

วารสาร

วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ปีที่ 41 ฉบับที่ 1 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2565

JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
MAHASARAKHAM UNIVERSITY
INDEXED IN TCI (Tier 2)

ISSN (Print Edition) : 1686-9664

ISSN (Online Edition) : 2586-9795

DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

EBSCOhost

วัตถุประสงค์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งเผยแพร่ผลงานทางวิชาการที่มีคุณภาพของนักวิชาการทั้งในและต่างประเทศ โดยเผยแพร่บทความวิจัย (research article) บทความปริทัศน์ (review article) ในสาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ แพทยศาสตร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ และสหวิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เจ้าของ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
สำนักงานกองบรรณาธิการ
กองส่งเสริมการวิจัยและบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
โทรศัพท์ภายใน 1754 โทรศัพท์โทรสาร 0-4375-4416

ที่ปรึกษา

อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ศาสตราจารย์ ดร.วิสิทธิ์ ไบไม้
ศาสตราจารย์ ดร.วิชัย บุญแสง
ศาสตราจารย์ ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์

บรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ประเทพา

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร ศิริอมพรพรณ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.วรพล เองวานิช
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.วัลยา สุทธิขำ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ บุญเกิด
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.ละอองศรี เสนาะเมือง
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.ปราณี อ่านเป็รื่อง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ เสนาะเมือง
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์ ดร.อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ศาสตราจารย์ ดร.วงศา เล้าหศิริวงศ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สายกระสุน
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณ บุญยะสิทธิ์พรณ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ขวัญใจ กนกเมธากุล
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รองศาสตราจารย์ ดร.ฉันทนา อารมย์ดี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญจง ขาวสิทธิวงษ์
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ ถนนวนแก้ว
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล แสงประดับ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.อรวิชัย กุมพล
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต บุญปก
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์เทอดศักดิ์ คำเหม็ง
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ยืน ภู่วรรณ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ศิริเกษม ศิริลักษณ์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพรัตน์ พุทธกาล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชา เพียรชนะ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสกสรร สุขะเสนา
มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัลย์พร ทองเจริญบัวงาม
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์ ละม่อม
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.ณัฐพล ภูมิพันธ์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมนึก พ่วงพรพิทักษ์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อาจารย์ เกียรติกร ดร.รักษจินดา วัฒนาลัย
มหาวิทยาลัยสยาม
Dr.Adrian Roderick Plant
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เลขานุการ

ฉวีวรรณ อรรถเศรษฐ์

ผู้ช่วยเลขานุการ

พัทธวิไล รุ่งวิสัย
จิรารัตน์ ภูสีฤทธิ์

กำหนดเผยแพร่

ปีละ 6 ฉบับ
ฉบับที่ 1 มกราคม-กุมภาพันธ์
ฉบับที่ 2 มีนาคม-เมษายน
ฉบับที่ 3 พฤษภาคม-มิถุนายน
ฉบับที่ 4 กรกฎาคม-สิงหาคม
ฉบับที่ 5 กันยายน-ตุลาคม
ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน-ธันวาคม

บทความและความคิดเห็นในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นความคิดเห็นของผู้เขียน กองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป และบทความในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สงวนสิทธิ์ตามกฎหมายไทย การจะนำไปเผยแพร่ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากกองบรรณาธิการเท่านั้น

บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับท่านผู้อ่านวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุกท่าน ก้าวเข้าสู่ปีใหม่ พุทธศักราช 2565 หวังเป็นอย่างยิ่งว่าสภาวะวิกฤติในด้านต่างๆ ที่เป็นผลพวงจากการระบาดของไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 หรือ โควิด-19 จะคลี่คลายลงไปตามลำดับ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่ 41 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2565) นำเสนอผลงานวิจัยในศาสตร์แขนงต่างๆ ด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ รวมถึงวิทยาศาสตร์สุขภาพ จำนวน 5 เรื่อง ซึ่งได้ผ่านการคัดกรองและการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิและกองบรรณาธิการ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าวารสารฉบับนี้จะได้ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ความรู้ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อแวดวงวิชาการ ตลอดจนผู้สนใจทั่วไป

ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล

กองบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



สารบัญ

Biological Science

องค์ประกอบทางเคมี ความเป็นพิษต่อเซลล์ ฤทธิ์ยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ การทำงานของเอนไซม์ แอลฟาไกลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย

(*Vernonia amygdalina* Delile)

1

Chemical constituents, cytotoxicity, inhibitory effect on nitric oxide production, α -glucosidase activity, and antioxidant activity of ethanol leaf extract from *Gymnanthemum extensum*

(*Vernonia amygdalina* Delile)

วรินทร์ อินทน้ำเงิน, นพรัตน์ พุทธกาล

Varintorn Intanamgern, Nopparat Buddhakala

Computer and Information Technology

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคทางสังคมออนไลน์

18

Factors affecting consumers's decisions of goods on social media

เกรียง กิจบำรุงรัตน์

Krieng Kitbumrungrat

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกอันดับสาขาวิชาในระบบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา (TCAS) โดยกฎความสัมพันธ์

29

The analysis of factors affecting selection orders in Thai University Central Admission System (TCAS) by using association rules

อนันต์ ปิ่นะเต

Anan Pinate

Engineering

หุ่นยนต์อัตโนมัติดูแลพืชไฮโดรโปนิิกส์

40

Hydroponic plant care robots

หทัยเทพ วงศ์สุวรรณ

Hataitep Wongsuwarn

Health Science

ผลของโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการเพื่อลดความชุกของภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนในเด็กวัยเรียน
Effects of a nutritional-promoting program on reducing prevalence of overweight and obesity in school-age children

49

เฉลิมพร นามโยธา, กษมา วงษ์ประชุม, นิจฉรา ทูลธรรม, ชัยวุฒิ บัวเนี่ยว

Chaloemporn Namyota, Kasama Wongprachum, Nitchara Toontom, Chaiwut Bourneo

องค์ประกอบทางเคมี ความเป็นพิษต่อเซลล์ฤทธิ์ยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ การทำงานของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย (*Vernonia amygdalina* Delile)

Chemical constituents, cytotoxicity, inhibitory effect on nitric oxide production, α -glucosidase activity, and antioxidant activity of ethanol leaf extract from *Gymnanthemum extensum* (*Vernonia amygdalina* Delile)

วรินทร์ อินทน้ำเงิน¹, นพรัตน์ พุทธกาล²

Varintorn Intanamgern¹, Nopparat Buddhakala²

Received: 29 September 2021 ; Revised: 26 November 2021 ; Accepted: 30 December 2021

บทคัดย่อ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ความเป็นพิษต่อเซลล์ฤทธิ์ยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์และการทำงานของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย พบว่า การวิเคราะห์ด้วย เครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) พบสารที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัด 10 ชนิด ได้แก่ Benzoic acid, Neophytadiene, Xylocaine, Hexadecanoic acid, Hexadecanoic acid ethyl ether, Phytol, (z,z) -9,12-Octadecadienoic acid, (z,z,z) -9,12,15-Octadecatrien-1-ol, (z,z,z) -9,12,15-Octadecatrienoic acid ethyl ester และ Octadecanoic acid ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นสารสำคัญในการออกฤทธิ์ของสารสกัด และพบว่า สารสกัดเป็นพิษต่อเซลล์เซลล์เม็ดเลือดขาว (RAW 264.7 macrophages) โดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 110.02 ± 0.86 มก/มล สารสกัดสามารถยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-ไกลูโคซิเดสได้ และยังสามารถกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ได้ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ ฤทธิ์ต้านเบาหวานออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-ไกลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH โดยมีสารสำคัญในสารสกัดส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องในการออกฤทธิ์เหล่านี้ ผลการวิจัยยังสนับสนุนการใช้หนานเฉาเหว่ยรักษาโรคเบาหวานแบบพื้นบ้าน แต่ควรพิจารณาเมื่อพืชนี้ในปริมาณมาก

