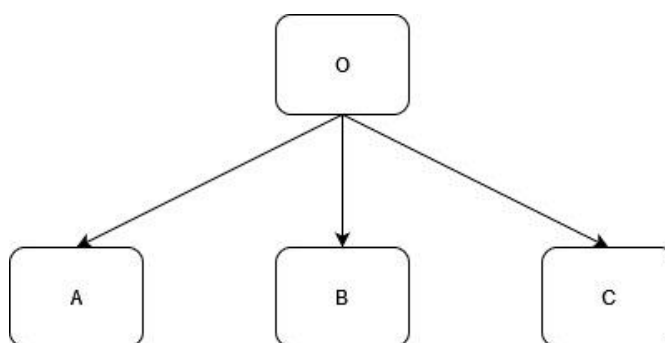
$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

โดยค่า RI มีค่าคงที่ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่ากำหนด R ภายใต้จำนวนเงื่อนไข (n)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.4	1.45	1.49

หากค่า CR มีค่าน้อยกว่า 10% จะถือว่าการให้ความสำคัญมีความคงเส้นคงวา ตัวอย่างการคำนวณ AHP: หากการตัดสินใจในประเด็นหนึ่งๆ 'O' ประกอบด้วยเงื่อนไข 'A', 'B', และ 'C' โดยที่ 'A' > 'B' > 'C'



ภาพที่ 1 ตัวอย่างการตัดสินใจภายใต้เงื่อนไข

ตัวอย่างการประมวลผล AHP: สมมติผู้พิจารณาได้ให้ลำดับความสำคัญของเงื่อนไขดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนการให้ลำดับความสำคัญ

	A	B	C
A	1.00	3.00	9.00
B	1/3	1.00	5.00
C	1/9	1/5	1.00
	A	B	C
A	W11	W12	W13
B	W21	W22	W23
C	W31	W32	W33

จากนั้นทำการหาค่าน้ำหนักของปัจจัยตามแนวคอลัมน์

ตารางที่ 3 การหาค่าน้ำหนักของปัจจัยตามแนวคอลัมน์

	A	B	C
A	1.00	3.00	9.00
B	0.33	1.00	5.00
C	0.11	0.20	1.00
	1.44	4.20	15.00
	A	B	C
A	W11	W12	W13
B	W21	W22	W23
C	W31	W32	W33
	$\sum_i^3 W_{i1}$	$\sum_i^3 W_{i2}$	$\sum_i^3 W_{i3}$

จากนั้นทำการหารทุกเซลล์ในแต่ละคอลัมน์ด้วยค่าผลรวมของแต่ละเซลล์ (รวมทั้งผลรวมของค่าคอลัมน์)

ตารางที่ 4 ค่าปกติของค่าน้ำหนักของปัจจัยตามแนวคอลัมน์

	A	B	C	Average row
A	0.692	0.714	0.600	0.668
B	0.230	0.238	0.333	0.267
C	0.076	0.047	0.066	0.063
	1	1	1	1
	A	B	C	Average row
A	$W11/\sum_i^3 W_{i1}$	$W12/\sum_i^3 W_{i2}$	$W13/\sum_i^3 W_{i3}$	$\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (W1j / \sum_i^3 W_{i3})$
B	$W21/\sum_i^3 W_{i1}$	$W22/\sum_i^3 W_{i2}$	$W23/\sum_i^3 W_{i3}$	$\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (W2j / \sum_i^3 W_{i3})$
C	$W31/\sum_i^3 W_{i1}$	$W32/\sum_i^3 W_{i2}$	$W33/\sum_i^3 W_{i3}$	$\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (W3j / \sum_i^3 W_{i3})$
	$\sum_i^3 W_{i1} / \sum_j^3 W_{i1}$	$\sum_i^3 W_{i2} / \sum_j^3 W_{i2}$	$\sum_i^3 W_{i3} / \sum_j^3 W_{i3}$	$\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (W_{ij} / \sum_i^3 W_{i3})$

ส่วนค่าในคอลัมน์ ‘average row’ จะเป็นค่าเฉลี่ยของทุกเซลล์ของแต่ละแถว ตัวอย่างเช่น $0.668 = (0.692+0.714+0.600) / 3$ จากนั้นหาค่า ‘ λ_{max} ’ จาก ค่าผลรวมของ ผลคูณของค่าเฉลี่ยของแต่ละแถวคูณด้วยผลรวมน้ำหนักของปัจจัยของแถวนั้นๆ

$$\lambda_{max} = \sum_i^3 W_{i1} * [\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (W1j / \sum_i^3 W_{i3})] + \sum_i^3 W_{i2} * [\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (W2j / \sum_i^3 W_{i3})] + \sum_i^3 W_{i3} * [\frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 (W3j / \sum_i^3 W_{i3})] \quad (3)$$

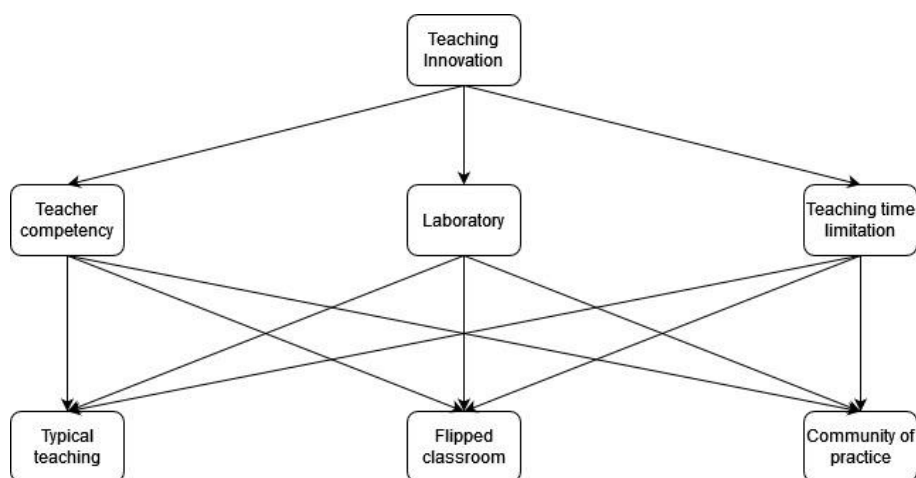
ดังนั้น $\lambda_{max} = 0.668*1.44+0.267*4.20+0.063*15.0$ นั่นคือ $\lambda_{max} = 3.045$ คำนวณหาค่า CI = $(\lambda_{max} - 3)/(3-1)$; $n=3$ นั่นคือ CI = 0.022 คำนวณหาค่า CR = CI / RI; ‘RI’=0.58 นั่นคือ CR = 0.039 ค่า CR มีค่าน้อยกว่า 10% ($0.039*100=3.9\%$) แสดงว่าการกำหนดความสำคัญในตารางที่ 2 มีค่าความคงเส้นคงวาที่ดี จากตารางที่ 4 เจอนไขที่มีค่าความสำคัญสูงสุดคือ ‘A’ ที่ 66.88%

4. การออกแบบงานวิจัย

การวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 กำหนดผังการให้ความสำคัญพร้อมเงื่อนไขและทางเลือก (นวัตกรรมการสอน)

คณาจารย์ในสาขาวิชาที่สอนการพัฒนาโปรแกรมจำนวนห้าท่านในปีการศึกษาที่ 1 พ.ศ. 2565 ได้มาประชุมให้ความเห็นในการเปรียบเทียบความสำคัญของเงื่อนไขหลักต่อทางเลือก หรือนวัตกรรมการสอนที่คณาจารย์เห็นว่าน่าจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะในการเขียนโปรแกรมที่สูงขึ้น โดยเงื่อนไขหลัก (Murat Pasa Uysal, 2014) คือสมรรถนะของผู้สอน (Teacher competency: TC) ความพร้อมให้บริการของห้องปฏิบัติการ (Laboratory availability: LA) และ ข้อจำกัดด้านเวลาของรายวิชา (Teaching time limitation: TL) ส่วนทางเลือกของกระบวนการจัดการสอนมีสามวิธีคือ การสอนแบบดั้งเดิม (Typical teaching: TT) การสอนแบบกลับชั้นเรียน (Flipped classroom: FC) และการสอนแบบเครือข่ายชุมชนนักปฏิบัติ (Community of practice: CP) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างเงื่อนไขในการตัดสินใจเลือกรูปแบบการสอน

4.2 คำนวณหาค่าความสำคัญของแต่ละเงื่อนไข และทางเลือกภายใต้เงื่อนไข

4.3 ทำการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นสามกลุ่มๆละสิบห้าคนแต่ละกลุ่มจะใช้นวัตกรรมการสอนเดียวทั้งภาคการศึกษา

4.4 ทำการสรุปผลการพัฒนาการของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

4.5 การเปรียบเทียบผลการพัฒนาการในด้านความรู้และทักษะของแต่ละกลุ่ม

5. ผลการทดลอง

5.1 ผลการคำนวณหาค่าความสำคัญของแต่ละทางเลือก

คณาจารย์จะให้ความสำคัญของแต่ละเงื่อนไข จากนั้นข้อมูลนี้จะนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Expert choice ได้ผลลัพธ์ค่าความสำคัญสรุปดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การให้ค่าความสำคัญของเงื่อนไขหลัก

	TC	LA	TL
TC	1.00	4.00	9.00
LA	0.50	1.00	5.00
TL	0.14	0.33	1.00

	TC	LA	TL
TC	1	4	9
LA	0.25	1	5
TL	0.11	0.2	1

ผลการคำนวณหาค่าความสำคัญของเงื่อนไข ‘TC’, ‘LA’, ‘TL’ มีค่าดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของเงื่อนไขหลักและค่าความคงเส้นคงวา

	TC	LA	TL	Average row
TC	0.735	0.769	0.6	0.701
LA	0.183	0.192	0.333	0.236
TL	0.080	0.038	0.066	0.062
lampda max		CI	CR	
3.113		0.0569	0.0981	
			(<10%)	
			consist passing	

5.1.1 ผลการคำนวณหาค่าความสำคัญของเงื่อนไขย่อย ‘TT’, ‘FC’, ‘CP’ ภายใต้เงื่อนไข ‘TC’ มีค่าดังตารางที่ 7, 8

ตารางที่ 7 การให้ค่าความสำคัญของทางเลือกภายใต้เงื่อนไขหลัก ‘TC’

Under TC	TT	FC	CP
TT	1.00	0.25	0.14
FC	4.00	1.00	0.33
CP	7.00	3.00	1.00
	12.000	4.250	1.476

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของทางเลือกเงื่อนไขหลัก ‘TC’ และค่าความคงเส้นคงวา

Under TC	TT	FC	CP	Average row
TT	0.083	0.058	0.096	0.079
FC	0.333	0.235	0.225	0.264
CP	0.583	0.705	0.677	0.655
Lampda max		CI	CR	
3.048		0.024	0.042	
			(<10%)	
			consist passing	

5.1.2 ผลการคำนวณหาค่าความสำคัญของเงื่อนไขย่อย 'TT', 'FC', 'CP' ภายใต้เงื่อนไข 'LA' มีค่าดังตารางที่ 9, 10

ตารางที่ 9 การให้ค่าความสำคัญของทางเลือกภายใต้เงื่อนไขหลัก 'LA'

Under LA	TT	FC	CP
TT	1.00	0.33	0.13
FC	3.00	1.00	0.50
CP	8.00	2.00	1.00
	12.000	3.333	1.625

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของทางเลือกเงื่อนไขหลัก 'LA' และค่าความคงเส้นคงวา

Under LA	TT	FC	CP	Average row
TT	0.083	0.1	0.076	0.086
FC	0.25	0.3	0.307	0.285
CP	0.666	0.6	0.615	0.627
Lampda max		CI	CR	
3.013		0.0067	0.0116	
			(<10%)	
			consist passing	

5.1.3 ผลการคำนวณหาค่าความสำคัญของเงื่อนไขย่อย 'TT', 'FC', 'CP' ภายใต้เงื่อนไข 'TL' มีค่าดังตารางที่ 11, 12

ตารางที่ 11 การให้ค่าความสำคัญของทางเลือกภายใต้เงื่อนไขหลัก 'TL'

Under TL	TT	FC	CP
TT	1.00	0.25	0.11
FC	4.00	1.00	0.33
CP	9.00	3.00	1.00
	14.000	4.250	1.444

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าความสำคัญของทางเลือกเงื่อนไขหลัก 'TL' และค่าความคงเส้นคงวา

Under TL	TT	FC	CP	Average row
TT	0.071	0.058	0.076	0.069
FC	0.285	0.235	0.230	0.250
CP	0.642	0.705	0.692	0.680
Lampda max		CI	CR	
3.014		0.0073	0.0126	
			(<10%)	
			consist passing	

5.1.4 การสรุปค่าความสำคัญของทุกเงื่อนไขหลักต่อทางเลือก

จากผลการวิเคราะห์พบว่านวัตกรรมการสอนแบบ เครือข่ายชุมชนนักปฏิบัติมีค่าความสำคัญสูงสุดที่ 68.03% ดังผลแสดงในตารางที่ 13 ตัวอย่างการหาค่า ค่าความสำคัญทั้งหมดของทางเลือก ‘TT’ (composite weight) คำนวณจาก $0.701 \times 0.080 + 0.236 \times 0.087 + 0.062 \times 0.069 = 0.081$ หรือ 8.10%

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความสำคัญทั้งหมดของทางเลือกภายใต้ทุกเงื่อนไขหลัก

		Criteria			Composite weight
		TC	LA	TL	
Alternative	Weight	0.701	0.236	0.062	-
	TT	0.080	0.087	0.069	0.081
	FC	0.265	0.286	0.251	0.269
	CP	0.656	0.627	0.680	0.649

5.2 การสรุปและเปรียบเทียบผลการพัฒนาการของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม

ผลการวิเคราะห์พบว่าผู้เรียนในกลุ่มที่ใช้วัตกรรมการสอนแบบ เครือข่ายชุมชนนักปฏิบัติมีการพัฒนาการความรู้และทักษะที่สูงกว่าวิธีอื่นๆที่ 44.26% ในขณะที่วิธีการเชิงปัญหา มีการพัฒนาการที่ 37.29% ส่วนวิธีการสอนแบบเดิมสามารถเพิ่มพัฒนาการมีความรู้-ทักษะได้เพียง 19.35%

ตารางที่ 14 พัฒนาการมีความรู้-ทักษะของผู้เรียนโดยวิธีการสอนสามแบบ

Section	Average score (100)		
	Pre test	Post test	Progress rate %
Typical teaching	62	74	19.35
Flipped classroom	59	81	37.29
Community of practice	61	88	44.26

6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองพบว่าการประยุกต์การสอนโดย เครือข่ายหรือชุมชนผู้ปฏิบัติมีความเหมาะสมต่อการส่งเสริมความรู้และทักษะของผู้เรียนอย่างเด่นชัดกว่าวิธีการสอนแบบเดิมและแบบเชิงปัญหา เนื่องจากผู้รู้ที่อยู่ในเครือข่ายเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในสายงานภาษาโปรแกรมที่ผู้เรียนสามารถขอคำแนะนำ ที่สามารถนำไปปฏิบัติแก้ไขปัญหได้อย่างแท้จริง และการให้ผู้เรียนทำการรวมกลุ่ม จะช่วยให้มีการปรึกษา (Discuss) ในประเด็นปัญหาทำให้มีความรู้ที่แตกฉานขึ้นกว่าการที่ต้องรับฟังคำบรรยายแล้วไปทำการค้นคว้าด้วยตนเองซึ่งหากไม่สามารถแก้ปัญหาได้จะเกิดความท้อแท้ เบื่อหน่ายแล้วละเลยการเรียนรู้ในวิชานั้นในที่สุด

การวิจัยต่อไปจะเป็นการศึกษาถึงสัดส่วนของชั่วโมงการเรียนรู้ที่เหมาะสมในการฟังคำบรรยาย และการขอคำปรึกษาจากเครือข่าย ชุมชนนักปฏิบัติ อาจมีการนำนวัตกรรมต่างมาทำงานร่วมกันในแต่ละช่วงกิจกรรม หรือทำการผสมผสานนวัตกรรมการสอนแบบต่างๆเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมต่อกิจกรรมหนึ่งๆ

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณข้อมูลการทดลองจากการเรียนวิชาการโปรแกรมเบื้องต้น จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ในช่วงปีการศึกษาที่หนึ่ง พ.ศ. 2565

8. บรรณานุกรม

- Farnsworth, V, Kleanthous, I and Wenger-Trayner, E. (2016). Communities of practice as a social theory of learning: A conversation with Etienne Wenger. *British Journal of Educational Studies*, 64(2), 139-160.
<https://doi.org/10.1080/00071005.2015.1133799>
- Glassman, A. M., & Opengart, R. (2016). Teaching Innovation and Creativity: Turning Theory into Practice. *Journal of International Business Education*, 11(). <https://commons.erau.edu/publication/696>.
- Murat Pasa Uysal. (2014). *Contemporary Educational Technology*, 5(3), 198-217. <https://doi.org/10.30935/cedtech/6125>
- Ozdamli, F. & Asiksoy, G. (2016). Flipped classroom approach. *World Journal on Educational Technology*, 8(2), 98-105
- Stofkova, K.R.; Malega, P.; Binasova, V. (2022). Use of the Analytic Hierarchy Process and Selected Methods in the Managerial Decision-Making Process in the Context of Sustainable Development. *Sustainability*, 14, <https://doi.org/10.3390/su141811546>

การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน

The development of Web application for creating and sharing joint events

เอก บำรุงศรี^{1*}, สายยาใจ พึ่งประชา¹, พชร ฮั้ววานิช¹ และ ณัฐพงษ์ บุตรหงส์¹

Eak Bamrungsi^{1*}, Saiyajai Pungpracha¹, Potchara Huawanich¹ and Nattaphong Budhong¹

¹ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

¹ Department of Computer Science, Faculty of Science, Siam University

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. สร้างเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน 2. ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ กลุ่มนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิ จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า 1) เว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกันมีฟังก์ชันหลักคือ 1) สร้างข้อมูลการจัดกิจกรรม 2) แบ่งปันข้อมูลกิจกรรม 3) สนทนาออนไลน์ สามารถทำงานได้บนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เคลื่อนที่ทุกชนิด เขียนคำสั่งภาษาจาวาสคริปต์ ด้วยวิซวลสตูดิโอโค้ด ใช้มายเอสคิวแอลจัดการข้อมูลด้วยคำสั่งเอสคิวแอล 2) ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน โดยรวมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.16$, S.D. = 0.62) เมื่อพิจารณาทางด้านพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจด้านการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.62) แสดงให้เห็นว่าเว็บแอปพลิเคชันนี้ตอบสนองความต้องการและเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน

คำสำคัญ: เว็บ แอปพลิเคชัน กิจกรรม

Abstract

The objectives of this research are 1) The development of Web application for creating and sharing joint events is one of the goals of this study. 2) Examine how satisfied users are with the application's performance. The sample group in this study were computer science students. Stratified random sampling was used to acquire a sample of 30 persons. The Application Performance Satisfaction Questionnaire was used as a research technique. The arithmetic mean ($\bar{X}$) and standard deviation (S.D.) were the statistics utilized to analyze the data. The study's findings found that: 1) Web application for creating and sharing joint events; The app has three primary functions: (1) Generate event information (2) Share event information (3) online chat system. Developed in Responsive Web Design, It works on computers and mobile devices, uses Visual Studio Code to write instructions in JavaScript, and uses MySQL to manipulate data with SQL. 2) Overall, customers' satisfaction with the app was good. ($\bar{X} = 4.16$, S.D. = 0.62). with The web application functions had the highest satisfaction level. ($\bar{X} = 4.27$, S.D. = 0.62). It shows that this web application is responsive and useful to users.

Keywords: website, application, event

* Corresponding author : eak.bam@siam.edu

Received: 27 มิถุนายน 2566

Revised: 13 กรกฎาคม 2566

Accepted: 10 สิงหาคม 2566

1. บทนำ

ปัจจุบันสื่อสังคมออนไลน์ (Social media หรือ Social Network) ไม่ว่าจะเป็น Facebook, Line, Twitter, Instagram, YouTube, TikTok และอื่นๆ กำลังเข้ามามีบทบาทสำคัญในวงกว้างต่อระบบการสื่อสาร ทำให้เราสามารถเชื่อมต่อความสัมพันธ์กันอย่างกว้างขวาง ไม่จำกัดเวลา สถานที่และอุปกรณ์ นำพาให้พี่น้องเพื่อนฝูงญาติสนิทมิตรสหายมาพบปะเจอเจอกัน ทำให้คนที่ไม่ชอบหรือไม่รู้จักการใช้สมาร์ตโฟนหันกลับมาเห็นความสำคัญของการใช้อุปกรณ์ประเภทนี้มากขึ้น อาจเรียกได้ว่าสื่อสังคมออนไลน์ได้ก้าวเข้ามาเปลี่ยนโลกแห่งการสื่อสารใบนี้เลยทีเดียว สอดคล้องกับความเห็นของ พิชิต วิจิตรบุญยรักษ์ (2554) ที่กล่าวว่า “สื่อสังคมออนไลน์” (Social Media) เป็นรูปแบบการสื่อสารข้อมูลที่เข้าถึงผู้คนทุกระดับในปัจจุบัน โดยมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ภายใต้การพัฒนาตลอดเวลาของเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีแนวโน้มจะกลายเป็นสื่อหลักสำหรับผู้คนในโลกอนาคต

ด้วยสภาพสังคมปัจจุบันที่มีความหลากหลาย ผู้คนส่วนใหญ่มีการทำกิจกรรมส่วนบุคคลตามความชอบของตน เช่น การดูหนัง ออกกำลังกาย ท่องเที่ยว ทานอาหาร ฯลฯ บ่อยครั้งกิจกรรมที่เราสนใจ ทำเป็นประจำหรือกิจกรรมใหม่ๆ ที่เราสนใจอยากทำ แต่เพื่อนรอบข้างหรือคนใกล้ชิดของเราอาจจะปฏิเสธ อาจเป็นเพราะไม่ชอบทำกิจกรรมแบบเดียวกับเรา หรือไม่มีเวลาที่จะทำกิจกรรมพร้อมกับเรา จึงเป็นสาเหตุที่ต้องไปทำกิจกรรมคนเดียวหรืออาจไม่ได้ทำกิจกรรมอย่างที่ตั้งใจ ฉะนั้นหากเราต้องการทำกิจกรรมอย่างที่ตั้งใจ บางครั้งจำเป็นต้องมีสื่อกลางในการเชื่อมโยงกลุ่มคนที่มีความชอบกิจกรรมแบบเดียวกันมาแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกิจกรรม พบปะหรือเป็นเพื่อนร่วมทำกิจกรรมด้วยกัน

จากการศึกษาปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้สื่อสังคมออนไลน์ (Social Network) และเทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชัน มาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน ในรูปแบบ Responsive Website ให้สามารถใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เคลื่อนที่ทุกชนิด ผู้ใช้เป็นทั้งผู้สร้างกิจกรรมและผู้เข้าร่วมกิจกรรม รวมถึงแสดงความคิดเห็น โพสต์ เรื่องราว รูปภาพของกิจกรรมที่ตนเข้าร่วม และสร้างกลุ่มเพื่อนกิจกรรมพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน เพื่อเป็นสื่อสังคมออนไลน์เชื่อมโยงผู้คนที่ชอบทำกิจกรรมเข้าด้วยกัน ทำให้มีการแบ่งปันข้อมูลกิจกรรมที่ดี แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมต่างๆ สร้างโอกาสให้ได้ค้นพบกิจกรรมใหม่ๆ พบปะเพื่อนใหม่ที่มีความชอบกิจกรรมเดียวกัน เกิดเป็นเครือข่ายสังคมออนไลน์สำหรับคนทำกิจกรรม

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน

2.2 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานในประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน

3. ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) เป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีที่เรียกว่า เว็บ 2.0 (Web 2.0) คือ เครื่องมือต่างๆ ที่ทำงานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่อนุญาตให้แต่ละบุคคลเข้าถึง แลกเปลี่ยน สร้างเนื้อหา และสื่อสารกับบุคคลอื่นๆ และการเข้าร่วมเครือข่ายออนไลน์ต่างๆ ซึ่งปัจจุบันบริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีการนำมาใช้ในการสื่อสารระหว่างบุคคล เพื่อการสื่อสารทางธุรกิจ หรือการสื่อสารของหน่วยงานราชการ ตลอดจนองค์กรต่างๆ (Numkingston, 2564) สอดคล้องกับความเห็นของ Williamson Andy (2013) ที่กล่าวว่า ในยุคปัจจุบันสื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) คือ แพลตฟอร์มสำหรับสร้างชุมชนเสมือนบนโลกออนไลน์ เป็นแหล่งรวมผู้ใช้งานเข้ามาประกอบกิจกรรมบนโลกออนไลน์ ตัวอย่างก็คือ เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันโซเชียลมีเดีย ที่ใช้งานกันอยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น Twitter, Line, Facebook และ Instagram เป็นต้น ซึ่งประโยชน์ของสื่อสังคมออนไลน์สามารถช่วยให้ติดต่อสื่อสารถึงกันได้อย่างง่ายดาย

เว็บแอปพลิเคชัน (Web application) เป็นซอฟต์แวร์ (Software) ชนิดหนึ่งที่อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์ โดยตัวแอปพลิเคชันถูกจัดเก็บไว้ในเซิร์ฟเวอร์ ใช้งานผ่านทางโปรแกรมเปิดเว็บหรือเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) บนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์

มือถือ ถ้าเว็บไซต์ใช้งานได้มากกว่าการอ่านเนื้อหาทั่วไป เช่น ใช้พิมพ์เอกสาร แต่งภาพและบันทึกเป็นไฟล์ได้ ก็ถูกจัดว่าเป็นเว็บแอปพลิเคชัน ประโยชน์ของเว็บแอปพลิเคชัน คือ สะดวกคล่องตัว ไม่ต้องดาวน์โหลดโปรแกรมมาติดตั้งให้ยุ่งยาก เพียงมีอินเทอร์เน็ต URL เว็บไซต์ และเว็บเบราว์เซอร์ ก็เข้าถึงเว็บแอปพลิเคชันได้ อีกหนึ่งประโยชน์คือ เว็บแอปพลิเคชัน สามารถทำงานได้ทุกที่ที่มีอินเทอร์เน็ต (Internet) สามารถใช้งานได้กับแทบทุกเว็บเบราว์เซอร์ เว็บแอปพลิเคชันบางประเภทสามารถบันทึกไฟล์งานแบบออนไลน์ และบางเว็บเปิดให้ผู้ใช้งานคนอื่น ๆ เข้ามาทำงานร่วมกับผลงานของเราได้ (Numkingston, 2564)

Responsive Web Design คือ แนวคิดในการการออกแบบเว็บไซต์ให้สามารถรองรับการแสดงผลได้กับทุกอุปกรณ์ ทั้งพีซี โน้ตบุ๊ก มือถือและแท็บเล็ต โดยออกแบบเพียงครั้งเดียวสามารถแสดงผลได้หลากหลายหน้าจอ โดยที่ยังคงความเป็นเอกลักษณ์เดียวกัน (ธีม) โดยใช้โค้ดร่วมกัน URL เดียวกัน ในการออกแบบแนว Responsive Website ต้องวางแผนองค์ประกอบเว็บไซต์ และ CSS ให้เหมาะสมกับขนาดอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งมีผู้พัฒนา Responsive Framework ออกมาให้ดาวน์โหลดไปใช้ ในการที่จะทำ Responsive Website มักใช้เทคนิคหลายๆ อย่าง ร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็น Fluid Grid, Flexible Images และ CSS3 Media Queries (Responsive Web Design, 2564)

วุฒิพงษ์ ชินศรี และ ศิริวรรณ วาสกรี (2558) เทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชัน (Web application) ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เว็บแอปพลิเคชันทำงานในรูปแบบของไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server) โปรแกรมจะถูกติดตั้งไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ เครื่องของผู้ใช้หรือเครื่องไคลเอนต์ที่เชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายจะสามารถเรียกใช้งานโปรแกรมผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) ได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของความหลากหลายและความแตกต่างกันของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง จึงทำให้สามารถใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ทันที ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต เพียงเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

อดิสรณ์ อันสงคราม (2558) ผลกระทบจากการใช้โซเชียลมีเดียของคนวัยทำงานในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นสมาชิกเครือข่ายโซเชียลมีเดียมากกว่า 1 สื่อ มีความถี่ในการใช้โซเชียลมีเดียทุกวัน ระยะเวลาในการใช้งานมากกว่า 3 ชั่วโมงต่อวัน โดยที่กลุ่มตัวอย่างจะเข้าใช้โซเชียลมีเดียที่บ้าน/หอพักมากที่สุด ส่วนใหญ่จะเข้าใช้บริการโดยโทรศัพท์มือถือ และกิจกรรมที่ทำเป็นประจำเมื่อเข้าใช้งานโซเชียลมีเดีย ได้แก่ การสนทนากับเพื่อน (Chat) รองลงมาคือการอัปเดตสถานะ/ข้อมูลส่วนตัว/รูปภาพ และแลกเปลี่ยน/ค้นหาข้อมูล ตามลำดับ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.1.1 เว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน

4.1.2 แบบประเมินความพึงพอใจเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน

4.2 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน

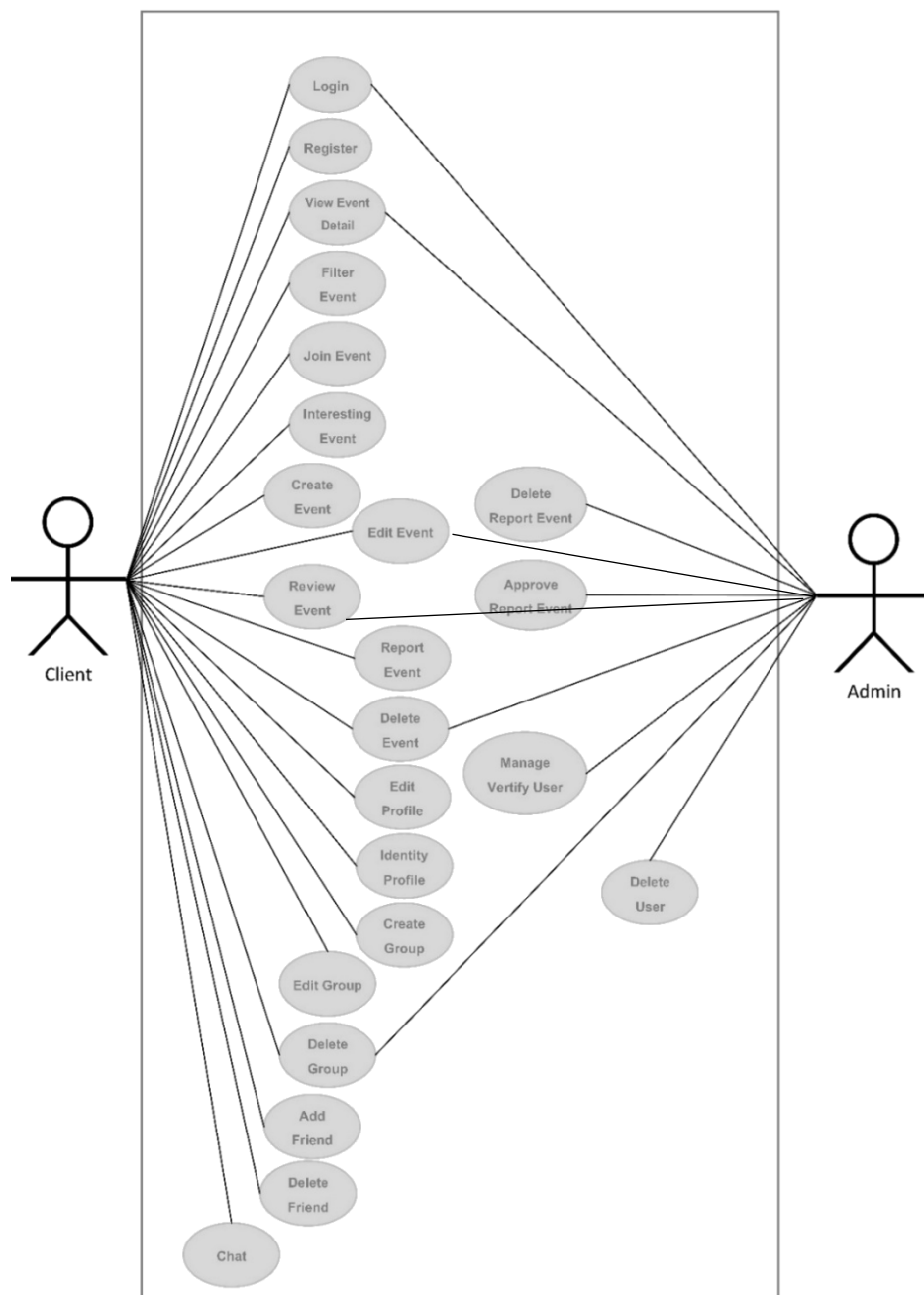
ผู้วิจัยได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันตามหลักวัฏจักรการพัฒนากระบวน (System Development Life Cycle หรือ SDLC) (Kenneth E. Kendall, Julie E. Kendall, 2019) มาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

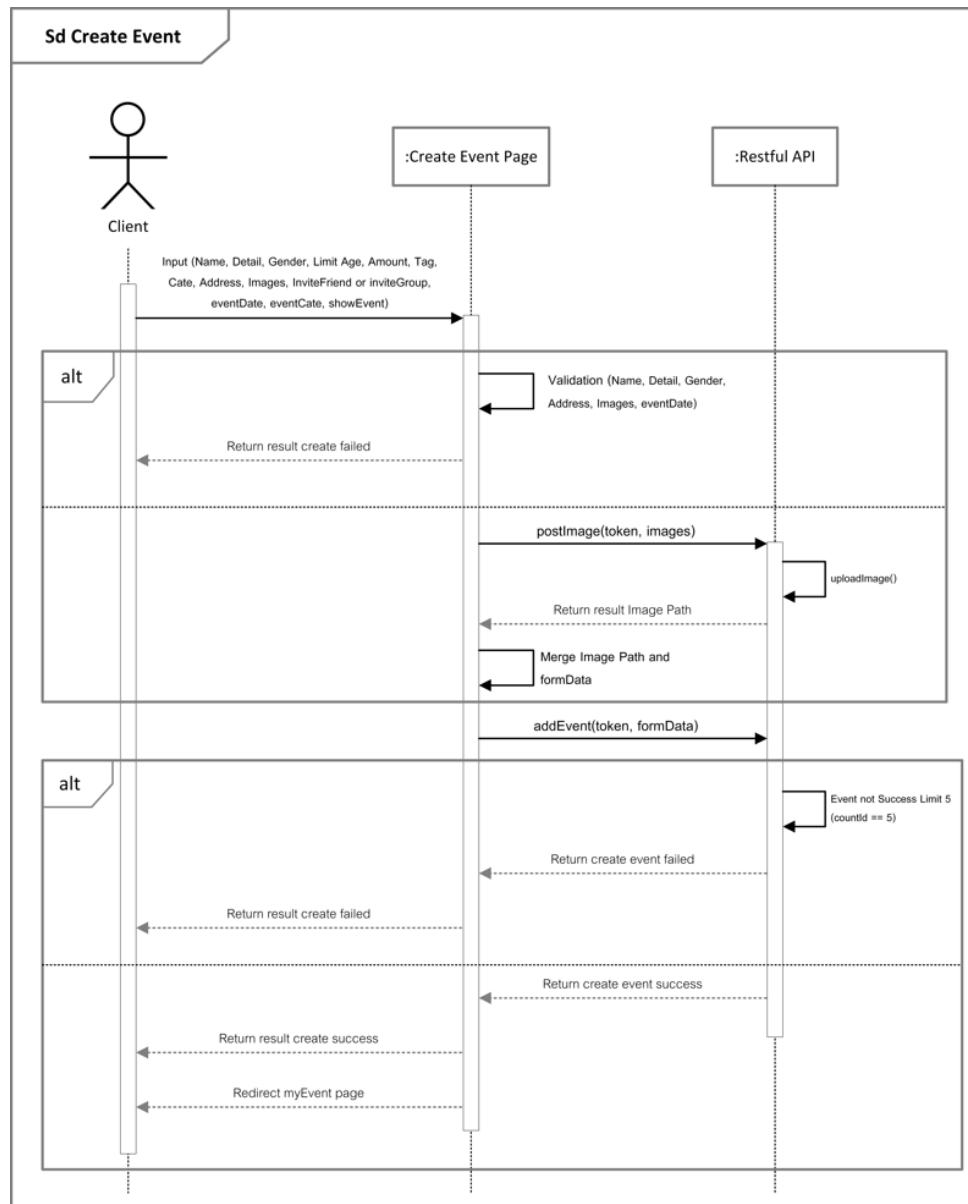
ทำการศึกษาบทความหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ พฤติกรรมการใช้โซเชียลมีเดีย (Social Media) ของคนกรุงเทพฯ ผลกระทบจากการใช้โซเชียลมีเดียของคนวัยทำงานในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทำการศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระบบงานการสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกันของแพลตฟอร์มต่างๆ ทั้งแบบแอปพลิเคชันและเว็บแอปพลิเคชัน ทางด้านสื่อสังคมออนไลน์ (Social Media) เทคโนโลยีการออกแบบเว็บไซต์ให้สามารถรองรับการแสดงผลได้กับทุกอุปกรณ์ (Responsive Web Design) และเทคโนโลยีระบบจัดการฐานข้อมูลด้วยเอสคิวแอล (SQL) เพื่อศึกษากระบวนการทำงาน จุดเด่น จุดด้อย ความสามารถของแต่ละระบบ สำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ

2. วิเคราะห์และออกแบบระบบ

นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาและข้อมูลที่ได้รวบรวม มาทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดฟังก์ชันการทำงานของระบบ (Functional Requirements) โดยใช้แผนภาพ Use Case Diagram แสดงขอบเขตของระบบโดยรวมและฟังก์ชันของระบบ แผนภาพ Sequence Diagram แสดงแบบจำลองกระบวนการที่ทำให้เกิดกิจกรรมหรือการทำงานของระบบ และออกแบบโครงสร้างระบบฐานข้อมูลที่เป็นต่อระบบ โดยใช้แผนภาพ Class Diagram เพื่อทราบถึงองค์ประกอบคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Entity Relationship Diagram (ER Diagram) เพื่อทราบถึงโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล (Relationship) โดยใช้สถาปัตยกรรมในการพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นแบบเว็บแอปพลิเคชันที่ใช้งานได้บนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เคลื่อนที่ทุกชนิด (Responsive Web Design)



ภาพที่ 1 Use Case Diagram ของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน



ภาพที่ 2 Sequence Diagram : Create Event

3.พัฒนาระบบ

พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน ตามหลักการของ MVC (Model-View-controller) โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code ในการเขียนชุดคำสั่งด้วยภาษา JavaScript และ PHP เขียนโปรแกรมแบบ Restful API โดยใช้ JavaScript Framework ที่มีชื่อว่า Node.js และ Vue.js ออกแบบฐานข้อมูลและจัดการฐานข้อมูล MySQL ด้วยคำสั่ง SQL ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface Design) โดยคำนึงถึง User Experience (UX) เป็นหลัก เพื่อให้ผู้ใช้ใช้งานได้ง่าย สามารถเรียนรู้การใช้งานได้ด้วยตนเอง ออกแบบส่วนแสดงผลแบบ Responsive Web design เพื่อผู้ที่มีความคุ้นเคยในการใช้งานบนหน้าแสดงผลเหมือนกันบนทุกแพลตฟอร์มไม่ว่าจะใช้งานบนคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ทุกชนิด

4.ทดสอบระบบ

ทำการทดสอบพร้อมกับการเขียนชุดคำสั่งโดยทำการทดสอบการทำงานฟังก์ชันย่อย (Unit Testing) ถ้าฟังก์ชันไม่สามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบจะทำการปรับแก้ทันที และทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่างฟังก์ชัน (Integration Testing) ว่าสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

4.3 ศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน

4.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทั้งหมด 128 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิ จำนวน 30 คน

4.3.2 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำผลที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (บุญชม ศรีสะอาด, 2560)

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน เป็นเว็บแอปพลิเคชันสื่อสารสังคมออนไลน์สำหรับคนรักการทำกิจกรรมต่างๆ สำหรับสมาชิกทำการแบ่งปันข่าวและข้อมูลกิจกรรม เชิญชวนให้ผู้ที่สนใจติดตามข่าวหรือเข้าร่วมกิจกรรมที่สนใจ พัฒนาด้วยเทคโนโลยี Responsive Web design รองรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เคลื่อนที่ทุกชนิด โดยผู้ใช้งานจะต้องลงทะเบียนเป็นสมาชิกในระบบก่อน เมื่อผู้ดูแลระบบทำการอนุมัติสิทธิการเป็นสมาชิกจึงจะเข้าระบบใช้ฟังก์ชันการทำงานทั้งหมดได้ ซึ่งประกอบด้วย ฟังก์ชันติดตามข่าวและข้อมูลกิจกรรม สร้างข่าวและข้อมูลการจัดกิจกรรม แบ่งปันข่าวและข้อมูลการจัดกิจกรรม สมัครเข้าร่วมกิจกรรม สร้างเพื่อนและกลุ่มเพื่อนกิจกรรม จัดการข้อมูลสมาชิกของตนเอง แลกสนทนากับเพื่อน/สมาชิกกลุ่มกิจกรรม และส่วนติดต่อผู้ดูแลระบบ และฟังก์ชันการทำในส่วนของผู้ดูแลระบบ ประกอบด้วย ส่วนบริหารจัดการสิทธิผู้ใช้งานส่วนบริหารจัดการข่าวและข้อมูลกิจกรรม ส่วนบริหารจัดการสมาชิกกลุ่ม ดังนี้

ผู้ใช้งานรายใหม่จะต้องลงทะเบียนเป็นสมาชิกในระบบก่อน โดยกรอกข้อมูลตามแบบฟอร์ม ดังชื่อผู้ใช้ รหัสผ่านและยืนยันรหัสผ่าน ดังภาพที่ 3

สมัครสมาชิก

ชื่อ นามสกุล

รหัสผ่าน

อีเมล เบอร์มือถือ

วัน/เดือน/ปี เกิด

☐ เพศชาย ☐ เพศหญิง ☒ ไม่ระบุเพศ

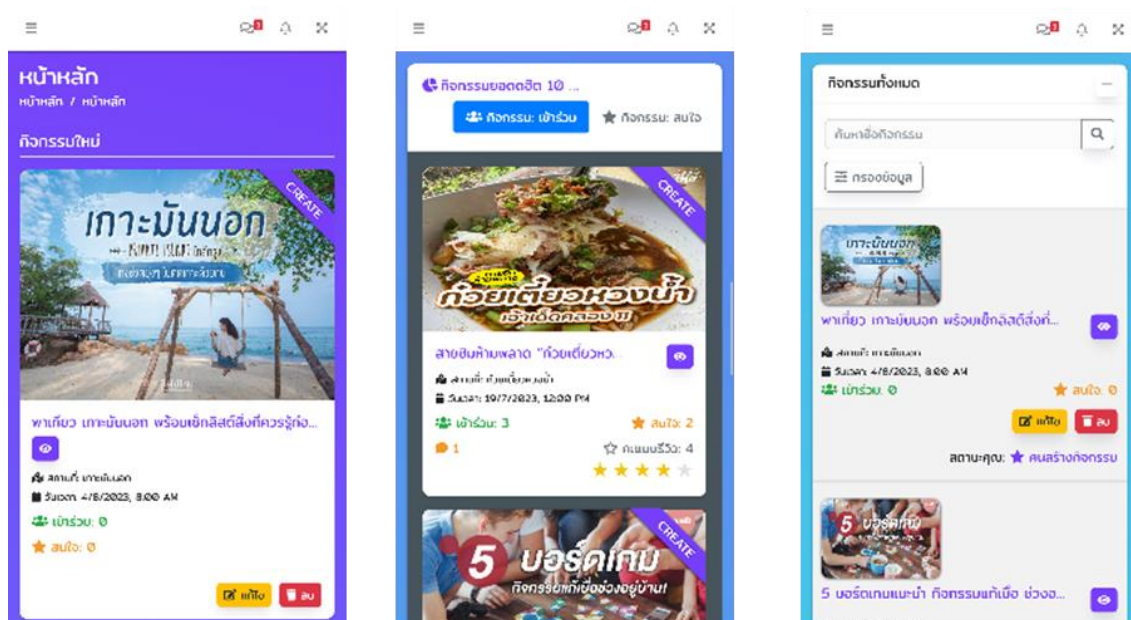
ลืมรหัสผ่าน [คลิกที่นี่เพื่อรีเซ็ต](#)

ยืนยันรหัสผ่าน

[เข้าสู่ระบบ](#)

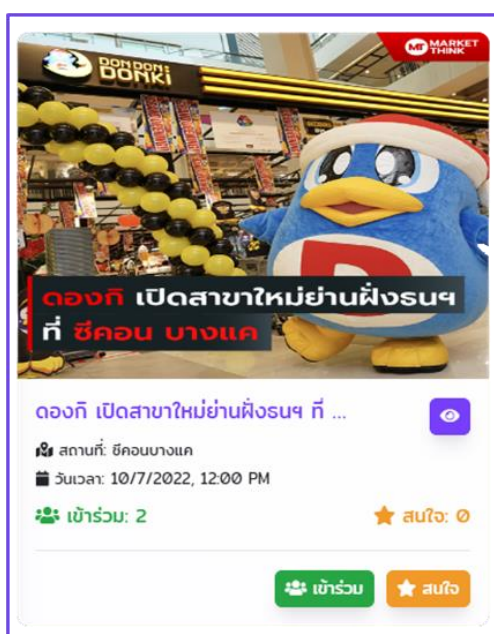
ภาพที่ 3 หน้าลงทะเบียนสมัครใช้งานบนหน้าจคอมพิวเตอร์

เมื่อผู้ดูแลระบบอนุมัติสิทธิการเป็นสมาชิก ผู้ใช้งานทำการ Login เข้าระบบ จะนำเข้าสู่หน้าจอหลัก แสดงข้อมูลกิจกรรมทั้งหมด โดยแสดงกิจกรรมใหม่ล่าสุดในระบบ หรือเลือกให้แสดงกิจกรรมยอดฮิต 10 อันดับ โดยใช้หลักการใช้ความถี่ (frequency) จากการนับจำนวนสมาชิกกดสนใจในกิจกรรมต่างๆ สำหรับจัดอันดับยอดฮิต ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 หน้าแสดงผลหลักบน mobile device

ข้อมูลและข่าวกิจกรรมแสดงในรูปแบบ List Card ประกอบด้วยภาพกิจกรรม สถานที่ วันเวลาจัดกิจกรรม จำนวนผู้สนใจ และผู้เข้าร่วมกิจกรรม คลิกสัญลักษณ์ เพื่อเข้าหน้าแสดงรายละเอียดกิจกรรม แถบสีและข้อความบอกสถานะของผู้ใช้มีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้แก่ Create (ผู้สร้าง) Join (ผู้เข้าร่วม) และ Interest (ผู้สนใจ) ด้านล่างจะมีปุ่ม “เข้าร่วม” และ “สนใจ” ให้ผู้ใช้เลือกเข้าร่วมกิจกรรม ดังภาพที่ 5



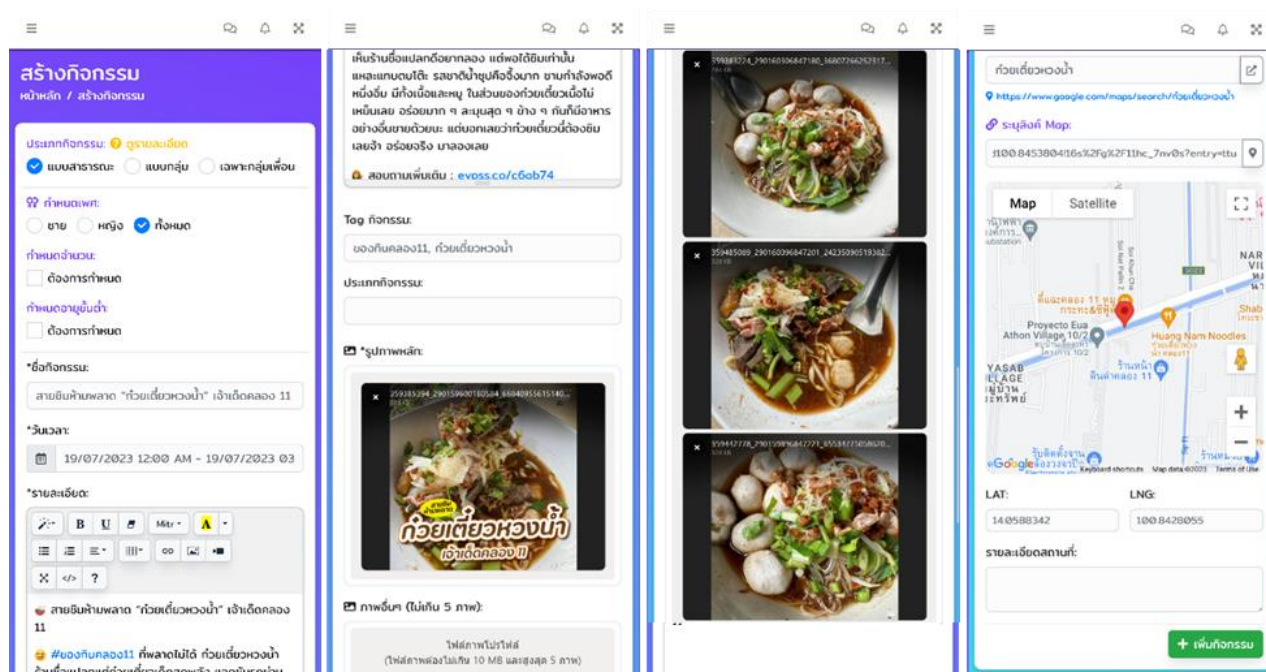
ภาพที่ 5 หน้าแสดงข้อมูลกิจกรรมสำหรับสมาชิกทั่วไป

ในกรณีที่ผู้ใช้เป็นผู้สร้าง List Card กิจกรรม ด้านล่างจะมีปุ่ม “แก้ไข” และ “ลบ” ให้ผู้ใช้จัดการชุดข้อมูลกิจกรรมของตน ดังภาพที่ 6



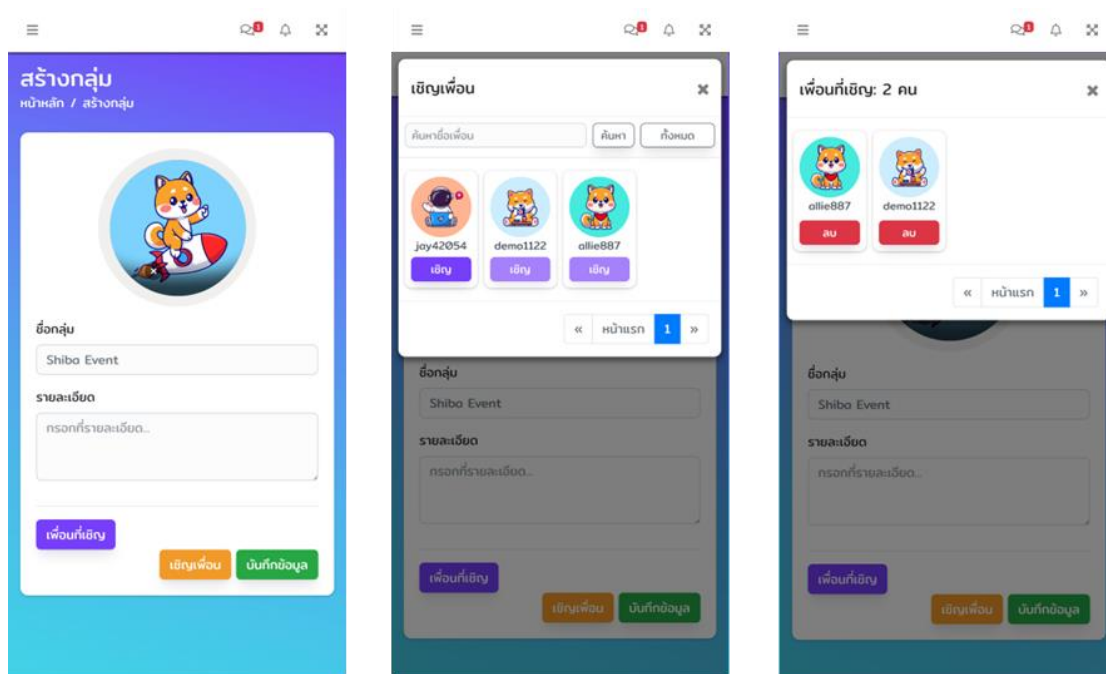
ภาพที่ 6 หน้าแสดงข้อมูลกิจกรรมสำหรับผู้สร้างกิจกรรม

ผู้ใช้สร้างข้อมูลกิจกรรม โดยเลือกไปยังหน้าสร้างกิจกรรม และสร้างข้อมูลกิจกรรมตามแบบฟอร์มที่ออกแบบไว้ ดังภาพที่ 7



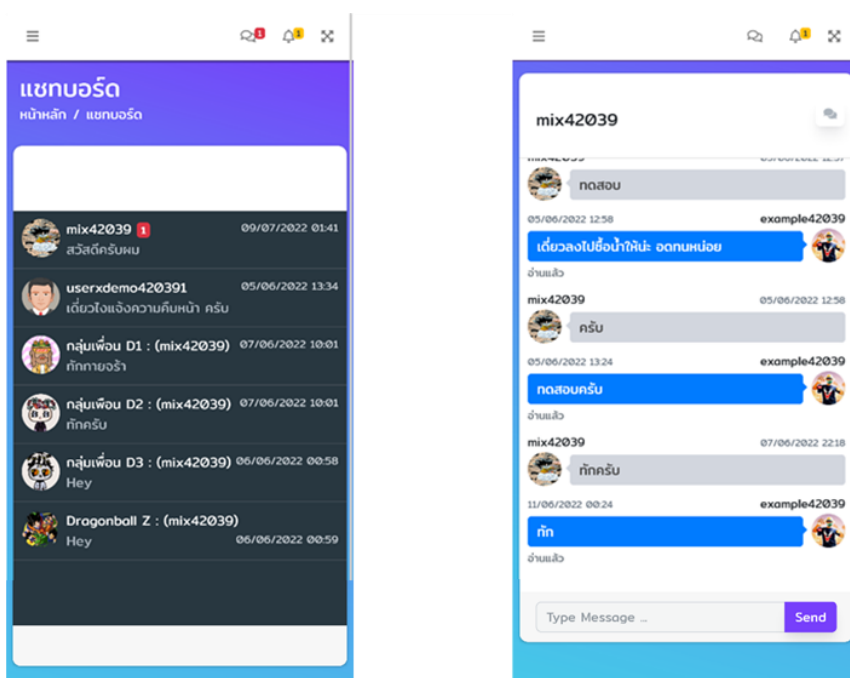
ภาพที่ 7 หน้าสร้างกิจกรรมบน mobile device

ผู้ใช้สามารถสร้างกลุ่มเพื่อนกิจกรรม โดยอัปโหลดรูปภาพประจำกลุ่ม ตั้งชื่อกลุ่ม ใส่รายละเอียดของกลุ่ม เชิญเพื่อนสมาชิกในเว็บแอปพลิเคชันเข้าร่วมกลุ่ม และใช้ระบบกรองข้อมูลแนะนำสมาชิกที่มีความสนใจกิจกรรมคล้ายกันโดยใช้หลักการใช้ความถี่ (frequency) จากการนับจำนวนกิจกรรมที่สมาชิกแต่ละคนกดสนใจในกิจกรรมต่างๆ เพื่อเชิญชวนเข้ากลุ่มกิจกรรม ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 หน้าสร้างกลุ่มเพื่อนกิจกรรมบน mobile device

ผู้ใช้สามารถสนทนาออนไลน์กับเพื่อนในเว็บแอปพลิเคชันทั้งแบบกลุ่มและแบบส่วนบุคคล ผ่าน Chat Board ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 หน้าระบบแชทสนทนาเพื่อนกิจกรรมบน mobile device

ผู้ใช้งานสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลได้ (Profile) ด้วยตนเอง และผู้ดูแลระบบสามารถบริหารจัดการสิทธิผู้ใช้งาน บริหารจัดการข้อมูลและข่าวกิจกรรม บริหารจัดการสมาชิกกลุ่มต่างๆ ติดตามการใช้งานที่ใหม่เหมาะสม และรับเรื่องร้องเรียนจากผู้ใช้งานผ่านระบบผู้ดูแลระบบ (Back office)

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานในประสิทธิภาพของเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน โดยกลุ่มนักศึกษาสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านการใช้งาน (Functionality)	4.27	0.62	มาก
1. ระบบใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.23	0.59	มาก
2. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้งาน	4.33	0.56	มาก
3. ความเร็วในการแสดงผล ภาพ ตัวอักษรและข้อมูล	4.20	0.64	มาก
4. ง่ายต่อการค้นหา และทำความเข้าใจ	4.30	0.71	มาก
5. ความถูกต้องในการเชื่อมโยงภายในเว็บแอปพลิเคชัน	4.27	0.58	มาก
ด้านการออกแบบ (Design Solutions)	4.10	0.59	มาก
1. จัดรูปแบบง่ายต่อการอ่านและใช้งาน	4.17	0.43	มาก
2. ใช้สีในการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันมีความเหมาะสม	4.03	0.66	มาก
3. รูปแบบและขนาดของตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม	4.07	0.61	มาก
4. แสดงข้อมูลเป็นรูปแบบและมาตรฐานเดียวกัน	4.10	0.60	มาก
5. ตำแหน่งจุดเชื่อมโยงภายในเว็บแอปพลิเคชันพบได้ง่าย	4.13	0.64	มาก
ด้านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Interaction)	4.13	0.64	มาก
1. แบ่งปันข้อมูลกิจกรรม	4.10	0.63	มาก
2. ติดตามข้อมูลกิจกรรมได้รวดเร็ว	4.13	0.69	มาก
3. สร้างกลุ่มเพื่อนกิจกรรมออนไลน์	4.07	0.66	มาก
4. พุดคุยสื่อสารแลกเปลี่ยนออนไลน์	4.08	0.59	มาก
ผลเฉลี่ยรวม	4.16	0.62	มาก

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้ใช้งานเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกัน มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.16$, $S.D. = 0.62$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจด้านการใช้งานระบบเว็บแอปพลิเคชัน ($\bar{X} = 4.27$, $S.D. = 0.62$) ด้านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ($\bar{X} = 4.13$, $S.D. = 0.64$) และด้านการออกแบบ ($\bar{X} = 4.10$, $S.D. = 0.59$) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเว็บแอปพลิเคชันนี้ช่วยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานเป็นสื่อสังคมออนไลน์ ในการสร้างและการแบ่งปันข้อมูลกิจกรรมได้อย่างครบถ้วน ทั้งด้านระบบการใช้งานที่สามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์ทุกชนิดที่มีเว็บเบราว์เซอร์และเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สอดคล้องกับงานวิจัยของ วุฒิพงษ์ ชินศรี และ ศิริวรรณ วาสุกี (2558) ที่กล่าวว่า เว็บแอปพลิเคชันได้รับความนิยมเนื่องจากสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้งานของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาหลายและความแตกต่างกันของคอมพิวเตอร์ จึงทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานเว็บแอปพลิเคชันจากอุปกรณ์ต่างๆ ได้ทันที ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม เพียงเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และด้านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม

ออนไลน์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อติสรณ์ อันสงคราม, (2558) ในการศึกษาผลกระทบจากการใช้สื่อโซเชียลมีเดียของคนวัยทำงานในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีกิจกรรมที่ทำเป็นประจำเมื่อเข้าใช้งานโซเชียลมีเดีย ได้แก่ การสนทนากับเพื่อน (Chat) รองลงมาคือการอัปเดตสถานะ ข้อมูลส่วนตัว รูปภาพ และแลกเปลี่ยน/ค้นหาข้อมูล ตามลำดับ

6. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกันในครั้งนี้ สรุปได้ว่าการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ มีฟังก์ชันการทำงานและให้ข้อมูลสารสนเทศสอดคล้องตามที่กลุ่มผู้ใช้งานต้องการ โดยผู้ใช้ที่เป็นสมาชิกสามารถสร้างข้อมูลการจัดกิจกรรม อัปเดตสถานะ ข้อมูลและรูปภาพกิจกรรม สามารถแบ่งปันข้อมูลและเผยแพร่ข่าวกิจกรรมให้สมาชิกผู้ใช้งาน สมาชิกสามารถค้นหา/ติดตามข่าวสารกิจกรรม ระบบมีการใช้หลักการใช้ความถี่ (frequency) จากการนับจำนวนสมาชิกกดสนใจในกิจกรรมต่างๆ สำหรับแนะนำกิจกรรมในระบบที่เป็นที่นิยม สมาชิกสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลและข่าวกิจกรรมในกลุ่มเพื่อนสมาชิกผ่านระบบสนทนาออนไลน์ (Chat) ของเว็บแอปพลิเคชัน มีระบบบริหารจัดการ (Back Office) สำหรับผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบการใช้งานไม่เหมาะสมและบริหารจัดการข้อมูลสารสนเทศทั้งสิทธิ์ของผู้ใช้ ข้อมูลกิจกรรมและกลุ่มสมาชิก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อติสรณ์ อันสงคราม, (2558) ในการศึกษาผลกระทบจากการใช้สื่อโซเชียลมีเดียของคนวัยทำงานในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นสมาชิกเครือข่ายโซเชียลมีเดียมากกว่า 1 สื่อ ใช้งานโซเชียลมีเดียมากกว่า 3 ชั่วโมงต่อวันทุกวัน โดยที่กลุ่มตัวอย่างจะเข้าใช้โซเชียลมีเดียที่บ้าน/หอพักมากที่สุด ส่วนใหญ่ใช้บริการโดยโทรศัพท์มือถือ และกิจกรรมที่ทำเป็นประจำเมื่อใช้งานโซเชียลมีเดีย ได้แก่ การสนทนากับเพื่อน (Chat) รองลงมาคือการอัปเดตสถานะ ข้อมูลส่วนตัว รูปภาพ และแลกเปลี่ยน/ค้นหาข้อมูล ตามลำดับ เว็บแอปพลิเคชันนี้เป็นแอปพลิเคชันสำหรับสร้างกิจกรรมและแบ่งปันข้อมูลเฉพาะกลุ่ม สามารถเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ผ่านสังคมออนไลน์ และเป็นจุดเชื่อมโยงในการริเริ่มกิจกรรมที่เป็นประโยชน์ร่วมกัน ก่อให้เกิดมิตรภาพใหม่ๆ เพิ่มโอกาสในการนำพากลุ่มคนรักกิจกรรมมารวมตัวกันทำกิจกรรมที่สนใจร่วมกัน ทำให้เกิดสังคมออนไลน์สำหรับคนรักกิจกรรมอีกแหล่งหนึ่ง

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

เว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างและแบ่งปันการจัดกิจกรรมร่วมกันนี้ ยังมีสิ่งที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม ได้แก่ การเผยแพร่ด้วยคลิปวิดีโอ นำเสนอข้อมูลกิจกรรมใหม่แบบเรียลไทม์ ระบบแจ้งเตือนข้อมูลกิจกรรมอัปเดต การแนะนำข้อมูลและข่าวกิจกรรมที่ตรงความสนใจของผู้ใช้ส่วนบุคคล โดยใช้อัลกอริทึมระบบอัจฉริยะ (AI) เช่น การแนะนำกิจกรรมด้วยวิธีพิจารณาการกรองร่วมกัน (Collaborative Filtering) หรือแนะนำเพื่อนสมาชิกที่มีความชอบกิจกรรมแบบเดียวกันได้รู้จักกันง่ายขึ้น ได้แก่ การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน (K-Means Clustering) การหาความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Correlation) เพื่อให้ผู้ใช้ใช้งานได้รับประสบการณ์ใหม่ๆ ได้เพื่อนใหม่ที่มีความสนใจตรงกัน และได้รับข้อมูลและข่าวกิจกรรมที่ตรงความสนใจมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในองค์กรได้ เช่น มหาวิทยาลัย สามารถนำไปใช้เพื่อสร้างกิจกรรมและเผยแพร่แก่นักศึกษา บันทึกลงและสรุปการทำกิจกรรมของนักศึกษา เพื่อไปทำเป็นสรุปกิจกรรม เป็นต้น และสามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ เช่น เพิ่มระบบให้สมาชิกใช้พื้นที่บนเว็บแอปพลิเคชันประชาสัมพันธ์สินค้าและบริการถึงกลุ่มคนรักกิจกรรมด้วยกัน เพิ่มระบบสื่อโฆษณาออนไลน์ (Digital Advertising) ให้แบรนด์หรือร้านค้าเช่าพื้นที่โฆษณาออนไลน์บนเว็บแอปพลิเคชันประชาสัมพันธ์สินค้าและบริการถึงผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย

7. เอกสารอ้างอิง

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่10). สุวีริยาสาส์น.

พิชิต วิจิตรบุญยรักษ์. (2554). สื่อสังคมออนไลน์ : สื่อแห่งอนาคต. *วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยกรุงเทพ*, 31(4), 99-103.

- วุฒิพงษ์ ชินศรี และ ศิริวรรณ วาสกรี. (2558). การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบปรนัย. *วารสารวิจัยและพัฒนา
วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 10(1), 1-17.
- อดิสรณ์ อันสงคราม. (2558). ผลกระทบจากการใช้สื่อโซเชียลมีเดียของคนวัยทำงานในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (รายงานวิจัย).
มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- Kenneth E. Kendall, Julie E. Kendall. (2019). *System analysis and design*. 9th ed. New Jersey: Prentice Hall.
- Numkingston. (25 พฤศจิกายน 2564). *Web Application คืออะไร*. thaiware. <https://tips.thaiware.com/1772.html>
- Numkingston. (30 ตุลาคม 2564). *Social Media และ Social Network คืออะไร? แตกต่างกันอย่างไร?*. tum wai digital agency.
<https://www.tumwai.com/tips/1739.html>
- Responsive Web Design. (14 มีนาคม 2560). *Responsive Web Design คืออะไร เรซปอนส์ซีฟ เว็บไซต์ ดีไซน์การออกแบบเว็บไซต์
ให้รองรับการแสดงผลได้ทุกอุปกรณ์*. Mind PHP. <https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2604-responsive-web-design.html>
- Williamson Andy. (2013). *Social Media Guidelines for Parliaments*. Iknowpolitics. [https://www.iknowpolitics.org/en/
learn/knowledge-resources/guide-training-material/social-media-guidelines-parliaments](https://www.iknowpolitics.org/en/learn/knowledge-resources/guide-training-material/social-media-guidelines-parliaments)

การตรวจจับและกำจัดเสียงหอนในระบบเสียงสาธารณะ Howling Detection and Rejection in Public Address System

ราชู พันธุ์ฉลาด^{1*} และ ประยุทธ์ อินแบน¹
Rachu Punchalard^{1*} and Prayuth Inban¹

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนรินทร์

¹ Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการตรวจจับและกำจัดเสียงหอนในระบบเสียงสาธารณะ ระบบที่นำเสนอมีส่วนประกอบหลักสองส่วนคือตัวตรวจจับและตัวกำจัดสัญญาณเสียงหอน เนื่องจากเสียงหอนเป็นสัญญาณแบบสุ่มที่ไม่ทราบค่าแอมพลิจูด ความถี่ และเฟส ที่แน่นอน ดังนั้นจึงได้นำตัวกรองนอตช์ปรับตัวได้มาใช้แก้ปัญหาเสียงหอน ในการตรวจจับการมีของเสียงหอนในระบบนั้นเราจะตรวจสอบจากค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรองนอตช์ ส่วนสัญญาณที่ผ่านการกำจัดเสียงหอนแล้วจะวัดจากเอาต์พุตของตัวกรองนอตช์ ผลการทำงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์พบว่า ตัวตรวจจับเสียงหอนสามารถทำงานได้ดีในช่วงความถี่ 500 Hz – 4,000 Hz ที่ความถี่สุ่ม 8,000 Hz และที่อัตราความแรงของเสียงหอนร้อยละ 100 ของระดับสูงสุดของสัญญาณเสียงพูด โดยหลังจากตรวจจับเสียงหอนได้แล้ว ระบบยังสามารถกำจัดเสียงหอนให้หายไปอย่างรวดเร็วอีกด้วย ส่งผลให้ผู้ฟังได้รับข่าวสารจากผู้พูดได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: ระบบเสียงสาธารณะ เสียงหอน ตัวกำจัดเสียงหอน ตัวกรองนอตช์ ตัวกรองปรับตัวได้

Abstract

This paper presents howling detection and rejection for public address audio systems. The proposed system has two main components: the howling detector and the howling eliminator. Since howling is a random signal whose exact amplitude, frequency, and phase are not known, adaptive notch filters (ANFs) have been used to overcome howling. To detect the presence of howling in the systems, we consider the ANF coefficient. The howling, suppressed speech is measured at the output of the ANF. The results of the computer program showed that the howling detector worked well in the frequency range 500 Hz–4,000 Hz, at a sampling frequency of 8,000 Hz, and at a howling intensity rating of 100% of the peak of the speech signal. After detecting the howling, the system can also quickly eliminate howling. As a result, the listeners receive the message from the speaker accurately.

Keywords: Public address system, Howling, Howling detector, Notch filter, Adaptive filter

*Corresponding author: rachu@techno.rru.ac.th

1. บทนำ

เสียงรบกวนเกิดจากผลกระทบของการป้อนกลับทางเสียง (Acoustic feedback) (P. Gil-Cacho et al., 2009, pp. 2574-2578) ซึ่งสร้างปัญหาอย่างร้ายแรงต่อการได้ยินทั้งต่อระบบช่วยเหลือการได้ยิน (Hearing aid systems: HA) ของผู้พิการทางการได้ยินและต่อระบบเสียงสาธารณะ (Public address: PA) เช่นในห้องประชุม หรือเวทีปราศรัยกลางแจ้ง เป็นต้น เสียงรบกวนคือผลของการเชื่อมต่อทางเสียง (Acoustic coupling) ระหว่างไมโครโฟนและลำโพง โดยเสียงบางส่วนจากลำโพงที่ถูกขยายแล้วได้เล็ดลอดกลับเข้าสู่ไมโครโฟน จึงเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การป้อนกลับทางเสียง ตามเงื่อนไขของระบบปิด (Closed loop systems) สาเหตุที่เกิดเสียงรบกวนคือระบบขาดเสถียรภาพซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้โดยอาศัยทฤษฎีเงื่อนไขเสถียรภาพไนควิสต์ (Nyquist stability criterion) (H. Nyquist, 1932, pp. 126-147) ภาพที่ 1 แสดงแบบจำลองของระบบปิดโดยผลตอบสนองทางความถี่ที่สามารถเขียนได้ดังสมการที่ (1)

$$T(f) = \frac{H(f)}{1 - G(f)H(f)} \quad (1)$$

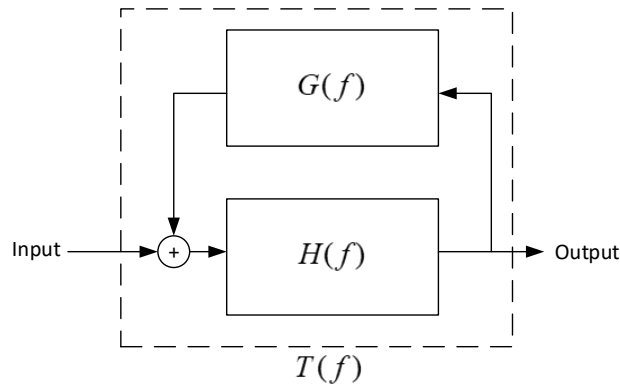
เมื่อ f คือตัวแปรความถี่ $G(f)$ คือผลตอบสนองของระบบขยายเสียง $H(f)$ ผลตอบสนองในเส้นทางป้อนกลับ และ $T(f)$ คือผลตอบสนองโดยรวม

ทฤษฎีเงื่อนไขเสถียรภาพไนควิสต์กล่าวไว้ว่า ถ้ามีความถี่วิกฤต f ค่าหนึ่งที่ทำให้

$$\begin{cases} |G(f)H(f)| & \geq 1 \\ \angle G(f)H(f) = 2n\pi, n = 0, \pm 1, \dots \end{cases}$$

เป็นจริงแล้วระบบปิดจะไม่มีเสถียรภาพ ดังนั้นหากระบบถูกกระตุ้นด้วยสัญญาณที่มีความถี่วิกฤต f ดังกล่าวแล้วการออสซิลเลชัน (Oscillation) ที่เป็นตัวสร้างเสียงรบกวนก็จะเกิดขึ้นในที่สุด ซึ่งเสียงรบกวนที่เราได้ยินทั่วไประบบนั้นมักจะเป็นสัญญาณแบนแคบ (Narrow band signals) ซึ่งสามารถจำลองเสียงรบกวนได้ด้วยสัญญาณรูปคลื่นไซน์ที่ไม่ทราบค่าแอมพลิจูด เฟส และความถี่วิกฤต f

การป้อนกลับทางเสียงทำให้ระบบโดยรวม $T(f)$ เกิดการขยายสัญญาณที่ความถี่วิกฤต f อย่างมากมายผิดปกติจนกลายเป็นเสียงรบกวนและส่งผลทำให้การได้ยินเกิดวิกฤต ซึ่งปรากฏการณ์นี้จะสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในระบบ HA และ PA แม้ว่าเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นในระบบทั้งสองจะเป็นเรื่องเดียวกันแต่ตัวแปรทางกายภาพในระบบทั้งสองนั้นแตกต่างกันอย่างมาก ยกตัวอย่าง ในระบบ HA จะใช้ไมโครโฟนหนึ่งตัวกับลำโพงอีกหนึ่งหรือสองตัวในขณะที่ในระบบ PA จะต้องนำแบบจำลองระบบแบบหลายช่องสัญญาณ (Multichannel) มาใช้อธิบาย นอกจากนี้ยังพบว่าผลตอบสนองอิมพัลส์ในเส้นทางป้อนกลับ (Feedback path) ของระบบ HA จะสั้นกว่าผลตอบสนองอิมพัลส์ในเส้นทางป้อนกลับของระบบ PA อย่างมาก จึงทำให้ระบบกำจัดเสียงรบกวนใช้กำลังงานในการคำนวณในระบบ HA น้อยกว่าในระบบ PA จากความแตกต่างทางกายภาพดังกล่าว ทำให้เกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาการป้อนกลับทางเสียงในหลากหลายรูปแบบ โดยในระบบ HA มักนิยมใช้การกำจัดการป้อนกลับแบบปรับตัวได้ (Adaptive feedback cancellation: AFC) (Spriet A. et al., 2007), (Li, Yanping et al., 2021), (Gan, H. et al., 2022) ในบทความนี้เราสนใจแก้ปัญหาการป้อนกลับทางเสียงในระบบ PA เท่านั้น ซึ่งวิธีการที่ใช้กันมากในการแก้ปัญหาคือใช้ตัวกรองนอตช์ปรับตัวได้ (Adaptive notch filter: ANF) (T. van Waterschoot, M. Moonen, 2008, pp. 8-13) โดยเราจะนำตัว ANF ไปวางในเส้นทางไปข้างหน้า (Forward path) ของระบบเพื่อทำหน้าที่ลดทอนค่ากำลังงานขององค์ประกอบความถี่ที่เกิดจากการป้อนกลับทางเสียง



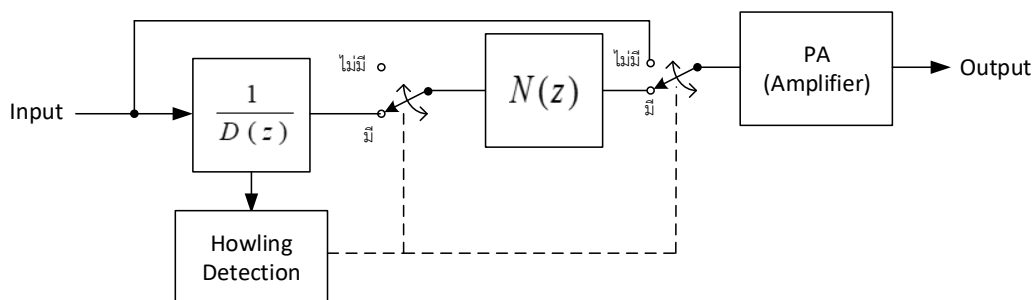
ภาพที่ 1 แบบจำลองระบบปิด

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 ศึกษาต้นเหตุของปัญหาการเกิดเสียงหอน
- 2.2 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัญหา
- 2.3 ออกแบบระบบแก้ปัญหาโดยอาศัยความรู้ทางด้านการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล
- 2.4 ทดสอบกับสัญญาณจริงผ่านการจำลองการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์
- 2.5 นำไปใช้งานจริงในอนาคต

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เริ่มต้นด้วยการศึกษาหาต้นเหตุที่ทำให้เกิดเสียงหอนหรือการป้อนกลับทางเสียง จากนั้นจะหาวิธีการแก้ไขในบทความนี้เราจะสนใจเฉพาะการป้อนกลับทางเสียงในระบบ PA เท่านั้นและได้เลือกรูปแบบการแก้ไขปัญหาการป้อนกลับทางเสียงด้วยวิธีการใช้ตัวกรอง ANF โดยหลักการที่นำเสนอแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระบบตรวจจับและกำจัดเสียงหอนที่นำเสนอ

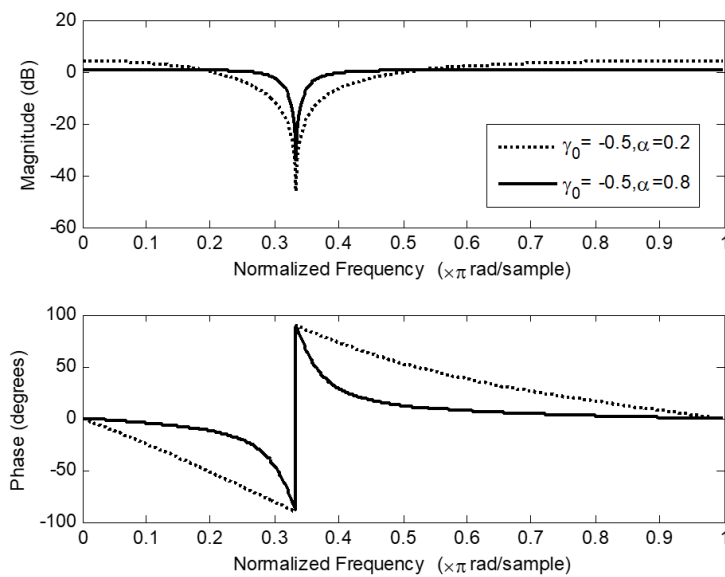
จากภาพ สัญญาณ input จะถูกป้อนเข้าระบบ $1/D(z)$ เพื่อตรวจจับสัญญาณเสียงหอน หากตรวจไม่พบการป้อนกลับทางเสียง สัญญาณ Input จะถูกส่งโดยตรงไปยัง PA โดยตรงไม่ผ่านทั้งระบบ $1/D(z)$ และ $N(z)$ ทำให้ระบบประมวลผลลดการคำนวณลงได้ ทันทีที่ตรวจพบได้ว่าการป้อนกลับทางเสียงเกิดขึ้น เอาต์พุตของระบบ $1/D(z)$ ก็จะถูกป้อนเข้าสู่อินพุตระบบ $N(z)$ ทำให้ระบบทั้งสองต่อ cascade กันกลายเป็นตัวกรอง ANF ซึ่ง ANF จะทำหน้าที่ลดทอนค่ากำลังงานขององค์ประกอบความถี่วิกฤติของสัญญาณเสียงที่ถูกขยายอย่างผิดปกติอันเนื่องจากการป้อนกลับทางเสียงเพื่อทำให้ระบบ PA สามารถกลับมาทำงานได้ตามปกติ ในการตรวจจับการป้อนกลับทางเสียงนั้นเราได้ใช้การตรวจจับแบบ sample by sample ทำให้ระบบมีการคำนวณแบบ sample-based ซึ่งสามารถลดภาระการคำนวณของตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัลลงได้อย่างมากเมื่อเทียบกับกับการคำนวณแบบ frame-based

3.1 ตัวกรอง ANF

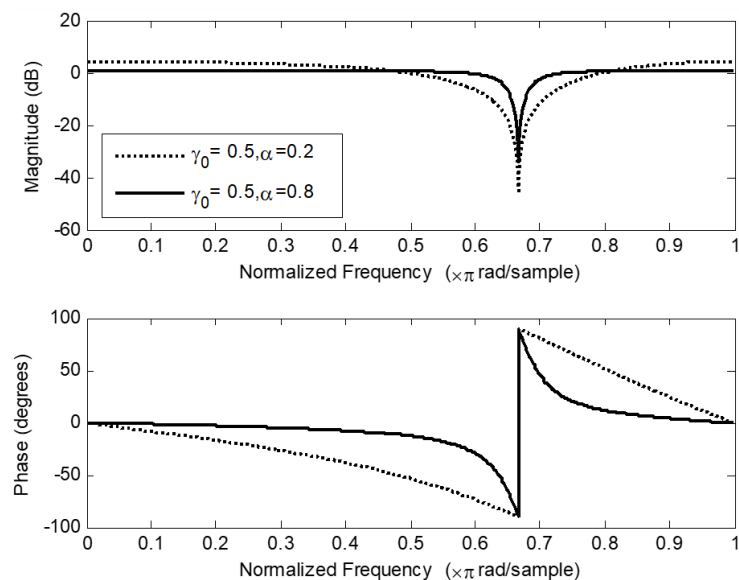
หัวข้อนี้จะกล่าวถึงตัวกรอง ANF ในบทความนี้เราได้เลือกใช้ตัวกรอง ANF แบบ infinite impulse response (IIR) อันดับสองซึ่งมีฟังก์ชันระบบ (System function) ดังนี้ (N. I. Cho, S. U. Lee, 1993, pp. 405-416)

$$H_N(z) = \frac{N(z)}{D(z)} = \frac{1 + 2\gamma_0 z^{-1} + z^{-2}}{1 + (1 + \alpha)\gamma_0 z^{-1} + \alpha z^{-2}} \quad (2)$$

เมื่อ z คือตัวแปรเชิงซ้อน $-1 < \gamma_0 < 1$ คือสัมประสิทธิ์ของตัวกรองและ $0 < \alpha < 1$ คือตัวแปรคงที่ใช้กำหนดแบนด์วิดท์ของตัวกรอง ANF ภาพที่ 3 และ 4 แสดงผลตอบสนองทางความถี่ของ $H_N(z)$ เมื่อกำหนดให้ $\gamma_0 = -0.5$ และ 0.5 และ $\alpha = 0.2$ และ 0.8 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 ผลตอบสนองความถี่ของ ANF เมื่อ $\gamma_0 = -0.5$ $\alpha = 0.2$ และ 0.8



ภาพที่ 4 ผลตอบสนองความถี่ของ ANF เมื่อ $\gamma_0 = 0.5$ $\alpha = 0.2$ และ 0.8

จากภาพที่ 3 และ 4 จะเห็นว่าเมื่อค่า γ_0 เปลี่ยนไปจะส่งผลให้ความถี่ notch Ω_0 (Notch frequency) เปลี่ยนตามด้วย โดยค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรองและค่าความถี่ notch จะสัมพันธ์กันตามสมการ

$$\gamma_0 = -\cos\Omega_0 \quad (3)$$

ส่วนตัวแปร α จะส่งผลโดยตรงต่อค่าแบนวิทซ์ของ ANF กล่าวคือ ถ้ามีค่าต่ำแบนวิทซ์ของ ANF จะกว้างหากมีค่าสูงแบนวิทซ์จะแคบ จากสมการที่ (3) หากทำการปรับเปลี่ยนค่า γ_0 จะส่งผลโดยตรงต่อค่า Ω_0 นั้นหมายความว่า ถ้าความถี่เสียงหอนมีค่าเป็น Ω_h เราก็จะสามารถปรับค่า k_0 ไปได้เรื่อย ๆ ในช่วง -1 ถึง 1 จนกว่าจะพบ $\gamma_h = -\cos\Omega_h$ ในที่สุดนั่นเอง

จากที่กล่าวมาก่อนหน้า เราจะสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ของสัญญาณเสียงหอน ได้ดังนี้

$$v(n) = A\cos(\Omega_h n + \phi) \quad (4)$$

เมื่อ $v(n)$ คือสัญญาณเสียงหอน $A > 0$ คือแอมพลิจูด $0 < \Omega_h < \pi$ คือความถี่เสียงหอน $-\pi \leq \phi \leq \pi$ คือเฟส และ n คือตัวแปรดัชนีเวลา (Time index) ในทางปฏิบัติสัญญาณเสียงหอนในสมการที่ (4) จะเป็นสัญญาณประเภทสุ่ม (Random signal) ที่ไม่ทราบค่าแอมพลิจูด ความถี่และเฟสที่แน่นอน ดังนั้นตัวกรองนอตช์แบบคงที่ (Fixed notch filter) จึงไม่สามารถใช้แก้ปัญหาเสียงหอนในระบบ PA ได้ เพื่อที่จะปรับค่า γ_0 ให้ได้ค่า γ_h ตามที่ต้องการ เราต้องใช้ระเบียบวิธีปรับตัวได้ (Adaptive algorithm) ซึ่งในบทความนี้ได้เลือกวิธีที่ถูกนำเสนอโดย (N. I. Cho, S. U. Lee, 1993, pp. 405-416) เนื่องจากมีอัตราการปรับตัวเร็ว (Fast convergence speed) ทำให้สามารถหาเสียงหอนได้ไวและไม่มีไบอัส (Unbiased) เรียกวิธีดังกล่าวว่า ระเบียบวิธีแลตทิซ (Lattice algorithm: LA) ดังนี้

$$\tilde{\gamma}_0(n+1) = \lambda \tilde{\gamma}_0(n) + (1-\lambda)\gamma_0(n) \quad (5)$$

โดยที่

$$\gamma_0(n) = -\frac{C(n)}{D(n)} \quad (6)$$

เมื่อ

$$C(n) = \beta C(n-1) + (1-\beta)y(n-1)(y(n) + y(n-2)) \quad (7)$$

$$D(n) = \beta D(n-1) + 2(1-\beta)y^2(n-1) \quad (8)$$

และ $0 < \beta < 1$ การปรับค่า γ_0 ตามสมการที่ (5) ถึง (8) จำเป็นต้องกำหนดค่าเริ่มต้น (Initial values) ค่าน้อย ๆ ให้แก่ระเบียบวิธี LA ซึ่งประกอบด้วยค่า $C(0)$ และ $D(0)$ และเพื่อให้ได้ผลตอบสนองชั่วขณะ (Transient response) ที่เหมาะสมในบทความ (N. I. Cho, S. U. Lee, 1993, pp. 405-416) ได้แนะนำให้กำหนดให้ $|C(0)| < |D(0)|$ จากสมการที่ (7) $y(n)$ คือสัญญาณเอาต์พุตของระบบ $1/D(z)$ กล่าวคือ

$$y(n) = \frac{1}{D(z)} x(n) \quad (9)$$

โดยที่

$$x(n) = s(n) + v(n) \quad (10)$$

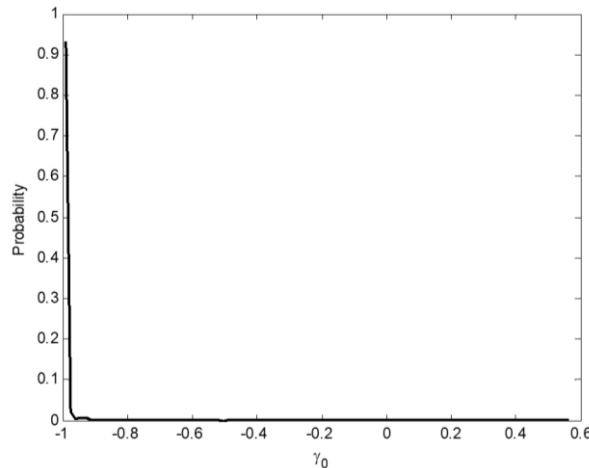
เมื่อ $s(n)$ คือสัญญาณเสียงพูด (Speech) สำหรับสัญญาณเสียงพูดหรือสัญญาณที่ต้องการ $u(n)$ ที่ผ่านการแก้ไขปัญหาเสียงหอนแล้ว นั้นจะได้จากนำมาจากเอาต์พุตของ ANF ดังนี้

$$u(n) = N(z)y(n) \quad (11)$$

3.2 การตรวจจับเสียงหอน

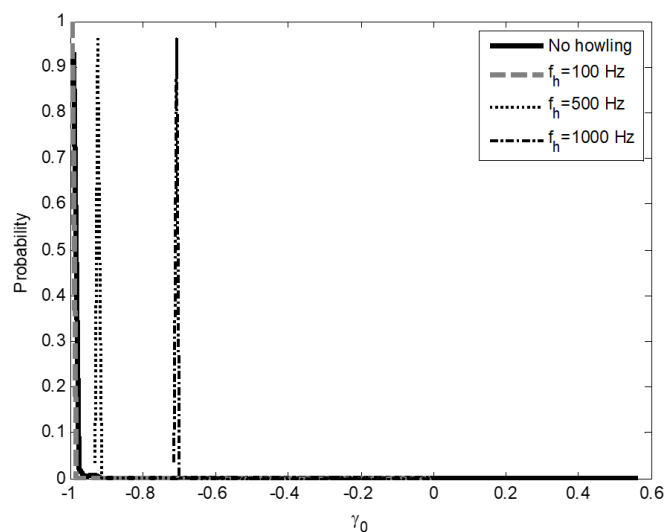
การตรวจจับเสียงหอนที่นำเสนอในบทความนี้จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ γ_0 ของตัวกรอง ANF มาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจว่ามีเสียงหอนเกิดขึ้นในระบบหรือไม่ ซึ่งมีหลักการดังนี้