คำสำคัญ: สารสกัดใบหนานเฉาเหว่ย เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ

Abstract

Investigation on the chemical constituents, cytotoxicity, inhibitory effect on nitric oxide (NO) production and α -glucosidase activity, and anti-oxidant activity of the ethanol leaf extract from *Vernonia amygdalina* Del. (LEVA) revealed that using Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS), ten chemical compounds, benzoic acid, neophytadiene, xylocaine, hexadecanoic acid, hexadecanoic acid ethyl ether, phytol, (z,z) -9,12-octadecadienoic acid, (z,z,z) -9,12,15-octadecatrien-1-ol, (z,z,z) -9,12,15-octadecatrienoic acid ethyl ester, and octadecanoic acid were present in LEVA. Some chemicals found in LEVA are being active compounds responded to the activities of LEVA. In addition, LEVA was cytotoxic to LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages with IC₅₀ value of 110.02±0.86 µg/ml. Moreover, LEVA exhibited inhibition of nitric oxide (NO) production and α -glucosidase activity, and possessed DPPH scavenging property. LEVA exerted

¹ นักศึกษาปริญญาโท, สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110

¹ Master of Science Student, Program in Biology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12110, Thailand

² Assist. Prof. Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12110, Thailand

* Corresponding author; e-mail: nopparat_b@rmutt.ac.th

anti-inflammatory activity *via* an inhibition on NO production, an antidiabetic effect *via* an inhibition on α -glucosidase activity, and antioxidant activity *via* DPPH scavenging. It is likely that the bioactive compounds present in LEVA are responses to these activities. In additions the present study supported the traditional use of *V. amygdalina* for the diabetic treatment. However, application of high amount of this plant should be considered.

Keywords: *Vernonia amygdalina*, α -glucosidase, anti-oxidant activity, anti-inflammatory activity

บทนำ

การใช้ยาแผนปัจจุบัน มักเกิดปัญหาจากผลข้างเคียงในการใช้รักษาโรค และมีค่าใช้จ่ายสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งยาที่ต้องใช้ต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาานาน เช่น ยารักษาโรคเบาหวาน การรักษาโรคโดยปราศจากผลข้างเคียง หรือมีผลข้างเคียงน้อยที่สุด เป็นความต้องการ และความท้าทายทางการแพทย์ การนำพืชสมุนไพรที่สามารถใช้ทดแทน หรือใช้ควบคู่กับยาแผนปัจจุบัน และให้ผลการรักษาได้ดี จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการรักษาโรค

หนานเฉาเหว่ย (*Vernonia amygdalina* Delile) เป็นพืชที่นิยมปลูกทั่วไปในเขตร้อนทั่วโลก ใบมีรสขม ใช้บริโภคเป็นผัก ประกอบในการปรุงอาหาร เช่น ซุป (Hutchison *et al.*, 1963) สรรพคุณทางทฤษฎีมีปัญญานิพนธ์ มีการแปรรูปเป็นชาขมดื่ม เพื่อใช้คุมกำเนิด ลดระดับน้ำตาลในเลือด (Yeap *et al.*, 2010) ชาวบ้าน และหมอยาพื้นบ้านเชื่อว่า หนานเฉาเหว่ยลดน้ำตาลในเลือดได้ (Zakaria *et al.*, 2018) จึงใช้เป็นยารักษาโรคเบาหวาน (Okoduwa *et al.*, 2017 ; Atangwho *et al.*, 2012) ใช้บรรเทาอาการไข้ รักษาโรคตับอักเสบ มาลาเรีย คลื่นไส้ รักษาอาการผื่นคันของกระเพาะอาหาร ผลตามผิวหนัง ท้องเสีย ต่อมทอลซิลอักเสบ (Abebe, 1984) ท้องผูก ด้านพยาธิ (Igile *et al.*, 1994) ป้องกัน และรักษาโรคความดันโลหิตสูง (Saliu *et al.*, 2012) ทุเลาปัญหาการขาดสารอาหาร (Tonukari *et al.*, 2015) และรักษาโรคตับจากการดื่มแอลกอฮอล์ (Kaur *et al.*, 2019) นอกจากนี้ มีการนำสารสกัดหนานเฉาเหว่ย มาใช้เป็นยาพื้นบ้านในการรักษาพยาธิ และการติดเชื้อจากโปรโตซัวและแบคทีเรีย (Kaur *et al.*, 2019) สำหรับสรรพคุณทางวิทยาศาสตร์นั้น มีรายงานว่า หนานเฉาเหว่ย มีสรรพคุณทางเภสัชวิทยา ได้แก่ ด้านมะเร็ง ด้านเบาหวาน ด้านมาลาเรีย ด้านการอักเสบ ปกป้องตับ ต้านอนุมูลอิสระ ด้านพยาธิ ลดไข้ ลดไขมันในเลือด (Kaur *et al.*, 2019) ต้านจุลชีพ (Ijeh and Ejike, 2011 ; Owolabi *et al.*, 2008) และปกป้องไต (Hamman *et al.*, 2016) เป็นต้น

ใบหนานเฉาเหว่ย อุดมไปด้วยสารฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) (Tona *et al.*, 2004 ; Igile *et al.*, 1994 ; Udensi *et al.*, 2002) สารสกัดจากใบ มีสารสำคัญ ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) อัลคาลอยด์ (Alkaloids) สเตียรอยด์ (Steroids) เทอร์ปีนอยด์ (Terpenoids) ไกลโคไซด์ (Glycosides) แทนนิน

(Tannins) ฟีนอล (Phenols) ซาโปนิน (Saponins) และ โพลีแซคคาไรด์ (Polysaccharides) (Dégbé *et al.*, 2018 ; Alara *et al.*, 2019)

มีรายงานเกี่ยวกับความเป็นพิษของสารสกัดหนานเฉาเหว่ยว่า สารสกัดน้ำ ขนาด 500-2,000 มล/กก ที่ให้แก่หนูถีบจักร ทางหน้าท้องทุกวัน ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 14 วัน แม้ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษ แต่ลดจำนวนเซลล์เม็ดเลือดแดงของหนู (Njan *et al.*, 2008) สารสกัดเอทานอลและสารสกัดน้ำจากใบ มีพิษเฉียบพลันน้อยมาก แต่สารสกัด ขนาด 600 มก/กก ที่ให้ต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ทำให้เอนไซม์ Alanine transaminase (ALT), Aspartate transaminase (AST) และ Alkaline phosphatase (ALP) และคอเลสเตอรอล (Cholesterol) เพิ่มขึ้น (Nabukenya *et al.*, 2014) สารสกัดจากใบเป็นพิษในระดับต่ำต่อหนูถีบจักร โดยมีค่า IC_{50} มากกว่า 2,000 มก/กก (Ibrahim *et al.*, 2011) ก่อให้เกิดการแตกของโครโมโซม (Okwuzu *et al.*, 2017) และเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งที่ผิวหนัง (Owoeye *et al.*, 2010) แต่ก็มีรายงานเช่นกันว่า สารสกัดหนานเฉาเหว่ย มีความเป็นพิษเฉียบพลันน้อยหรือไม่แสดงความเป็นพิษในหนูทดลอง (Akah and Okafor, 1992 ; Ojiako and Nwanjo, 2006) สารสกัดเอทานอลจากใบ มีความเป็นพิษน้อยต่อเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (Dégbé *et al.*, 2018) สารสกัดเมทานอลจากใบ ขนาด 1,200 มก/กก ไม่ก่อให้เกิดผลที่ไม่พึงประสงค์ต่อการทำงานของตับในหนู (Akowuah *et al.*, 2015) และสารสกัด ขนาดสูงถึง 5,000 มก/กก ไม่ก่อให้เกิดพิษเฉียบพลัน หนูยังมีอาการปกติและไม่พบการตาย (Yeap *et al.*, 2013) เนื่องจากหนานเฉาเหว่ย มีความเป็นพิษน้อย หรือไม่มีพิษเลยจึงมีความปลอดภัยในการนำไปใช้เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพ (Yeap *et al.*, 2010)

รายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านการอักเสบ พบว่า สารสกัดน้ำ (Adiukwu *et al.*, 2013) สารสกัดอะซีโตน (Adedapo *et al.*, 2014) สารสกัดเมทานอล (Samuel *et al.*, 2017 ; Adeoye *et al.*, 2017) และสารสกัดเอทานอล (Kola, 2007 ; Wang *et al.*, 2020) จากใบ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ และสาร Vernonioside V จากใบ สามารถยับยั้งสารสื่อกลาง (Pro-inflammatory cytokine) ในเซลล์เม็ดเลือดขาว (Raw 264.7 cells) ที่ถูกกระตุ้นด้วย Lipopolysaccharide (LPS) ได้ (Nguyen *et al.*, 2020)

มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านเบาหวานของหนานเฉาเหว่ยว่า สารสกัดเอทานอลจากใบ (Adaramoye *et al.*, 2008) และสารที่แยกได้จากใบ ซึ่งอุดมไปด้วยสาร ฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์ต้านเบาหวาน (Ebong *et al.*, 2006 ; Okoduwa *et al.*, 2020) สารสกัดเอทานอล ขนาด 400 มก/กก ที่ให้ติดต่อกันทางปาก เป็นเวลา 28 วัน สามารถลดน้ำตาลในเลือดหนูเบาหวานได้ (Ong *et al.*, 2011) น้ำต้มจากใบ สามารถลดน้ำตาลในเลือด (Erukainure *et al.*, 2019 ; Adaramoye *et al.*, 2008) ด้านการมีน้ำตาลในเลือดสูง บรรเทาพยาธิสภาพที่เกิดจาก Streptozotocin (STZ) (Asante *et al.*, 2019) ที่เพิ่มความทนต่อกลูโคส (Ong *et al.*, 2011) เพิ่มระดับอินซูลิน แต่ลดความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำเลือด (Akpan and Dan, 2015) สารสกัดเมทานอล (Offor, 2015 ; Ayodele *et al.*, 2017 ; Okoduwa *et al.*, 2017 ; EjioforInnocent *et al.*, 2017 ; Adeoye *et al.*, 2017) สารสกัดน้ำจากใบ (Zakaria *et al.*, 2018 ; Osinubi, 2007 ; Momoh *et al.*, 2014) ด้านการมีน้ำตาลในเลือดสูง และลดน้ำตาลกลูโคสในเลือดของหนู ลดน้ำตาลกลูโคสในเลือดของหนูเบาหวานในภาวะอดอาหาร และยังลดน้ำตาลในเลือดของกระต่ายได้ด้วย (Akah and Okafor, 1992) สารสกัดเอทานอล สารสกัดน้ำ และสารสกัดบิวทานอลจากใบ ด้านการมีน้ำตาลในเลือดสูง (Katemo *et al.*, 2018) สารสกัดน้ำจากใบที่ใช้ร่วมกับยารักษาเบาหวานเมทฟอร์มิน (Michael *et al.*, 2010) รวมทั้งสารสกัด และส่วนย่อย (Fraction) จากสารสกัด (Nwaoguikpe, 2010 ; Olufunmilayo *et al.*, 2017 ; Okoduwa *et al.*, 2017 ; Yazid *et al.*, 2020) สามารถลดน้ำตาลกลูโคสในเลือดหนูเบาหวานได้