ก) ในกรณีที่ไม่มีเสียงหอนเกิดขึ้นค่าความถี่ส่วนใหญ่ที่ระบบ $1/D(z)$ ตรวจพบจะมีค่าเป็นศูนย์หรือเทียบเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์ $\gamma_0 = -1$ เสียเป็นส่วนใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 5



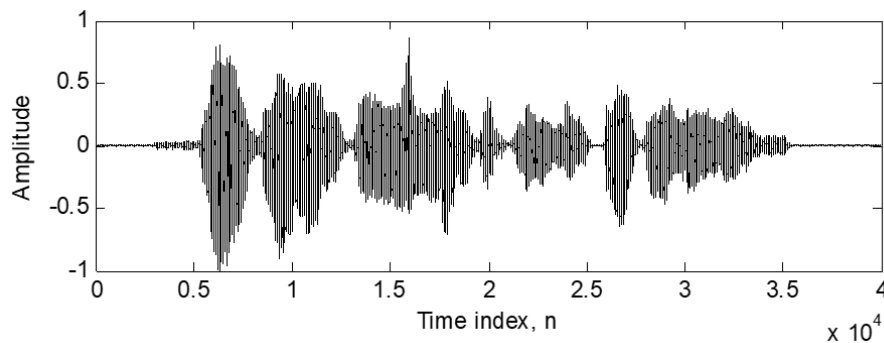
ภาพที่ 5 ความน่าจะเป็นของ γ_0 เมื่อไม่มีเสียงหอนที่ระบบ $1/D(z)$ ตรวจพบ

ข) เมื่อมีเสียงหอนที่ความถี่วิกฤตใดๆ เกิดขึ้นทำให้ γ_0 ลู่อเข้าสู่ค่าใดค่าหนึ่งในช่วง -1 ถึง 1 โดยที่เมื่อค่าความถี่วิกฤตมีค่าเข้าใกล้ 0 ทำให้ค่า γ_0 ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับ -1 เช่นกัน ดังนั้นการใช้ค่า γ_0 เพื่อตรวจจับเสียงหอนในเงื่อนไขนี้จึงทำได้ยาก อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ เสียงหอนที่ส่งผลกระทบรุนแรงต่อการได้ยินมักจะเกิดขึ้นที่ความถี่สูง ซึ่งในกรณีนี้จะทำให้ค่า γ_0 ส่วนใหญ่อยู่ห่างจากค่า -1 ทำให้เป็นไปได้ที่จะนำค่า γ_0 มาใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจว่ามีเสียงหอนเกิดขึ้นในระบบหรือไม่ ดังตัวอย่างแสดงในภาพ 6 จากภาพพบว่าหากค่าความถี่เสียงหอนที่มีค่าตั้งแต่ 500 Hz ขึ้นไปจะให้ค่า γ_0 ที่มากกว่า -1 จนเห็นได้ชัด ดังนั้นการใช้ค่า γ_0 เพื่อตรวจจับการมีอยู่ของเสียงหอนจึงสามารถทำได้และเป็นวิธีที่ง่าย ไม่มีการคำนวณค่าใดๆ เพิ่มเติมเพราะระเบียบวิธี LA จะปรับ γ_0 อยู่ตลอดเวลาในแบบ sample by sample



ภาพที่ 6 ความน่าจะเป็นของ γ_0 เมื่อเกิดเสียงหอนที่ความถี่วิกฤตต่าง 100 500 และ 1,000 Hz ที่ระบบ $1/D(z)$ ตรวจพบ

ค) จากผลการทดลองดังภาพที่ 5 และ 6 ทำให้เราสามารถกำหนดขอบเขตของงานวิจัยดังนี้ **1) สัญญาณอินพุต:** ความถี่สุ่มตัวอย่างเป็น 8,000 Hz จำนวนบิตต่อตัวอย่างเป็น 16 บิต ช่วงเวลาในการบันทึกสัญญาณ 5 วินาที สัญญาณเสียงมีความถี่สูงสุดเป็น 4,000 Hz กำหนดให้ขนาด (Absolute value) สูงสุดของสัญญาณเสียงมีค่าเป็น 1 โดยสัญญาณเสียงต้นฉบับที่บันทึกได้แสดงดังภาพที่ 7 ในส่วนขององค์ประกอบเสียงพหุที่สามารถตรวจจับได้จะต้องมีค่าความถี่มากกว่าหรือเท่ากับ 500 Hz แต่ต้องน้อยกว่า 4,000 Hz (เนื่องจากถูกจำกัดด้วยความถี่สุ่มตัวอย่าง 8,000 Hz) ความแรงของเสียงพหุมีค่าร้อยละ 100 ของสัญญาณเสียงสูงสุด (อัตราความแรงของเสียงพหุอื่น ๆ อยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยนี้) **2) ตัวกรอง ANF และระเบียบวิธี LA:** กำหนดค่า $\alpha=0.8$ $\beta=0.9$ $\lambda=0.95$ ค่าเริ่มต้น $C(0)=0.001$ และ $D(0)=0.01$



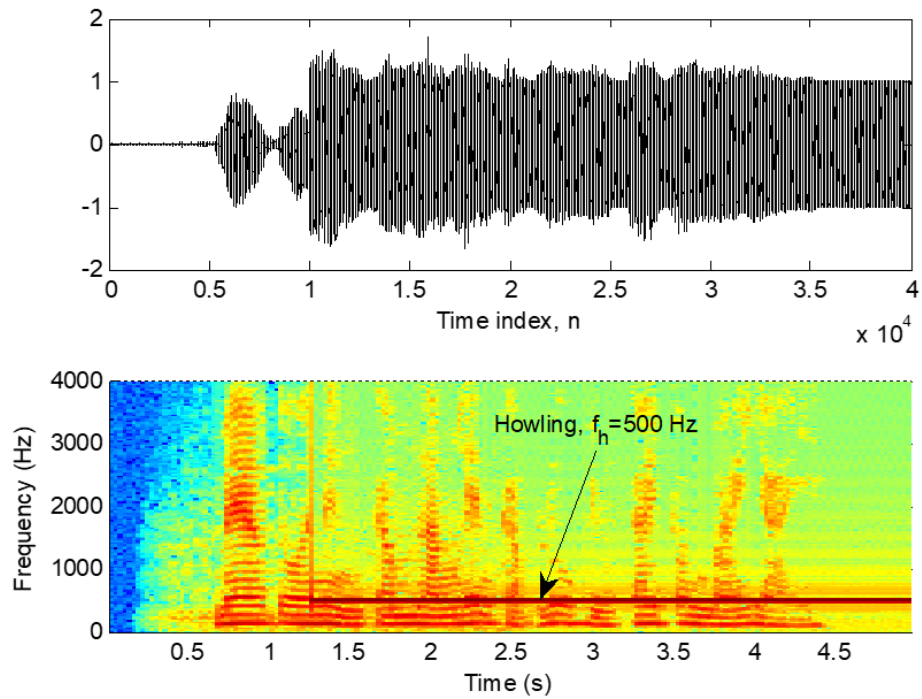
ภาพที่ 7 สัญญาณเสียงพูดต้นฉบับ

ในการตรวจจับองค์ประกอบเสียงพหุที่อาจเกิดขึ้นในช่วงความถี่ที่กำหนดข้างต้น เราจะต้องเลือกค่าอ้างอิง γ_t ขึ้นมาค่าหนึ่งจาก γ_0 ที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ปรากฏในภาพที่ 6 เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจว่าสัญญาณเสียงพหุเกิดขึ้นในระบบหรือไม่ จากการสังเกต ในบทความนี้ได้เลือกใช้ค่า $\gamma_t = -0.95$ ดังนั้นในระหว่างที่ระบบทำงานอยู่หากตรวจพบว่า $\gamma_0(n) < \gamma_t$ ระบบจะตัดสินใจว่าไม่มีเสียงพหุอยู่ในระบบ สวิตช์ทั้งสองตัวในภาพที่ 2 จะถูกสับไปที่ตำแหน่ง “ไม่มี” ทำให้สัญญาณอินพุตถูกส่งโดยตรงไปยังเครื่องขยายเสียงโดยไม่ผ่านตัวกรอง ANF ในทางกลับกันหากตรวจสอบพบว่า $\gamma_0(n) \geq \gamma_t$ สวิตช์ทั้งสองจะถูกสับไปที่ตำแหน่ง “มี” ทำให้ตัวกรอง ANF ก็จะถูกต่อเข้ากับระบบเพื่อทำหน้าที่ลดค่ากำลังงานขององค์ประกอบสัญญาณเสียงพหุที่เกิดขึ้น

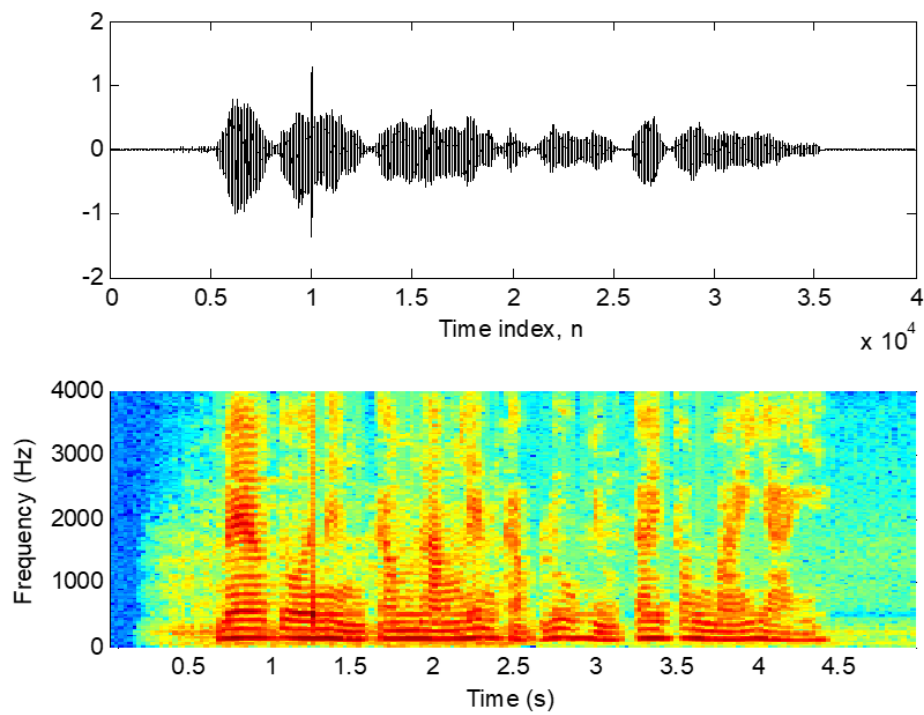
4. ผลการวิจัย

หัวข้อนี้จะแสดงผลการทำงานของระบบที่นำเสนอผ่านการทำงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในส่วนของค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษาจะใช้ค่าเดียวกันกับที่ใช้ในหัวข้อที่ 3 โดยเราจะแบ่งการทดลองออกเป็นสองกรณีด้วยกัน ดังนี้

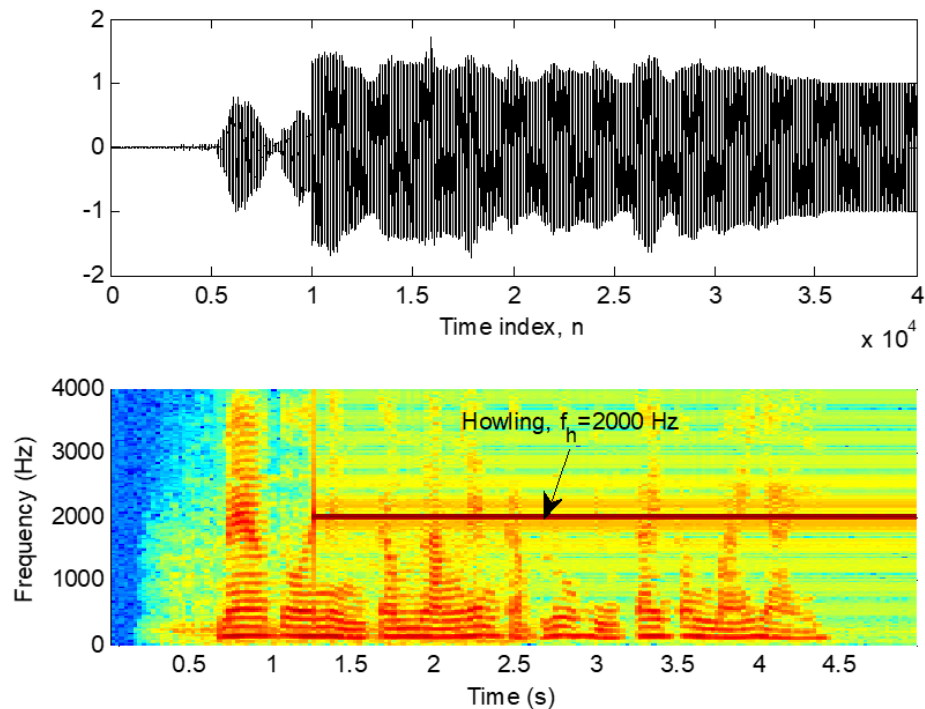
4.1 กรณีที่ 1 สัญญาณเสียงพหุเริ่มเกิดขึ้นเวลา 1.25 วินาที (ตรงกับค่าดัชนีเวลาที่ $n=1 \times 10^4$) เป็นต้นไป โดยกำหนดค่าความถี่เสียงพหุสองค่าคือ 500 Hz และ 2,000 Hz ภาพที่ 8 บนแสดงสัญญาณเสียงพหุที่ถูกบกรวณด้วยเสียงพหุความถี่ร้อยละ 100 ความถี่ 500 Hz ส่วนภาพล่างคือสเปกโตรแกรม ภาพที่ 9 แสดงผลการกำจัดสัญญาณเสียงพหุด้วยระบบที่นำเสนอ โดยภาพบนคือสัญญาณเสียงที่กู้คืนมาได้ส่วนภาพล่างคือสเปกโตรแกรม จะเห็นว่าระบบที่นำเสนอสามารถตรวจพบสัญญาณเสียงพหุที่เกิดขึ้นและสามารถกำจัดทิ้งไปได้ สำหรับภาพที่ 10 และ 11 จะสามารถอธิบายได้เช่นกันกับภาพที่ 8 และ 9 เพียงแต่ความถี่เสียงพหุเปลี่ยนเป็น 2,000 Hz



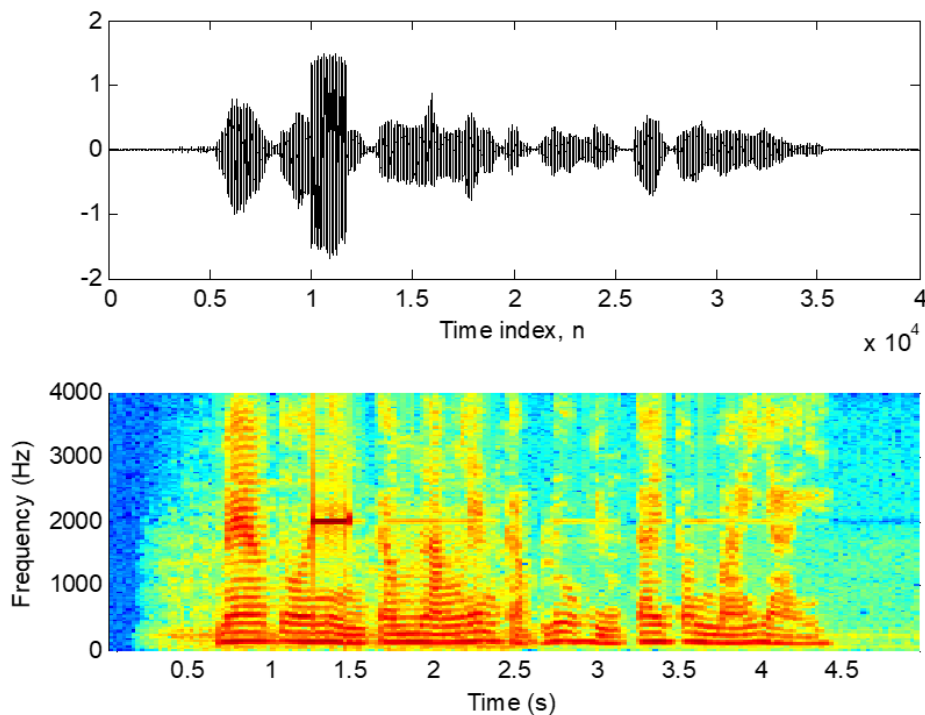
ภาพที่ 8 สัญญาณเสียงที่ถูกรบกวนด้วยเสียงหอนความถี่ 500 Hz ที่อัตราแรงแรยละ 100 (บน) และสเปคโตรแกรม (ล่าง)



ภาพที่ 9 สัญญาณเสียงที่กู้คืนได้ (บน) และสเปคโตรแกรม (ล่าง)

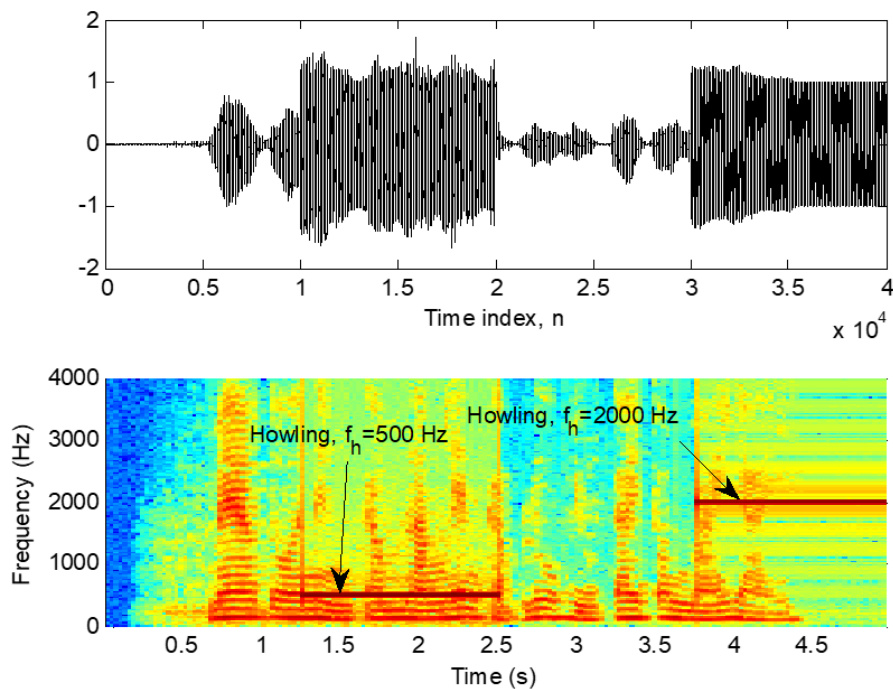


ภาพที่ 10 สัญญาณเสียงที่ถูกรบกวนด้วยเสียงหอนความถี่ 2,000 Hz ที่อัตราแตร้อยละ 100 (บน) และสเปกโตรแกรม (ล่าง)



ภาพที่ 11 สัญญาณเสียงที่กู้คืนได้ (บน) และสเปกโตรแกรม (ล่าง)

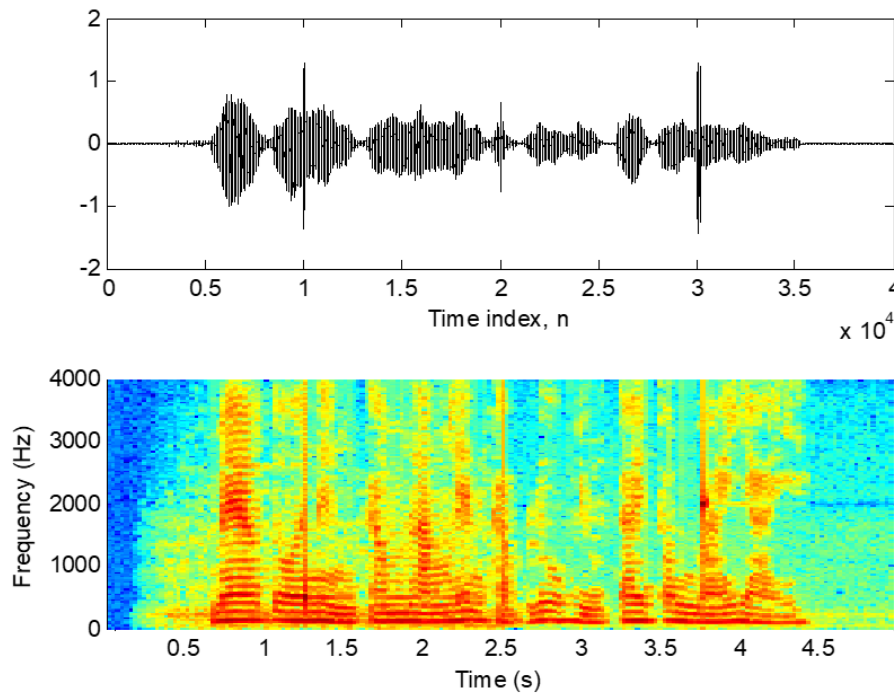
4.2 กรณีที่ 2 สัญญาณเสียงหอนเกิดเป็นบางช่วงเวลาที่วินาทีที่ 1.25 วินาที ถึงวินาทีที่ 2.5 ด้วยความถี่ $f_h = 500$ Hz และเกิดอีกครั้งที่วินาทีที่ 3.75 ถึงวินาทีที่ 5 ด้วยความถี่ $f_h = 2,000$ Hz โดยมีความแรงของสัญญาณเสียงหอนเป็นร้อยละร้อยเช่นเดิม ภาพที่ 12 บนคือสัญญาณเสียงที่ถูกรบกวนด้วยเสียงหอนเป็นช่วงส่วนภาพล่างคือสเปกโตรแกรม ผลการกำจัดเสียงหอนด้วยระบบที่นำเสนอแสดงภาพที่ 13 โดยภาพบนแสดงสัญญาณเสียงที่กู้คืนได้ส่วนภาพล่างแสดงสเปกโตรแกรม จะพบว่าระบบที่นำเสนอก็ยัง สามารถตรวจจับเสียงหอนและกำจัดทิ้งไปได้



ภาพที่ 12 สัญญาณเสียงที่ถูกรบกวนด้วยเสียงหอนเป็นช่วงด้วยความถี่ 500 Hz และ 2,000 Hz (บน) และสเปกโตรแกรม (ล่าง)

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทความนี้ได้นำเสนอระบบกำจัดเสียงหอนที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบเสียงสาธารณะ โดยข้อเด่นของระบบที่นำเสนอที่ต่างจากระบบที่เคยนำเสนอในเอกสารอ้างอิง คือมีตัวตรวจจับสัญญาณเสียงหอน ระบบตรวจจับจะทำหน้าที่ตรวจหาความเป็นไปได้ที่จะมีเสียงหอนเข้ามาในระบบ หากตรวจไม่พบ ระบบจะส่งสัญญาณออกไปยังเครื่องขยายเสียงและลำโพงโดยตรง ไม่ต้องผ่านระบบกำจัดเสียงหอน แต่หากตรวจพบเสียงหอน สัญญาณเสียงที่ถูกรบกวนจะถูกส่งต่อไปยังระบบกำจัดเสียงหอนเพื่อลดผลกระทบจากเสียงหอนให้เหลือน้อยที่สุด จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 4 พบว่าระบบที่นำเสนอยังมีข้อด้อยตรงที่ยังไม่สามารถตรวจจับองค์ประกอบเสียงหอนได้ทุกความถี่โดยเฉพาะที่ความถี่ต่ำ อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์จริงมักจะพบว่าเสียงหอนที่เกิดขึ้นจริงในระบบ PA และก่อให้เกิดความรำคาญแก่ผู้ฟังทุกช่วงวัยนั้นมักจะเป็นเสียงหอนที่มีความถี่สูง จากความจริงนี้ทำให้ระบบตรวจจับและกำจัดเสียงหอนที่นำเสนอสามารถนำไปใช้งานได้จริง อย่างไรก็ตาม การค้นหาวีธีการตรวจจับการป้อนกลับทางเสียงยังคงเป็นเรื่องที่ท้าทายนักวิจัยและเป็นงานที่จะทำต่อไปในอนาคต



ภาพที่ 13 สัญญาณเสียงที่กู้คืนได้ (บน) และสเปกโตรแกรม (ล่าง)

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ในการตีพิมพ์บทความนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- Gan, H., Luo, G., Luo, Y., Luo, W. (2022). Howling Noise Cancellation in Time-Frequency Domain by Deep Neural Networks. In: Yang, X.S., Sherratt, S., Dey, N., Joshi, A. (eds) Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 236. https://doi.org/10.1007/978-981-16-2380-6_28
- H. Nyquist. (1932). Regeneration theory. *Bell System Technical Journal*, 11(1), 126-147.
- Li, Yanping, Xiangdong Huang, Yi Zheng, Zhongke Gao, Lei Kou, and Junhe Wan. (2021). Howling Detection and Suppression Based on Segmented Notch Filtering. *Sensors Journal*, 21(23). <https://doi.org/10.3390/s21238062>
- N. I. Cho, S. U. Lee. (1993). On the adaptive lattice notch filter for the detection of sinusoids. *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing*, 40(7), 405-416. <https://ieeexplore.ieee.org/document/238368>
- P. Gil-Cacho, T. V. Waterschoot, M. Moonen, S. H. Jensen. (2009). Regularized adaptive notch filters for acoustic howling suppression. *17th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2009)*. Glasgow, Scotland.
- Spiet, A., Doclo, S., Moonen, M., Wouters, J. (2008). Feedback Control in Hearing Aids. Springer Handbook of Speech Processing. *Springer Handbooks*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-49127-9_48
- T. van Waterschoot, M. Moonen. (2008). 50 years of acoustic feedback control: state-of-the-art and future challenges. *AT-SISTA Technical Report (8-13)*. Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.

ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมาของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางด้วยเอทานอล
In Vitro Anticancer Activity of *Ganoderma lucidum* var. *antler* Ethanol Extract Against
Melanoma Skin Cancer Cells

อนัญญา จินดารักษ์¹, เยาวภา อร่ามศิริรุจิเวทย์², สันชัย พยุงกร³ และ
ณัฐนันท์ ปัญจวรญาณ ต.เทียนประเสริฐ^{1*}
Ananya Jindaruk¹, Yaovapa Armsirujiwet², Sunchai Payungporn³ and
Nattanan Panjaworayan T-Thienprasert^{1*}

¹ ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

¹ Department of Biochemistry, faculty of Science, Kasetsart University

² ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² Department of Microbiology, faculty of Science, Kasetsart University

³ ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³ Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University

บทคัดย่อ

มะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา เป็นมะเร็งที่พบว่ามีอุบัติการณ์สูงมากขึ้นทุกปี มีความรุนแรงและเป็นสาเหตุการตายถึงร้อยละ 75 ของผู้ป่วยโรคมะเร็งผิวหนังทั้งหมด ทั้งนี้แนวทางรักษาปัจจุบัน เช่น การผ่าตัด ยาเคมีบำบัดและรังสีรักษาส่งผลข้างเคียงกับผู้ป่วย ดังนั้นการศึกษาเพื่อพัฒนาแนวทางการรักษาแบบใหม่จึงมีความจำเป็น จากรายงานพบว่าสารสกัดจากดอกเห็ดหลินจือเขากวางมีฤทธิ์ต้านมะเร็งชนิดต่างๆ แต่ยังไม่มีการรายงานฤทธิ์ต้านมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา งานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมา (A375) ของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางด้วยเอทานอล ผลการศึกษาความเป็นพิษด้วยเทคนิค MTT พบว่า ความเข้มข้นที่สูงขึ้นของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางแปรผันตรงกับความความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง A375 แต่มีความเป็นพิษที่ต่ำมากในเซลล์ปกติ (Vero) สำหรับผลการศึกษาการติดฉลากเซลล์ด้วย Annexin V พบว่า ที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตรของสารสกัดเห็ด สามารถเหนี่ยวนำโปรแกรมการตายของเซลล์มะเร็ง A375 ได้ในระดับอ่อน และผลการศึกษาด้วยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบเวลาจริง พบว่า ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตรของสารสกัดเห็ด สามารถลดการแสดงออกของยีน signal transducer and activator of transcription 1 (ยีน *STAT1*) ซึ่งเป็นยีนเครื่องหมายของโรคมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมาถึง 5 เท่า แต่ไม่มีผลต่อยีน 2'-5'-oligoadenylate synthetase 1 (ยีน *OAS1*) ในเซลล์มะเร็ง A375 ดังนั้น ผลการทดลองนี้เป็นการนำเสนอองค์ความรู้ใหม่ บ่งชี้ให้เห็นว่าสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวาง มีศักยภาพในการศึกษาในเชิงลึกต่อไป

คำสำคัญ: มะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมา เห็ดหลินจือเขากวาง โปรแกรมการตายของเซลล์ การแสดงออกของยีน

Abstract

Melanoma skin cancer is a cancer that has been found to have a significantly increasing incidence every year. It is severe and accounts for up to 75% of deaths among all skin cancer patients. Current treatment approaches include surgery, chemotherapy, and radiation therapy associated with side effects on patients. Therefore, it is necessary to study and develop new treatment strategies. Previous reports showed that *Ganoderma lucidum* var. *antler* fruiting

* Corresponding author : fscinnp@ku.ac.th

body extract has anticancer activities against various types of cancers, but there have been no reports on the anticancer effects on melanoma skin cancer. This study aimed to investigate the anticancer activity of *G. lucidum* var. *antler* mycelium extract with ethanol on melanoma skin cancer cells (A375). By using MTT assay, the results demonstrated that the mycelium extract increased toxicity against A375 cells in a dose-dependent manner, but it had very low toxicity on normal cells (Vero). Moreover, the result from Annexin V assay showed that 250 µg/mL of mycelium extract could induce apoptosis in A375 cells at a mild level. Additionally, the real-time polymerase chain reaction (PCR) indicated that 250 µg/mL of the extract could downregulate the expression of the signal transducer and activator of transcription 1 (*STAT1*) gene, which is a marker gene for melanoma skin cancer, by up to five folds. However, it did not affect the 2'-5'- oligoadenylate synthetase 1 (*OAS1*) gene in A375 cells. Therefore, these experimental results present new knowledge, indicating that *G. lucidum* var. *antler* mycelium extract has the potential for further in-depth study.

Keywords: melanoma skin cancer, *Ganoderma lucidum* var. *antler*, apoptosis, gene expression

1. บทนำ

ในปี 2563 องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) รายงานว่ามะเร็งผิวหนังเป็นกลุ่มมะเร็งที่พบบ่อยและมีอัตราการผู้ป่วยเพิ่มขึ้นทุกปี โดยพบว่ามีผู้ป่วยรายใหม่มากกว่า 1.5 ล้านรายต่อปี และเป็นมะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมาถึงประมาณ 325,000 รายทั่วโลก นอกจากนี้ยังพบผู้เสียชีวิตจากมะเร็งผิวหนังถึง 57,000 ราย (WHO, 2020) ปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรครวมจากหลายปัจจัยได้แก่ ผิวสัมผัสกับแสงแดดจัดเป็นเวลานาน มลพิษ สารเคมี นอกจากนี้ยังเกิดได้จากการสูบบุหรี่ ความผิดปกติของการสร้างเม็ดสี แผลเรื้อรัง ผลข้างเคียงจากรังสีบำบัด ภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง (Simoes et al., 2015)

มะเร็งผิวหนังแบ่ง 3 ประเภท ได้แก่ มะเร็งผิวหนังชนิดเบซัลเซลล์ (Basal cell carcinomas หรือ BCCs) มะเร็งผิวหนังชนิดสแควมัสเซลล์ (Squamous cell carcinomas หรือ SCCs) และ มะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมา (Cutaneous malignant melanomas หรือ CMs) ซึ่ง BCCs และ SCCs เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อผิวหนังของผิวหนัง จึงมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า มะเร็งผิวหนังประเภทไม่ใช่เมลาโนมา (Non melanoma skin cancer) ในขณะที่ CMs เกิดจากความผิดปกติของเซลล์สร้างเม็ดสี หรือเมลาโนไซต์ (D'Orazio et al., 2013) ทั้งนี้มะเร็งผิวหนังประเภทไม่ใช่เมลาโนมาพบอัตราการเสียชีวิตต่ำ ในขณะที่มะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมาเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตจากโรคมะเร็งผิวหนังโดยพบประมาณร้อยละ 80 (Sajadimajd et al., 2020)

ในปัจจุบัน การรักษาโรคมะเร็งผิวหนังนิยมใช้เคมีบำบัด (chemotherapy) และการฉายรังสี (radiotherapy) แต่พบการรายงานว่าการรักษาดังกล่าวมีผลข้างเคียงเพราะไม่จำเพาะต่อเซลล์มะเร็งจึงสามารถทำลายเนื้อเยื่อปกติตลอดจนทำลายระบบภูมิคุ้มกันของผู้ป่วยได้ นอกจากนี้พบว่าการใช้ยาต้านมะเร็งส่งผลให้เกิดการดื้อยาต้านมะเร็ง ทำให้การรักษาไม่มีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้นักวิจัยจึงได้พยายามค้นคว้าเพื่อหายาต้านมะเร็งที่มีเป้าหมายจำเพาะต่อเซลล์มะเร็งและมีผลข้างเคียงต่ำ ทั้งนี้สารสกัดธรรมชาติซึ่งประกอบด้วยสารประเภทเมตาบอลิไทด์ทุติยภูมิ ที่มีฤทธิ์เชิงการแพทย์จึงได้รับความสนใจสูง (Patel & Goyal, 2012) เห็ดหลินจือขาว (*Ganoderma lucidum* var. *antler*) เป็นที่รู้จักกันอย่างดีในทางการแพทย์แผนโบราณจีนมาอย่างยาวนาน โดยพบว่ามีสารออกฤทธิ์สำคัญทางชีวภาพ ได้แก่ ฟีนอล ฟลาโวนอยด์ โพลีแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ และกรดกาโนเดอริก (Sudheer et al., 2018) จากรายงานพบว่าเห็ดหลินจือขาวทำให้ผลผลิตที่ใกล้เคียงกับเห็ดหลินจือแดงรูปร่างโต แต่มีคาร์โบไฮเดรตและปริมาณเส้นใยที่สูงกว่าแบบปกติ (Mau et al., 2001) นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าเห็ดหลินจือแดงทั่วไป (Sudheer et al., 2018) โดยผลงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า สารสกัดจากเห็ดหลินจือขาวช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในหนูทดลองผ่านการกระตุ้นอินเตอร์เฟอรอนแกมมาที่เซลล์ม้าม (Kohguchi et al., 2004) ในขณะที่สารเฮสเปอร์ติน (Hesperetin) และ กาโนซิน บี (Ganocin B) ของเห็ด

หลินจื่อเซวากวางนั้นมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อไวรัสไข้เลือดออก โดยสารออกฤทธิ์สำคัญสามารถจับที่บริเวณเร่งปฏิกิริยาทั้งสาม (catalytic triad) ของเอนไซม์โปรติเอสของไวรัส (DENV2 NS2B-NS3pro) ผ่านพันธะไฮโดรเจน พันธะแวนเดอร์วาลส์ และอันตรกิริยาระหว่าง pi-pi (Lim et al., 2020) นอกจากนี้พบว่าสารไตรเทอร์พีนที่สกัดได้จากเห็ดหลินจื่อเซวากวางสามารถลดการสร้างเส้นเลือดใหม่ของมะเร็งปอดในหนู (Liu et al., 2020) และยับยั้งเซลล์มะเร็งเต้านม เซลล์มะเร็งลำไส้ใหญ่ และเซลล์มะเร็งตับของมนุษย์ (de Mendonça et al., 2023) ทั้งนี้ยังไม่มีรายงานฤทธิ์ต้านมะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมาของสารสกัดเส้นใยจากเห็ดหลินจื่อเซวากวาง

อนึ่ง โรคมะเร็งเป็นโรคที่เกิดการเจริญเติบโตของเซลล์ที่ผิดปกติ มีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็วไม่สามารถควบคุมได้ โดยพบว่าเซลล์มะเร็งนั้นมีกิจกรรมโปรแกรมการตายของเซลล์ (Apoptosis) ที่ต่ำมาก ทำให้เซลล์มะเร็งไม่ตายเหมือนเซลล์ปกติ การเหนี่ยวนำให้กิจกรรมโปรแกรมการตายของเซลล์ที่สูงขึ้น จึงเป็นหนึ่งในแนวคิดของการพัฒนายาต้านมะเร็ง (Pfeffer & Singh, 2018)

จากการศึกษาก่อนหน้าพบว่าสารสกัดเห็ดหลินจื่อด้วยเอทานอลสามารถยับยั้งมะเร็งลำไส้ใหญ่ โดยผ่านโปรแกรมการตายของเซลล์ (Hong et al., 2004) และพบสารออกฤทธิ์ชีวภาพสำคัญในเห็ดหลินจื่อ ได้แก่ ฟีนอลิก ไตรเทอร์พีนอยด์ (Hu et al., 2017) ทั้งนี้การใช้เอทานอลในการสกัดซึ่งเป็นตัวทำละลายมีขั้วนั้นสามารถสกัดสารทุติยภูมิที่มีขั้วออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ (Abubakar & Haque, 2020)

ดังนั้นงานวิจัยนี้สนใจศึกษาฤทธิ์ต้านมะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมาของสารสกัดเส้นใยจากเห็ดหลินจื่อเซวากวางด้วยเอทานอล โดยศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อประเภทมะเร็งผิวหนังเมลาโนมา (A375) รวมถึงการวิเคราะห์กิจกรรมของโปรแกรมการตายของเซลล์ (Apoptosis) ตลอดจนฤทธิ์ของสารสกัดจากเส้นใยเห็ดหลินจื่อเซวากวางต่อระดับการแสดงออกของยีนที่สัมพันธ์กับการเกิดมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา ได้แก่ ยีน Signal Transducer and Activator of Transcription 1 หรือยีน *STAT1* (Stephanou & Latchman, 2003) และ ยีน 2'-5'-Oligoadenylate synthetase 1 หรือยีน *OAS1* ในเซลล์ A375 โดยผลการศึกษานี้จะเพิ่มองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับศักยภาพในการต้านมะเร็งผิวหนังของสารสกัดจากเส้นใยเห็ดหลินจื่อเซวากวาง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดเส้นใยจากเห็ดหลินจื่อเซวากวางด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อการมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา
- 2.2 เพื่อศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากเส้นใยจากเห็ดหลินจื่อเซวากวางต่อกิจกรรมของโปรแกรมการตายของเซลล์มะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา
- 2.3 เพื่อศึกษาฤทธิ์เส้นใยของสารสกัดจากเส้นใยจากเห็ดหลินจื่อเซวากวางต่อระดับการแสดงออกของยีน *STAT1* และ ยีน *OAS1* ในเซลล์มะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การสกัดเห็ดตัวอย่าง

นำเส้นใยเห็ดหลินจื่อเซวากวางไปอบให้แห้งที่ตู้อบ (Memmert, Germany) อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส เมื่อแห้งแล้วจึงนำมาบดให้ละเอียดและชั่งน้ำหนักแห้ง จากนั้นเติมเอทานอล (Liquor Distillery Organization, Thailand) ในอัตราส่วน 1 กรัม ต่อ 4 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเข้าเครื่องเขย่าแบบควบคุมอุณหภูมิที่ 220 rpm อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำไปเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (Tomy, Japan) ที่ 8,000 rpm อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และนำส่วนใสมากรองผ่านกระดาษกรองใสในหลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไประเหยแห้งโดยตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เมื่อตัวอย่างแห้งนำมาละลายด้วย ดีเอ็มเอสโอ (DMSO, dimethyl sulfoxide) (Fisher Scientific, UK) เมื่อละลายเสร็จจึงมากรองผ่านที่กรองสารชนิดไนลอน ขนาด 0.2 ไมโครเมตร (Syringe filter 0.2 μ m, Costar, USA)

3.2 การทดสอบความมีชีวิตของเซลล์

นำเซลล์มะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมา (A375, CRL-1619TM, ATCC) และเซลล์ปกติ (Vero, CCL-81TM, ATCC) มาเพาะเลี้ยงในอาหาร ดีเอ็มอีเอ็ม (DMEM, Dulbecco's Modified Eagle Medium) (Gibco, UK) เสริมด้วยร้อยละ 10 ของซีรัมลูกวัว (fetal bovine serum) (Gibco, UK) และร้อยละ 10 ของ ยาต้านจุลชีพ (Antimycotic-antibiotic) (Gibco, UK) บ่มเซลล์ในตู้เลี้ยงเซลล์ (Lishen, China) ที่มีสภาวะของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และมีอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อเซลล์เจริญได้ประมาณร้อยละ 80 จึงนำเซลล์มาเพาะเลี้ยงในถาด 96 หลุม โดยนับจำนวนเซลล์ประมาณ 5,000 เซลล์ต่อหลุม จากนั้นบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมงในตู้เลี้ยงเซลล์ และเติมสารสกัดเห็ดตัวอย่างที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0- 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร บ่มเซลล์ในตู้เลี้ยงเซลล์ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติม เอ็มทีที (MTT, 3- (4,5-dimethylthiazol-2-yl) -2,5-diphenyltetrazolium bromide) (Amresco, USA) และบ่มเซลล์ในตู้เลี้ยงเซลล์อีก 3 ชั่วโมง จากนั้นนำ MTT ออก และเติม ดีเอ็มเอสโอ (Fisher Scientific, UK) หลุมละ 50 ไมโครลิตร หลังจากนั้นนำปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 570 นาโนเมตรและค่าการดูดกลืนแสงอ้างอิง 630 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องอ่าน ถาดไมโครเพลท (Tecan, Switzerland) จากนั้นทำการคำนวณเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของเซลล์ดังอธิบายใน (Waiyaput et al., 2012) และคำนวณค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็งได้ร้อยละ 50 โดยโปรแกรม GraphPad Prism

3.3 การวิเคราะห์กิจกรรมโปรแกรมการตายของเซลล์

นำเซลล์มะเร็งผิวหนัง A375 มาเพาะเลี้ยงในถาด 24 หลุม โดยนับจำนวนเซลล์ 10,000 เซลล์ต่อหลุม และบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมงในตู้เลี้ยงเซลล์ จากนั้นเติมสารสกัดเห็ดให้มีความเข้มข้นท้ายสุดที่ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และบ่มเป็นเวลา 72 ชั่วโมง ในตู้เลี้ยงเซลล์ สำหรับตัวแปรควบคุมเชิงบวก เติมน้ำเกลือ (Fisher Scientific, UK) ความเข้มข้นร้อยละ 10 และบ่ม 3 ชั่วโมงในตู้เลี้ยงเซลล์ จากนั้นทำการเก็บเซลล์โดยเครื่องหมุนปั่นเหวี่ยง (Tomy, Japan) ที่ 1,000 rpm เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเทส่วนในสิ่งที่แล้วละลายตะกอนด้วยอาหารเลี้ยงเซลล์ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และบ่มเซลล์กับสารเคมีในชุดตรวจ อะพอพโทซิส (Muse® Annexin V & Dead Cell Kit) (Millipore, EMD Millipore Corporation, MA, USA) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ในที่มืดเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำไปวิเคราะห์ผลด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์แยกชนิดและหาปริมาณเซลล์แบบอัตโนมัติ (Flow cytometer) (Merck, Darmstadt, Germany)

3.4 การสกัดอาร์เอ็นเอ

นำเซลล์มะเร็งผิวหนัง A375 มาเพาะเลี้ยงบนถาด 6 หลุม จำนวน 1×10^5 เซลล์ต่อหลุม และบ่มในตู้เลี้ยงเซลล์เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเติมสารสกัดเห็ดให้มีความเข้มข้นท้ายสุดที่ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นบ่มในตู้เลี้ยงเซลล์เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้น สกัดอาร์เอ็นเอจากเซลล์โดยน้ำยา ไตรโซล (Trizol® reagent) (Invitrogen, USA) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต จากนั้นกำจัดจีโนมดีเอ็นเอที่ปนเปื้อนอยู่ด้วยเอนไซม์ ดีเอ็นเอส วัน (DNase I) (New England BioLabs, USA) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต หลังจากนั้นใช้ตรวจสอบความบริสุทธิ์ของอาร์เอ็นเอที่สกัดได้ด้วยการวัดอัตราส่วนการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร ต่อ 280 นาโนเมตร และการวัดอัตราส่วนการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร ต่อ 230 นาโนเมตร รวมถึงการวิเคราะห์ผ่านเทคนิคอิเล็กโตรโฟรีซิส เมื่อได้อาร์เอ็นเอที่มีคุณภาพแล้วนำไปสังเคราะห์ ดีเอ็นเอคู่สม (cDNA, Complementary DNA) โดยใช้เอนไซม์รีเวิร์สทรานสคริปเทส (Reverse Transcriptase) (Thermo Scientific, Lithuania) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต จัดเก็บดีเอ็นเอคู่สมที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.5 การวิเคราะห์ปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบเวลาจริง (Realtime - PCR)

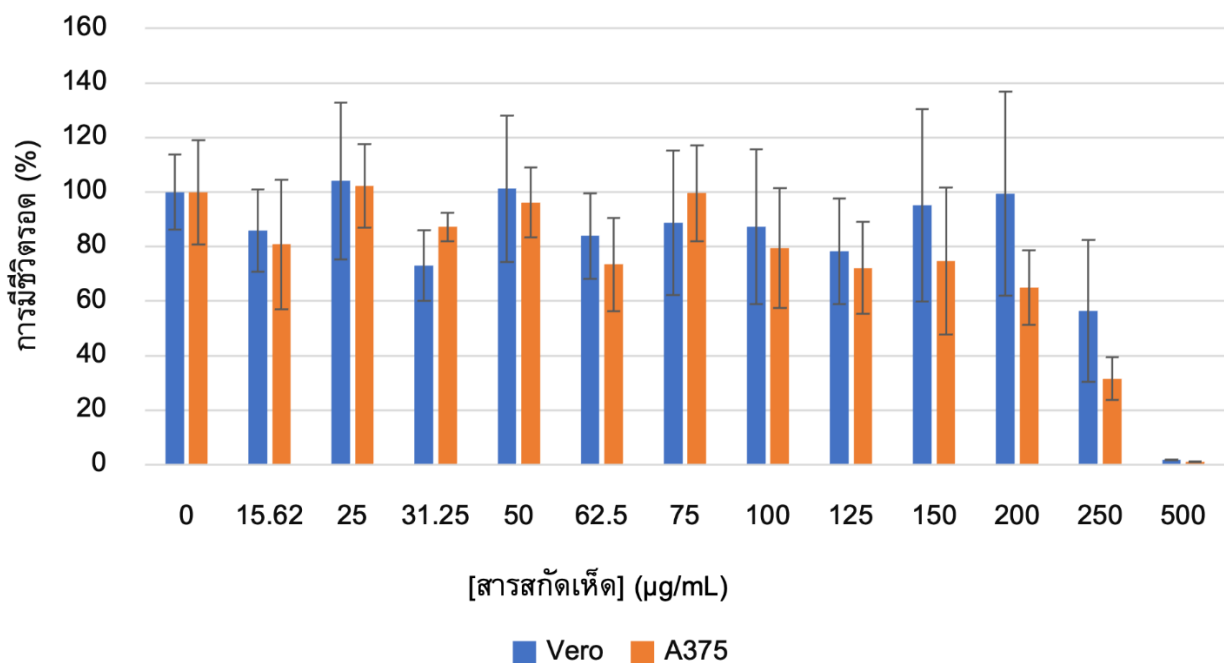
ทำการผสมดีเอ็นเอคู่สมที่สังเคราะห์ได้กับน้ำยา Maxima SYBR Green qPCR Master Mix (2X) (Thermo Scientific, Lithuania) ตามคำแนะนำของผู้ผลิต โดยมีไพรเมอร์สำหรับการวิเคราะห์ยีน STAT1 คือ STAT1-F: 5'-atgtctcagtgtacgaacttca-3' และ STAT1-R: 5'- tgtgccaggtactgtctgatt-3' (Thongthae et al., 2014) สำหรับไพรเมอร์ของยีน OAS1 คือ OAS1-F: 5'-gatctcagaatacccccagcca-3' และ OAS1-R: 5'-agctacctcggagacacatt-3' (Thongthae et al., 2014) โดยมียีนควบคุมภายในคือ ยีน beta-actin ซึ่งมีไพรเมอร์ ดังนี้ beta-actin-F: 5'-ctgggcatggagtcctgtggcatcc-3' และ beta-actin-R: 5'-

cgcaactaagtcatagtcgcctag-3' (Thongthae et al., 2014) จากนั้นทำปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรสแบบเวลาจริง ด้วย CFX Connect™ Real-Time PCR Detection System (Bio-Rad, Singapore) คำนวณค่าการแสดงออกยีนสัมพันธ์ของยีน STAT1 และ OAS1 ด้วยเทคนิค delta delta ct ($2^{-\Delta\Delta Ct}$) ดังอธิบายใน (Thongthae et al., 2014)

4. ผลการวิจัย

4.1 สารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งผิวหนังชนิดเมลาโนมา

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์นั้น แปรผันตรงกับความเข้มข้นของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวาง โดยที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตรสามารถลดเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเซลล์มะเร็งผิวหนัง A375 เหลือเพียงร้อยละ 31.60 ± 7.86 ในขณะที่มีความเป็นพิษน้อยมากเพียงร้อยละ 10 ต่อ Vero ซึ่งเป็นเซลล์ปกติ เมื่อคำนวณค่าความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งเซลล์มะเร็ง A375 ได้ร้อยละ 50 (Inhibitory Concentration หรือ IC_{50}) อยู่ที่ 255.9 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตร ดังแสดงใน (ภาพที่ 1) ดังนั้นในงานศึกษาลำดับถัดไปจึงศึกษาโดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่ 250 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตร



ภาพที่ 1 ฤทธิ์ของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางต่อเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของเซลล์

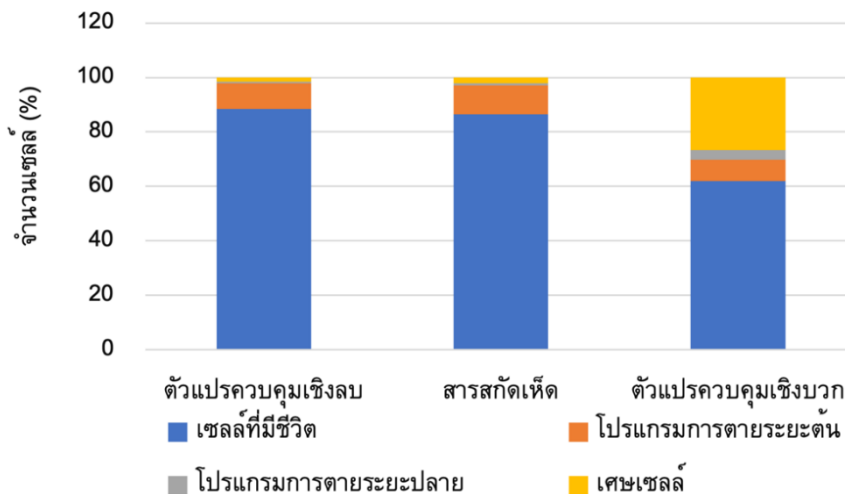
โดยกราฟแท่งและแถบข้อผิดพลาด (Error bar) แสดงถึง ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานตามลำดับ

ซึ่งเป็นข้อมูลจากผลการทดลองจำนวน 3 การทดลองอิสระที่มีจำนวนซ้ำของตัวอย่าง 4 ซ้ำต่อการทดลอง

4.2 สารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางเหนี่ยวนำโปรแกรมการตายของเซลล์มะเร็ง A375 ในระดับอ่อน

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางต่อกิจกรรมโปรแกรมการตายของเซลล์ พบว่าที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตรของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางสามารถเหนี่ยวนำโปรแกรมการตายของเซลล์มะเร็ง A375 ได้ในระดับอ่อน กล่าวคือ สามารถเพิ่มจำนวนของเซลล์ที่เข้าสู่โปรแกรมการตายระยะต้นเพิ่มขึ้น 1.15 เท่า และ เพิ่มจำนวนเซลล์ที่เข้าสู่โปรแกรมการตายระยะปลาย 0.65 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ที่ไม่ได้รับสารสกัดเห็ด (ตัวแปรควบคุมเชิงลบ) (ภาพที่ 2)

โปรแกรมการตายของเซลล์ A375



ภาพที่ 2 ภาพของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือขาววางต่อกิจกรรมโปรแกรมการตายของเซลล์

กราฟแท่งตัวแปรควบคุมเชิงลบ คือ ผลของเซลล์ที่ไม่ได้รับสารสกัดเห็ดหลินจือขาววาง

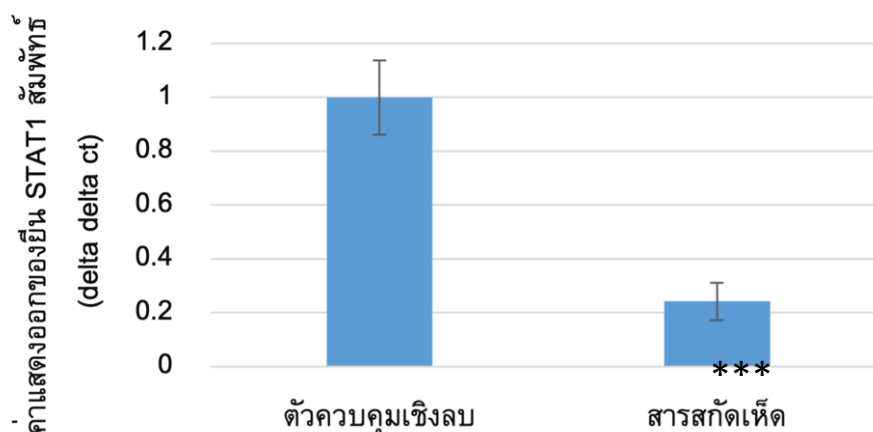
กราฟแท่งของสารสกัดเห็ด คือ เซลล์ที่ได้รับ 250 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตรของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือขาววาง

ตัวแปรควบคุมเชิงบวก คือ เซลล์ที่ได้รับร้อยละ 10 ของ dimethyl sulfoxide

ผลการทดลองเป็นค่าเฉลี่ยจาก 2 การทดลองอิสระ

4.3 สารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือขาววางลดระดับการแสดงออกของยีน *STAT1* แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อระดับการแสดงออกของยีน *OAS1* ในเซลล์มะเร็งผิวหนัง A375

ผลการทดลองโดยใช้เทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์แบบเวลาจริง พบว่าที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อไมโครลิตรของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือขาววางสามารถลดระดับการแสดงออกของยีน *STAT1* ได้ประมาณ 5 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ที่ไม่ได้รับสารสกัดเห็ด (ตัวแปรควบคุมเชิงลบ) โดยทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.001$) (ภาพที่ 3) อย่างไรก็ตาม สารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือขาววางไม่ส่งผลกระทบต่อระดับการแสดงออกของยีน *OAS1* (ภาพที่ 4)

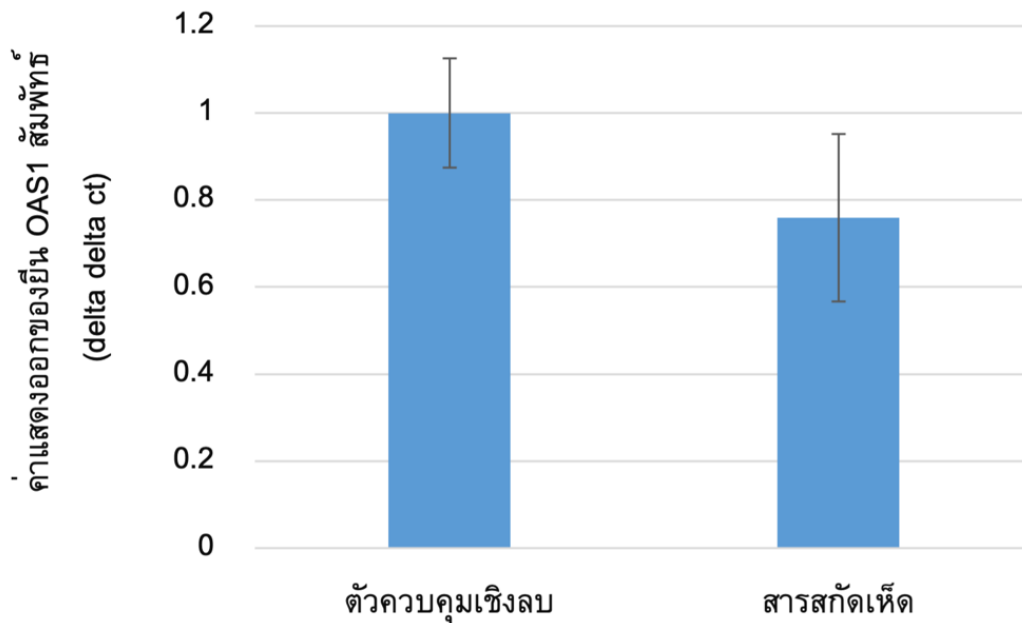


ภาพที่ 3 ภาพของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือขาววางต่อค่าแสดงออกของยีน *STAT1* สัมพัทธ์

โดยกราฟแท่งและแถบข้อผิดพลาด (Error bar) แสดงถึง ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานตามลำดับ

ซึ่งเป็นข้อมูลจากผลการทดลองจำนวน 3 การทดลองอิสระที่มีจำนวนซ้ำของตัวอย่าง 4 ซ้ำต่อการทดลอง

สัญลักษณ์ "***" หมายถึงค่า $p < 0.001$



ภาพที่ 4 ฤทธิ์ของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางต่อค่าแสดงออกของยีน OAS1 สัมพัทธ์

กราฟแท่งและแถบข้อผิดพลาด (Error bar) แสดงถึง ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานตามลำดับ ซึ่งเป็นข้อมูลจากผลการทดลองจำนวน 3 การทดลองอิสระที่มีจำนวนซ้ำของตัวอย่าง 4 ซ้ำต่อการทดลอง

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองจากงานวิจัยนี้เพิ่มองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับฤทธิ์ของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางต่อเซลล์มะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา ซึ่งไม่มีการรายงานมาก่อน ทั้งนี้การรายงานที่ผ่านมาเป็นการรายงานฤทธิ์ของสารสกัดดอกเห็ดหลินจือเขากวาง ซึ่งพบว่ามีศักยภาพในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันในหนูทดลอง (Kohguchi et al., 2004) และมีฤทธิ์ด้านการแพร่กระจายของมะเร็งอย่างมีนัยสำคัญในหนูทดลองที่ถูกกดภูมิคุ้มกันด้วยสารไซโคลฟอสฟาไมด์ (Nonaka et al., 2006) เนื่องจากการเพาะเห็ดให้ได้ดอกเห็ดนั้นใช้เวลานาน และควบคุมปริมาณสารออกฤทธิ์ได้ยาก เพราะมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณสารเมแทบอไลต์ของดอกเห็ด ถึงแม้จะเป็นสายพันธุ์เดียวกัน เช่น ปัจจัยจากแหล่งเพาะพันธุ์ สารอาหาร สภาพแวดล้อม สภาพอากาศ (Bellettini et al., 2019) ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงสนใจศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากเส้นใยของเห็ด ซึ่งสามารถเพาะเลี้ยงได้ในระยะเวลาที่สั้นกว่าในห้องปฏิบัติการ และสามารถควบคุมแหล่งอาหารและสภาพแวดล้อมได้แน่นอนมากกว่า อย่างไรก็ตามที่มียวิจัยพบว่าหากเพาะเส้นใยเห็ดจากหัวเชื้อเดิมซ้ำๆ หลายๆ รอบ ฤทธิ์ในการต้านมะเร็งของเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางต่อเซลล์มะเร็งผิวหนัง A375 จะลดลง ทั้งนี้ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารออกฤทธิ์สำคัญระหว่างเส้นใยและดอกเห็ดของเห็ดหลินจือเขากวาง แต่มีรายงานเปรียบเทียบปริมาณของสารออกฤทธิ์สำคัญในเส้นใยและดอกเห็ดสายพันธุ์อื่น ๆ เช่น พบการรายงานว่าปริมาณรวมของโปรตีนและพอลิแซ็กคาไรด์ ระหว่างเส้นใยและดอกเห็ดของเห็ดแชมปิยอง (*Agaricus bisporus*) และ เห็ดนางรมฮังการี (*Pleurotus ostreatus*) มีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีระดับความเข้มข้นของเอนไซม์บางชนิดแตกต่างกัน เช่น เอนไซม์แลคเคส (laccase) ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการออกซิเดชันของสารประกอบประเภทฟีนอลิก จะมีความเข้มข้นสูงในเส้นใยและความเข้มข้นต่ำในดอกของเห็ดแชมปิยอง ส่งผลให้สารฟีนอลิกประเภทฟีนอลิกในเส้นใยเห็ดแชมปิยองนั้นมีปริมาณที่ต่ำกว่าและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ต่ำกว่าดอกเห็ดแชมปิยอง ในขณะที่เห็ดนางรมฮังการีมีปริมาณสารฟีนอลิก และฟีนอลสูงในเส้นใยมากกว่าดอกเห็ด (Berger et al., 2022)

ผลการทดลองในงานวิจัยนี้ แสดงให้เห็นว่าที่ ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิตรของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวาง สามารถเหนี่ยวนำโปรแกรมการตายของมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมาในระดับอ่อน (ภาพที่ 2) ทั้งนี้ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่รายงานว่าสารสกัดด้วยเมทานอล หรือ เอทานอลจากเส้นใยของเห็ดหลินจือสามารถกระตุ้นโปรแกรม

การตายของเซลล์มะเร็งชนิดต่าง ๆ ได้ โดยสารออกฤทธิ์สำคัญ คือ กรดกาโนเดอริก (Tang et al., 2006; Zheng et al., 2018) เนื่องจากความเข้มข้นที่สูงขึ้นของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งผิวหนัง A375 ได้ดีมากขึ้น ดังนั้นมีความเป็นไปได้สูงว่าหากเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางให้สูงขึ้น จะสามารถเหนี่ยวนำโปรแกรมการตายของเซลล์มะเร็ง A375 ได้ดียิ่งขึ้น

ยีน *STAT1* แพลรหัสได้โปรตีน *STAT1* ซึ่งมีบทบาทสำคัญในวิถีการส่งสัญญาณอินเตอร์เฟอรอน ทำหน้าที่ควบคุมการตอบสนองของเซลล์ต่อการกระตุ้นของไซโตไคน์ ฮอร์โมน และอินเตอร์ลิวคิน และได้รับการรายงานว่าเป็นหนึ่งในยีนต้านมะเร็ง (Tumor suppressor) ในมะเร็งหลายชนิด เนื่องจาก *STAT1* สามารถกระตุ้นโปรแกรมการตายของเซลล์มะเร็งหลาย ๆ ชนิดได้อย่างไรก็ตามมีการรายงานว่าโปรตีน *STAT1* นั้น ส่งเสริมการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งบางประเภท (Zhang & Liu, 2017) รายงานล่าสุด ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระดับของการแสดงออกของยีนระหว่าง 24 ตัวอย่างของผู้ป่วยมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา และ 13 ตัวอย่างของผิวหนังปกติ พบว่าระดับการแสดงออกของยีน *STAT1* มีค่าสูงมากอย่างมีนัยสำคัญในตัวอย่างของผู้ป่วยมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา จึงสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า ยีน *STAT1* มีความสำคัญต่อการพัฒนาของโรคมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา และ อาจใช้เป็นชีวโมเลกุลเป้าหมายในการวินิจฉัยโรคมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา ทั้งนี้กลไกและบทบาทของโปรตีน *STAT1* ต่อการพัฒนาโรคมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมายังไม่เป็นที่ทราบชัดเจน (Huang et al., 2019) ในงานวิจัยนี้พบว่าความเข้มข้นที่ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางนั้น สามารถลดระดับการแสดงออกของยีน *STAT1* ถึง 5 เท่า ซึ่งอาจบ่งชี้ให้เห็นว่าสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางมีศักยภาพในการต่อยอดพัฒนาเพื่อรักษาโรคมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมา

ยีน *OAS1* แพลรหัสได้โปรตีน 2'-5'- Oligoadenylate synthetase 1 ซึ่งมีบทบาทสำคัญของเซลล์ต่อการตอบโต้การติดเชื้อจากไวรัส รวมถึงมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและโปรแกรมการตายของเซลล์ (Schwartz et al., 2020) สำหรับระดับการแสดงออกของยีน *OAS1* ในตัวอย่างผู้ป่วยมะเร็งผิวหนังประเภทเมลาโนมานั้น พบว่ามีระดับที่สูงมากอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างผิวหนังปกติ (Wu et al., 2016) นอกจากนี้มีการรายงานพบว่าระดับการแสดงออกของยีน *OAS1* มีระดับที่สูงในผิวหนังที่บวม อักเสบ เช่น ในผู้ป่วยโรคสะเก็ดเงิน ดังนั้นจึงอาจเป็นโมเลกุลเป้าหมายสำหรับแนวทางการรักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับผิวหนังอักเสบ (Huang et al., 2022) ในงานวิจัยชิ้นนี้พบว่าสารสกัดจากเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ยังไม่สามารถลดระดับการแสดงออกของยีน *OAS1* ได้ ซึ่งอาจเป็นว่าความเข้มข้นที่ใช้ศึกษายังไม่สูงมากพอ หรืออาจเป็นเพราะการตายของเซลล์มะเร็งผิวหนัง A375 เป็นวิถีที่สัมพันธ์กับยีน *STAT1* แต่ไม่เกี่ยวข้องกับยีน *OAS1* ซึ่งวิถีและโมเลกุลเป้าหมายของสารออกฤทธิ์สำคัญที่พบในสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางต้องมีการศึกษาอีกซึ่งต่อไปในอนาคต

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานวิจัยชิ้นแรกที่น่าเสนอฤทธิ์ของสารสกัดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางด้วยเอทานอล ซึ่งพบว่าสารสกัดเห็ดสามารถต้านการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งผิวหนังเมลาโนมา (A375) โดยที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดโปรแกรมการตายระดับอ่อน. และลดระดับการแสดงออกของยีน *STAT1* ได้ดีถึง 5 เท่าในเซลล์มะเร็งผิวหนัง A375 ดังนั้นสารสกัดเห็ดเส้นใยเห็ดหลินจือเขากวางมีศักยภาพที่ควรศึกษาพัฒนาต่อยอดในเชิงลึก เพื่อศึกษาสารออกฤทธิ์สำคัญ รวมถึงกลไกและโมเลกุลเป้าหมายต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นอย่างสูง รวมถึงภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในการสนับสนุนห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิทยาศาสตร์

7. เอกสารอ้างอิง

Abubakar, A. R., & Haque, M. (2020). Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes. *J Pharm Bioallied Sci*, 12(1), 1-10.

- Bellettini, M. B., Fiorda, F. A., Maieves, H. A., Teixeira, G. L., Ávila, S., Hornung, P. S., Júnior, A. M., & Ribani, R. H. (2019). Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. *Saudi J Biol Sci*, 26(4), 633-646.
- Berger, R. G., Bordewick, S., Krahe, N. K., & Ersoy, F. (2022). Mycelium vs. Fruiting Bodies of Edible Fungi-A Comparison of Metabolites. *Microorganisms*, 10(7).
- D’Orazio, J., Jarrett, S., Amaro-Ortiz, A., & Scott, T. (2013). UV radiation and the skin. *International journal of molecular sciences*, 14(6), 12222-12248.
- de Mendonça, D. E. A., de Godoy, M. A. F., Lucredi, N. C., Comar, J. F., Almeida, I. V., & Vicentini, V. E. P. (2023). Toxicogenic effects of the mushroom *Ganoderma lucidum* on human liver and kidney tumor cells and peripheral blood lymphocytes. *Journal of Ethnopharmacology*, 307, 116226.
- Hong, K. J., Dunn, D. M., Shen, C. L., & Pence, B. C. (2004). Effects of *Ganoderma lucidum* on apoptotic and anti-inflammatory function in HT-29 human colonic carcinoma cells. *Phytother Res*, 18(9), 768-770.
- Hu, Y., Ahmed, S., Li, J., Luo, B., Gao, Z., Zhang, Q., Li, X., & Hu, X. (2017). Improved ganoderic acids production in *Ganoderma lucidum* by wood decaying components. *Sci Rep*, 7, 46623.
- Huang, L., Chen, J., Zhao, Y., Gu, L., Shao, X., Li, J., Xu, Y., Liu, Z., & Xu, Q. (2019). Key candidate genes of STAT1 and CXCL10 in melanoma identified by integrated bioinformatical analysis. *IUBMB life*, 71(10), 1634-1644.
- Huang, Y. Z., Zheng, Y. X., Zhou, Y., Xu, F., Cui, Y. Z., Chen, X. Y., Wang, Z. Y., Yan, B. X., Zheng, M., & Man, X. Y. (2022). OAS1, OAS2, and OAS3 Contribute to Epidermal Keratinocyte Proliferation by Regulating Cell Cycle and Augmenting IFN-1—Induced Jak1—Signal Transducer and Activator of Transcription 1 Phosphorylation in Psoriasis. *J Invest Dermatol*, 142(10), 2635-2645.e2639.
- Kohguchi, M., Kunikata, T., Watanabe, H., Kudo, N., Shibuya, T., Ishihara, T., Iwaki, K., Ikeda, M., Fukuda, S., & Kurimoto, M. (2004). Immuno-potentiating effects of the antler-shaped fruiting body of *Ganoderma lucidum* (Rokkaku-Reishi). *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 68(4), 881-887.
- Lim, W. Z., Cheng, P. G., Abdulrahman, A. Y., & Teoh, T. C. (2020). The identification of active compounds in *Ganoderma lucidum* var. antler extract inhibiting dengue virus serine protease and its computational studies. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 38(14), 4273-4288.
- Liu, W., Yuan, R., Hou, A., Tan, S., Liu, X., Tan, P., Huang, X., & Wang, J. (2020). *Ganoderma* triterpenoids attenuate tumour angiogenesis in lung cancer tumour-bearing nude mice. *Pharmaceutical Biology*, 58(1), 1070-1077.
- Mau, J. L., Lin, H. C., & Chen, C. C. (2001). Non-volatile components of several medicinal mushrooms. *Food Research International*, 34, 521-526.
- Nonaka, Y., Shibata, H., Nakai, M., Kurihara, H., Ishibashi, H., Kiso, Y., Tanaka, T., Yamaguchi, H., & Abe, S. (2006). Anti-tumor activities of the antlered form of *Ganoderma lucidum* in allogeneic and syngeneic tumor-bearing mice. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 70(9), 2028-2034.
- Patel, S., & Goyal, A. (2012). Recent developments in mushrooms as anti-cancer therapeutics: a review. *3 Biotech*, 2, 1-15.
- Pfeffer, C. M., & Singh, A. T. (2018). Apoptosis: a target for anticancer therapy. *International journal of molecular sciences*, 19(2), 448.

- Sajadimajd, S., Bahramsoltani, R., Iranpanah, A., Patra, J. K., Das, G., Gouda, S., Rahimi, R., Rezaeihamiri, E., Cao, H., & Giampieri, F. (2020). Advances on natural polyphenols as anticancer agents for skin cancer. *Pharmacological research*, 151, 104584.
- Schwartz, S. L., Park, E. N., Vachon, V. K., Danzy, S., Lowen, A. C., & Conn, G. L. (2020). Human OAS1 activation is highly dependent on both RNA sequence and context of activating RNA motifs. *Nucleic Acids Research*, 48(13), 7520-7531.
- Simoes, M. F., Sousa, J. S., & Pais, A. C. (2015). Skin cancer and new treatment perspectives: A review. *Cancer letters*, 357(1), 8-42.
- Stephanou, A., & Latchman, D. S. (2003). STAT-1: a novel regulator of apoptosis. *International journal of experimental pathology*, 84(6), 239-244.
- Sudheer, S., Taha, Z., Manickam, S., Ali, A., & Cheng, P. G. (2018). Development of antler-type fruiting bodies of *Ganoderma lucidum* and determination of its biochemical properties. *Fungal biology*, 122(5), 293-301.
- Tang, W., Liu, J. W., Zhao, W. M., Wei, D. Z., & Zhong, J. J. (2006). Ganoderic acid T from *Ganoderma lucidum* mycelia induces mitochondria mediated apoptosis in lung cancer cells. *Life Sci*, 80(3), 205-211.
- Thongthae, N., Payungporn, S., Poovorawan, Y., & T-Thienprasert, N. P. (2014). A rational study for identification of highly effective siRNAs against hepatitis B virus. *Experimental and Molecular Pathology*, 97(1), 120-127.
- Waiyaput, W., Payungporn, S., Issara-Amphorn, J., & Panjaworayan, N. T. (2012). Inhibitory effects of crude extracts from some edible Thai plants against replication of hepatitis B virus and human liver cancer cells. *BMC Complement Altern Med*, 12, 246.
- WHO. (2020). *Skin Cancer*. International Agency for Research on Cancer. Retrieved 19 March 2023 from <https://www.iarc.who.int/cancer-type/skin-cancer/>
- Wu, L., Dong, B., Zhang, F., Li, Y., & Liu, L. (2016). Prediction of the engendering mechanism and specific genes of primary melanoma by bioinformatics analysis. *Dermatologica sinica*, 34(1), 14-19.
- Zhang, Y., & Liu, Z. (2017). STAT1 in cancer: friend or foe? *Discovery medicine*, 24(130), 19-29.
- Zheng, L., Wong, Y. S., Shao, M., Huang, S., Wang, F., & Chen, J. (2018). Apoptosis induced by 9, 11-dehydroergosterol peroxide from *Ganoderma Lucidum* mycelium in human malignant melanoma cells is Mcl-1 dependent. *Molecular Medicine Reports*, 18(1), 938-944.

การสำรวจพรรณไม้ชื่อจัน (Chan) จันท์ (Chan) จันท์ (Chan) จันท์ (Chan) และที่พระองค์ทรงปลูก Exploring of Plants Named Chan (จัน), Chan (จันท์), Chan (จันท์), Chan (จันท์) and Royal Family Planted

อนงค์ หัมพานนท์¹ และ รัฐพล ศรีประเสริฐ^{1*}
Anong Hambananda¹ and Ratapol Sornprasert^{1*}

¹ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University

บทคัดย่อ

การสำรวจชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล และชื่อชนิดของพรรณไม้จัน (Chan) จันท์ (Chan) จันท์ (Chan) และจันท์ (Chan) พบ 157 ชื่อพื้นเมือง 48 ชื่อวงศ์ 80 ชื่อสกุล 99 ชื่อชนิด มีลักษณะวิสัยของพรรณไม้ 13 แบบ ส่วนการรวบรวมชื่อทางการค้า ชื่อวงศ์ และชื่อสกุลของพรรณไม้พบ 36 ชื่อทางการค้า 9 ชื่อวงศ์ 14 ชื่อสกุล พบลักษณะวิสัย 5 แบบ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลของชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล และชื่อชนิดของพรรณไม้ใน 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน ชื่อวงศ์เหมือนกัน และชื่อชนิดต่างกัน ส่วนในกรณีที่ 2 ชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน ชื่อวงศ์ต่างกัน และชื่อชนิดต่างกัน สำหรับพรรณไม้จัน จันท์ จันท์ และจันท์ที่พระองค์ทรงปลูกตั้งแต่ พ.ศ.2501-2550 มี 8 รายชื่อพื้นเมือง ได้แก่ จัน (Chan) จันท์ (Chan) จันท์กะพ้อ (Chan Ka Pho) จันท์ชมด (Chan Chamot) จันท์เทศ (Chan Thet) จันท์หอม (Chan Hom) จันทนา (Chan Thana) และจันอิน (Chan In) พระองค์ทรงปลูกใน 2 ภูมิภาค 9 จังหวัด คือ ภาคกลาง 7 จังหวัด และภาคตะวันออก 2 จังหวัด ส่วนการใช้ประโยชน์พรรณไม้พบ 117 รายชื่อพื้นเมืองแบ่งตามการใช้ประโยชน์ 5 ด้าน คือ ด้านพิธีกรรมและสักการบูชา ด้านอาหาร ด้านสมุนไพร ด้านของใช้ และด้านนันทนาการ

คำสำคัญ: พระองค์ทรงปลูก จัน จันท์ จันท์ และจันท์

Abstract

Exploring of vernacular names, family names, genera names and species names of plants names Chan (จัน), Chan (จันท์), Chan (จันท์) and Chan (จันท์). Found 157 vernacular names, 48 family names, 80 genera names and 99 species names. Classified into 13 habits of plants, while the collection of trade names, family names and genera names of plants found 36 trade names, 9 family names and 14 genera names. Found 5 habits of plants. When analyzing the data of vernacular names, family names, genera names and species names, 2 cases were found vernacular and family names are the same, but species names is different. In case 2, the vernacular names are the same, but the family and species names are different. For the plants named Chan (จัน), Chan (จันท์), Chan (จันท์) and Chan (จันท์) that His Majesty planted from B.E. 2501-2550, there are 8 vernacular names, namely, Chan (จัน), Chan (จันท์), Chan Ka Pho (จันท์กะพ้อ) Chan Chamot (จันท์ชมด) Chan Thet (จันท์เทศ) Chan Hom (จันท์หอม) Chan Thana (จันทนา) and Chan In (จันอิน). Royal family planted in 2 regions of 9 provinces, namely 7 central provinces and 2 eastern provinces. The utilization of plants found 117 indigenous names can be divided according to the use in 5 aspects: ritual and worship, food, herbs, supplies, and recreation.

Keywords: Royal Family Planted, Chan

* Corresponding author : e-mail sornprasert_r@hotmail.com

1. บทนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม สอนองพระราชมหาราชโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (โครงการ อพ. สธ.) มาตั้งแต่ระยะ 5 ปีที่สอง (มิถุนายน พ.ศ.2540 ถึงกันยายน พ.ศ.2544) จนถึงปัจจุบันระยะ 5 ปีที่เจ็ด (ตุลาคม พ.ศ.2544 ถึงกันยายน พ.ศ.2549) การสอนองพระราชมหาราชโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สอดคล้องกับพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.2547 มาตรา 8 (8) ศึกษา วิจัย ส่งเสริมและสืบสานโครงการอันเนื่องมาจากแนวพระราชดำริในการปฏิบัติภารกิจของมหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น (พระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ, 2547) และเพื่อเทิดพระเกียรติอันมรดกถึงพระมหากษัตริย์องค์อันหาที่สุดมิได้ของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (พระบาทสมเด็จพระมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร; รัชกาลที่ 9) ที่พระราชทานนาม “ราชภัฏ” และพระราชลัญจกรเป็นตราสัญลักษณ์อันเป็นมงคลประจำสถาบันราชภัฏ ใน พ.ศ.2547 เป็นปีมงคลยิ่งที่ทรงลงพระปรมาภิไธยในพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.2547 ให้สถาบันราชภัฏเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏ คณาจารย์ บุคลากรและนักศึกษาสำนักในพระมหากษัตริย์องค์ ประกอบกับพระองค์เสด็จพระราชสมภพ ณ วันจันทร์ที่ 5 ธันวาคม พ.ศ.2470 และพระบาทสมเด็จพระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 10) พระองค์เสด็จพระราชสมภพ ณ วันจันทร์ที่ 28 กรกฎาคม พ.ศ.2495 พระองค์เสด็จพระราชดำเนินพระราชทานปริญญาบัตรแก่ผู้สำเร็จการศึกษาจากมหาวิทยาลัยราชภัฏประจำปีต่อเนื่องทุกปี มหาวิทยาลัย คณาจารย์ บุคลากรและนักศึกษาสำนักในพระมหากษัตริย์องค์อย่างหาที่สุดมิได้

สมเด็จพระนเรศวรมหาราชเสด็จพระราชสมภพ ณ พระราชวังจันทร์ เมืองพิษณุโลก ปัจจุบันกรมศิลปากรได้ขึ้นทะเบียนเป็นโบราณสถาน จังหวัดพิษณุโลก ในรัชสมัยสมเด็จพระมหาธรรมราชาธิราช ทรงสร้างพระราชวังจันทน์เกษม เพื่อให้เป็นที่ประทับของสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ยามเสด็จจากเมืองพิษณุโลกเพื่อมาเฝ้าสมเด็จพระมหาธรรมราชาธิราชผู้เป็นพระราชบิดาที่กรุงศรีอยุธยา เมื่อสมเด็จพระนเรศวรมหาราชเสด็จขึ้นครองราชทรงโปรดประทับ ณ พระราชวังจันทน์เกษม ปัจจุบันคือพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติจันทน์เกษม จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ต่อมาในสมัยของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) ทรงสร้างวังจันทน์เกษม ตั้งอยู่บนถนนราชดำเนิน ใกล้สะพานมอญวรรังสรรค์ กรุงเทพมหานคร พระราชทานแก่สมเด็จพระบรมโอรสาธิราช เจ้าฟ้ามหาวชิราวุธ สยามมกุฎราชกุมาร (รัชกาลที่ 6) จวบจนกระทั่งล่วงมาถึงรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระปรเมนทรมหาอานันทมหิดล (รัชกาลที่ 8) พระองค์พระราชทานวังนี้ให้เป็นกระทรวงศึกษาธิการ โดยบริเวณด้านหลังของกระทรวงเป็นที่ตั้งของโรงเรียนฝึกหัดครูมัธยม ปัจจุบันเป็นที่ตั้งของคุรุสภา และโรงเรียนได้ย้ายออกมาจากกระทรวงศึกษาธิการในรัชสมัยของรัชกาลที่ 9 เป็นวิทยาลัยครูจันทน์เกษม ปัจจุบันคือมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ตั้งอยู่ที่ถนนรัชดาภิเษก แขวงจันทน์เกษม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร จากชื่อมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม คำว่า “จันทรเกษม” หมายถึง พระจันทร์ส่องสว่างนำความสุขสบายและความปลอดภัยสู่สรรพสิ่ง ส่วนคำว่า “จันทร” หมายถึง ชื่อพรรณไม้บางชนิดที่มีเนื้อลำต้น ใบ ดอก หรือผลหอม ใช้ทำยาและปรุงเครื่องหอม “จันทร – จันทร” (จันทร – ในกลอนบางที่อ่านว่า จันทอน จันทะระ หรือจัน) หมายถึง พระจันทร์ ดวงเดือน ชื่อเทวดาองค์หนึ่งในนิยายในตำนานพระเคราะห์นับเป็นดาวพระเคราะห์ที่ 2 เป็นชื่อวันที่สองแห่งสัปดาห์ (อนงค์นัฏ หัมพานนท์ และรัฐพล ศรประเสริฐ, 2556) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สำรวจพรรณไม้นามจัน จันท์ จันท์ จันท์ และที่พระองค์ทรงปลูก เพื่อเทิดพระเกียรติรัชกาลที่ 9 และรัชกาลที่ 10 ที่ทรงเสด็จพระราชสมภพ ณ วันจันทร์ (ภาพที่ 1)

1. สมเด็จพระนเรศวรมหาราชเสด็จพระราชสมภพ ณ "พระราชวังจันทร์"

4. ร.8 พระราชทานวังจันทน์เกษมให้เป็นกระทรวงศึกษาธิการ และเป็นที่ตั้งของโรงเรียนฝึกหัดครูมัธยม จากนั้นในรัชสมัยของ ร.9 โรงเรียนได้ย้ายออกมาเป็นวิทยาลัยครูจันทน์เกษม ปัจจุบันคือ "มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม"

พรรณไม้นามจัน จันท์ จันท์ จันท์ และที่พระองค์ทรงปลูก
เทิดพระเกียรติ ร.9 และ ร.10
ที่เสด็จพระราชสมภพ ณ วันจันทร์

2. สมเด็จพระมหาธรรมราชาธิราช
ทรงสร้าง "พระราชวังจันทน์เกษม"

3. ร.5 ทรงสร้าง "วังจันทน์เกษม"

ภาพที่ 1 ความเชื่อมโยงของพรรณไม้นามจัน จันท์ จันท์ จันท์ และที่พระองค์ทรงปลูก

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

ประการแรกเพื่อศึกษาพรรณไม้ในนามจัน จันท์ จันท์ และจันท์ ประการสองเพื่อศึกษาพรรณไม้ในนามจัน จันท์ จันท์ และจันท์ที่พระองค์ทรงปลูก และประการสุดท้ายเพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์พรรณไม้ในนามจัน จันท์ จันท์ และจันท์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาพรรณไม้ในนามจัน จันท์ จันท์ และจันท์: รวบรวมชื่อท้องถิ่น (local name) หรือชื่อพื้นเมือง (vernacular name) ชื่อวงศ์ (family name) ชื่อสกุล (genus name) และชื่อชนิด (species name) ของพรรณไม้ จากเอกสารทางวิชาการ ได้แก่ สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ (2543) สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ (2544ก) สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ (2544ข) สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ (2544ค) กรมวิชาการเกษตร (2547) สำนักงานการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช (2554) สำนักงานหอพรรณไม้ (2557) ราชันย์ ภูมา (2559) สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ (2560) มานพ ผู้พัฒน และคณะ (2563) นัยนา เทศนา และ พาโชค พุดจา (2564) และสำนักงานข้อมูลสมุนไพร (ม.ป.ป) จากนั้นจำแนกลักษณะนิสัย (habit) ของพรรณไม้ตามวิธีการของสำนักงานหอพรรณไม้ (2557) นับจำนวนชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล และชื่อชนิด จากนั้นรวบรวมชื่อทางการค้า (trade name หรือ commercial name) ชื่อวงศ์ และชื่อสกุลของพรรณไม้ จากเอกสารทางวิชาการ ได้แก่ กรมกต แสงสสดี และ สว่าง ขวัญบุญ (2524) ส.เปี่ยมศรี (2524) อุทัยธานี (2524) ชนะ วงศ์สุวรรณ (2539) อุไร จิรมงคลการ (2543) และสมาคมบอนสีแห่งประเทศไทย (2564) นอกจากนี้ยังมีการเดินสำรวจและสอบถามชื่อทางการค้าจากผู้จำหน่ายพรรณไม้ในตลาดสวนจตุจักร ถนนกำแพงเพชร 2 แขวงจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร และตลาดธนบุรี ถนนทวีวัฒนา แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร จากนั้นจำแนกลักษณะนิสัย (habit) ของพรรณไม้ตามวิธีการของสำนักงานหอพรรณไม้ (2557) และนับจำนวนชื่อทางการค้า ชื่อวงศ์ และชื่อสกุล

ศึกษาพรรณไม้ในนามจัน จันท์ จันท์ และจันท์ที่พระองค์ทรงปลูก: ลงสำรวจในพื้นที่เป้าหมายที่พบพรรณไม้เมื่อ พ.ศ. 2556 และ พ.ศ. 2565 บันทึกข้อมูลพรรณไม้ที่ทรงปลูก ได้แก่ ชื่อพรรณไม้ที่ทรงปลูก พระนามที่ทรงปลูก สถานที่ที่ทรงปลูก ปีที่ทรงปลูก อายุพรรณไม้ที่ทรงปลูก ความสูงของต้นที่ทรงปลูก และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ทรงปลูกโดยวัดในระดับความสูงจากพื้นดิน 130 เซนติเมตร จากนั้นถ่ายภาพพรรณไม้ที่ทรงปลูก ได้แก่ ทรงต้น ผิวลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ดตามวิธีการของโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (2556)

ศึกษาการใช้ประโยชน์พรรณไม้ในนามจัน จันท์ จันท์ และจันท์: รวบรวมข้อมูลการใช้ประโยชน์พรรณไม้ใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านพิธีกรรมและสักการบูชา ด้านอาหาร ด้านสมุนไพร ด้านของใช้ และด้านนันทนาการ จากเอกสารทางวิชาการ ได้แก่ กรมศิลปากร (2551) วิชาญ เอียดทอง (2551) และสำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ (2555) จากนั้นลงพื้นที่เก็บข้อมูลพรรณไม้ด้วยการสัมภาษณ์จากผู้รู้ และถ่ายภาพการใช้ประโยชน์พรรณไม้