สเตียรอยด์ (Steroid) ซาโปนิน (Saponin) และ เวอร์โนอะไมโอไซด์อี (Vernonamyoside E) (Anh *et al.*, 2021) สารสกัดฟีนอล (Saliu *et al.*, 2012) ส่วนย่อย (Fraction) (Zakariya, *et al.*, 2020) สารสกัดเอทานอล สารสกัดน้ำ สารสกัดบิวทานอลจากใบ (Alara *et al.*, 2019) และซาซง (Erukainure *et al.*, 2019) ของหนานเฉาเหว่ย สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่สัมพันธ์กับระดับน้ำตาลในเลือดได้ เช่น ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ แอลฟา-อะไมเลส (α -amylase) และแอลฟา-กลูโคซิเดส (α -glucosidase) มีผลให้การดูดซึมน้ำตาลกลูโคสในเลือดลดลง (Anh *et al.*, 2021)

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ Nitric oxide (NO) scavenging assay และการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิก รวม พบว่า ใบ (Tonukari *et al.*, 2015) ซาซงจากใบ (Erukainure *et al.*, 2019) และสารสกัดอะซีโตน (Adedapo *et al.*, 2014) ของหนานเฉาเหว่ย มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สาร

สกัดเมทานอล ยังสามารถต้านอนุมูลอิสระในหัวใจและหลอดเลือดที่เกิดจากภาวะเบาหวาน และปกป้องการถูกทำลายของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจจากภาวะเครียดที่เป็นผลจากการมีกลูโคสในเลือดสูงได้ (Adeoye *et al.*, 2017)

ไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide, NO) เป็นทั้งอนุมูลอิสระและสารสื่อกลางการอักเสบ (Inflammatory mediator) ไนตริกออกไซด์ที่มีในปริมาณสูงทำให้เกิดพยาธิสภาพในร่างกาย เช่น การขยายตัวของหลอดเลือด การอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรัง (Kim *et al.*, 2000 ; Tewtrakul & Itharat, 2007) การทดสอบยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์เป็นวิธีการหนึ่งที่บ่งบอกความสามารถหรือฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารทดสอบ

เอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (α -Glucosidase) เป็นเอนไซม์ที่มีความสำคัญต่อการย่อยแป้งและคาร์โบไฮเดรตให้กลายเป็น น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น น้ำตาลกลูโคส เข้าสู่กระแสเลือด หากกระบวนการนี้ถูกยับยั้ง หรือเกิดขึ้นน้อยลง ก็จะส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดภายหลังรับประทานอาหาร (Post prandial) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยด้วยโรคเบาหวาน การทดสอบการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส เป็นวิธีหนึ่งในการศึกษาฤทธิ์ต้านเบาหวานของสารทดสอบ

อนุมูลอิสระ (Free radical) เป็นโมเลกุลที่ว่องไวในการทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลของเซลล์ในร่างกาย อนุมูลอิสระที่มีในปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อในร่างกาย และอาจนำไปสู่การเกิดโรคต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน การกำจัดอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging) เป็นวิธีหนึ่งในการลดปริมาณอนุมูลอิสระ และบ่งชี้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารทดสอบ

ปัจจุบัน ผลิตภัณฑ์จากหนานเฉาเหว่ย ที่ใช้เป็นอาหารเสริมบำรุงสุขภาพ เป็นที่สนใจ และมีการจำหน่ายกันมากขึ้น แม้มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพของหนานเฉาเหว่ย แต่ก็ยังไม่มีการนำพืชชนิดนี้ไปพัฒนาและผลิตเป็นยารักษาโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเบาหวาน เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับฤทธิ์ชีวภาพบางอย่างยังมีน้อย ประกอบกับข้อมูลที่ยังมีบางส่วนเป็นผลจากการวิจัยในสัตว์ทดลอง และมีข้อขัดแย้งเกี่ยวกับความเป็นพิษในสัตว์ทดลอง (Njan *et al.*, 2008 ; Nabukenya *et al.*, 2014 ; Okwuzu *et al.*, 2017 ; Ojiako and Nwanjo, 2006 ; Dégbé *et al.*, 2018 ; Akowuah *et al.*, 2015 ; Yeap *et al.*, 2013) ตลอดจนกลไกการออกฤทธิ์ ชนิดของสารออกฤทธิ์ยังมีไม่มากนัก งานวิจัยครั้งนี้จึงได้ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัด เพื่อให้ทราบชนิดของสารสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกฤทธิ์