4. ผลการวิจัย

พรรณไม้ในนามจัน จันท์ จันท์ และจันท์

การรวบรวมชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล และชื่อชนิดของพรรณไม้พบรวมทั้งสิ้น 157 ชื่อพื้นเมือง 48 ชื่อวงศ์ 80 ชื่อสกุล 99 ชื่อชนิด พบลักษณะนิสัยของพรรณไม้ทั้งหมด 13 แบบ ได้แก่ (1) แบบกล้วยไม้ที่เกาะอาศัยอยู่ตามพื้นดิน (terrestrial orchid) (2) แบบกล้วยไม้ที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ (epiphytic orchid) (3) แบบกาฝากล้มลุก (parasitic herb) (4) แบบไม้ต้น (tree) (5) แบบไม้ต้นขนาดเล็ก (shrubby tree) (6) แบบไม้เถา (climber) (7) แบบไม้เถาล้มลุก (herbaceous climber) (8) แบบไม้ไผ่ (bamboo) (9) แบบไม้พุ่ม (shrub) (10) แบบไม้พุ่มขนาดเล็ก (undershrub) (11) แบบไม้ล้มลุก (herb) (12) แบบไม้ล้มลุกที่ขึ้นอยู่ตามซากพืชเปื่อย (saprophytic herb) และ (13) แบบหญ้า (grass) (ตารางที่ 1 และภาพที่ 2) ส่วนการรวบรวมชื่อทางการค้า ชื่อวงศ์ และชื่อสกุลของพรรณไม้พบรวมทั้งสิ้น 36 ชื่อทางการค้า 9 ชื่อวงศ์ 14 ชื่อสกุล พบลักษณะนิสัยของพรรณไม้ 5 แบบ ได้แก่ (1) แบบไม้ต้น (2) แบบไม้ต้นขนาดเล็ก (3) แบบไม้เถาล้มลุก (4) แบบไม้พุ่ม และ (5) แบบไม้ล้มลุก (ตารางที่ 2 และภาพที่ 2) สำหรับการรวบรวมข้อมูลชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล และชื่อชนิดของพรรณไม้ใน 2

กรณี คือ กรณีที่ 1 ชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน ชื่อวงศ์เหมือนกัน และชื่อชนิดต่างกันพบ 3 ชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน 3 ชื่อวงศ์เหมือนกัน และ 8 ชื่อชนิดต่างกัน ส่วนในกรณีที่ 2 ชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน ชื่อวงศ์ต่างกัน และชื่อชนิดต่างกันพบ 6 ชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน 8 ชื่อวงศ์ต่างกัน และ 10 ชื่อชนิดต่างกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 ชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล ชื่อชนิด และลักษณะวิสัยพรรณไม้นามจัน จันท์ จันทน์ และจันทร์

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวงศ์	ชื่อสกุล และชื่อชนิด
¹¹ กกจันทบุรี	CYPERACEAE	<i>Cyperus corymbosus</i> Rottb.
⁶ กรงจัน	OLEACEAE	<i>Jasminum decussatum</i> Wall. & G. Don
¹¹ กระดาดจันทน์	ARACEAE	<i>Alocasia hypoleuca</i> P. C. Boyce
¹¹ กระต่ายจันทร์	ASTERACEAE	<i>Centipeda minima</i> (L.) A. Braun & Asch.
⁴ กระท้อนพันธุ์วลจันทร์	MELIACEAE	<i>Sandoricum koetjape</i> (Burm.f.) Merr.
¹¹ กล้วยน้ำว้าพันธุ์วลจันทร์	MUSACEAE	<i>Musa paradisiaca</i> L.
¹¹ กล้วยหอมจันทร์	MUSACEAE	<i>Musa x paradisiaca</i> L.
⁴ ก้อจันทร์	FAGACEAE	<i>Quercus sessifolia</i> Blume
⁴ ก้อพลอยจันทร์	FAGACEAE	<i>Lithocarpus pierrei</i> (Hickel & A. Camus) A. Camus
² ก้างปลาเมืองจันทร์	ORCHIDACEAE	<i>Cleisostoma chantaburiense</i> Seidenf.
¹⁰ กุหลาบจันทร์	ROSACEAE	<i>Rubus rosifolius</i> Sm. var. <i>coronaries</i> (Sims) Focke
⁴ ชานางจัน	SALICACEAE	<i>Homalanthus dictyoneurum</i> (Hance) Warb.
⁹ ขาวจัน	PHYLLANTHACEAE	<i>Breynia retusa</i> (Dennst.) Alston
¹³ ข้าวพันธุ์แก่นจันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์แก่นจันทร์เบา ¹³ ข้าวพันธุ์แก่นจันทร์หนัก ¹³ ข้าวพันธุ์ขาวจัน ¹³ ข้าวพันธุ์ขาวเวียงจันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์จัน ¹³ ข้าวพันธุ์จันหอม ¹³ ข้าวพันธุ์จันตรา ¹³ ข้าวพันธุ์ชีวแม่จัน ¹³ ข้าวพันธุ์ชีวแม่จันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์ดวงจัน ¹³ ข้าวพันธุ์ดวงจันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์ดอกจัน ¹³ ข้าวพันธุ์ดอกจันจันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์เดือนจันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์นางจัน ¹³ ข้าวพันธุ์พระจันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์ยายจัน ¹³ ข้าวพันธุ์วังพระจันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์วัดจัน ¹³ ข้าวพันธุ์เวียงจัน ¹³ ข้าวพันธุ์แสงจันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์หอมแก่จันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์หอมจันทร์ ¹³ ข้าวพันธุ์หอมดอกจัน ¹³ ข้าวพันธุ์หอมแม่จัน และ ¹³ ข้าวพันธุ์เหลืองลายแม่ประจันต์	POACEAE	<i>Oryza sativa</i> L.
¹¹ ชิงจันทร์โหนด	ZINGIBERACEAE	<i>Zingiber chantaranthaii</i> Triboun & K. Larsen
⁴ เงาะพันธุ์จันทบุรี	SAPINDACEAE	<i>Nephelium lappaceum</i> L.
⁴ จักจัน	AREACEAE	<i>Daemonorops cultrate</i> Graham ex Benth.
⁴ จัน ⁴ จันขาว ⁴ จันลูกหอม ⁴ จันอิน และ ⁴ จันโธ	EBENACEAE	<i>Diospyros decandra</i> Lour.
⁹ จันชน	RUBIACEAE	<i>Tarenna puberula</i> Craib
⁵ จันเขา ⁵ จันดง	EBENACEAE	<i>Diospyros dasyphylla</i> Lour.
⁴ จันเขา	EBENACEAE	<i>Diospyros insidiosa</i> Bakh.
⁸ จันคำ	POACEAE	<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.
⁵ จันชะมด	MALVACEAE	<i>Microdesmis caseariifolia</i> Planch. ex Hook. F.
⁴ จันดำ	EBENACEAE	<i>Diospyros venosa</i> Wall. ex A. DC.
⁹ จันแดง	ASPARAGACEAE	<i>Dracaena jayniana</i> Wilkin & Suksathan
⁹ จันตะเนี้ย ⁹ จันท์ขาว ⁹ จันท์ใบเล็ก ⁹ จันท์หอม และ ⁹ จันทนา	RUBIACEAE	<i>Tarenna hoensis</i> Pit.
⁴ จันตะเปือ และ ⁴ จันปือ	PHYLLANTHACEAE	<i>Bischofia javanica</i> Blume

ตารางที่ 1 ชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล ชื่อชนิด และลักษณะวิสัยพรรณไม้ในนามจีน จันท์ จันทน์ และจันทร์ (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวงศ์	ชื่อสกุล และชื่อชนิด
⁹ จันต้อย	PHYLLANTHACEAE	<i>Phyllanthus acutissimus</i> Miq.
⁹ จันทนา	RUBIACEAE	<i>Xanthea quocensis</i> Pierre ex Pit.
⁹ จันทนาใบเล็ก	RUBIACEAE	<i>Tarenna wallichii</i> (Hook. f.) Ridl.
⁴ จันทยี่	CUPRESSACEAE	<i>Platyclusus orientalis</i> (L.) Franco
⁴ จันทิต	LAURACEAE	<i>Persea declinata</i> (Blume) Kusterm.
⁴ จันทิตสอ	SAPOTACEAE	<i>Planchonella obovate</i> (R. Br.) Pierre
⁴ จันทิปป	POLEMONIACEAE	<i>Phlox paniculata</i> (Nees) Nees
⁵ จันนกกด	CONNARACEAE	<i>Ellipanthus tomentosus</i> Kurz
⁹ จันใบมัน	RUBIACEAE	<i>Tarenna pulchra</i> (Ridl.) Ridl.
⁵ จันป่า	EBENACEAE	<i>Diospyros glandulosa</i> Lace
⁴ จันพอ	FABACEAE	<i>Millettia pulchra</i> (Coleenr. ex Benth.) Kurz
⁵ จันมัน	LAMIACEAE	<i>Prainea mollissima</i> Roth
¹¹ จันยาม	NYCTAGINACEAE	<i>Mirabilis jalapa</i> L.
⁴ จันทน์	FABACEAE	<i>Albizia odoratissima</i> (L.f.) Benth.
⁴ จันทน์ ⁴ จันทน์ขาว ⁴ จันทน์ชะมด ⁴ จันทน์พม่า และ ⁴ จันทน์หอม	MALVACEAE	<i>Mansonia gagei</i> J.R. Drumm. ex Prain
⁴ จันทน์กะพ้อ ⁴ จันทน์ตะพ้อ และ ⁴ จันทน์พ้อ	DIPTEROCARPACEAE	<i>Vatica diospyroides</i> Symington
⁴ จันทน์กะพ้อแดง	DIPTEROCARPACEAE	<i>Vatica maingayi</i> Dyer
⁴ จันทน์เขา	MYRISTICACEAE	<i>Knema lenta</i> Warb.
⁹ จันทน์คันนา	RUBIACEAE	<i>Psychotria adenophylla</i> Wall.
¹¹ จันทน์โหม และ ¹¹ หอมจันทน์	POLYGONACEAE	<i>Persicaria odorata</i> (Lour.) Sojak
⁴ จันทน์ชะมด	MELIACEAE	<i>Aglaia silvestris</i> (M. Roem.) Merr.
⁴ จันทน์ดง	LAURACEAE	<i>Beilschmiedia assamica</i> Meisn.
⁵ จันทน์ดง	ANNONACEAE	<i>Hubera cerasoides</i> (Roxb.) Chaowasku
⁴ จันทน์ดง	MYRISTICACEAE	<i>Knema furfuracea</i> (Hook. f. & Thomson) Warb.
⁴ จันทน์แดง และ ⁴ จันทน์ป่า	MYRISTICACEAE	<i>Myristica iners</i> Blume
⁵ จันทน์แดง	PANDANACEAE	<i>Pandanus calcis</i> H. St. John
⁴ จันทน์แดง และ ⁴ รักจันทน์	FABACEAE	<i>Pterocarpus santalinus</i> L.f.
⁴ จันทน์เทศ และ ⁴ จันทน์บ้าน	MYRISTICACEAE	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.
⁴ จันทน์ป่า	MYRISTICACEAE	<i>Horsfieldia brachiata</i> (King) Warb.
⁴ จันทน์ป่า	MYRISTICACEAE	<i>Myristica cinnamomea</i> King
⁴ จันทน์ป่า และ ⁴ จันทน์ม่วง	MYRISTICACEAE	<i>Myristica elliptica</i> Wall. ex Hook. f. & Thomson
⁴ จันทน์แปดกลีบ	SCHISANDRACEAE	<i>Illicium verum</i> Hook. f.
⁹ จันทน์แดง ⁹ จันทน์ผา และ ⁹ ลักกะจันทน์	ASPARAGACEAE	<i>Dracaena cochinchensis</i> (Lour.) S.C. Chen
⁹ จันทน์ผาแคระ และ ⁹ จันทน์หนู	ASPARAGACEAE	<i>Dracaena kaweesakii</i> Wilkin & Suksathan
⁶ จันทร์กระจำนงฟ้า	APOCYNACEAE	<i>Pentalinon luteum</i> (L.) B.F. Hansen & Wunderlin
⁹ จันทร์ซี่ไก่ และ ⁹ จันทร์หอม	LAMIACEAE	<i>Ocimum gratissimum</i> L. var. <i>macrophyllum</i> Briq.
¹¹ จันทร์ครึ่งซีก และ ¹¹ พระจันทร์ครึ่งซีก	CAMPANULACEAE	<i>Lobelia chinensis</i> Lour.
³ จันทร์เขียงดาว	OROBANCHACEAE	<i>Pedicularis thailandica</i> T. Yamaz.
⁹ จันทร์แดง	ASPARAGACEAE	<i>Dracaena cochinchensis</i> (Lour.) S.C. Chen
⁴ จันทร์ทอง	OLEACEAE	<i>Fraxinus floribunda</i> Wall. ex Roxb.
⁶ ชะลูดจันดี	APOCYNACEAE	<i>Kamettia chandeei</i> D.J. Middleton

ตารางที่ 1 ชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล ชื่อชนิด และลักษณะวิสัยพรรณไม้ในนามจีน จันท์ จันทน์ และจันทร์ (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวงศ์	ชื่อสกุล และชื่อชนิด
⁷ ดอกพระจันทร์	CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea alba</i> L.
⁴ ตะโกจัน	EBENACEAE	<i>Diospyros hasseltii</i> Zoll.
⁴ ถั่วจัน	RHIZOPHORACEAE	<i>Bruguiera hainesii</i> C.G. Rogers
⁴ ทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 1 ⁴ ทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 2 ⁴ ทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 3 ⁴ ทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 4 ⁴ ทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 5 ⁴ ทุเรียนพันธุ์จันทบุรี 6 ⁴ ทุเรียนพันธุ์จันทร์ลิงจ ⁴ ทุเรียนพันธุ์นวลทองจันทร์ ⁴ ทุเรียนพันธุ์พลอยจันทร์ ⁴ ทุเรียนพันธุ์ลูกผสมจันทบุรี 84-4 ⁴ ทุเรียนพันธุ์ลูกผสมจันทบุรี 84-5 ⁴ ทุเรียนพันธุ์ลูกผสมจันทบุรี 84-6 และ ⁴ ทุเรียนพันธุ์หอมทองสันต์จันทบุรี	MALVACEAE	<i>Durio zibethinus</i> L.
⁹ พุดหรงจันทร์หอม	ANNONACEAE	<i>Dasymaschalon obinsonii</i> Jovet-Ast
¹¹ ผักกาดหินจันทบุรี	PODOSTEMACEAE	<i>Damrongia trisepala</i> (Barnett) D. J. Middleton & A. Weber
⁹ พุดนวลจันทร์	APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana</i> sp.
¹¹ มณีจันทร์	GESNERIACEAE	<i>Lysinotus serratus</i> D. Don
¹⁰ มะเขือพันธุ์มณีจันทร์	SOLANACEAE	<i>Solanum melongena</i> L.
⁴ มะม่วงพันธุ์จันทร์เจ้าชา และ ⁴ มะม่วงพันธุ์นวลจันทร์	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i> L.
⁹ ศรีจันทร์	ACANTHACEAE	<i>Pseuderanthemum reticulatum</i> (Hook. f.) Radlk.
⁴ ลิ้นจี่พันธุ์แม่จัน	SAPINDACEAE	<i>Litchi chinensis</i> Sonn.
¹² ว่านจันทร์กานต์	ERICACEAE	<i>Monotropa uniflora</i> L.
⁹ ศรีจันทร์	ROSACEAE	<i>Rosa helenae</i> Rehder & E.H. Wilson
⁵ ส้มจันทบุรี	RUTACEAE	<i>Citrus reticulate</i> Blanco
¹² สร้อยจันทร์	BURMANNIACEAE	<i>Burmannia coelestis</i> D. Don
² สิงโตก้ามเมืองจันทร์	ORCHIDACEAE	<i>Bulbophyllum tridentatum</i> Kraenzl.
² สิงโตราชเมืองจันทร์	ORCHIDACEAE	<i>Bulbophyllum dissitiflorum</i> Seidenf.
¹¹ เสน่ห์จันทร์	ARACEAE	<i>Aglonema ovatum</i> Engl.
¹¹ เสน่ห์จันทร์แดง	ARACEAE	<i>Homalomena rubescens</i> (Roxb.) Kunth
¹¹ เสน่ห์จันทร์ขาว	ARACEAE	<i>Alocasia lindenii</i> Rodigas
¹¹ เสน่ห์จันทร์ขาว	ARACEAE	<i>Caladium lindenii</i> (Andre) Madison
¹¹ เสน่ห์จันทร์เขียว ¹¹ เสน่ห์จันทร์ดำ และ ¹¹ เสน่ห์จันทร์มหาโพธิ์	ARACEAE	<i>Homalomena</i> sp.
⁵ แสงจันทร์	NYCTAGINACEAE	<i>Pisonia grandis</i> R.Br.
¹³ หญ้าหนวดจันทร์	POACEAE	<i>Polytrias indica</i> (Houtt.) Veldkamp
¹³ หญ้าแฝกแหล่งพันธุ์จันทบุรี	POACEAE	<i>Vetiveria nemoralis</i>
⁴ หว้าจันท์	MYRTACEAE	<i>Syzygium kerrii</i> Chantar. & J. Parn.
² เหลียงจันทบุรี และ ² เอื้องเหลียงจันทบุรี	ORCHIDACEAE	<i>Dendrobium friedericksianum</i> Rehb. f.
¹¹ เหลียงจันทร์	PRIMULACEAE	<i>Lysimachia pilosa</i> H.R. Fletcher
¹ อ้วนวลจันทร์	ORCHIDACEAE	<i>Calanthe vestita</i> Wall. ex Lindl.
² อินจัน	ORCHIDACEAE	<i>Eria biflora</i> Griff.
¹ เอื้องนวลจันทร์	ORCHIDACEAE	<i>Spathoglottis pubescens</i> Lindl.
รวม 156 ชื่อพื้นเมือง	48 ชื่อวงศ์	79 ชื่อสกุล 98 ชื่อชนิด

หมายเหตุ: การรวมจำนวนชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล และชื่อชนิดที่เหมือนกันจะไม่นับซ้ำ

1 = แบบกล้วยไม้ที่เกาะอาศัยอยู่ตามพื้นดิน 2 = แบบกล้วยไม้ที่เกาะอาศัยอยู่บนต้นไม้ 3 = แบบกาฝากล้มลุก 4 = แบบไม้ต้น 5 = แบบไม้ต้นขนาดเล็ก 6 = แบบไม้เถา 7 = แบบไม้เถาล้มลุก 8 = แบบไม้ไผ่ 9 = แบบไม้พุ่ม 10 = แบบไม้พุ่มขนาดเล็ก 11 = แบบไม้ล้มลุก 12 = แบบไม้ล้มลุกที่ขึ้นอยู่ตามซอกผิวย 13 = แบบหญ้า พันธุ์ (cultivar หรือ cultivated varieties) = พรรณไม้บางชนิดที่ปลูกเลี้ยงอาจมีลักษณะบางอย่างที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการกลาย การคัดเลือกพันธุ์ หรือการผสมพันธุ์ แต่ลักษณะเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะเดิมได้นักอนุกรมวิธานระบุว่าลักษณะที่เปลี่ยนแปลงนี้ยังไม่มากและคงที่พอที่จะกำหนดขึ้นเป็นระดับใหม่ที่ต่ำกว่าระดับชนิด

ตารางที่ 2 ชื่อทางการค้า ชื่อวงศ์ ชื่อสกุลและลักษณะวิสัยของพรรณไม้นามจัน จันท์ จันทน์ และจันทร์

ชื่อทางการค้า	ชื่อวงศ์	ชื่อสกุล
⁵ กระแจะจันทน์	RUTACEAE	<i>Naringi</i>
¹¹ กระแจะจันทน์หงสา	ZINGIBERACEAE	<i>Kaempferia</i>
¹¹ กระวานจันทน์	ZINGIBERACEAE	<i>Amomum</i>
¹¹ กวัคแม่จันทน์	ARACEAE	<i>Spathiphyllum</i>
⁴ แก่นจันทน์หิมาลัย	MALVACEAE	<i>Mansonia</i>
โกสนจันทน์กานต์ โกสนทองจันทน์ โกสนมหาจันทน์ โกสนรัศมีจันทน์ และ โกสนเสนห์จันทน์	EUPHORBIACEAE	<i>Codiaeum</i>
⁷ ชมจันทน์	CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea</i>
⁴ ชมพู่ทับทิมจันทน์	MYRTACEAE	<i>Syzygium</i>
¹¹ บอนสีจันทน์โครพ ¹¹ บอนสีจันทน์เกษม ¹¹ บอนสีตะลุมพั้งจันทน์ ¹¹ บอนสีนางบัวประจัน	ARACEAE	<i>Caladium</i>
¹¹ บอนสีนายจันทน์หวดเขียว ¹¹ บอนสีป้อมพระจันทน์ และ ¹¹ บอนสีสร้อยแสงจันทน์		
ไผ่เขียนเงาจันทน์ ไผ่เขียนจันทน์ฉายแสง ไผ่เขียนจันทน์ธิดา ไผ่เขียนนายจันทน์ ไผ่เขียนพลอยจันทน์ และ ไผ่เขียนอินจันทน์	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia</i>
⁹ มะลิจันทน์	OLEACEAE	<i>Jasminum</i>
¹¹ เสน่ห์จันทน์โกเมน ¹¹ เสน่ห์จันทน์เขียว ¹¹ เสน่ห์จันทน์เงิน ¹¹ เสน่ห์จันทน์ดำ ¹¹ เสน่ห์จันทน์ แดง ¹¹ เสน่ห์จันทน์นาค ¹¹ เสน่ห์จันทน์มหาโพธิ์ และ ¹¹ เสน่ห์จันทน์หอม	ARACEAE	<i>Homalomena</i>
¹¹ เสน่ห์จันทน์ขาว	ARACEAE	<i>Alocasia</i>
¹¹ เสน่ห์จันทน์ทอง	CYPERACEAE	<i>Cyperus</i>
รวม 36 ชื่อทางการค้า	9 ชื่อวงศ์	14 ชื่อสกุล

หมายเหตุ: ชื่อทางการค้า = ชื่อที่กำหนดขึ้นเพื่อประโยชน์ในทางการค้า พรรณไม้บางสกุลมีชื่อทางการค้าชื่อเดียวหรือมากกว่า

4 = แบบไม้ต้น 5 = แบบไม้ต้นขนาดเล็ก 7 = แบบไม้เถาล้มลุก 9 = แบบไม้พุ่ม และ 11 = แบบไม้ล้มลุก

ตารางที่ 3 ชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ และชื่อชนิดของพรรณไม้นามจัน จันท์ จันทน์ และจันทร์ใน 2 กรณี

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวงศ์	ชื่อชนิด
กรณีที่ 1 ชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน ชื่อวงศ์เหมือนกัน และชื่อชนิดต่างกัน		
จันทน์	EBENACEAE	<i>Diospyros dasyphylla</i> Lour., <i>Diospyros insidiosa</i> Bakh.
จันทน์ป่า	MYRISTICACEAE	<i>Horsfieldia brachiata</i> (King) Warb., <i>Myristica cinnamomea</i> King, <i>Myristica elliptica</i> Wall. ex Hook. f. & Thomson, <i>Myristica iners</i> Blume
เสน่ห์จันทน์ขาว	ARACEAE	<i>Alocasia lindenii</i> Rodigas, <i>Caladium lindenii</i> (Andre) Madison

ตารางที่ 3 ชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ และชื่อชนิดของพรรณไม้ नामจัน จันท์ จันทน์ และจันทร์ใน 2 กรณี (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง	ชื่อวงศ์	ชื่อชนิด
กรณีที่ 2 ชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน ชื่อวงศ์ต่างกัน และชื่อชนิดต่างกัน		
จันทน์	FABACEAE	<i>Albizia odoratissima</i> (L.f.) Benth.
	MALVACEAE	<i>Mansonia gagei</i> J.R. Drumm. ex Prain
จันทน์ขาว	MALVACEAE	<i>Mansonia gagei</i> J.R. Drumm. ex Prain
	RUBIACEAE	<i>Tarenna hoaensis</i> Pit.
จันทน์ชมพู	MELIACEAE	<i>Aglaia silvestris</i> (M. Roem.) Merr.
	MALVACEAE	<i>Mansonia gagei</i> J.R. Drumm. ex Prain
จันทน์แดง	LAURACEAE	<i>Beilschmiedia assamica</i> Meisn.
	ANNONACEAE	<i>Hubera cerasoides</i> (Roxb.) Chaowasku
	MYRISTICACEAE	<i>Knema furfuracea</i> (Hook. f. & Thomson) Warb.
จันทน์แดง	MYRISTICACEAE	<i>Myristica iners</i> Blume
	PANDANACEAE	<i>Pandanus calcis</i> H. St. John
	FABACEAE	<i>Pterocarpus santalinus</i> L.f.
จันทน์หอม	MALVACEAE	<i>Mansonia gagei</i> J.R. Drumm. ex Prain
	RUBIACEAE	<i>Tarenna hoaensis</i> Pit.

พรรณไม้ नामจัน จันทน์ จันทน์ และจันทร์ที่พระองค์ทรงปลูก

พรรณไม้ नामจัน จันทน์ จันทน์ และจันทร์ที่พระองค์ทรงปลูกตั้งแต่ พ.ศ.2501-2550 รวมทั้งสิ้น 8 รายชื่อพื้นเมือง ได้แก่ จันทน์ จันทน์กะพ้อ จันทน์ชมพู จันทน์เทศ จันทน์หอม จันทน์นา และจันทน์อิน พบพระองค์ทรงปลูก 8 พระองค์ ได้แก่ (1) พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช (พระบาทสมเด็จพระมหาภูมิพลอดุลยเดชมหาราช บรมนาถบพิตร) (2) สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ (สมเด็จพระบรมราชชนนีพันปีหลวง) (3) สมเด็จพระบรมโอรสาธิราช เจ้าฟ้ามหาวชิราลงกรณ สยามมกุฎราชกุมาร (พระบาทสมเด็จพระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว) (4) สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดา สิริโสภาพัณณวดี (5) สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี) (6) สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี (สมเด็จพระเจ้าฟ้าฯ กรมพระศรีสวางควัฒน วรขัตติยราชนารี) (7) สมเด็จพระเจ้าฟ้าหญิง อุบลรัตนราชกัญญา (ทูลกระหม่อมหญิงอุบลรัตนราชกัญญา สิริวัฒนาพรรณวดี) และ (8) พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี พระวรราชาทินัดดามาตุ (พระเจ้าวรวงศ์เธอฯ กรมหมื่นสุทธนารีนาถ) พระองค์ทรงปลูกใน 2 ภูมิภาค 9 จังหวัด คือ (1) ภาคกลาง มี 7 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นครสวรรค์ สระบุรี ปทุมธานี นครปฐม สมุทรปราการ และสมุทรสงคราม (2) ภาคตะวันออก มี 2 จังหวัด ได้แก่ ระยอง และจันทบุรี (ตารางที่ 4, 5 และภาพที่ 3-12)

การใช้ประโยชน์พรรณไม้ नामจัน จันทน์ จันทน์ และจันทร์

การใช้ประโยชน์พรรณไม้พบทั้งสิ้น 117 รายชื่อพื้นเมือง สามารถแบ่งตามการใช้ประโยชน์ได้ 5 ด้าน คือ (1) ด้านพิธีกรรมและสักการบูชาพบ 4 รายชื่อพื้นเมือง (2) ด้านอาหารพบ 59 รายชื่อพื้นเมือง (3) ด้านสมุนไพรพบ 12 รายชื่อพื้นเมือง (4) ด้านของใช้พบ 10 รายชื่อพื้นเมือง และ (5) ด้านนันทนาการพบ 50 รายชื่อพื้นเมือง (ตารางที่ 6 และภาพที่ 13-16)

ตารางที่ 4 พรรณไม้นามจัน จันท์ จันทน์ และจันท์ที่พระองค์ทรงปลูก (สำรวจเมื่อ พ.ศ.2556 และ พ.ศ.2565)

ชื่อพื้นเมือง	พระองค์ทรงปลูก	สถานที่ที่ทรงปลูก	ปี (พ.ศ.) ที่ทรงปลูก	อายุ (ปี) พ.ศ.2556/2565	ต้นสูง (เมตร) พ.ศ.2556/ 2565	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร) พ.ศ.2556/2565
จันทน์	พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช	วัดระฆังโฆสิตารามวรมหาวิหาร เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร	2501	56/65	13.00/14.00	39.13/45.54
	สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ	วัดระฆังโฆสิตารามวรมหาวิหาร เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร			14.00/15.00	45.97/53.50
		วัดอัมพวันเจติยาราม อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม			5.50/6.00	15.32/17.83
จันทน์หอม	สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ	วัดเขาสุกิม	2520	37/46	2.50/5.00	5.72/7.16
จันทนา	พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี พระวรราชทินนิตตามาตุ	อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี			1.50/5.50	4.96/6.21
จันทน์	สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี	วัดอัมพวันเจติยาราม อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม	2522	35/44	5.50/6.50	23.66/29.93
จัน	พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช	วัดบวรนิเวศวรวิหาร เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร	2526	31/40	7.00/7.50	15.67/20.38
จันทน์เทศ	พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช	สวนสมุนไพรมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ	2528	29/38	4.50/6.50	17.82/23.56
	สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ	สยามบรมราชกุมารี			8.00/8.50	26.98/35.66
	สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี	อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง			9.00/10.00	12.53/16.56
	สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี				8.00/9.00	14.21/18.78
จัน	สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดา	คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร	2531	26/35	15.50/17.00	27.39/37.26
	ศิริโสภาคย์มณเฑียร	อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม				
จันทน์	สมเด็จพระบรมโอรสาธิราช เจ้าฟ้ามหาวชิราลงกรณ	วัดพระปฐมเจดีย์ราชวรมหาวิหาร	2540	17/26	7.00/8.00	16.91/26.43
	สยามมกุฎราชกุมาร	อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม				

ตารางที่ 4 พรรณไม้ नामจัน จันท์ จันท์ และจันท์ที่พระองค์ทรงปลูก (สำรวจเมื่อ พ.ศ.2556 และ พ.ศ.2565) (ต่อ)

ชื่อพื้นเมือง พรรณไม้ ที่ทรงปลูก	พระองค์ทรงปลูก	สถานที่ที่ทรงปลูก	ปี (พ.ศ.) ที่ทรงปลูก	อายุ (ปี) พ.ศ.2556/2565	ต้นสูง (เมตร) พ.ศ.2556/ 2565	เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (เซนติเมตร) พ.ศ.2556/2565
จันอิน	สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ	สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร	2550	7/16	7.00/8.50	10.44/26.11

หมายเหตุ: อายุพรรณไม้ที่พระองค์ทรงปลูกนับตั้งแต่ปีที่ทรงปลูก

ตารางที่ 5 พรรณไม้ नामจัน จันท์ จันท์ และจันท์ที่พระองค์ทรงปลูก (สำรวจเมื่อ พ.ศ.2565)

ชื่อพื้นเมือง พรรณไม้ที่ทรงปลูก	พระองค์ทรงปลูก	สถานที่ที่ทรงปลูก	ปี (พ.ศ.) ที่ทรงปลูก	อายุ (ปี)	ต้นสูง (เมตร)	เส้นผ่านศูนย์กลาง ลำต้น (เซนติเมตร)
จันท์ชะมด	พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช	โครงการพัฒนาพื้นที่บริเวณวัดมงคลชัยพัฒนา อันเนื่องมาจาก พระราชดำริ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี	2536	30	6.50	13.69
จันท์กะพ้อ	สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ สมเด็จพระบรมโอรสาธิราช เจ้าฟ้ามหาวชิราลงกรณ สยามมกุฎราชกุมาร	วัดจันท์กะพ้อ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี	2541	25	6.00 6.50	13.37 13.37
จัน	สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี	วัดจันเสน อำเภอดาคลี จังหวัดนครสวรรค์	2542	24	4.50	27.66
		ห้องสมุดประชาชน “เฉลิมราชกุมารี” ตำบลทุ่งกระพังโหม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม	2543	23	6.00	42.67
จันท์กะพ้อ	สมเด็จพระเจ้าฟ้าหญิง อุบลรัตนราชกัญญา	วัดจันท์กะพ้อ อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี	2544	22	4.00	6.05
จันท์หอม	สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี	ห้องสมุดประชาชน “เฉลิมราชกุมารี” วัดไร่ขิง พระอารามหลวง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม	2547	19	6.00	15.60
จัน	สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี	ห้องสมุดประชาชน “เฉลิมราชกุมารี” ตำบลพลวง อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี	2549	17	5.00	20.70

หมายเหตุ: อายุพรรณไม้ที่พระองค์ทรงปลูกนับตั้งแต่ปีที่ทรงปลูก

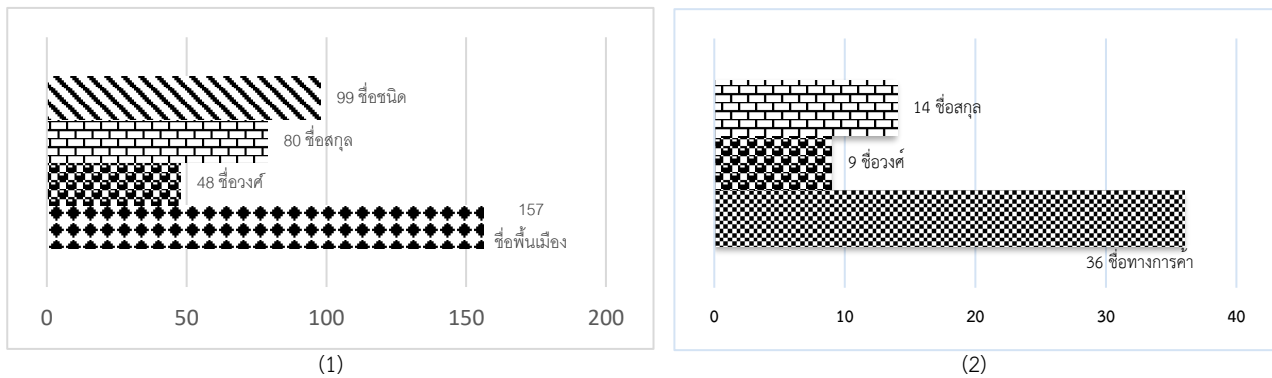
ตารางที่ 6 การใช้ประโยชน์สมุนไพรไม้นามจัน จันท์ จันทน์ และจันท์

ชื่อพื้นเมืองพรรณไม้	การใช้ประโยชน์
ด้านพิธีกรรมและสักการะบูชา 4 รายชื่อพื้นเมือง	
จันทน์แดง	พระแก่นจันทน์คู่ปางห้ามสมุทรจำหลักจากแก่นไม้จันทน์แดง
จันทน์หอม	จากต้นที่ยืนตายหรือเรียกว่า ตายพราย ส่วนของแก่นมีกลิ่นหอมเมื่อถูกความร้อนใช้ทำ 1.พระโกศจันทน์ ทำจากแก่นหรือเนื้อไม้ ใช้ประกอบพระโกศลงในเพื่อการพระราชพิธีพระราชทานเพลิงพระศพ 2.พื้นไม้จันทน์ เพื่อเป็นเชื้อเพลิงในการถวายพระเพลิงพระบรมศพ และพระศพ หรือศพอันเป็นที่เคารพยกย่องสูงสุด โดยวางซ้อนไขว้กัน รวม 16 ท่อน อยู่ใต้พระโกศจันทน์ 3.น้ำมันจันทน์ และ 4. ดอกไม้จันทน์
เสนห์จันทน์ขาว และเสนห์จันทน์เขียว	เป็นส่วนผสมมวลสารในวัดมุงคล เช่น พระเสนห์จันทรเกษมที่จัดสร้างโดยมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม พ.ศ.2533
ด้านอาหาร 59 รายชื่อพื้นเมือง	
กระท้อนพันธุ์วลจันทร์	รับประทานผล
กล้วยน้ำว้าวลจันทร์ และกล้วยหอมจันทร์	กาบใบ ก้านใบ และลำต้นเทียมหรือหยวกเป็นอาหารสัตว์ ผลดิบทำส้มตำ กล้วยฉาบ ผลสุกกินผลสด หรือแปรรูป เป็นกล้วยตาก กล้วยบวชชี กล้วยอบ และข้าวเหนียวมูลหน้ากล้วยหอมจันทร์
ข้าว ๓ 27 สายพันธุ์	รับประทานเมล็ด
เงาะพันธุ์จันทบุรี	รับประทานผล
จัน จันขาว จันเขา จันดง จันทน์ จันทน์เทศ จันลูกหอม จันอิน และจันโอ	ผลบริโภคได้ เช่น จันทน์นำส่วนของผลดิบประชาชนภาคตะวันออกเฉียงเหนือนำมาทำส้มตำ ผลสุกเนื้อผลรสหวาน กลิ่นหอม ผลสุกหอม ทำขนมหวาน คือ ข้าวเหนียวมูลน้ำกะทิจันทน์ ปัจจุบันชาวจังหวัดชัยนาททำเป็นขนมหวานรับประทานและมีจำหน่ายในตลาดเมื่อถึงฤดูกาลติดผล ส่วนจันทน์เทศนำส่วนของเยื่อหุ้มเมล็ดนำมาทำน้ำจันทน์เทศพร้อมดื่ม เนื้อผลนำมาทำแฉ้อม เมล็ดนำมาทำเป็นเครื่องเทศปรุงกลิ่นอาหาร
ชมจันทร์	รับประทานดอก
ชมพูทับทิมจันทร์	ผลรับประทานสด แฉ้อม น้ำผลไม้ แยม และไวน์ชมพู
ทุเรียน ๓ 13 สายพันธุ์ มะเขือพันธุ์มณีจันทร์ มะม่วงพันธุ์จันท์เจ้าขา มะม่วงพันธุ์วลจันทร์และลิ้นจี่พันธุ์แม่จัน	รับประทานผล

ตารางที่ 6 การใช้ประโยชน์พรรณไม้นามจัน จันท์ จันทน์ และจันทร (ต่อ)

ชื่อพื้นเมืองพรรณไม้	การใช้ประโยชน์
	ด้านสมุนไพร 12 รายชื่อพื้นเมือง
กระวานจันท์ แก่นจันทน์หิมาลัย จันตะเนี้ย จันทน์กะพ้อ จันทน์ขาว จันทน์แดง จันทน์เทศ จันทน์ใบเล็ก จันทน์ผา จันทน์หอม จันทนา และลักกะจันทน์	ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด เป็นสมุนไพรบำบัดอาการต่าง ๆ เช่น แก้กระวนกระวาย แก้กระหาย แก้ไข้ แก้นอนไม่หลับ แก้ลม แก้ โลหิตเสีย แก้อ่อนเพลีย บำรุงประสาท บำรุงผิวหนัง บำรุงโลหิต และบำรุงหัวใจ
	ด้านของใช้มี 10 รายชื่อพื้นเมือง
กกจันทบุรี แก่นจันทน์หิมาลัย จันเขา จันดง จันทน์ชะมด จันทน์แดง จันทน์เทศ จันทน์หอม จันทนา และจันทรทอง	กกสานเสื่อเรียกเสื่อจันทบุรี ส่วนเนื้อไม้ใช้กลั่นน้ำมันหอมใช้ในเครื่องหอมและเครื่องสำอาง เนื้อไม้ใช้ทำครก สาก ใช้ก่อสร้าง ดอกไม้จันทน์ ด้ามร่ม ทัพ และหีบใส่เสื้อผ้า
	ด้านนันทนาการมี 50 รายชื่อพื้นเมือง
กระแจะจันทน์ กระแจะจันทน์หงสา กวักแม่จันทน์ โกสน 5 สายพันธุ์ จันตะเนี้ย จันทน์กะพ้อ จันทน์ขาว จันทน์ชะมด จันทน์ดง จันทน์แดง จันทรทอง จันทน์เทศ จันใบมัน จันทน์ ใบเล็ก จันทน์ผา จันทน์หอม จันอิน จันทนา จันทรกระจ่าง ฟ้า บอนสี 7 สายพันธุ์ โป๊ยเซียน 6 สายพันธุ์ พุดนวลจันทร ลักกะจันทน์ เสน่ห์จันทน์โกเมน เสน่ห์จันทน์ขาว เสน่ห์ จันทน์เขียว เสน่ห์จันทน์เงิน เสน่ห์จันทน์ดำ เสน่ห์จันทน์แดง เสน่ห์จันทน์ทอง เสน่ห์จันทน์นาค เสน่ห์จันทน์มหาโพธิ์ เสน่ห์จันทน์หอม แสงจันทร์ และเหลืองจันทบุรี	ปลูกประดับเพื่อความสวยงาม รมรื่น และมีความเชื่อว่าเป็นพรรณไม้มงคลบ้านเรือนปลูกไว้จะพบแต่ความเจริญรุ่งเรือง อายุยืน เมตตามหา นิยม และเจริญด้วยทรัพย์

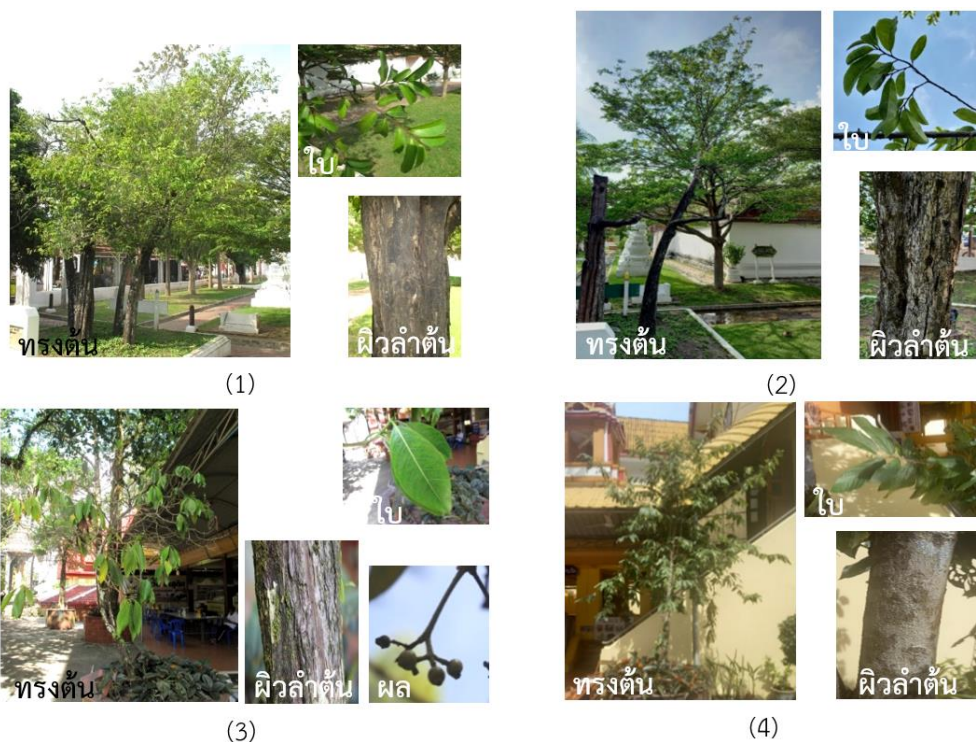
หมายเหตุ: พรรณไม้บางชนิดใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน



ภาพที่ 2 จำนวนชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล และชื่อชนิด (1)
จำนวนชื่อทางการค้า ชื่อวงศ์ และชื่อสกุล (2) พรรณไม้ นามจัน จันท์ จันทน์ และจันทร์



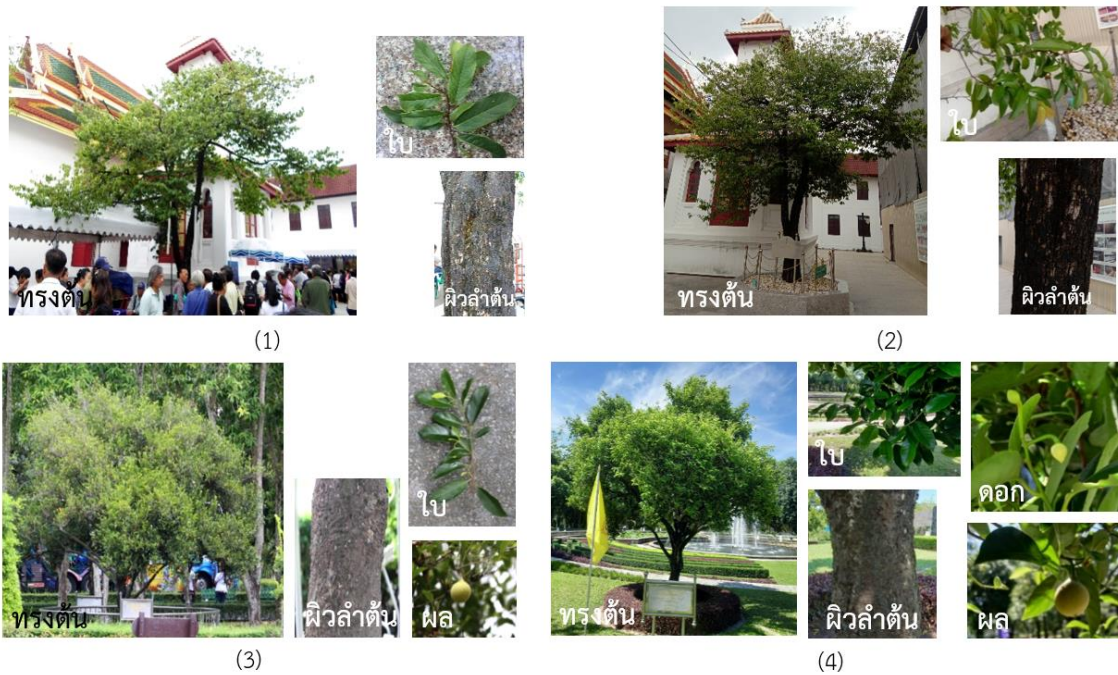
ภาพที่ 3 พระองค์ทรงปลูกจันทน์เมื่อ พ.ศ.2501 สํารวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 56 ปี (1) (3)
และสํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 65 ปี (2) (4) ณ วัดระฆังโฆสิตารามวรมหาวิหาร



ภาพที่ 4 สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระองค์ทรงปลูกจันทน์เมื่อ พ.ศ.2501 ณ วัดอัมพวันเจติยาราม
สำรวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 56 ปี (1) สำรวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 65 ปี (2) และพระองค์ทรงปลูกจันทน์หอมเมื่อ พ.ศ.2520
ณ วัดเขาสุกิม สำรวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 37 ปี (3) สำรวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 46 ปี (4)



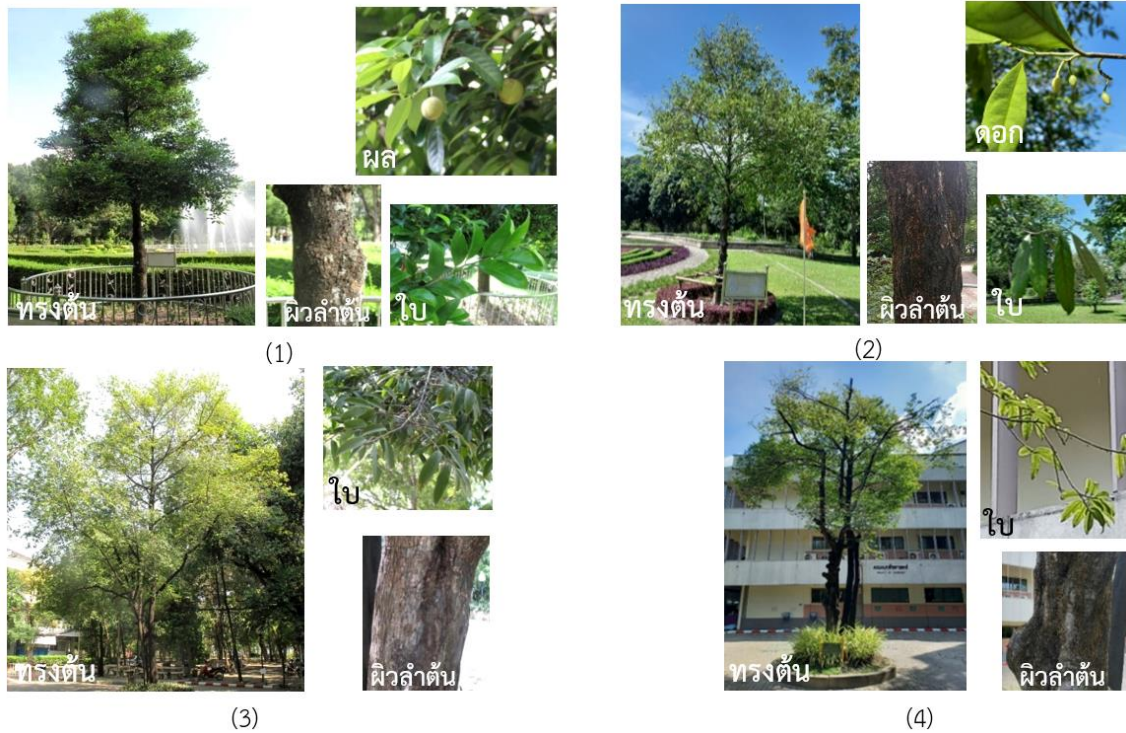
ภาพที่ 5 พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี พระวรราชทินนิตตามาตุ พระองค์ทรงปลูกจันทน์นาเมื่อ พ.ศ.2520 ณ วัดเขาสุกิม
สำรวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 37 ปี (1) สำรวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 46 ปี (2) และสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
พระองค์ทรงปลูกจันทน์เมื่อ พ.ศ.2522 ณ วัดอัมพวันเจติยาราม สำรวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 35 ปี (3)
สำรวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 44 ปี (4)



ภาพที่ 6 พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช พระองค์ทรงปลูกจันเมื่อ พ.ศ.2526 ณ วัดบวรนิเวศวิหาร สํารวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 31 ปี (1) สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 40 ปี (2) และพระองค์ทรงปลูกจันทน์เทศเมื่อ พ.ศ.2528 ณ สวนสมุนไพรมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สํารวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 29 ปี (3) สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 38 ปี (4)



ภาพที่ 7 พระองค์ทรงปลูกจันทน์เทศเมื่อ พ.ศ.2528 สํารวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 29 ปี (1) สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 38 ปี (2) สํารวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 29 ปี (3) สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 38 ปี (4) ณ สวนสมุนไพรมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี



ภาพที่ 8 สมเด็จพระเจ้าลูกเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี พระองค์ทรงปลูกจันทน์เทศเมื่อ พ.ศ.2528 ณ สวนสมุนไพรรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สํารวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 29 ปี (1) สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 38 ปี (2) และสมเด็จพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดา สิริโสภาพัณณวดี พระองค์ทรงปลูกจันทน์เทศเมื่อ พ.ศ.2531 ณ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร สํารวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 26 ปี (3) สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 35 ปี (4)



ภาพที่ 9 สมเด็จพระบรมโอรสาธิราช เจ้าฟ้ามหาวชิราลงกรณ สยามมกุฎราชกุมาร พระองค์ทรงปลูกจันทน์เทศเมื่อ พ.ศ.2540 ณ วัดพระปฐมเจดีย์ราชวรมหาวิหาร สํารวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 17 ปี (1) สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 26 ปี (2) และสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระองค์ทรงปลูกจันทน์เทศเมื่อ พ.ศ.2550 ณ สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ สํารวจเมื่อ พ.ศ.2556 ต้นอายุ 7 ปี (3) สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 16 ปี (4)



ภาพที่ 10 พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช พระองค์ทรงปลูกจันทน์ชะมดเมื่อ พ.ศ.2536

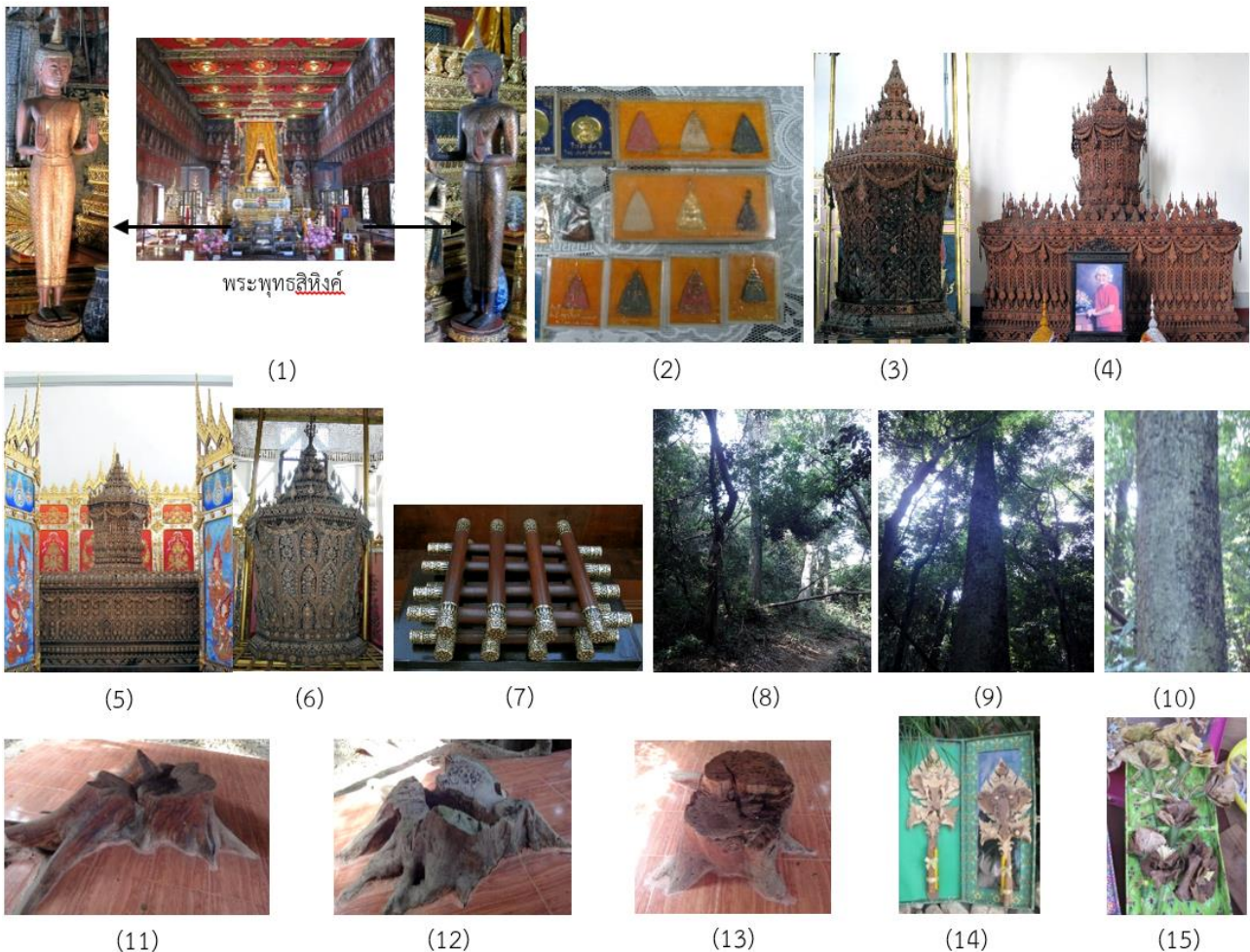
ณ โครงการพัฒนาพื้นที่บริเวณวัดมงคลชัยพัฒนา อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 30 ปี (1)
สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ (2) และสมเด็จพระบรมโอรสาธิราช เจ้าฟ้ามหาวชิราลงกรณ สยามกุฎราชกุมาร
พระองค์ทรงปลูกจันทน์กะพ้อเมื่อ พ.ศ.2541 ณ วัดจันทน์กะพ้อ สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 25 ปี (3)



ภาพที่ 11 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พระองค์ทรงปลูกจันทน์เมื่อ พ.ศ.2542 ณ วัดจันทน์
สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 24 ปี (1) และพระองค์ทรงปลูกเมื่อ พ.ศ.2543 ณ ห้องสมุดประชาชน “เฉลิมราชกุมารี”
ตำบลทุ่งกระพังโหม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 23 ปี (2)



ภาพที่ 12 สมเด็จพระเจ้าฟ้าหญิง อุลลัตนาทราชกัญญา พระองค์ทรงปลูกจันทน์กะพ้อเมื่อ พ.ศ.2544 ณ วัดจันทน์กะพ้อ
สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 22 ปี (1) สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี พระองค์ทรงปลูกจันทน์หอมเมื่อ
พ.ศ.2547 ณ ห้องสมุดประชาชน “เฉลิมราชกุมารี” วัดไร่จิง พระอารามหลวง อำเภอสสามพราน จังหวัดนครปฐม สํารวจเมื่อ
พ.ศ.2565 ต้นอายุ 19 ปี (2) และพระองค์ทรงปลูกจันทน์เมื่อ พ.ศ.2549 ณ ห้องสมุดประชาชน “เฉลิมราชกุมารี” ตำบลพลวง อำเภอ
เขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี สํารวจเมื่อ พ.ศ.2565 ต้นอายุ 17 ปี (3)



ภาพที่ 13 พระแก่นจันทน์คู่จากไม้จันทน์แดงในพระที่นั่งพุทไธสวรรย์ (หอพระวังหน้า) เป็นที่ประดิษฐานพระพุทธรูป (1)

พระเส้นห่อจันทน์เกษมใช้เส้นห่อจันทน์ขาวและเส้นห่อจันทน์เขียวเป็นส่วนผสมมวลสาร (2)

พระโกศจันทน์จากไม้จันทน์หอมในพระราชพิธีพระราชทานเพลิงพระศพสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณี พระบรมราชินี (3)

สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี (4) สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (5)

สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดา สิริโสภาพัณณวดี (6)

พินไม้จันทน์ในพระราชพิธีพระราชทานเพลิงพระศพสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (7)

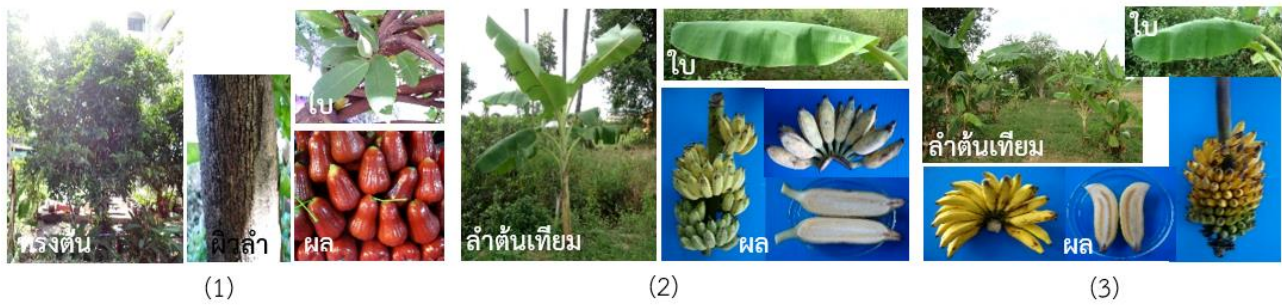
สภาพทั่วไปของป่าที่พบจันทน์หอม ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีลักษณะลำต้นเปลาตรง (8) (9) ผิวลำต้น (10)

จันทน์หอมที่ยืนต้นตายถูกตัดจำนวน 3 ต้น เมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2551 เพื่อนำไปจัดสร้างพระโกศจันทน์ในพระราชพิธี

พระราชทานเพลิงพระศพสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ ได้แก่ ตอไม้จันทน์หอมต้น

ที่ 1 อายุ 142 ปี (11) ตอไม้ต้นที่ 2 อายุ 118 ปี (12) ตอไม้ต้นที่ 3 อายุ 110 ปี (13) ดอกไม้จันทน์ทำจากไม้จันทน์หอม (14) และ

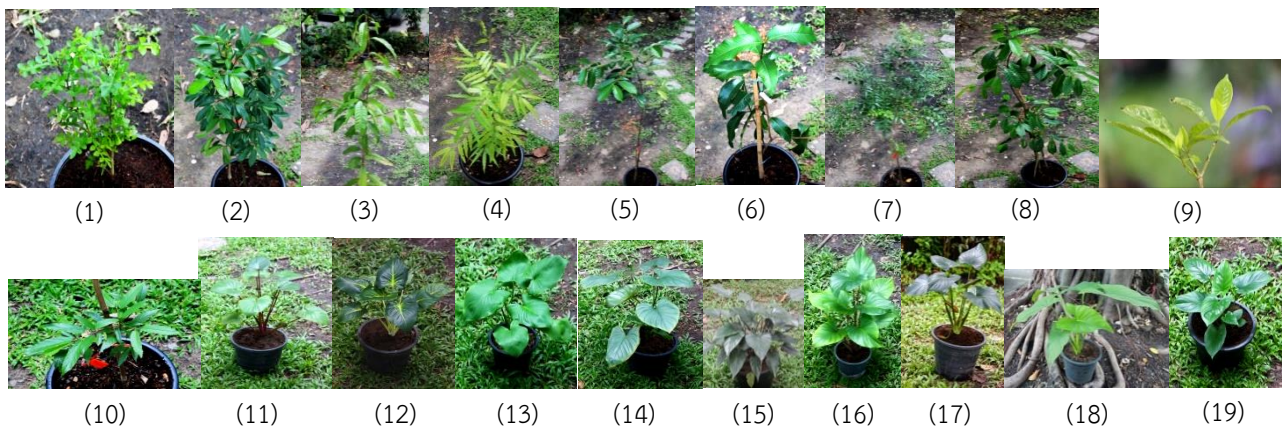
ดอกไม้จันทน์ทำจากใบจันทน์หอม (15)



ภาพที่ 14 ชมพูทับทิมจันทร์ (1) กล้วยน้ำว้าวานวลจันทร์ (2) และกล้วยหอมจันทร์ (3)



ภาพที่ 15 ผลจันทร์เทศ (1) เยื่อหุ้มเมล็ดจันทร์เทศ (2) เมล็ดจันทร์เทศ (3) เนื้อผลจันทร์เทศแช่แข็ง (4) จันท์เทศสามรส (5) น้ำจันท์เทศพร้อมดื่มจากเยื่อหุ้มเมล็ด (6) เยื่อหุ้มเมล็ดจันทร์เทศอบแห้ง (7) เมล็ดจันทร์เทศอบแห้ง (8) เนื้อไม้จันท์เทศอบแห้ง (9) เนื้อไม้จันท์เทศอบแห้ง (10) เนื้อไม้จันท์เทศอบแห้ง (11) ใบจันท์เทศอบแห้ง (12) และหวีทำจากเนื้อไม้จันท์เทศ (13)



ภาพที่ 16 กระแจะจันทร์ (1) จันท์ (2) จันท์กะพ้อ (3) จันท์ชะมด (4) จันท์ดง (5) จันท์หนา (6) จันท์ทอง (7) จันท์เทศ (8) จันท์ใบมัน (9) จันท์หอม (10) เสน่ห์จันท์โกเมน (11) เสน่ห์จันท์ขาว (12) เสน่ห์จันท์เขียว (13) เสน่ห์จันท์เงิน (14) เสน่ห์จันท์ดำ (15) เสน่ห์จันท์แดง (16) เสน่ห์จันท์นาค (17) เสน่ห์จันท์มหาโพธิ์ (18) และเสน่ห์จันท์หอม (19)

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

อภิปรายผลการวิจัย

การรวบรวมพรรณไม้พบ 157 ชื่อพื้นเมือง 48 ชื่อวงศ์ 80 ชื่อสกุล 99 ชื่อชนิด ส่วนการรวบรวมชื่อทางการค้า ชื่อวงศ์ และชื่อสกุลของพรรณไม้พบ 36 ชื่อทางการค้า 9 ชื่อวงศ์ 14 ชื่อสกุล มีลักษณะวิสัยทั้งหมด 13 แบบ จากลักษณะวิสัยทั้งหมด 49 แบบ ที่กำหนดโดยเกณฑ์ของสำนักงานหอพรรณไม้ (2557) และเมื่อนำข้อมูลของชื่อพื้นเมือง ชื่อวงศ์ ชื่อสกุล และชื่อชนิดของพรรณไม้มาวิเคราะห์จะพบกรณีที่ 1 คือชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน ชื่อวงศ์เหมือนกัน และชื่อชนิดต่างกัน กรณีที่ 2 คือชื่อพื้นเมืองเหมือนกัน ชื่อวงศ์ต่างกัน และชื่อชนิดต่างกัน ดังนั้นการกำหนดชื่อของพรรณไม้โดยเฉพาะชื่อพื้นเมืองมีความซ้ำซ้อนทำให้เกิดความสับสนว่าเป็นพรรณไม้ชนิดเดียวกันหรือไม่ การใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) จึงเป็นตัวกำหนดที่ทำให้เกิดความเข้าใจตรงกันทุกชาติทุกภาษาทั่วโลกใช้เหมือนกัน เมื่อกล่าวถึงชนิดพรรณไม้นั้น ๆ คือพรรณไม้ชนิดใด สามารถนำไปใช้หรืออ้างอิงได้ถูกต้อง เช่น จันทน์ มีชื่อชนิด 2 ชนิด คือ *Diospyros dasyphylla* Lour. และ *Diospyros insidiosa* Bakh.

พรรณไม้ที่พระองค์ทรงปลูกตั้งแต่ พ.ศ.2501-2550 ได้แก่ จัน จันทน์ จันทน์กะพ้อ จันทน์ชะมด จันทน์เทศ จันทน์หอม จันทนา และจันอิน มีพระนามที่ทรงปลูก 8 พระองค์ ทรงปลูกในภาคกลาง 7 จังหวัด และภาคตะวันออก 2 จังหวัด นำความปลาบปลื้มสู่พสกนิกรและมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม อย่างหาที่สุดมิได้นับตั้งแต่บุรพทิศที่ทรงสร้างพระราชวังจันทน์ พระราชวังจันทร์เกษม และวังจันทร์เกษมอันเป็นที่ตั้งของโรงเรียนฝึกหัดครูมัธยมปัจจุบันคือมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช และพระบาทสมเด็จพระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว เสด็จพระราชสมภพ “วันจันทร์” และการที่พระองค์ทรงนำพระหัตถ์ปลูกพรรณไม้นามจัน จันทน์ จันทน์ และจันทร์ ที่สอดคล้องกับชื่อมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม เป็นพระจันทร์ส่องสว่างนำความสุขสบายและความปลอดภัยสู่สรรพสิ่งด้วยคุณและค่าของพรรณไม้

พรรณไม้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์มี 117 รายชื่อพื้นเมือง แบ่งตามการใช้ประโยชน์ได้ 5 ด้าน คือ ด้านพิธีกรรมและสักการบูชา ด้านอาหาร ด้านสมุนไพร ด้านของใช้ และด้านนันทนาการ สอดคล้องกับกรมศิลปากร (2551) วิชาญ เอียดทอง (2551) และสำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ (2555) รายงานว่านับตั้งแต่โบราณมีการนำพรรณไม้จัน จันทน์ จันทน์ และจันทร์ มาใช้ประโยชน์ในแง่มุมต่าง ๆ อาทิ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการถวายพระเพลิงพระบรมศพ และพระศพหรือศพอันเป็นที่เคารพอย่างสูงสุดในแว่นแคว้น ดังปรากฏในการถวายพระเพลิงพระพุทธสรีระ ณ เมืองกุสินารา ใช้ “ไม้จันทน์หอม” หรือการใช้ไม้จันทน์หอมวางซ้อนไขว้กัน 4 ชั้น ๆ ละ 4 ท่อน รวม 16 ท่อน อยู่ใต้พระโกศจันทน์ การนำไปบริโภค เช่น จัน จันทน์ จันทน์เทศ จันอิน และจันโอ เป็นพืชสมุนไพรไม่ว่าจะเป็นราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ดมีสรรพคุณช่วยบำบัดอาการรวมทั้งเป็นยาบำรุง เช่น กระวานจันทน์ แก่นจันทน์ทิมาลัย จันทน์ขาว จันทน์ชะมด จันทน์แดง จันทน์เทศ และจันทนา (วรวิทย์ โอนอ่อน และคณะ, 2565)

ข้อเสนอแนะ

ผู้ที่นำพรรณไม้นามจัน จันทน์ และจันทร์ไปใช้ประโยชน์ ควรตรวจสอบชื่อชนิดพรรณไม้ให้ถูกต้องและชัดเจน โดยเฉพาะภูมิปัญญาไทยนำพรรณไม้ดังกล่าวมาใช้ อาทิ ด้านอาหารและด้านสมุนไพรมีหลายหลากสูตรหรือตำรายาควรระบุชื่อชนิดพรรณไม้ให้ชัดเจนเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาสูตรหรือตำรายา ควรมีการส่งเสริมให้อนุรักษ์พรรณไม้นามจัน จันทน์ จันทน์ และจันทร์ อันนำไปสู่การใช้ประโยชน์ด้านพิธีกรรมและสักการบูชา ด้านอาหาร ด้านสมุนไพร ด้านของใช้ และด้านนันทนาการ นอกจากนี้ควรมีการศึกษาชื่อพื้นเมือง (ชื่อท้องถิ่น) ของพรรณไม้นามจัน จันทน์ และจันทร์ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย

6. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. (2547). *ทะเบียนพันธุ์พืชในประเทศไทย*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมศิลปากร. (2551). *เครื่องประกอบพระอิสริยยศ สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์..*
- บริษัท อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.

- โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (2556). *แนวทางการดำเนินงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ระยะ 5 ปีที่ห้า (ตุลาคม 2554-กันยายน 2559)*. บริษัท เวิร์ค สแควร์ จำกัด.
- ชนะ วงศ์สุวรรณ. (2539). *คู่มือปื๊ยเขียน*. สกายบุ๊ก.
- นัยนา เทศนา และ พาโชค พุดจา. (2564). *พรรณไม้สำคัญในระบบนิเวศเขาหินปูนประเทศไทย*. กลุ่มงานพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- พระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.2547. (10 มิถุนายน 2547). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่มที่ 121 ตอนพิเศษ 23 ก. 24 หน้า.
- มรกต แสงสดสี และ สว่าง ขวัญบุญ. (2524). *ชุมชนบอนสี*. สำนักพิมพ์หอสมุดกลาง 09.
- มานพ ผู้พัฒน์, ธีรวัฒน์ ทะนันไธสง, ปรีชา การะเกตุ และ กษพรพรณ ศรีสาคร. (2563). *พืชป่าสมุนไพร*. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- ราชันย์ ภูมา. (2559). *สารานุกรมพืชในประเทศไทย เถลิงพระเกียรติสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีทรงเจริญพระชนมายุ 60 พรรษา*. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- วรินทร์ โอนอ่อน, ฉัตรชนก นุกุลกิจ, ทัดติกา แก้วสูงเนิน, นัฐธิดา เพิ่มผล และ ยลดา ศรีเศรษฐ์. (2565). ผลของวิธีการสกัดต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตำรับจันทน์ทั้งห้า. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 24(3), 88-96.
- วิชาญ เอียดทอง. (2551). มารูจักไม้จันทน์กับธรรมเนียมพระบรมศพและพระศพเจ้านาย. *วารสารการจัดการป่าไม้*, 2(4), 29-45.
- ส.เปลี่ยนศรี. (2524). *108 ว่านมหัศจรรย์ เล่ม 2*. สำนักพิมพ์จินดาสาสน์.
- สมาคมบอนสีแห่งประเทศไทย. (2564). *บอนสี: Caladium*. บริษัท อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. (2543). *พันธุ์ชาวพื้นเมืองไทย*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. (2544ก). *ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชชาว*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. (2544ข). *ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชมะม่วง*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. (2544ค). *ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืชลิ้นจี่*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ. (2560). *รายชื่อพันธุ์พืชใหม่ ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 (2546-2560) เล่ม 1*. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. (2554). *พืชชนิดใหม่ของโลกในประเทศไทย*. ชุมชุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. (ม.ป.ป). *ฐานข้อมูล PHARM Database*. <https://medplant.mahidol.ac.th/pharm/search.asp>
- สำนักงานหอพรรณไม้. (2557). *ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์*. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
- สำนักพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ. (2555). *เครื่องประกอบพระอิสริยยศ สมเด็จพระเจ้าภคินีเธอ เจ้าฟ้าเพชรรัตนราชสุดา สิริโสภาพัณณวดี*. บริษัท อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- อนงค์ หัมพานนท์ และ รัฐพล ศรประเสริฐ. (2556). สวนจันทรา. *วารสารวิทยาศาสตร์จันทรเกษม*, 23(23), 6-14.
- อุทัย ธานี. (2524). *108 ว่านมหัศจรรย์ เล่ม 3*. สำนักพิมพ์จินดาสาสน์.
- อุไร จิรมงคลการ. (2543). *คู่มือคนรักต้นไม้: โกสน*. บริษัท อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.

การทดสอบสารพฤกษเคมี ปริมาณฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลรวม และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรม
ของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากใบกระโดน (*Careya sphaerica* Roxb.)
Phytochemical Screening, Total Flavonoid and Phenolic Compound Contents,
and Alpha-Amylase and Alpha-Glucosidase Inhibitory Activities of Tummy-Wood
(*Careya sphaerica* Roxb.) Leaf Extract

รุ่งอรุณ ตรีภพ¹, สุพรรณิ อะโอย², ปริญญ์ มุลสิน², พักพล มุ่งลือ^{2*}

Rung-arun Treepop¹, Supanee Aoki², Parinya Moonsin², Phukphon Munglue^{2*}

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

¹ Program of Science Education, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

² สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

² Program of Biology, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University,

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสารพฤกษเคมี ปริมาณฟีนอลและฟลาโวนอยด์รวม และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดใบกระโดน (*Careya sphaerica* Roxb.) ตัวอย่างใบกระโดนสกัดด้วยเมทานอล ผลการทดสอบสารพฤกษเคมีของสารสกัดใบกระโดนพบไกลโคไซด์ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอล ซาโปนิน เทอร์พีนอยด์ และคูมารินส์ ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมของสารสกัดใบกระโดนมีค่าเท่ากับ 2.88 ± 0.59 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดและ 10.02 ± 0.58 มิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซีชินต่อกรัมของสารสกัดตามลำดับ ปริมาณแทนนินมีค่าเท่ากับ 1.29 ± 0.14 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้งของพืช ฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.42 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรและฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสมีค่าเท่ากับ 2.97 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดใบกระโดนเป็นแหล่งของสารพฤกษเคมีที่มีศักยภาพในการลดระดับน้ำตาลได้

คำสำคัญ: พฤกษเคมี กระโดน แอลฟาอะไมเลส แอลฟาไกลูโคซิเดส

Abstract

This study aimed to evaluate phytochemicals, total flavonoid and phenolic compound contents, and alpha-amylase and alpha-glucosidase inhibitory activities of Tummy-Wood (*Careya sphaerica* Roxb.) leaf extract (TLE). Leaf samples were methanolic extracted. Phytochemical screening presents glycosides, alkaloids, flavonoids, phenolic compounds, saponins, terpenoids, and coumarins. Total phenolic and flavonoid contents of TLE were 2.88 ± 0.59 mg GAE/g of extract and 10.02 ± 0.58 mg QE/g of extract, respectively. The tannin content detected in the extract was 1.29 ± 0.14 mg/100 mg of dry plant weight. The IC_{50} values of alpha-amylase and alpha-glucosidase inhibitory activities produced by TLE were 0.42 ± 0.01 and 2.97 ± 0.09 mg/ml, respectively. These results indicated that TLE might be an excellent source of various phytochemicals with antihyperglycemic potential.

Keywords: Phytochemicals, Tummy-Wood, alpha-Amylase, alpha-Glucosidase

* Corresponding author: phukphon.m@ubru.ac.th

Received: 2 กรกฎาคม 2566

Revised: 23 สิงหาคม 2566

Accepted: 25 สิงหาคม 2566

1. บทนำ

โรคเบาหวาน (Diabetes mellitus) เป็นโรคที่เกิดขึ้นกับการใช้ชีวิตประจำวัน ลักษณะอาการปรากฏของโรคนี้ คือ ภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ภาวะไขมันในเลือดสูง และความผิดปกติของกระบวนการเมแทบอลิซึมของโปรตีน ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่ออวัยวะในร่างกาย เช่น ตับ ตับอ่อน ดวงตา เซลล์ประสาท และไต เป็นต้น (Alberti and Zimmet, 1998) สาเหตุของโรคเบาหวานมักเกี่ยวข้องกับความผิดปกติของการสังเคราะห์ การหลั่ง และการตอบสนองของอินซูลิน รวมทั้งตัวรับสัญญาณอินซูลิน (Bjorntorp et al., 1999) องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) ได้รายงานว่าประชากรโลกประมาณ 6% หรือ 420 ล้านคนเป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 หรือชนิดที่ 2 มีอัตราการตายที่เกิดขึ้นจากอาการเบาหวานในปี 2016 สูงกว่าในปี 2000 ถึง 5% และยังได้คาดการณ์ว่าผู้ป่วยโรคเบาหวานจะเพิ่มขึ้นเป็น 629 ล้านคนในปี 2045 (World Health Organization, 2022)

วิธีการรักษาระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน คือ การออกกำลังกายและการควบคุมอาหาร (Ahmad and Crandall, 2010) ส่วนวิธีการรักษาอื่น ๆ คือ การกระตุ้นการหลั่งอินซูลิน การส่งเสริมการทำงานของอินซูลินที่เนื้อเยื่อหรืออวัยวะเป้าหมาย และการควบคุมกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ซึ่งกลุ่มเอนไซม์ที่สำคัญ ได้แก่ การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ (Tundis et al., 2010; Talimi and Gulcin, 2017) ยาสังเคราะห์หลายชนิดถูกนำมาใช้เพื่อยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ อะคาร์โบส (acarbose) ไมกลิทอล (miglitol) และ วอกลีโบส (voglibose) อย่างไรก็ตามการใช้ยาสังเคราะห์เหล่านี้มักมีผลข้างเคียง เช่น มีอาการท้องอืด ท้องร่วง หรืออาการแน่นท้อง เป็นต้น (Chiasson et al., 2002) และหากใช้ยาเหล่านี้อย่างต่อเนื่องจะส่งผลให้เกิดอาการดื้อยาและการรักษาไม่ได้ผล ดังนั้น ปัจจุบันจึงมีการวิจัยและศึกษาสารสำคัญที่มีคุณสมบัติยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสจากพืชสมุนไพรชนิดต่าง ๆ มากขึ้น (Shawky et al., 2022; Talimi and Gulcin, 2017; Tundis et al., 2010)

พืชสมุนไพรหลายชนิดได้นำมาวิจัยเพื่อศึกษาฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสเนื่องจากมีความเป็นพิษต่ำ (Cheng and Fantus, 2005) เช่น ในรายงานวิจัยของ Shawky et al. (2022) ทำการทดสอบสารสกัดจากใบลูกชิดพบสารฟลาโวนอยด์ ได้แก่ ซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ เทอร์โรคาร์แพน เคอร์ซีทิน และเคอร์ซีทินเฮกโซไซด์ ซึ่งสารฟลาโวนอยด์เหล่านี้มีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดส นอกจากนี้ Taslimi and Gulçin (2017) ยังรายงานว่าเทรเคซิส (tetrakis), พารา-คูมาริกแอซิด (p-coumaric acid) เรสเวราทรอล (resveratrol) เคอร์คิวมิน (curcumin) ออลีเวทอล (olivitol) กรดโรสแมรินิก (rosmarinic acid) และ ไอโซลิควิริติจินิน (isoliquiritigenin) ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลมีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดส

กระโดน (*Careya arborea* Roxb.) เป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตและกระจายอยู่ทั่วไปในหลายประเทศของเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สารพฤกษเคมีสำคัญที่พบในส่วนของเปลือก ใบ และเมล็ดกระโดนพบอนุพันธ์ของแอนทราซีน (anthracene derivatives) อนุพันธ์ของอาร์บูติน (arbutin derivatives) คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (cardiac glycosides) อนุพันธ์ของคูมาริน (coumarin derivatives) น้ำมันหอมระเหย ฟลาโวนอยด์ ลิกแนนส์ ซาโปนินส์ ไตรเทอร์พีนส์ และวาลีพอไตรเอท (valepotriates) แต่ในส่วนใบไม่พบแอลคาลอยด์ (Gupta et al., 2019; Khaliq, 2016) นอกจากนี้ยังพบสารในกลุ่มแทนนินและฟลาโวนอยด์ เช่น ซิโตสเตอรอล (sitosterol) กรดเอลลาจิก (ellagic acid) และเคอร์ซีทิน สารสำคัญที่แยกได้จากสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดน ได้แก่ ไตรเทอร์พีนอยด์ (triterpenoids) และซาโปนินที่ยับยั้งโรคโลหิตจาง (Mandal et al., 2006) ส่วนของเปลือกลำต้นและใบมีคุณสมบัติยับยั้งจุลินทรีย์ (Kumar et al., 2006) พืชชนิดนี้ได้นำมาใช้ในการรักษาโรคหลายชนิด เช่น ใบใช้ในการรักษาอาการไข้และรักษาอาการบวม น้ำคั้นจากใบสดใช้ดื่มเพื่อรักษาอาการกรดไหลย้อนและโรคผิวหนัง นอกจากนี้ยังใช้ในการรักษาแผลเปื่อย อาการปวดหู ุงักัด การติดเชื้อ ยับยั้งการเจริญของเนื้องอก อาการไอ ปวดฟัน หลอดลมอักเสบ และฝีดาษ เป็นต้น (Ambardar and Aeri, 2013; Satish et al., 2010) อย่างไรก็ตามการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากกระโดนยังคงมีน้อยและการพัฒนาด้วยชนิดใหม่ที่มีผลข้างเคียงต่ำเพื่อใช้ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ดังกล่าวยังมีความจำเป็นมากในปัจจุบัน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อทดสอบสารพฤษเคมี ปริมาณฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลรวม และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดใบกระโดน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมสารสกัดหยาบจากใบกระโดน

ส่วนใบของกระโดนเก็บจาก อ.ทรายมูล จ.ยโสธร ตัวอย่างพรรณไม้แห้งวิเคราะห์ชนิดโดยนักพฤกษศาสตร์และเก็บไว้ที่สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ตัวอย่างใบกระโดนอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นบดให้ละเอียด สกัดผงใบ กระโดนด้วยตัวทำละลายเมทานอลในอัตราส่วน 1 กรัม : 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 7 วัน และกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 (ยี่ห้อ Whatman) ระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศและเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง จากนั้นคำนวณปริมาณร้อยละของสารสกัดด้วยสมการที่ 1

$$\%yield = \frac{\text{weight of the dry extract (g)}}{\text{weight of the dry plant (g)}} \times 100 \quad (1)$$

3.2 การทดสอบพฤษเคมีเบื้องต้น

การทดสอบพฤษเคมีเบื้องต้นตามวิธีการของ Iqbal et al. (2015) โดยใช้สารสกัดปริมาณ 0.02 กรัม เพื่อทดสอบสารในกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ โกลโคไซด์ สเตอรอยด์ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ฟีนอล ลิกนิน ซาโปนิน แทนนิน เทอร์ปีนอยด์ คูมารินส์ และแอนทราควิโนนด้วยการหยดรีเอเจนต์หรือสารละลาย จากนั้นสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีและการตกตะกอน ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.3 การวัดปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

การวัดปริมาณฟลาโวนอยด์รวมดัดแปลงจาก Baba & Malik (2015) เตรียมตัวอย่างสารมาตรฐานคอร์ซีตินที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน (0 ถึง 80 มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมกับเอทานอลปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร $AlCl_3$ เข้มข้น 10% ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร $NaNO_2$ เข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 2.8 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 40 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer บันทึกค่าและสร้างเป็นกราฟมาตรฐาน สำหรับการวัดปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดจากใบกระโดนดำเนินการเช่นเดียวกับการเตรียมสารละลายมาตรฐานด้วยการละลายสารสกัดใบกระโดนปริมาณ 4 มิลลิกรัม ในตัวทำละลายเมทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารสกัดที่เตรียมดังกล่าว สำหรับการเตรียมสารละลายแบบลงค์ใช้น้ำกลั่นแทนการใช้ $AlCl_3$ เข้มข้น 10% ในปริมาตรที่เท่ากัน คำนวณปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดจากสมการ regression โดยแสดงในหน่วยมิลลิกรัมต่อกรัมสมมูลของคอร์ซีติน ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.4 การวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม

วัดปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมด้วยวิธี FolinCiocalteu method ดัดแปลงจากการศึกษาของ Baba & Malik (2015) ดังนี้ ละลายสารสกัดใบกระโดนปริมาณ 4 มิลลิกรัม ในตัวทำละลายเมทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารสกัดที่เตรียมดังกล่าว ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ผสมกับ 15% Na_2CO_3 ปริมาตร 2 มิลลิลิตร บ่มนาน 2 นาที จากนั้นปิเปต Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 200 ไมโครลิตรผสมให้เข้ากันนำบ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer เทียบกับสารละลายแบบลงค์สำหรับกราฟมาตรฐานเตรียมจากกรดแกลลิก (0 ถึง 60 มิลลิกรัมต่อลิตร) ดำเนินการเช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างสารสกัด จากนั้นคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมในสารสกัดจากสมการ regression โดยแสดงในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

3.5 การวัดปริมาณแทนนิน

ปิเปตสารสกัดพืชเข้มข้น 0.1 กรัมต่อมิลลิลิตรลงในหลอดทดลอง จากนั้นปิเปตน้ำกลั่นปริมาตร 500 ไมโครลิตร Folin reagent ปริมาตร 250 ไมโครลิตร สารละลาย Na_2CO_3 ปริมาตร 1,250 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองผสมให้เข้ากันบ่มสารละลายใน

ที่มีดเป็นเวลา 40 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 725 นาโนเมตรด้วยเครื่อง Spectrophotometer เทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแทนนิก (0 ถึง 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิตร) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ตามวิธีการของ Makkar (2003)

3.6 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

งานวิจัยนี้ใช้เอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจากตับอ่อนของหมู (α -Amylase from porcine pancreas) ซื้อจากบริษัท Sigma-Aldrich เตรียมตัวอย่างสารสกัดจากพืชเข้มข้น 0 ถึง 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลายเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง บ่มสารละลายที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นเติมสารละลายน้ำแป้งเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก ผสมให้เข้ากัน บ่มสารละลายที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที หยุดปฏิกิริยาด้วยการเติมสารละลายกรด 3.5 ไดโนโตรซาลิไซลิก ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร ผสมสารละลายให้เข้ากันต้มหลอดทดลองในน้ำเดือดนาน 5 นาที ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเจือจางสารละลายด้วยการเติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรด้วยเครื่อง Spectrophotometer ในการทดสอบครั้งนี้ใช้อะคาร์โบสเป็นสารควบคุมเชิงบวก สำหรับสารละลายควบคุมเตรียมจากการใช้สารละลายบัฟเฟอร์แทนสารสกัดจากพืชปริมาตร 500 ไมโครลิตร ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และนำค่าที่ได้คำนวณร้อยละการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสดังสมการที่ 2 และความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) (Kwon et al., 2008)

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{(A_{540\text{control}} - A_{540\text{treatment}})}{A_{540\text{control}}} \times 100 \quad (2)$$

โดย $A_{540\text{control}}$ คือ ค่า absorbance ที่วัดที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ในหลอดทดลองที่ไม่มีสารสกัด

$A_{540\text{treatment}}$ คือ ค่า absorbance ที่วัดที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ในหลอดทดลองที่มีสารสกัด

3.7 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสซื้อจากบริษัท Sigma-Aldrich เตรียมตัวอย่างสารสกัดจากพืชเข้มข้น 0 ถึง 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมกับสารละลายเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส (1.0 ยูนิตต่อมิลลิตร) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองผสมให้เข้ากันบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นเติมสารละลาย p-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside เข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 50 ไมโครลิตรผสมให้เข้ากันบ่มนาน 60 นาที เติมสารละลาย Na_2CO_3 เข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 2.5 มิลลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 405 นาโนเมตรด้วยเครื่อง Spectrophotometer ในทดสอบฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสครั้งนี้ใช้อะคาร์โบสเป็นสารควบคุมเชิงบวก สำหรับสารละลายควบคุมเตรียมจากการใช้สารละลายบัฟเฟอร์แทนสารสกัดจากพืชปริมาตร 50 ไมโครลิตร ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และนำค่าที่ได้คำนวณร้อยละการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ดังสมการที่ 3 และความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) (Kwon et al., 2008)

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{(A_{405\text{control}} - A_{405\text{treatment}})}{A_{405\text{control}}} \times 100 \quad (3)$$

โดย $A_{405\text{control}}$ คือ ค่า absorbance ที่วัดที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ในหลอดทดลองที่ไม่มีสารสกัด

$A_{405\text{treatment}}$ คือ ค่า absorbance ที่วัดที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ในหลอดทดลองที่มีสารสกัด

3.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้นำเสนอผลการศึกษารูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error of Mean : SEM) ในแต่ละการทดลองทำจำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ทั้งนี้ หากค่า $P < 0.05$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ผลการวิจัย

4.1 ร้อยละของสารสกัด

ทำการสกัดผงแห้งของใบกระโดนปริมาณ 0.45 กรัมด้วยตัวทำละลายเมทานอลปริมาตร 4.50 มิลลิลิตรได้สารสกัดหยาบ น้ำหนัก 0.109 ± 0.002 กรัมซึ่งคิดเป็นร้อยละผลผลิตที่ได้ (% yield) เท่ากับ 24.22 ± 0.03

4.2 ผลการทดสอบพฤษเคมีเบื้องต้น

การทดสอบสารพฤษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดนจำนวน 11 กลุ่มสารประกอบด้วยไกลโคไซด์ สเตอรอยด์ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ฟีนอล ลิกลินิน ซาโปนิน แทนนิน เทอร์พีนอยด์ คูมารินส์ และแอนทราควิโนน ผลการศึกษาพบ สารในกลุ่มไกลโคไซด์ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอล ซาโปนิน เทอร์พีนอยด์ และคูมารินส์ ในขณะที่สเตอรอยด์และแอนทราควิโนนส์ไม่ตรวจพบในสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบพฤษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดน

กลุ่มสารที่ตรวจสอบ	ผลการทดสอบ
Glycosides	+
Steroids	-
Alkaloids	+
Flavonoids	+
Phenolics	+
Saponins	+
Tannins	+
Terpenes	+
Coumarins	+
Antraquinones	-

หมายเหตุ: + = พบสารพฤษเคมี, - = ไม่พบสารพฤษเคมี, n = 3.