และศึกษากาลไกในการออกฤทธิ์ของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย ซึ่งประกอบด้วย การศึกษาฤทธิ์ต้านการอักเสบโดยการทดสอบการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ ศึกษาฤทธิ์ต้านเบาหวานโดยการทดสอบการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยการทดสอบการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH รวมทั้งศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์เม็ดเลือดขาว เพื่อให้เกิดความมั่นใจในความปลอดภัยต่อการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ความเป็นพิษต่อเซลล์ ฤทธิ์ยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์และการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส รวมทั้งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีศึกษา

1. พืชที่ใช้ในการวิจัย

พืชที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ใบหนานเฉาเหว่ย (*Vernonia amygdalina* Del.) ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.อารี ทองฤทธิ์ ตำบลคลองห้า อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

เก็บรวบรวมใบหนานเฉาเหว่ย จากแปลงปลูกหนานเฉาเหว่ย ที่อยู่ในสวนสมุนไพรบ้านอารี ตำบลคลองห้า อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี โดยเก็บใบในระยะใบเพสลาด คือ ใบที่ไม่แก่และไม่อ่อนจนเกินไป มีลักษณะสมบูรณ์ ปราศจากโรค และแมลงทำลาย จากต้นพืช ซึ่งปลูกด้วยดินจากเชิงเขาในเขตอำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ที่ผสมดินด้วยปุ๋ยหมักจากเศษใบไม้และขี้เถ้ากลบ ต้นพืชได้รับการปลูก และการดูแลในสภาพกึ่งธรรมชาติ คือ ให้ได้รับแสงแดด และอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมทั่วไป ปราศจากการใช้สารเคมี มีการรดน้ำพรวนดิน ให้ปุ๋ยจากน้ำหมักอินทรีย์ ตามความเหมาะสมต่อการเจริญของพืช เก็บใบพืชให้ได้ปริมาณเพียงพอในครั้งเดียว จากต้นพืชที่ปลูกคราวเดียวกัน ที่มีอายุประมาณ 1 ปี จำนวนหลายต้น โดบเก็บในช่วงเช้าก่อนแดดออก ในวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2564 ตัวอย่างพืช ได้ผ่านการตรวจสอบลักษณะพันธุ์พืช โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สนอง จอมเกาะ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตัวอย่างพรรณไม้แห้ง เลขรหัส BNOP/BIO/VA-001 เก็บรักษาไว้ที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

2. การเตรียมสารสกัดจากใบหนานเฉาเหว่ย

นำใบหนานเฉาเหว่ยที่รวบรวมได้ มาล้างด้วยน้ำประปาหลายๆ ครั้ง เพื่อให้สะอาด และเป็นการจัดสิ่ง