4.3 ผลการวัดปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

การวัดปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดนมีค่าเท่ากับ 2.88 ± 0.59 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิก ต่อกรัมของสารสกัด ดังตารางที่ 2

4.4 ผลการวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม

การวัดปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมในสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดนมีค่าเท่ากับ 10.02 ± 0.58 มิลลิกรัมสมมูล เคอร์ซีตินต่อกรัมของสารสกัด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดน

ตัวอย่างที่ทดสอบ	ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด)	ปริมาณสารประกอบฟีนอลรวม (มิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซีตินต่อกรัมของสารสกัด)
กระโดน	2.88 ± 0.59	10.02 ± 0.58

หมายเหตุ : ค่าที่เสนอคือ Mean $\pm$ SEM, n=3.

4.5 ผลการวัดปริมาณแทนนิน

การวัดปริมาณแทนนินในสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดนจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าเท่ากับ 1.29 ± 0.14 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้งของพืช ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณแทนนินในสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดน

ตัวอย่างที่ทดสอบ	ปริมาณแทนนิน (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง)
กระโดน	1.29 ± 0.14

หมายเหตุ : ค่าที่เสนอคือ Mean $\pm$ SEM, n=3.

4.6 ผลทดสอบฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดน พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดมีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้กิจกรรมการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสมีค่าลดลง โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.42 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับอะคาร์โบสซึ่งเป็นสารควบคุมเชิงบวกที่มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.39 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลทดสอบฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดน

ตัวอย่างที่ทดสอบ	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (%)	IC_{50} (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
สารสกัดจาก เมทานอลของ ใบกระโดน	0	0.00 ± 0.00^d	0.42 ± 0.01^b
	1	90.95 ± 3.81^a	
	2	82.77 ± 2.59^b	
	3	77.98 ± 1.49^c	
	4	76.98 ± 0.78^c	
	5	75.78 ± 1.42^c	
อะคาร์โบส			0.39 ± 0.02^a

หมายเหตุ : ค่าที่นำเสนอ คือ Mean $\pm$ SEM, ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับในแนวดังแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), n=3

4.7 ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

ผลการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดน พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดมีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้กิจกรรมการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาแอลฟาไกลูโคซิเดสมีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.97 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่อะคาร์โบสมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.48 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลทดสอบฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดน

ตัวอย่างที่ทดสอบ	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส (%)	IC ₅₀ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
สารสกัดจาก เมทานอลของ ใบกระโดน	0	0.00 ± 0.00 ^e	2.97 ± 0.09 ^b
	1	30.97 ± 5.05 ^c	
	2	22.25 ± 5.98 ^d	
	3	68.08 ± 4.84 ^b	
	4	99.40 ± 1.02 ^a	
	5	100.00 ± 0.00 ^a	
อะคารโบส			0.48 ± 0.03 ^a

หมายเหตุ : ค่าที่นำเสนอ คือ Mean ± SEM, ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05), n=3

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดนพบสารสำคัญ ได้แก่ โกลโคไซด์ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอล ซาโปนิน เทอร์พีนอยด์ และคูมารินส์ แต่ไม่พบสเตอรอยด์และแอนทราควิโนนส์ ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Kamble et al. (2022) ที่พบว่าสารสกัดจากคลอโรฟอร์มของใบกระโดนพบฟลาโวนอยด์ ฟีนอล เทอร์พีน และโกลโคไซด์ เช่นเดียวกับการทดลองของ Gupta et al. (2019) ที่รายงานว่าส่วนของใบกระโดนพบอนุพันธ์ของแอนทราซีน อนุพันธ์ของอาร์บูติน คาร์ดิแอกโกลโคไซด์ อนุพันธ์ของคูมารินส์ น้ำมันหอมระเหย ฟลาโวนอยด์ ลิกแนน ซาโปนิน ไตรเทอร์พีน และวาลอิลโฟไตรเอท แต่ไม่พบแอลคาลอยด์ ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลต่อชนิดและปริมาณของสารพฤกษเคมีที่พบในพืชนั้นมักเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณน้ำฝน แมลงศัตรูพืช และชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด เป็นต้น (Munglue et al., 2022)

ในสารในกลุ่มโกลโคไซด์ แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ สารประกอบฟีนอล ซาโปนิน เทอร์พีนอยด์ คูมารินส์ และแทนนิน

สารพฤกษเคมีในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ฟีนอล และแทนนินสามารถเข้าไปจับที่ตำแหน่งออกฤทธิ์ของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสหรือแอลฟาไกลูโคซิเดสด้วยการสร้างพันธะไฮโดรเจนและแรงวนเดอร์วาลส์ เนื่องจากสารสำคัญเหล่านี้สามารถสร้างแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลภายในโครงสร้างเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสหรือแอลฟาไกลูโคซิเดสด้วยพันธะไฮโดรเจนหรือแรงวนเดอร์วาลส์กับกรดอะมิโนที่ตำแหน่งแตกต่างกัน เช่น 1) ในตำแหน่งออกฤทธิ์ (active site) 2) ตำแหน่งที่ทำให้เอนไซม์มีความเสถียรแบบอิเล็กโตรสตาติก (electrostatic stabilization) ซึ่งสำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ (catalytic mechanism) และ 3) ตำแหน่งจดจำโครงสร้างของน้ำตาลโมเลกุลคู่จึงส่งผลให้การทำงานของเอนไซม์ลดลง กลไกดังกล่าวข้างต้นเป็นรูปแบบหนึ่งของการออกฤทธิ์ของอะคารโบสซึ่งเป็นลดระดับน้ำตาลในเลือดด้วยการสร้างพันธะไฮโดรเจนยึดติดกับกรดอะมิโนภายในโมเลกุลของเอนไซม์จำนวน 5 ตำแหน่ง คือ ที่ตำแหน่ง Tyr59 Arg195 His201 Glu233 และ Asp300 ตามลำดับ และสร้างแรงยึดเหนี่ยวกับกรดอะมิโนด้วยแรงวนเดอร์วาลส์ได้ถึง 9 ตำแหน่ง คือ ที่ตำแหน่ง Trp58 Tyr62 Tyr151 Asp197 Lys200 Ile235 Gly306 His305 และ Ala307 ตามลำดับ (Kamble et al., 2022) ซึ่งฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลเป็นกลุ่มพฤกษเคมีที่มีคุณสมบัติในการลดระดับน้ำตาลในเลือด

เอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจากตับอ่อนทำหน้าที่ย่อยสารอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้งเป็นโอลิโกแซคคาไรด์สายสั้น ๆ ซึ่งโอลิโกแซคคาไรด์สายสั้นประกอบด้วยมอลโทส มอลโทไตรออส รวมทั้ง α (1-6) และ α (1-4) โอลิโกกลูแคนส์ (Gulcin et al., 2018) ที่จะเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่ง brush border membrane ของลำไส้เล็ก จากนั้นจะถูกย่อยด้วยเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสให้กลายเป็นกลูโคสเพื่อดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดด้วยการขนส่งแบบจำเพาะต่อไป (Tundis et al., 2010) เมื่อระดับกลูโคสในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นจะกระตุ้นให้ตับอ่อนหลั่งอินซูลินเพื่อส่งเสริมให้โปรตีนขนส่งกลูโคส (glucose transporter proteins) ทำการขนส่งกลูโคสเข้า

สู่เซลล์ ดังนั้น การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสจึงเป็นการลดการย่อยโมเลกุลของแป้งและลดระดับกลูโคสในเลือดหลังจากรับประทานอาหารลง

ปัจจุบันมีการศึกษาสารพฤกษเคมีที่มีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสเพื่อพัฒนาเป็นยารักษาโรคเบาหวาน (Grover et al., 2002) อย่างไรก็ตามข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลไกการออกฤทธิ์ รวมทั้งโครงสร้างหรือหมู่ฟังก์ชันของสารพฤกษเคมีที่ช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์เหล่านี้ยังคงมีน้อยจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้เริ่มต้นศึกษาฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากใบกระโดน ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดนที่ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 0.42 ± 0.06 ซึ่งใกล้เคียงกับสารควบคุมเชิงบวก คือ อะคาร์โบส ที่มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.39 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนค่า IC_{50} ของสารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดนที่ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสเท่ากับ 2.97 ± 0.09 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีความมากกว่าอะคาร์โบสที่มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.48 ± 0.03 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระโดนมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นยาลดระดับน้ำตาลในผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ (Grover et al., 2002) ดังนั้น สารสกัดจากเมทานอลของใบกระโดนจึงมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นยาลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการแยกสารออกฤทธิ์และกลไกการออกฤทธิ์ของสารสำคัญเพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนายาลดระดับน้ำตาลในเลือด

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาและสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีที่เอื้อเพื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- Ahmad, L.A., & Crandall, J.P. (2010). Type 2 diabetes prevention: a review. *Clinical diabetes*, 28(2), 53–59. <https://doi.org/10.2337/diaclin.28.2.53>
- Alberti, K.G.M.M., & Zimmet, P.Z. (1998). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Provisional report of a WHO consultation. *Diabetic medicine*, 15(7), 539–553. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66040>
- Ambardar, N., & Aeri, V. (2013). A better understanding of traditional uses of *Careya arborea* Roxb. phytochemical and pharmacological review. *Tang (humanitas medicine)*, 3(4), 1-7.
- Baba, S.A., & Malik, S.A. (2015). Determination of total phenolic and flavonoid content, antimicrobial and antioxidant activity of a root extract of *Arisaema jacquemontii* Blume. *Journal of Taibah university medical sciences*, 9(4), 449-454. <https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2014.11.001>
- Björntorp, P., Holm, G., & Rosmond, R. (1999). Hypothalamic arousal, insulin resistance and Type 2 diabetes mellitus. *Diabetic medicine : a Journal of the British diabetic association*, 16(5), 373-383. <https://doi.org/10.1046/j.1464-5491.1999.00067.x>
- Cheng, A.Y., & Fantus, I.G. (2005). Oral antihyperglycemic therapy for type 2 diabetes mellitus. *Canadian medical association journal*, 172(2), 213-226. <https://doi.org/10.1503/cmaj.1031414>
- Chiasson, J.L., Josse, R.G., Gomis, R., Hanefeld, M., Karasik, A., Laakso, M., & STOP-NIDDM Trial Research Group. (2002). Acarbose for prevention of type 2 diabetes mellitus: the STOP-NIDDM randomised trial. *Lancet (London, England)*, 359(9323), 2072-2077. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)08905-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)08905-5)

- Grover, J.K., Yadav, S., & Vats, V. (2002). Medicinal plants of India with anti-diabetic potential. *Journal of ethnopharmacology*, 81(1), 81-100. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(02\)00059-4](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(02)00059-4)
- Gülçin, İ., Topal, F., Sarikaya, S.B.Ö., Bursal, E., Bilisel, G., & Gören, A.C. (2011). Polyphenol contents and antioxidant properties of Medlar (*Mespilus germanica* L.). *Records of natural products*, 5(3), 158. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.05.053>.
- Gupta, P., Patil, D., & Patil, A. (2019). Qualitative HPTLC phytochemical profiling of *Careya arborea* Roxb. bark, leaves and seeds. 3 *Biotech*, 9(8), 311. <https://doi.org/10.1007/s13205-019-1846-x>
- Iqbal, E., Salim, K.A., & Lim, L.B.L. (2015). Phytochemical screening, total phenolics and antioxidant activities of bark and leaf extracts of *Goniiothalamus velutinus* (Airy Shaw) from Brunei Darussalam. *Journal of king saud university - Science*, 27(3), 224-232. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2015.02.003>
- Kamble, R.P., Ghosh, P., & Kulkarni, A.A. (2022). Identification of α -amylase inhibitory compounds from leaves of *Careya arborea* Roxb. and in silico docking studies. *South african journal of botany*, 151, 493-503. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.05.018>.
- Khaliq, H.A. (2016). Pharmacognostic, physiochemical, phytochemical and pharmacological studies on *Careya arborea* Roxb: a review. *The journal of phytopharmacology*, 5(1), 27-34. <https://doi.org/10.31254/phyto.2016.5106>
- Kumar, R.S., Sivakumar, T., Sundaram, R.S., Sivakumar, P., Nethaji R., & Gupta, M. (2006). Antimicrobial and antioxidant activities of *Careya arborea* Roxb. stem bark. *Iranian journal of pharmacology & therapeutics*, 5(1), 35-41.
- Kwon, Y.-I., Apostolidis, E., & Shetty, K. (2008). Inhibitory potential of wine and tea against α -amylase and α -glucosidase for management of hyperglycemia linked to type 2 diabetes. *Journal of food biochemistry*, 32(1), 15-31. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2007.00165.x>
- Makkar, H.P.S. (2003). *Measurement of total phenolics and tannins using Folin-Ciocalteu method*. In: Quantification of tannins in tree and shrub foliage. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0273-7_3
- Mandal, D., Panda, N., Kumar, S., Banerjee, S., Mandal, N.B., & Sahu, N.P. (2006). Atriterpenoid saponin possessing antileishmanial activity from the leaves of *Careya arborea*. *Phytochemistry*, 67(2), 183-190.
- Munglue, P., Rattana, K., Sangchanjiradet, S., Yarksa, N., & Aoki, S. (2022). Preliminary phytochemical screening and antioxidant activity of *Dioscorea alata* L. *Advanced science journal*, 22(2): R83 - R100. Retrieved from <https://li02.tci-thaijo.org/index.php/adscij/article/view/400>
- Satish, K.B.N., Swamy, B.M.V, Kumar, G.K., & Behera, G.M. (2010). Review on *Careya arborea* Roxb. *International journal of research in ayurveda and pharmacy*, 1(2), 306-315. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20113195399>
- Shawky, E., Sobhy, A.A., Gharee, D.A., Eldin, S.M.S., & Selim, D.A. (2022). Comparative metabolomics analysis of bioactive constituents of the leaves of different *Trigonella* species: Correlation study to α -amylase and α -glucosidase inhibitory effects. *Industrial crops and products*, 182, 114947. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114947>

- Talimi, P., & Gulcin, I. (2017). Antidiabetic potential: *in vitro* inhibition effects of some natural phenolic compounds on α -glycosidase and α -amylase enzymes. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, 31(10), e21956. <https://doi.org/10.1002/jbt.21956>.
- Tundis, R., Loizzo, M.R., & Menichini, F. (2010). Natural products as α -amylase and α -glucosidase inhibitors and their hypoglycaemic potential in the treatment of diabetes: an update. *Mini-reviews in medicinal chemistry*, 10(4), 315–331. <https://doi.org/10.2174/138955710791331007>.
- World Health Organization. (2022). Report of the first meeting of the WHO Global Diabetes Compact Forum: virtual meeting, 10-11 November 2021. *WHO Global Diabetes*, Geneva, Switzerland.

ปริมาณฟีนอลและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน
และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของข้าวพื้นเมือง 4 สายพันธุ์
Total Phenolic and Flavonoid Contents, Antioxidant Activity
and Alpha-Amylase Inhibitory Activity of Four Local Rice Varieties

ภรณ์ทิพย์ คำภา¹, อรุณ จันทรคำ², สุพรรณิ อะโวกิ³, และ พักพล มุ่งลือ^{3*}
Porntip Khampa¹, Aroon Jankham², Supanee Aoki³, and Phukphon Munglue^{3*}

¹ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

¹ Program of Science Education, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

² สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

² Program of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

³ สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

³ Program of Biology, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยทดสอบปริมาณฟีนอลและปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของข้าวพื้นเมือง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์ ข้าวเหนียวหอมกุสุมา ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี และข้าวเจ้าหอมเวสสันดรระ ตัวอย่างข้าวแต่ละสายพันธุ์สกัดด้วยน้ำ ปริมาณฟีนอลรวมและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 20.72 ± 0.31 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัม และ 72.62 ± 8.19 มิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัมตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสายพันธุ์อื่น ๆ นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสในข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์มีค่า IC_{50} ต่ำที่สุดเท่ากับ 139.24 ± 1.53 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 4.78 ± 0.44 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของข้าวพื้นเมืองทั้ง 4 สายพันธุ์ซึ่งมีศักยภาพในการเป็นอาหารฟังก์ชันเพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือดได้

คำสำคัญ: ข้าวพื้นเมือง, พฤษเคมี, การต้านออกซิเดชัน, แอลฟาอะไมเลส

Abstract

This study examined total phenolic and flavonoid contents, antioxidant activity, and alpha-amylase inhibitory activity of four local rice varieties, including Selabporn, Kusuma, Phetratri, and Vessantara. Rice samples were extracted with distilled water. The highest contents of total phenolic compound and total flavonoid were found in Selabporn (20.72 ± 0.31 mg GAE/20 g gain weight and 72.62 ± 8.19 mg QE/20 g gain weight, respectively) when compared with other rice varieties. Additionally, antioxidant activity tested by using DPPH assay and alpha-amylase inhibitory activity of Selabporn showed the lowest IC_{50} values of 139.24 ± 1.53 μ g/mL and 4.78 ± 0.44 mg/mL, respectively. The results of this study indicated the antioxidant property and alpha-amylase inhibitory activities of four local rice varieties, which may have a potential functional food for maintaining the blood glucose level.

Keywords: local rice varieties, phytochemicals, antioxidation, alpha-amylase

* Corresponding author: phukphon.m@ubru.ac.th

Received: 2 กรกฎาคม 2566

Revised: 23 สิงหาคม 2566

Accepted: 25 สิงหาคม 2566

1. บทนำ

โรคเบาหวาน โรคเมเร็ง โรคจอประสาทตาเสื่อม ไขมันในเลือดสูง และโรคหัวใจ จัดเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่พบได้มากขึ้นในปัจจุบัน สาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดโรคเรื้อรังดังกล่าว คือ ความเครียดจากออกซิเดชัน (Oxidative stress) เกิดจากสภาวะที่ขาดความสมดุลระหว่างอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ ส่งผลให้เกิดอนุมูลอิสระมากเกินไป อนุมูลอิสระเหล่านี้จึงเข้าไปทำลายสารชีวโมเลกุลต่าง ๆ ที่อยู่ในเซลล์และเนื้อเยื่อ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เสียหาย ดีเอ็นเอและโปรตีนเสียสภาพ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของลิพิด (lipid peroxidation) (Deng et al., 2013)

โรคเบาหวาน เป็นโรคเรื้อรังปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดโรคเบาหวาน ได้แก่ ความผิดปกติของยีน พันธุกรรม สิ่งแวดล้อม ภาวะตั้งครรภ์ และอาหารที่รับประทาน ซึ่งพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ส่งผลให้มีการหลั่งอินซูลินมากกว่าปกติ นำมาสู่การเสื่อมของบีตาเซลล์ในตับอ่อนและส่งผลให้เกิดความผิดปกติของตับที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตจึงทำให้ระดับกลูโคสในเลือดเพิ่มสูงขึ้น โรคเบาหวานมีความสัมพันธ์กับโรคอ้วน การรักษาโรคเบาหวานจึงต้องมีการควบคุมระดับน้ำตาลให้อยู่ในระดับปกติหากไม่มีการควบคุมระดับน้ำตาลให้อยู่ในระดับปกติแล้วจะส่งผลให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานนั้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ที่รุนแรง เช่น โรคหัวใจ ภาวะไตวาย และเบาหวานขึ้นจอตา เป็นต้น (Weyer et al., 1999) นอกจากการหลั่งอินซูลินแล้วตับอ่อนยังผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเอนไซม์นี้ใช้ในกิจกรรมเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต (Budhwar et al., 2020)

เอนไซม์แอลฟาอะไมเลสสร้างมาจากต่อมน้ำลายและตับอ่อน ทำหน้าที่สลายพันธะ α -1,4-glycosidic bonds ที่พบในโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตให้เป็นมอลโทไตรออส (maltotriose) มอลโทส (maltose) และกลูโคส (glucose) จากนั้นน้ำตาลเหล่านี้จะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้น รูปแบบการใช้ชีวิตและการรับประทานอาหารที่มีไขมัน น้ำตาล และแป้งเป็นส่วนใหญ่มีส่วนทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร (postprandial glucose levels) มีค่าสูงขึ้นได้ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 สำหรับยาที่ใช้รักษาอาการเบาหวานในปัจจุบัน ได้แก่ อะคาร์โบส ไมกลิทอล วอกลิบัส และโบกัวโนด์ ที่จะช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานให้คงที่ อย่างไรก็ตามยาเหล่านี้กลับมีผลข้างเคียงต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมและทำให้ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ (Settu et al., 2021) ดังนั้น เพื่อลดผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นจากการใช้ยาสังเคราะห์จึงมีการวิจัยและพัฒนาพืชและสารสำคัญจากพืชที่มีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตเพื่อนำมาใช้ในผู้ป่วยเบาหวาน ข้าวเป็นหนึ่งในธัญพืชที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตเพื่อนำมาใช้ในผู้ป่วยเบาหวานได้ (Budhwar et al., 2020) โดยข้าวเอเชีย (*Oryza sativa* L.) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อยคือ *indica* และ *japonica* ชนิดของข้าวยังสามารถแบ่งย่อยได้โดยใช้กลิ่น ความเหนียว ความยาวของเมล็ด และสีของเมล็ด เป็นต้น (Awan et al., 2017)

ข้าวพื้นเมือง (Indigenous, Landrace rice หรือ Native rice) คือ ข้าวพันธุ์ดั้งเดิมที่ปลูกในท้องถิ่นเป็นเวลานาน บางครั้งอาจเรียกว่า พันธุ์พื้นเมือง (Landraces) พันธุ์ท้องถิ่น (Local varieties) หรือพันธุ์ดั้งเดิม (Traditional varieties) ความหลากหลายของข้าวพันธุ์พื้นเมืองนับว่าเป็นความหลากหลายทางด้านพันธุกรรมที่อยู่คู่ท้องถิ่นมาอย่างยาวนาน ข้าวพันธุ์พื้นเมืองมีลักษณะที่ดีหลายประการ เช่น ทนต่อโรคและแมลงศัตรูพืช รวมทั้งมีความทนต่อสภาพแวดล้อม (ฉวีวรรณ วุฒิญาโณ, 2543) การจำแนกลักษณะข้าวแต่ละสายพันธุ์นั้นอาศัยลักษณะภายนอกในการจำแนก ชาวนาจึงตั้งชื่อเรียกข้าวพื้นเมืองขึ้นมาโดยเฉพาะ ตัวอย่างข้าวพันธุ์พื้นเมืองของไทยที่พบในภาคกลาง เช่น พันธุ์ปิ่นแก้วและเหลืองเลาขวัญ เป็นต้น ข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เช่น พันธุ์เนียงกวางและข้าวใหญ่ เป็นต้น (ประพจน์ พรหมสมบูรณ์ และคณะ, 2559) ข้าวพื้นเมืองแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันทั้งในลักษณะทางสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบทางโภชนาการ ดังนั้น การวิเคราะห์หาสารพฤกษเคมีและการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของข้าวพันธุ์พื้นเมืองจะเป็นการเพิ่มมูลค่าและเป็นการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากข้าวพื้นเมืองให้มากขึ้น

ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์ ลักษณะทางพันธุศาสตร์ : มี 2 ประเภท คือ เป็นข้าวเหนียวแบบไวแสง อายุ 175 วัน และแบบไม่ไวแสง (นาปรัง) อายุ 150 วัน มีลักษณะทางกายภาพ เหมือนกัน คือ ความสูงของลำต้น 120 – 130 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ต้นและใบ สีเขียวเข้ม ข้าวเปลือกเมล็ดใหญ่ ค่อนข้างยาว เปลือกสีเทา ลักษณะข้าวสาร : ข้าวกล้อง สีม่วงดำเข้ม เมื่อขัดขาวแล้ว เนื้อแบ่งเป็นสีขาว

ขุนอมม่วง รสชาติและจุดเด่น : เมื่อหุง (ข้าวกล้อง) หรือหนึ่ง (ข้าวขัดขาว) สุกดีแล้ว จะมีความเหนียวนุ่ม และให้กลิ่นหอมข้าวเหนียวดำชัดเจนมาก

ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี ลักษณะทางพันธุศาสตร์ : เป็นข้าวเจ้าไวแสง อายุ 175 วัน สูง 120 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ต้นและใบสีเขียวเข้ม เปลือกสีเทา มีเมล็ดเรียวยาวคล้ายข้าวเจ้าหอมคำสุตะบุตร มีความทนทานต่อโรคใบไหม้ มีเมล็ดใหญ่และยาวคล้ายข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระ ลักษณะข้าวสาร : ข้าวกล้อง มีสีม่วงดำสนิท ลักษณะเมล็ดเรียวยาว เมื่อขัดขาวแล้ว จะได้ข้าวสารสีขาวใสอมม่วง รสชาติและจุดเด่น : เมื่อหุง (ข้าวกล้อง) หรือหนึ่ง (ข้าวขัดขาว) สุกดีแล้ว จะมีความเหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอมเหมือนข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์

ข้าวเหนียวหอมกุสุมา ข้าวสายพันธุ์นี้เกิดจากการกลายพันธุ์ของข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์ที่กลายเป็นข้าวสีขาว ค้นพบขณะแกะเปลือกคัดเลือกรวงข้าวเพื่อเอาไว้ทำพันธุ์ ลักษณะทางพันธุศาสตร์ : มี 2 ประเภท คือ เป็นข้าวเหนียวแบบไวแสง อายุ 175 วัน และแบบไม่ไวแสง (นาปรัง) อายุ 150 วัน มีลักษณะทางกายภาพ เหมือนกัน คือ ความสูงของลำต้น 120 – 130 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ต้นและใบ สีเขียวเข้ม ข้าวเปลือกเมล็ดใหญ่ ค่อนข้างยาว เปลือกสีเทา ลักษณะข้าวสาร : ข้าวกล้อง สีขาวขุ่น เมื่อขัดขาวแล้ว เนื้อแป้งเป็นสีขาวขุ่น รสชาติและจุดเด่น : เมื่อหุง (ข้าวกล้อง) หรือหนึ่ง (ข้าวขัดขาว) สุกดีแล้ว จะมีความเหนียวนุ่มกลิ่นหอมคล้ายดอกไม้ป่า

ข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระ ลักษณะทางพันธุศาสตร์ : เป็นข้าวเจ้าไวแสง อายุ 170 วัน ต้นและใบสีเขียวสด เมื่อออกรวงต้นมีความสูง 180 – 220 เซนติเมตร ข้าวเปลือกสีฟาง เมล็ดใหญ่ เรียว ยาว ลักษณะข้าวสาร : ข้าวสารสีขาวใส เมื่อขัดขาวแล้ว จะมีความใสวาวอย่างชัดเจน ข้าวสารมีความยาวประมาณ 8 มิลลิเมตร รสชาติ/จุดเด่น : รสชาติเหนียวนุ่ม มีกลิ่นหอม หุงขึ้นหม้อ

ข้าวมีสารพฤกษเคมีสำคัญหลายชนิด เช่น γ -oryzanol วิตามินอี กรดฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ ไฟโตสเตอรอล แอนโทไซยานิน และโพรแอนโทไซยานิน (Bhat and Riar, 2017) นอกจากนี้ยังมีรายงานวิจัยที่ทำการศึกษากุณิธิด้านออกซิเดชัน กุณิธิด้านการอักเสบ กุณิธิด้านเบาหวาน กุณิธิตระดับไขมัน กุณิธิด้านเซลล์มะเร็ง และป้องกันการเสื่อมของเซลล์ประสาทในข้าวหลายสายพันธุ์ (Sen et al., 2020) สารพฤกษเคมีที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันจึงมีประโยชน์โดยตรงในการป้องกันการเกิดโรคหรือความผิดปกติของร่างกายที่มีสาเหตุมาจากภาวะออกซิเดชัน เช่น โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และมะเร็ง เป็นต้น (Budhwar et al., 2020; Munglue et al., 2022, Deng et al., 2013) รายงานว่าฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและสามารถใช้ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ให้สูงเกินไปซึ่งช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวาน เนื่องจากสารประกอบฟีนอลสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ที่ตำแหน่ง ASP197, GLU233 และ ASP300 ซึ่งเป็นตำแหน่งออกฤทธิ์ของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส จึงส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสลดลง (Liu et al., 2017)

ผู้วิจัยจึงศึกษาปริมาณฟีนอลและปริมาณฟลาโวนอยด์รวม การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และฤทธิ์ต้านกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสในข้าวพันธุ์พื้นเมืองทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์ ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี ข้าวเหนียวหอมกุสุมา และข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระ ซึ่งเป็นธัญพืชอีกชนิดหนึ่งที่เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนากลุ่มอาหารฟังก์ชันที่ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาปริมาณฟีนอลและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในข้าวพื้นเมือง 4 สายพันธุ์
- 2.2 เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของข้าวพื้นเมือง 4 สายพันธุ์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีและเครื่องมือ

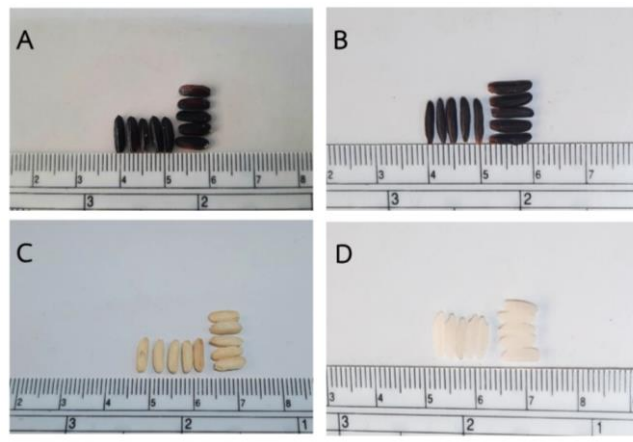
สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ แอลฟาอะไมเลสจากตับอ่อนของหมู (α -amylase), ดีพีพีเอช (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl : DPPH), กรดแกลลิก (Gallic acid), เคอร์ซีติน (Quercetin), กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid), สารละลายฟีนอลฟอลินซีโอแคลตู (Folin Ciocalteu's phenol reagent) และอะคาร์โบส (Acarbose) ซื้อจากบริษัท Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO,

USA) สำหรับโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3), อะลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้ในการทดลองเป็นสารเคมีเกรดวิเคราะห์ (analytical grade) ซื้อจากบริษัท Merck (Darmstadt, Germany)

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ เครื่องเขย่าสารรุ่น ZX3 Advanced (Vortex Mixer ,VELP Scientifica Srl, Italy) เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer ,Eppendorf, Germany) และ เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท (Microplate Reader ,SPECTRO star Nano, BMG LabTech)

3.2 ตัวอย่างข้าว

ตัวอย่างข้าวที่ศึกษา ได้แก่ ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์ ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี ข้าวเหนียวหอมกุสุมา และข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระ ได้จากบ้านชุมเหล็ก หมู่ 8 ตำบลโพนเมืองน้อย อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา นำมาบดให้ละเอียด บรรจุในถุงซิปล็อค แช่ในตู้เย็น -4 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมสกัดต่อไป สำหรับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดข้าวของข้าวแต่ละสายพันธุ์แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ดข้าวที่ใช้ในการทดลอง

หมายเหตุ: (A) ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์ ลักษณะเมล็ดป้อมยาว สีม่วงดำเข้ม (B) ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี ลักษณะเมล็ดเรียวยาว สีม่วงดำสนิท (C) ข้าวเหนียวหอมกุสุมา ลักษณะเมล็ดป้อมยาว สีขาวขุ่น (D) ข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระ ลักษณะเมล็ดเรียวยาว สีขาวใส

3.3 การสกัดข้าว

วิธีการสกัดข้าวดัดแปลงจาก สุโชนีย์ เบญจเหม และคณะ (2557) โดยมีรายละเอียดดังนี้ ซึ่งตัวอย่างข้าวสารบดของข้าวแต่ละสายพันธุ์หนัก 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปวางในอ่างน้ำร้อน (water bath) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นกรองตัวอย่างสารสกัดด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 ได้ตัวอย่างน้ำข้าวสกัด บรรจุในขวดสีชา แช่ในตู้เย็นที่ -4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลรวม

การวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลรวมดัดแปลงจาก Singleton & Rossi (1965) โดยมีรายละเอียดดังนี้ ปิเปตตัวอย่างน้ำข้าวสกัดปริมาตร 1000 ไมโครลิตร ใส่ในขวดไวแอล จากนั้นปิเปต Folin-ciocalteu reagent เข้มข้น 10% ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน เขย่าเป็นเวลา 30 วินาที ด้วย Vortex mixture ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที จากนั้นปิเปต Na_2CO_3 เข้มข้น 5% ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในสารละลาย เขย่าเป็นเวลา 30 วินาที ด้วย Vortex mixture ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 60 นาที นำตัวอย่างไปวัดค่าดูดกลืนด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Eppendorf, Germany) ที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ปริมาณฟีนอลรวมที่คำนวณได้นำเสนอในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัม (mg GAE/20 g grain weight)

3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมดัดแปลงจาก Khantham et al. (2022) โดยมีรายละเอียดดังนี้ ปิเปตตัวอย่างน้ำข้าวสากัดปริมาตร 600 ไมโครลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 2.4 มิลลิลิตร ใส่ในขวดไวแอล ผสมให้เข้ากัน จากนั้นปิเปตสารละลาย NaNO_3 เข้มข้น 5% (w/v) ปริมาตร 180 ไมโครลิตร เขย่านาน 30 วินาที ด้วยเครื่อง Vortex mixture ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้องนาน 5 นาที ปิเปต AlCl_3 เข้มข้น 10% ปริมาตร 180 ไมโครลิตร เขย่าเป็นเวลา 30 วินาที ด้วยเครื่อง Vortex mixture ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 นาที เติมน้ำ NaOH เข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 1.2 มิลลิลิตร และน้ำกลั่นปริมาตร 2.4 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 30 วินาที ด้วยเครื่อง Vortex mixture ตั้งทิ้งไว้อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เทียบกับกราฟมาตรฐานเคอร์ซีติน ค่ารวมปริมาณฟลาโวนอยด์รวมที่วัดค่าได้ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัม (mg QE/20 g gain weight) (สุไณีย์ เบญจเหม และคณะ, 2557)

3.6 การวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH free radical scavenging assay (DPPH assay)

การวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay ดัดแปลงจาก Butsat & Siriamornpun (2010) โดยมีรายละเอียดดังนี้ ปิเปตตัวอย่างน้ำข้าวสากัดปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใส่ใน microplate จากนั้นเติมน้ำ DPPH ปริมาตร 180 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 30 นาที ในที่มืด นำสารละลายตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Microplate Reader (SPECTRO star Nano, BMG LabTech) ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH (Ac) และค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง (As) เทียบกับสารมาตรฐาน คือ กรดแอสคอร์บิก โดยใช้เอทานอลเป็น blank ค่ารวมฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay ของน้ำข้าวสากัดโดยเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิกจากสมการที่ 1 คือ

$$\text{ร้อยละของการต้านออกซิเดชัน} = \frac{(Ac-As)}{Ac} \times 100 \quad (1)$$

ความสามารถในการต้านออกซิเดชันแสดงเป็นค่า IC_{50} (half maximal inhibitory concentration คือ ความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ในการกำจัดอนุมูลอิสระให้ลดลงเหลือ 50%) จากการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าร้อยละการต้านออกซิเดชันกับค่าความเข้มข้นของสารสกัดและนำสมการเส้นตรงจากกราฟมาคำนวณหาค่า IC_{50}

3.7 การวิเคราะห์หาฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

การวิเคราะห์หาฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสดัดแปลงจาก Liu et al. (2017) โดยมีรายละเอียดดังนี้ ปิเปตตัวอย่างน้ำข้าวสากัดปริมาตร 500 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 500 ไมโครลิตร ในหลอดทดลอง จากนั้นปิเปตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส (0.01 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองข้างต้น บ่มสารละลายที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ปิเปตสารละลายน้ำแป้งเข้มข้น 1% ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง ผสมให้เข้ากัน บ่มสารละลายที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นปิเปตสารละลายกรด 3,5 ไดไนโตรซาลิไซลิก ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร เพื่อหยุดปฏิกิริยา แล้วบ่มหลอดทดลองในน้ำเดือด นาน 5 นาที ปล่อยสารละลายในหลอดทดลองให้เย็น เติมน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ 540 นาโนเมตร ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ค่ารวมร้อยละของการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจากสมการที่ 2 โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน คือ อะคาร์โบส

$$\text{ร้อยละของการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส} = \frac{(A540\text{control}-A540\text{treatment})}{A540\text{control}} \times 100 \quad (2)$$

โดย A540 control คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ในหลอดทดลองที่ไม่มีสารสกัดและ A540 treatment คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร ในหลอดทดลองที่มีสารสกัด

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำเสนอผลการศึกษาในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในแต่ละการทดลองทำจำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) หากค่า $P < 0.05$ แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลรวม

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฟีนอลรวมในน้ำข้าวสกัดจากข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์มีค่าสูงสุด ($P < 0.05$) เท่ากับ 20.72 ± 0.31 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัม รองลงมา คือ ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี ข้าวเหนียวหอมกุสุมา และข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระที่มีปริมาณฟีนอลรวมเท่ากับ 16.69 ± 0.19 , 12.81 ± 0.06 และ 9.46 ± 0.25 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัมตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

4.2 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในน้ำข้าวสกัดจากข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 72.62 ± 8.19 มิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัม ($P < 0.05$) รองลงมา คือ ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี ข้าวเหนียวหอมกุสุมา และข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระที่มีปริมาณฟีนอลรวมเท่ากับ 44.17 ± 9.65 , 11.76 ± 1.16 และ 8.07 ± 0.46 มิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัมตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลรวมและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของน้ำสกัดจากข้าว 4 สายพันธุ์

ตัวอย่างที่ศึกษา	ปริมาณฟีนอลรวม (มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อ น้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัม)	ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (มิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซีตินต่อ น้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัม)
ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์	20.72 ± 0.31^a	72.62 ± 8.19^a
ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี	16.69 ± 0.19^b	44.17 ± 9.65^b
ข้าวเหนียวหอมกุสุมา	12.81 ± 0.06^c	11.76 ± 1.16^c
ข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระ	9.46 ± 0.25^d	8.07 ± 0.46^c

หมายเหตุ : ค่าที่นำเสนอ คือ Mean $\pm$ SEM, ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$), $n=3$

4.3 ผลการวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay

ผลการศึกษาพบว่าน้ำข้าวสกัดจากข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์มีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด ($P < 0.05$) เท่ากับ 139.24 ± 1.53 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนน้ำข้าวสกัดจากข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี ข้าวเหนียวหอมกุสุมา และข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระมีค่า IC_{50} เท่ากับ 144.09 ± 2.91 , 425.57 ± 12.11 และ 840.46 ± 12.76 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำข้าวสกัดจากข้าว 4 สายพันธุ์เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay มีค่าเพิ่มขึ้นอีกด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2 สำหรับสารมาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบ คือ กรดแอสคอร์บิก พบว่ามีค่า IC_{50} เท่ากับ 82.15 ± 0.16 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay ของน้ำสกัดจากข้าว 4 สายพันธุ์

ตัวอย่างที่ศึกษา	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ร้อยละการยับยั้ง (%)	IC ₅₀ (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์	50	39.95 ± 1.06 ^c	139.24 ± 1.53 ^b
	100	47.05 ± 0.78 ^b	
	150	53.86 ± 2.56 ^a	
	200	60.19 ± 2.93 ^a	
ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี	50	31.29 ± 6.11 ^c	144.09 ± 2.91 ^c
	100	40.76 ± 2.81 ^{bc}	
	150	52.05 ± 2.52 ^b	
	200	71.05 ± 0.62 ^a	
ข้าวเหนียวหอมกุสุมา	50	5.67 ± 0.47 ^b	425.57 ± 12.11 ^d
	100	8.00 ± 0.46 ^b	
	150	14.43 ± 2.90 ^b	
	200	25.00 ± 1.30 ^a	
ข้าวเจ้าหอมเวสสันดร	50	3.71 ± 0.58 ^b	840.46 ± 12.76 ^f
	100	5.43 ± 1.03 ^b	
	150	7.29 ± 1.82 ^b	
	200	13.33 ± 1.83 ^a	
กรดแอสคอร์บิก			82.15 ± 0.16 ^a

หมายเหตุ : ค่าที่นำเสนอ คือ Mean ± SEM, ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05), n=3

4.4 ผลการวิเคราะห์หาฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสในข้าว 4 สายพันธุ์ พบว่าค่า IC₅₀ ของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์ ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี ข้าวเหนียวหอมกุสุมา และข้าวเจ้าหอมเวสสันดร มีค่าเท่ากับ 4.78 ± 0.44, 4.98 ± 0.06, 5.78 ± 0.02 และ 5.15 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (P<0.05) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3 นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อความเข้มข้นของน้ำสกัดจากข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์เพิ่มขึ้นส่งผลให้ฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย สำหรับสารมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบในการทดลองนี้ คือ อะคาร์โบส พบว่ามีค่า IC₅₀ เท่ากับ 0.42 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของน้ำสกัดจากข้าว 4 สายพันธุ์

ตัวอย่างที่ศึกษา	ความเข้มข้น (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	ร้อยละการยับยั้ง (%)	IC ₅₀ (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)
ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์	0	0.00 ± 0.00 ^d	4.78 ± 0.44 ^b
	1	20.26 ± 1.48 ^c	
	3	41.30 ± 0.59 ^b	
	5	51.10 ± 5.64 ^a	
ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี	0	0.00 ± 0.00 ^d	4.98 ± 0.06 ^b
	1	14.30 ± 0.41 ^c	
	3	35.79 ± 0.15 ^b	
	5	50.16 ± 0.29 ^a	
ข้าวเหนียวหอมกุสุมา	0	0.00 ± 0.00 ^d	5.77 ± 0.02 ^b
	1	18.29 ± 1.06 ^c	
	3	29.31 ± 0.33 ^b	
	5	43.22 ± 0.13 ^a	
ข้าวเจ้าหอมเวสสันดร	0	0.00 ± 0.00 ^d	5.15 ± 0.05 ^b
	1	13.04 ± 0.08 ^c	
	3	41.47 ± 2.89 ^b	
	5	48.53 ± 0.50 ^a	
อะคาร์โบส			0.42 ± 0.01 ^a

หมายเหตุ : ค่าที่นำเสนอ คือ Mean ± SEM, ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวดังแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05), n=3

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฟีนอลและปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสในข้าวพื้นเมือง 4 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์ ข้าวเจ้าหอมเพชรราตรี ข้าวเหนียวหอมกุสุมา และข้าวเจ้าหอมเวสสันดร ผลการศึกษาพบว่าข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์มีปริมาณฟีนอลรวมและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay และฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์มีค่า IC₅₀ ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวชนิดอื่น ๆ รวมทั้งเมื่อเทียบกับข้าวสีด้าที่ Pang et al. (2018) ได้ทำการศึกษา และเมื่อพิจารณาข้าวขาวผลการศึกษาพบว่าข้าวเหนียวหอมกุสุมามีปริมาณฟีนอลรวมและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงกว่าข้าวเจ้าหอมเวสสันดร นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay ข้าวเหนียวหอมกุสุมามีค่า IC₅₀ ต่ำกว่าข้าวเจ้าหอมเวสสันดรและต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับข้าวสีขาวที่ Pang et al. (2018) ได้ทำการศึกษา แต่ฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของข้าวเจ้าหอมเวสสันดรมีค่า IC₅₀ ต่ำกว่าข้าวเหนียวหอมกุสุมาและต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับข้าวสีขาวที่ Pang et al. (2018) ได้ทำการศึกษา ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในอุตสาหกรรมอาหารและเป็นสารยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสในอุตสาหกรรมยาได้

ข้าวหลายสายพันธุ์มีปริมาณฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลสูง โดยแอนโทไซยานินจัดเป็นสารประกอบฟีนอลชนิดหนึ่งที่พบในเมล็ดข้าวที่มีสีดำ (Mackon et al., 2021) ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์และข้าวเจ้าหอมเพชรราตรีซึ่งมีสีดำนั้นมีปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมสูงกว่าข้าวเหนียวหอมกุสุมาและข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระซึ่งมีเมล็ดสีขาว ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Pang et al. (2018) ที่พบว่าปริมาณฟีนอลรวมในเมล็ดข้าวสีแดงและดำมีค่าสูงกว่าเมล็ดข้าวสีขาว แต่อย่างไรก็ตามเมล็ดข้าวที่มีสีดำเหมือนกันกลับมีปริมาณฟีนอลรวมแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะชนิดของพันธุ์ของข้าวมากกว่าลักษณะของสีที่ปรากฏ เช่นในข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์และข้าวเจ้าหอมเพชรราตรีที่มีปริมาณฟีนอลและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมที่ต่างกัน นอกจากนี้รูปแบบการเพาะปลูก สภาพแวดล้อมในระหว่างการเจริญเติบโต กระบวนการเก็บเกี่ยว การสีข้าว และการเก็บรักษาล้วนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณฟีนอลรวมในเมล็ดข้าวแทบทั้งสิ้น

ความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในกระบวนการต้านออกซิเดชันนั้นขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการจับกับอนุมูลอิสระ (Munglue et al., 2022) มีรายงานกล่าวว่าเมล็ดข้าวสีดำซึ่งมีปริมาณของแอนโทไซยานินสูงมักมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH และ ABTS⁺ assay ได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับกรดแอสคอร์บิก (Hao et al., 2015) นอกจากนี้ยังมีรายงานที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแอนโทไซยานินกับฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่มีความคล้ายคลึงกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลกับฤทธิ์ต้านออกซิเดชันอีกด้วย (Toshima et al., 2021) ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์และข้าวเจ้าหอมเพชรราตรีซึ่งมีเมล็ดสีดามีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay สูงกว่าข้าวเหนียวหอมกุสุมาและข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระที่มีเมล็ดสีขาว ในขณะที่สารมาตรฐาน คือ กรดแอสคอร์บิกมีค่า IC₅₀ ต่ำกว่าค่า IC₅₀ ของน้ำข้าวสากทุกสายพันธุ์ โดยข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์มีค่า IC₅₀ ใกล้เคียงกับค่า IC₅₀ ของกรดแอสคอร์บิกมากที่สุด ซึ่งงานวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Pang et al. (2018) ที่พบว่าเมล็ดข้าวที่มีสีดามีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay สูงกว่าเมล็ดข้าวที่มีสีแดงถึง 5.4 เท่า และสูงกว่าเมล็ดข้าวที่มีสีขาวถึง 16 เท่า เนื่องจากในเมล็ดข้าวที่มีสีดำพบสารในกลุ่มฟีนอลที่สำคัญ เช่น กรดแกลลิก กรดโพรโทคาเททิซอิก กรด 2,5-ไดไฮดรอกซีเบนโซอิก กรดวานิลลิก กรดเฟอร์ูลิก และกรดไซแนฟิกซึ่งมีความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH และ ABTS⁺ assay ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์และข้าวเจ้าหอมเพชรราตรีสามารถพัฒนาเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มได้

การใช้อยาสังเคราะห์เพื่อรักษาระดับน้ำตาลมักมีผลข้างเคียงต่อผู้ป่วย เช่น ปวดศีรษะ คลื่นไส้ และมีภาวะโลหิตจาง ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืชที่มีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีผลข้างเคียงน้อยกว่า ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าน้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์และข้าวเจ้าหอมเพชรราตรีมีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสโดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 4.78 ± 0.44 และ 4.98 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าข้าวเหนียวหอมกุสุมาและข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระที่มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 5.77 ± 0.02 และ 5.15 ± 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อทำการทดสอบในระดับหลอดทดลอง อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ อะคาร์โบส แล้วพบว่าน้ำสกัดจากข้าวมีค่า IC₅₀ สูงกว่าค่า IC₅₀ ของอะคาร์โบส (0.42 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์และข้าวเจ้าหอมเพชรราตรีสามารถพัฒนาเป็นโคขนเภสัชเพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือดได้ (Deng et al., 2013) ปัจจุบันมีการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจากสารสกัดเมล็ดข้าวหลากหลายสายพันธุ์ โดยฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของแอลฟาอะไมเลสของน้ำข้าวสากนี้เกี่ยวข้องกับสารประกอบฟีนอล เช่น โพรแอนโทไซยานินส์ เนื่องจากสารในกลุ่มนี้มีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl groups) ที่สามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนหรือแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลที่ไม่ชอบน้ำที่ตำแหน่งออกฤทธิ์ (active sites) ภายในโครงสร้างของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสได้ (Liu et al., 2017; Settu et al., 2021) เช่นในรายงานของ Yawadio et al. (2007) ที่พบว่าสารประกอบฟีนอลที่แยกได้จากเมล็ดข้าวที่มีสีดำประกอบด้วยไซยานิดิน-3-กลูโคไซด์ เคอร์ซีทิน และกรดเฟอร์ูลิก ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อัลโดรีดักเทส (aldose reductase)

สารประกอบฟีนอลในเมล็ดข้าวสีแดงสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนได้ที่ตำแหน่ง ASP197, GLU233 และ ASP300 ซึ่งเป็นตำแหน่งออกฤทธิ์ของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส จึงส่งผลให้กิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสลดลง ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าน้ำสกัดจาก

ข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์และข้าวเจ้าหอมเพชรราตรีผลการศึกษาพบว่าในปริมาณฟีนอลรวมเท่ากับ 20.72 ± 0.31 และ 16.69 ± 0.19 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัมตามลำดับซึ่งสูงกว่าข้าวเหนียวหอมกุสุมาและข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระที่มีปริมาณฟีนอลรวมเท่ากับ 12.81 ± 0.06 และ 9.46 ± 0.25 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัมตามลำดับ และปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงสุดเท่ากับ 72.62 ± 8.19 และ 44.17 ± 9.65 มิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัมตามลำดับซึ่งสูงกว่าข้าวเหนียวหอมกุสุมาและข้าวเจ้าหอมเวสสันตะระที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์รวมเท่ากับ 11.76 ± 1.16 และ 8.07 ± 0.46 มิลลิกรัมสมมูลเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักเมล็ดข้าว 20 กรัมตามลำดับ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Liu et al. (2017) ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าข้าวเหนียวดำสีลาภรณ์และข้าวเจ้าหอมเพชรราตรีสามารถนำพัฒนาเป็นอาหารฟังก์ชันเนื่องจากมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและมีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจึงเหมาะสมต่อผู้ป่วยเบาหวานที่จะใช้ในการลดระดับน้ำตาลในเลือด

5.2 ข้อเสนอแนะ

ควรแยกสารสำคัญจากน้ำข้าวสาคั่วเพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและมีฤทธิ์ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี จ. อุบลราชธานี ที่สนับสนุนอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัย ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ. มหาสารคาม

7. เอกสารอ้างอิง

- ฉวีวรรณ วุฒิญาโณ. (2543). ข้าวพื้นเมืองไทย: เอกสารวิชาการ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยข้าว ศูนย์วิจัยข้าว ปทุมธานี ศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติ.
- ประพจน์ พรหมสมบุญ, ทรงศักดิ์ จันทร์อุดม, อนุสรณ์ วิเศษสิงห์, สุธัญญา พรหมสมบุญ และคัชชา กาญจนจันทร์. (2559). การรวบรวมพันธุ์และศึกษาลักษณะทางการเกษตรของข้าว (*Oryza sativa* L.) พันธุ์พื้นเมืองไทย. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 34(3), 126-132. Retrieved from <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agritechjournal/article/view/181006>
- สุไชนีย์ เบญจเหม, เทวี ทองแดง, คาร์ริลา และเนตรนภิส อ่องสุวรรณ. (2557). ผลของวิธีการให้ความร้อนและระยะเวลาต่อคุณภาพของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำ [เอกสารนำเสนอ]. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 52, กรุงเทพฯ, ประเทศไทย. Retrieved from https://kukrdb.lib.ku.ac.th/proceedings/KUCON/search_detail/download_digital_file/13668/89411
- Awan, T.H., Ahmadizadeh, M., Jabran, K., Hashim, S., & Chauhan, B.S. (2017). Domestication and development of rice varieties. In: Chauhan, B., Jabran, K., Mahajan, G. (eds). *Rice Production Worldwide*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47516-5_9
- Bhat, F.M., & Riar, C.S. (2017). Characterizing the pigmented traditional rice varieties grown in temperate regions of Kashmir (India) for free and bound phenolics compounds and *in vitro* antioxidant properties. *Journal of cereal science*, 76, 253-262. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.06.018>
- Budhwar, S., Chakraborty, M., Sethi, K., & Chatterjee, A. (2020). Antidiabetic properties of rice and wheat bran-A review. *Journal of food biochemistry*, 44(10), e13424. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13424>

- Butsat, S., & Siriamornpun, S. (2010). Phenolic acids and antioxidant activities in husk of different Thai rice varieties. *Food science and technology international*, 16(4), 329-336.
<https://doi.org/10.1177/1082013210366966>
- Deng, G.F., Xu, X. R., Zhang, Y., Li, D., Gan, R.Y., & Li, H.B. (2013). Phenolic compounds and bioactivities of pigmented rice. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(3), 296-306.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2010. 529624>
- Hao, J., Zhu, H., Zhang, Z., Yang, S., & Li, H. (2015). Identification of anthocyanins in black rice (*Oryza sativa* L.) by UPLC/Q-TOF-MS and their *in vitro* and *in vivo* antioxidant activities. *Journal of cereal science*, 64, 92-99.
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.05.003>
- Khantham, C., Linsaenkart, P., Chaitep ,T.,..., & Ruksiriwanich, W. (2022). Antioxidation, anti-inflammation, and regulation of SRD5A gene expression of *Oryza sativa* cv. bue Bang 3 CMU husk and bran extracts as androgenetic alopecia molecular treatment substances. *Plants*, 11(3), 330. <https://doi.org/10.3390/plants11030330>
- Liu, M., Hu, B., Zhang, H., Zhang, Y., Wang, L., Qian, H., & Qi, X. (2017). Inhibition study of red rice polyphenols on pancreatic α -amylase activity by kinetic analysis and molecular docking. *Journal of cereal science*, 76, 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.04.011>
- Mackon, E., Jeazet Dongho Epse Mackon, G.C., Ma, Y., ..., & Liu, P. (2021). Recent insights into anthocyanin pigmentation, synthesis, trafficking, and regulatory mechanisms in rice (*Oryza sativa* L.) caryopsis. *Biomolecules*, 11(3), 394. <https://doi.org/10.3390/biom11030394>
- Munglue, P., Rattana, K., Sangchanjiradet, S., Yarksa, N., & Aoki, S. (2022). Preliminary phytochemical screening and antioxidant activity of *Dioscorea alata* L. *Advanced science journal*, 22(2): R83 - R100. Retrieved from <https://li02.tci-thaijo.org/index.php/adscij/article/view/400>
- Pang, Y., Ahmed, S., Xu, Y., Beta, T., Zhu, Z., Shao, Y., & Bao, J. (2018). Bound phenolic compounds and antioxidant properties of whole grain and bran of white, red and black rice. *Food chemistry*, 240, 212-221. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.095>
- Sen, S., Chakraborty, R., & Kalita, P. (2020). Rice - not just a staple food: A comprehensive review on its phytochemicals and therapeutic potential. *Trends in food science & technology*, 97, 265-285.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.022>
- Settu, R., Selvaraj, D., & Padikasan, I. A. (2021). GCMS profiling and in silico screening of alpha-amylase inhibitors in traditional pigmented rice varieties (*Oryza sativa* Linn) of Tamil Nadu. *Food bioscience*, 42, 101154.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101154>
- Singleton, V.L., & Rossi, J.A., Jr. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphothungstic acid reagents. *American journal of enology and viticulture*, 16, 144-158.
<https://doi.org/10.5344/ajev.1965. 16.3.144>
- Toshima, S., Hirano, T., & Kunitake, H. (2021). Comparison of anthocyanins, polyphenols, and antioxidant capacities among raspberry, blackberry, and Japanese wild Rubus species. *Scientia horticulturae*, 285, 110204. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110204>

- Weyer, C., Bogardus, C., Mott, D.M., & Pratley, R.E. (1999). The natural history of insulin secretory dysfunction and insulin resistance in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *The Journal of clinical investigation*, 104(6), 787-794. <https://doi.org/10.1172/JCI7231>
- Yawadio, R., Tanimori, S., & Morita, N. (2007). Identification of phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. *Food chemistry*, 101(4), 1616-1625. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.04.016>

การทำแพลตฟอร์มการแปลงค่าหน่วยพิกัดในงานสำรวจ Building a coordinate unit conversion platform in survey work

แดน อุตพงษ์¹, เสาวรส หะสิทธิ์¹, ไชยนันท์ รัตนโชตินันท์¹, กฤษ คำคุณธรรม¹,
มนพัทธ์ สาสิงห์¹, จรัส รัตนโชตินันท์¹, จุฬาวลัย นนตะพันธ์², กิตติชัย รัตนโชตินันท์² และ
นรณญา วัฒนไย^{1*}

Dan Auttarapong¹, Saowarot Hasita¹, Chaiyanunt Rattanashotinunt¹, Krit Kumnoontum¹,
Monapat Sasingha¹, Jaran Ratanachotinunt¹, Jurawun Nontapon², Kittichai Rattanachotinunt² and
Narunya Watthanayai^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและบริหารงานก่อสร้าง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

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

²นักวิจัยอิสระ

²Independent researcher

บทคัดย่อ

การแปลงค่าพิกัดด้วยโปรแกรม Google Map หรือ Google Earth มักจะเกิดปัญหาเนื่องจากค่าพิกัดที่ใช้ในแต่ละโปรแกรมมีค่าไม่เท่ากัน ทำให้บางครั้งจำเป็นต้องทำการแปลงค่าพิกัดก่อนที่จะนำไปใช้ แต่ทั้งนี้ปัญหาในการแปลงค่าพิกัดโดยทั่วไปนั้นสามารถทำได้เพียงครั้งละหนึ่งค่า การพัฒนาแพลตฟอร์มเพื่อหาค่าพิกัดทีละหลาย ๆ ค่าพร้อมกันโดยมีการประยุกต์นำโปรแกรม Microsoft Excel มาใช้ในการเรียนเพื่อเป็นการพัฒนาศักยภาพทางด้านการศึกษา ดังนั้นการวิจัยนี้เป็นการศึกษาข้อมูลจากการทำแพลตฟอร์มการหาค่าพิกัดในงานสำรวจเพื่อหาค่าพิกัดและความละเอียดของตำแหน่งที่ได้จากแพลตฟอร์มนี้ เมื่อคำนวณหาค่าพิกัดแล้วจากการหาพื้นที่ทั้ง 3 พื้นที่ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบค่าพิกัดกัน โดยยึดการทำการสำรวจด้วย Google Map และ Google Earth เพื่อคิดหาเป็นเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ 0.0015-0.0016 % จึงสามารถนำข้อสรุปไปประยุกต์ใช้งานกับการสำรวจได้เหมาะสมมากขึ้น

คำสำคัญ: การหาค่าพิกัด, แพลตฟอร์มการหาค่าพิกัดในงานสำรวจ, Google Map, Google Earth

Abstract

Converting coordinate values with programs, Google Map or Google Earth, often causes problems because the coordinate values used in each program are not the same. Sometimes it is necessary to convert coordinates before using it. However, the general problem of converting coordinates is that only one value can be done at a time. Developing a platform to find multiple coordinate values at the same time. It has been developed through the Excel, for use in studying and developing potential in education. Therefore, this research is a study of data from a coordinate finding platform for survey work in order to find coordinates and location resolution obtained from this platform. Once the coordinates have been calculated from finding all 3 areas, the results are compared with the

* Corresponding author : narunya010260@gmail.com

Received: 24 สิงหาคม 2566

Revised: 20 กันยายน 2566

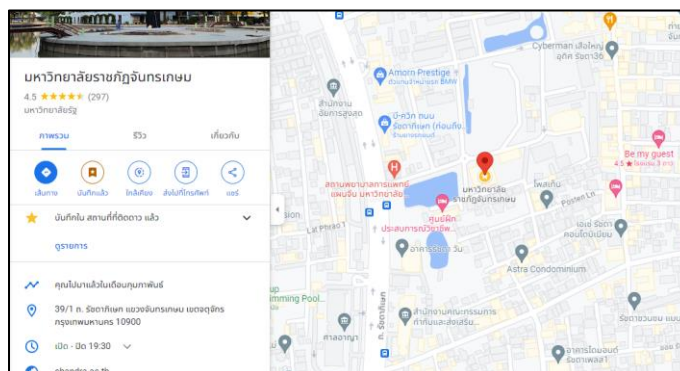
Accepted: 30 ตุลาคม 2566

coordinates. Based on surveying with Google Map and Google Earth to calculate the percentage error. It was found that the error value was approximately 0.0015-0.0016 %. The conclusions can be applied to the survey more appropriately.

Keywords: Coordinate determination, surveying platform, Google Map, Google Earth

1. บทนำ

การค้นหาเส้นทาง และให้ข้อมูลเบื้องต้นของสถานที่นั้นๆ เช่น ที่ตั้ง รายละเอียดการติดต่อ เส้นทางเดินทาง จุดเด่นของ Google Maps คือ การบริการแผนที่และ ภาพถ่ายดาวเทียม ที่ครอบคลุมทั่วโลก ด้วยจุดเด่นเรื่องแผนที่ และการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน สามารถใส่ข้อมูล ที่เป็นภาพ ข้อความ รายละเอียดเบื้องต้นได้ จึงสามารถประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนได้ ทั้งการ กำหนดเป้าหมายในการเข้าถึงแหล่งความรู้ต่างๆ รอบโรงเรียน การกำหนดจุดเยี่ยมชม ระยะทางในการเดินทาง เวลา และรูปแบบในการเดินทางไป ยังเป้าหมาย ทำให้เกิดความสะดวกต่อการทำงาน ช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



ภาพที่ 1 ภาพจาก Google Map

Google Earth คือ โปรแกรมที่ถูกสร้างและพัฒนาโดยบริษัท กูเกิ้ล จำกัด เพื่อดูภาพถ่ายทางอากาศที่แม่นยำที่สุด ซึ่งโปรแกรมนี้ ปัจจุบันถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจนสามารถเก็บข้อมูลเกือบ 100% โดยการทำงานของ Google Earth จะทำงานในรูปแบบ Client Server และก็สามารถเข้าไปทดลองใช้งานหรือนำไปพัฒนาในด้านต่างๆ ได้ฟรี



ภาพที่ 2 ภาพจาก Google Earth

ในปัจจุบันปัญหาเรื่องการหาค่าพิกัดในไทยมีจำนวนมาก เนื่องจากค่าพิกัดที่ได้มานั้น มีค่าที่ใช้หน่วยต่างกัน ส่งผลให้การค้นหาข้อมูลในแพลตฟอร์ม google map หรือ google earth บางครั้งพิกัดจะมีค่าไม่ตรง โดยจะต้องมีการแปลงค่าพิกัดเพื่อหาตำแหน่งที่ต้องการก่อนจึงจะสามารถนำค่าไปใช้งานได้ซึ่งสามารถแปลงได้ที่ละพิกัด โดยในประเทศไทยมีการใช้หน่วยวัดพิกัดอยู่ 2 ระบบใหญ่ๆ คือ ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems) ละติจูด (N) ลองจิจูด (E) และระบบพิกัดกริด UTM (UTM Grid Coordinate) เพื่อการวัดและการคำนวณหาตำแหน่งของจุดบนผิวโลก หรือหาความสัมพันธ์ของจุดต่างๆ ซึ่งเป็นตัวแทนของสิ่งต่างๆ บนภูมิประเทศ โดยในอดีตมีการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับการสำรวจมาอย่างต่อเนื่อง โดยนำความรู้ด้านเรขาคณิตและตรีโกณมิติ มาใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งของจุดบนพื้นผิวโลก เพื่อจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ และแผนที่ในกิจการทางทหาร

งานวิจัยการสำรวจเรียกอีกอย่างว่า งานรังวัด โดยนำข้อมูลทางสถิติและความน่าจะเป็นมาใช้ในการคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนในการรังวัด ผลลัพธ์ที่คำนวณได้คือตำแหน่งของจุดบนผิวโลก ซึ่งอาจพิจารณาจำแนกเป็น 3 วิธีตามอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีการหา ดังนี้ 1) สำรวจโดยวัดบนพื้นดิน (Ground Survey) 2) สำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial Survey) 3) สำรวจด้วยภาพถ่ายดาวเทียม (Remote Sensing) การสำรวจมีความมุ่งหมายหรือจุดประสงค์แตกต่างกันไปในงานวิศวกรรม โดยเป็น 3 กรณีคือ 1) การรังวัดเพื่อการจัดทำแผนผังหรือแผนที่ 2) การรังวัดเพื่อการก่อสร้าง 3) การรังวัดเพื่อหาสิ่งที่ต้องการรู้

งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา Google Earth อาทิ นรินทร์ จรุงรัตนพัทธ์ และ กฤติณ สุโดโต (2563) ได้พัฒนาคู่มือการใช้ Google Earth สำหรับการวางแผนแปลงตัวอย่างถาวร และ ปราณี สุนทรศิริ (2543) ได้พัฒนาการรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ จากข้อมูลข้างต้นทางคณะผู้จัดทำมีแนวคิดที่จะพัฒนาแพลตฟอร์ม เพื่อหาค่าพิกัดจากแปลงได้ที่ละพิกัด เป็นการแปลงค่าพิกัดหลายๆ ค่าพร้อมกันได้ โดยพัฒนาผ่านโปรแกรม Microsoft Excel

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การทำแบบฟอร์มการแปลงค่าพิกัดทางผู้วิจัยได้คิดที่จะทำแบบฟอร์มเพื่อจะสามารถแปลงค่าพิกัดโดยจะใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยคณะผู้จัดทำได้เริ่มวางแผนขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยได้มีการใช้ระบบพิกัด 2 ระบบคือระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems) ละติจูด (N) ลองจิจูด (E) และระบบพิกัดกริด UTM (UTM Grid Coordinate)

2.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems) คือระบบพิกัดที่ใช้บอกค่าตำแหน่งต่างๆบนพื้นโลก โดยวิธีการอ้างอิงตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมแบบละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ตามค่าระยะเชิงมุมที่ห่างจากศูนย์กำเนิด (Origin) ของละติจูดและลองจิจูดที่กำหนดขึ้นสำหรับศูนย์จุดกำเนิดของละติจูด (Origin of Latitude) นั้นเกิดขึ้นจากแนวระดับที่ตัดผ่านศูนย์กลางของโลกและตั้งฉากกับแกนหมุน เราเรียกแนวระนาบศูนย์กำเนิดนั้นว่า เส้นศูนย์สูตร (Equator) ซึ่งจะทำให้การแบ่งโลกออกเป็น 2 ซีกคือ ซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ โดยค่าระยะเชิงมุมของละติจูด จะเป็นค่าเชิงมุมที่เกิดจากมุมที่ศูนย์กลางของโลก กับแนวระดับฐาน กำเนิดมุมที่เส้นศูนย์สูตร ที่วัดค่าของมุมออกไปทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้มีค่าเชิงมุม 90 องศา โดยแสดงรูปแบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinates Format) ในตารางที่ 1 ค่าองศา, ลิปดา, มิลลิปดา

ตารางที่ 1 ค่าองศา, ลิปดา, ฟลิปดา

หน่วย	ค่า	สัญลักษณ์	ตัวย่อในภาษาอังกฤษ	ค่าประมาณในหน่วยเรเดียน
องศา	1/360 ของวงกลม	°	deg	17.4532925 mrad
ลิปดา (ARCMINUTE)	1/60 องศา	'	arcmin, amin, ' , MOA	290.8882087 μrad
ฟลิปดา (ARCSECOND)	1/60 ของลิปดา	"	arcsec	4.8481368 μrad
มิลลิฟลิปดา (MILLIARCSECOND)	1/1000 ของฟลิปดา		mas	4.8481368 nrad

2.2 ระบบพิกัดกริด UTM (UTM Grid Coordinate) ใช้บอกค่าเป็นตัวเลข โดยที่ต้องอ่านค่าของเส้นกริดตั้ง (แกน X ทางตะวันออก) และ เส้นกริดราบ (แกน Y ทางเหนือ) ตัดกันทั้ง 2 แกน ที่เส้นกริดตั้งและราบมีตัวเลขตัวใด 2 ตัวกำกับไว้ทุกเส้น มีหน่วยที่วัดเป็น เมตร การหลักอ่านมีหลักดังนี้

2.2.1 ให้อ่านเพียงตัวเลขใหญ่ที่กำกับไว้ในแต่ละเส้นกริด

2.2.2 ให้อ่านตัวเลขใหญ่ประจำเส้นกริดตั้งก่อน เป็นการอ่านพิกัดที่เรียกว่า Read Right โดยให้อ่านจากซ้ายไปขวาแล้วอ่านตัวเลขใหญ่ประจำเส้นกริดราบ โดยอ่านจากข้างล่างขึ้นข้างบน

2.2.3 การอ่านตัวเลขจึงประกอบด้วย 2 ส่วนส่วนแรก หรือ ครึ่งแรกเป็นตัวเลขอ่านไปทางขวาส่วนหลัง หรือ ครึ่งหลังเป็นตัวเลขอ่านขึ้นข้าง

2.2.4 ถ้าอ่านเพียงจุดครึ่ง 1,000 เมตร ตัวเลขจะประกอบด้วย 4 ตัว, 100 เมตรตัวเลขจะประกอบด้วย 6 ตัว, 10 เมตร ตัวเลขจะประกอบด้วย 8 ตัว

การแปลงค่าพิกัดจะเริ่มจากนำค่าพิกัดที่ได้จากแพลตฟอร์ม Google Earth หรือ Google map มาแทนในสูตรที่ (1) เพื่อแปลงระบบพิกัดจากระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems) มาเป็นระบบพิกัดกริด UTM (UTM Grid Coordinate)

$$\text{องศา} \times \text{ลิปดา } 60 + \frac{\text{ฟลิปดา}}{3600} \quad (1)$$

$$\text{ตัวอย่าง เช่น } 45^{\circ}30'42'' = 45^{\circ} + \frac{30}{60} + \frac{42}{60 \times 60} = 45.5116$$

และสูตรที่ (2) เพื่อแปลงระบบพิกัดกริด UTM (UTM Grid Coordinate) มาเป็นระบบพิกัดจากระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems)

เลขหน้าทศนิยม = องศา

ลิปดา = เลขหลังทศนิยม $\times 60$

ฟลิปดา = เลขหลังทศนิยมของลิปดา $\times 60$

(2)

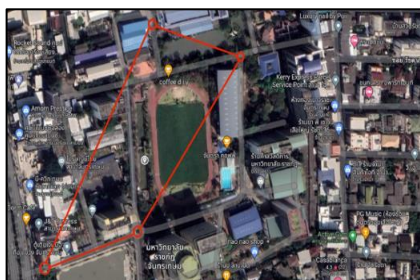
ตัวอย่างเช่น มุมองศา $\rightarrow$ ลิปดา $\rightarrow$ ฟลิปดา

$$\begin{aligned} &27.7592 \\ &27^{\circ} .7592' \times 60' \\ &27^{\circ} 45.552 \\ &27^{\circ} 45' .552 \times 60 \\ &27^{\circ} 45' 33.12'' \end{aligned}$$

ผู้วิจัยได้ทำเขียนสูตรลงในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อแปลงระบบพิกัดจากระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems) เป็นระบบพิกัดกริด UTM (UTM Grid Coordinate) และสามารถแปลงกลับจากระบบพิกัดกริด UTM (UTM Grid Coordinate) มาเป็นระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems) โดยการแปลงค่าพิกัดหลายๆ ค่าพร้อมกันได้

3. วิธีการดำเนินวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการนำข้อมูลค่าพิกัดจากแพลตฟอร์ม Google Map หรือ Google Earth จำนวน 3 พื้นที่ และทำการหาค่าพิกัดในพื้นที่นั้นๆ จำนวน 4 ค่าพิกัด คือ พื้นที่บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม พื้นที่พิกัดโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม และพื้นที่พิกัดรอบศาลาอาญาหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมดังแสดงในภาพที่ 4 โดยทำการเก็บค่าพิกัดทั้ง 2 แบบคือระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate systems) เป็นระบบพิกัดกริด UTM (UTM Grid Coordinate) แล้วมาแปลงค่าพิกัดทั้ง 2 ระบบในโปรแกรม Microsoft excel ที่ได้ทำการเขียนสูตรแปลงค่าพิกัดในงานสำรวจดังแสดงในภาพที่ 5 เพื่อคำนวณหาค่าคลาดเคลื่อนต่อไป



พิกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม



พิกัดรอบโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย
ราชภัฏจันทรเกษม

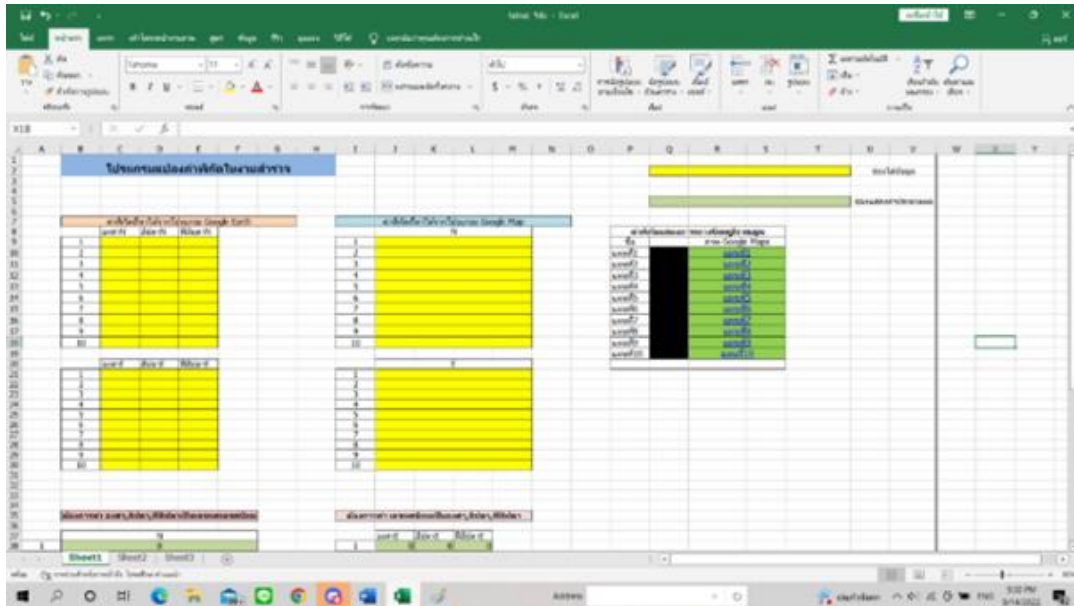


พิกัดรอบศาลาอาญาหน้ามหาวิทยาลัยราช
ภัฏจันทรเกษม

ภาพที่ 4 พื้นที่ศึกษาจากแพลตฟอร์ม Google Map

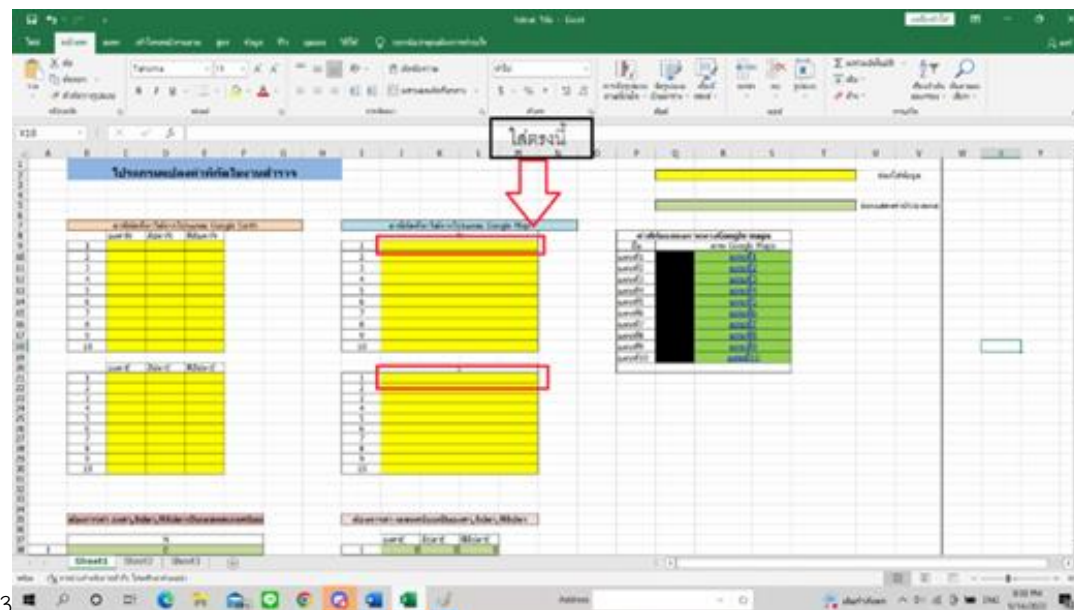
3. ผลการวิจัย

จากผลการทดสอบแพลตฟอร์มการหาค่าพิกัดในงานสำรวจจะได้ว่า เมื่อนำค่าพิกัดจาก Google Map หรือ Google Earth แล้วนำค่าพิกัดไปแปลงในโปรแกรมที่ทำไว้ใน Excel ก็จะได้ค่าพิกัดที่ต้องการ ซึ่งจะมีกระบวนการทำดังนี้เมื่อต้องการหาค่าพิกัดนั้นจะต้องหาค่าพิกัดที่สนใจ สามารถหาค่าพิกัดได้จาก Google Maps



ภาพที่ 5 โปรแกรมแพลตฟอร์มเรื่องการหาค่าพิกัดในงานสำรวจ

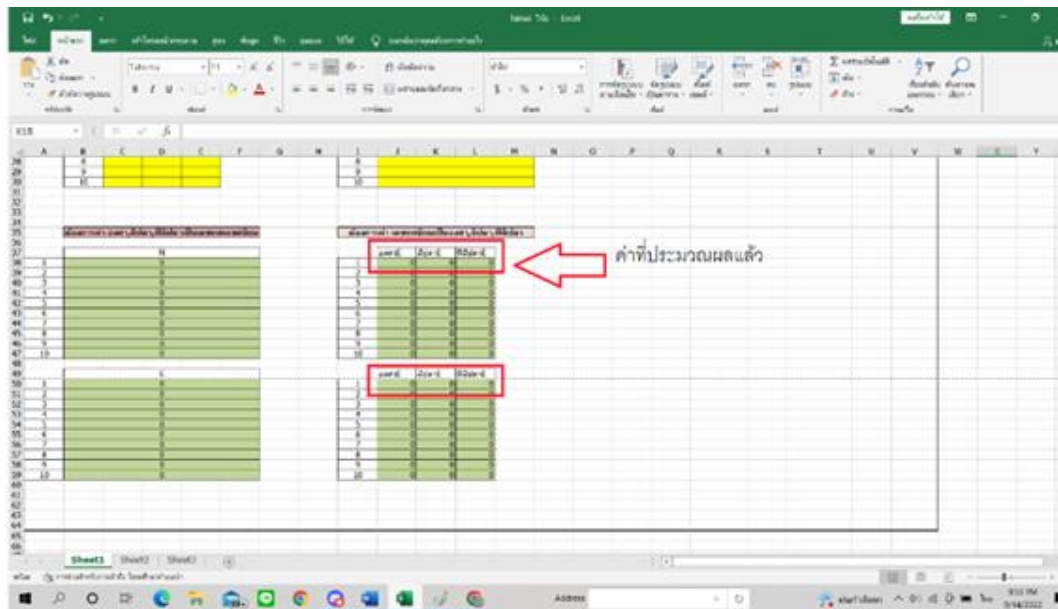
นำค่าพิกัดที่ได้มาจากแพลตฟอร์ม Google Map ใส่ทั้งค่า E และ N



3

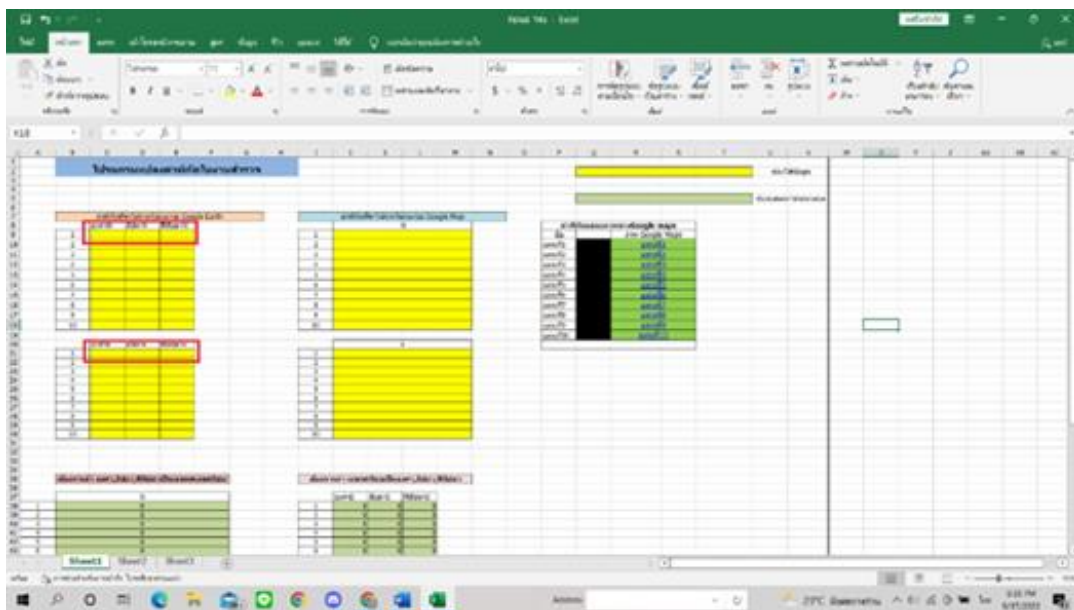
ภาพที่ 6 ช่องสำหรับใส่ค่าพิกัดของแพลตฟอร์ม Google Map ทั้ง E และ N

เมื่อทำการใส่ค่าพิกัดที่ได้ก็จะประมวลผลออกมาเป็นค่า องศา ลิปดาฟิลิปดา ทั้งค่า E และ N



ภาพที่ 7 ค่าพิกัดประมวณเป็น องศา ลิปดา ฟลิปดา

เมื่อได้ค่า องศา ลิปดา และ ฟลิปดา ก็สามารถนำใส่ค่าในช่องของแพลตฟอร์ม Google Earth ได้



ภาพที่ 8 ช่องใส่ค่าพิกัดของแพลตฟอร์ม Google Earth

เมื่อทำการประมวลค่าได้แล้วก็จะได้ค่าพิกัดเลขทศนิยม

4. สรุปผลการวิจัย

ผลรายงานการวิจัยซึ่งได้การนำข้อมูลค่าพิกัดจากแพลตฟอร์ม Google Map หรือ Google Earth จำนวน 3 พื้นที่ และทำการหาค่าพิกัดในพื้นที่นั้นๆจำนวน 4 ค่าพิกัด พบว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมแพลตฟอร์มการหาค่าพิกัดในงานสำรวจผลที่ได้คือค่าพิกัดมีคลาดเคลื่อนอยู่ร้อยละ 0.0015 - ร้อยละ 0.006

5. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลรายงานการวิจัยโปรแกรมแพลตฟอร์มการหาค่าพิกัดในงานสำรวจ ได้ทำการศึกษาค่าพิกัดจาก 3 พื้นที่มาหาค่าพิกัดดูแล้วจะสามารถหาค่าที่ต้องการได้แต่อาจจะยังไม่สมบูรณ์ทั้งหมด เนื่องจากโปรแกรมนี้อย่างไม่สามารถคำนวณได้ละเอียดจึงทำให้พิกัดมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ประมาณ 0.0015 - 0.006 % ซึ่งข้อมูลค่าพิกัดจากแพลตฟอร์ม Google Map หรือ Google Earth เป็นการนำข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม เหมาะสำหรับดูสภาพทั่วไปของพื้นที่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง ฯลฯ เพื่อนำมาอ้างอิงในการใช้งาน ซึ่งแพลตฟอร์มการหาค่าพิกัดในงานสำรวจยังเป็นแพลตฟอร์มที่สามารถใช้ในการวางแผนการทำงานเบื้องต้นได้อย่างรวดเร็วก่อนทำการสำรวจในพื้นที่จริง และสามารถนำมาใช้กับงานที่ไม่ต้องการความละเอียดมากเช่น แผนที่ภูมิประเทศ ป่าเขา แม่น้ำ ทะเล

6. ข้อเสนอแนะวิจัย

การหาค่าพิกัดในงานสำรวจสามารถใช้สูตรในงานวิจัยนี้ในการหาค่าพิกัดประกอบกับการใช้ Google Map เข้ามาช่วยเพื่อให้งานร่างวัดมีความละเอียดมากขึ้น ในการพัฒนางานวิจัยนั้นหาควรเพิ่มจำนวนพื้นที่การเก็บข้อมูลค่าพิกัดที่หลากหลายพื้นที่เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

7. บรรณานุกรม

- กรมแผนที่ทหาร. (ม.ป.ป). *การอ่านแผนที่และรูปถ่ายทางอากาศ*. กรมชลประทาน.
- กลุ่มงานสารสนเทศและพยากรณ์น้ำ. (ม.ป.ป). *โปรแกรมแปลงค่าพิกัด*. สารสนเทศอุทกวิทยา. http://water.rid.go.th/hyd/Coordinate/coordinate_convert.html
- นรินทร์ จุฬรัตน์พัคตร์ และ กฤติณ สุโต. (2563). *คู่มือการใช้ Google Earth Pro สำหรับการวางแผนแปลงตัวอย่างถาวร*. <https://www.nstda.or.th/library/opac/Book/49476?c=1607592679>
- ปราณี สุนทรศิริ. (2543). *การรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ*. คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- รัศมี สุวรรณวีระกำธร. (2557). *ระบบพิกัดและการอ่านแผนที่ภูมิประเทศ*. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง “เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศขั้นต้น” รุ่นที่ 3. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวัฒนา วัฒนพงษ์, เกษภาภรณ์ สุภายะ, นิธิธร บุรณะ และ บริกฤต ฉัตรแก้ว. (ม.ป.ป). *คู่มือการใช้งานเบื้องต้นโปรแกรม Google earth*. สำนักงานจัดรูปที่ดินจังหวัดพิจิตร.
- Cartrack. (ม.ป.ป). *พิกัด UTM คือ อะไร?*. <https://www.cartrack.co.th/blog/phikad-utm-khuue-aair>
- [http://kmcenter.rid.go.th/kmc14/gis_km14/gis_km14\(31\).pdf](http://kmcenter.rid.go.th/kmc14/gis_km14/gis_km14(31).pdf)
- Prosoft GPS. (ม.ป.ป). *ละติจูด, ลองจิจูด กับการบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์*. <https://www.prosoftgps.com/Article/Detail/72143>