ปนเปื้อน หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ผึ่งในที่ร่มให้แห้งพอประมาณ จากนั้น นำมาอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนกระทั่งแห้ง แล้วนำมาบด ร่อนผ่านตะแกรง นำผงที่ได้ไปทำการสกัดตามวิธีการของ Buddhakala & Talubmook, (2020) โดยการหมัก (Maceration) ในตัวทำละลาย คือ เอทานอล 95% ในอัตราส่วนของผงใบหนานเฉาเหว่ย 400 กรัม: ต่อเอทานอล 1 ลิตร หมักส่วนผสมนี้ไว้ในโหลแก้ว เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนด กรองส่วนผสมโดยใช้กระดาษกรอง No.1 (Whatman International Ltd.) เพื่อแยกกากออก นำส่วนที่กรองได้มาทำการระเหย เพื่อกำจัดตัวทำละลาย โดยใช้เครื่อง Rotary evaporator จนกระทั่งได้ส่วนที่เป็นสารสกัดหยาบ (Crude extract) คำนวณหาร้อยละของสารสกัด (% Yield) จากน้ำหนักของสารสกัดที่ได้ (105.22 กรัม) และน้ำหนักผงใบพืชที่นำมาสกัด (973.34 กรัม) ซึ่งได้ค่า % Yield เท่ากับ 10.81% บรรจุสารสกัดที่ได้ในภาชนะที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อแล้ว และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อรอการนำไปใช้ต่อไป

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) โดยส่งตรวจวิเคราะห์ ณ สำนักเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และการทดสอบ ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา การตรวจวัดด้วยเครื่อง GC-MS ในครั้งนี้ ใช้แก๊สฮีเลียม 99.99% เป็นตัวพา และคอลัมน์ที่ใช้ คือ Agilent- CP9205 VF-WAXms (30 mx 0.25 มล x 0.25 มล) ที่มีอัตราการไหล 1 มล/นาที โดยมีอุณหภูมิเริ่มต้นของคอลัมน์ที่ 45°C เป็นเวลา 2 นาที จากนั้น เพิ่มอุณหภูมิในอัตรา 4.5 °C/นาที จนถึง 250°C แล้วจึงฉีดสารทดสอบ สำหรับส่วน Mass Spectrometer มีอุณหภูมิของแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนที่ 230 °C และอุณหภูมิส่วนตัดแยกที่ 150 °C พลังงานของอิเล็กตรอนที่วิ่งชนโมเลกุลของสารเท่ากับ 70 eV ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์นำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลใน Wiley และ National Institute of Science and Technology library

4. การศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์

ทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย ในเซลล์เม็ดเลือดขาว (RAW 264.7 macrophages) ที่ถูกกระตุ้นด้วยสาร Lipopolysaccharide (LPS ; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) สำหรับเซลล์ที่ใช้ คือ เซลล์ RAW 264.7 ซึ่งจาก the American Type Culture Collection, ATCC®TIB-71™ สหรัฐอเมริกา เลี้ยงเซลล์ในอาหาร Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM, ATCC® 30-2002™ USA) ที่เสริมด้วย 5% Fetal bovine serum และ 1% Antibiotics, Penicillin-Streptomycin

เลี้ยงเซลล์ RAW 264.7 ในขวดรูปชมพู่ (Flask) และบ่มในตู้บ่ม (5%CO₂ Incubator) ที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 72 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ดูดอาหารเลี้ยงเซลล์ออก และล้างเซลล์ด้วย PBS แล้วเติมอาหารเลี้ยงเซลล์แบบสำเร็จรูป (DMEM+10%FBS+1%P/S) หลังจากนั้นทำให้เซลล์กระจายตัวเป็นเซลล์เดี่ยวๆ อย่างสม่ำเสมอ นับจำนวนเซลล์ที่ได้สำหรับใช้ในการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ และการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ โดยทำการเจือจางเซลล์ให้ได้ความเข้มข้น 1x10⁵ เซลล์/มิลลิลิตร เลี้ยงเซลล์ในจานหลุมเพาะเลี้ยง (96-well plate) ในตู้บ่ม ที่อุณหภูมิ 37°C

ทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดเอทานอลใบหนานเนาห่วย ด้วยวิธี 3-[4, 5-Dimethylthiazol-2-yl]-2,5 diphenyl tetrazolium bromide (MTT) assay ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Threrapanithan *et al.*, (2015) และ Bahuguna *et al.*, (2017) โดยนำสารสกัดไปมาละลายด้วยอาหารเลี้ยงเซลล์ ให้มีความเข้มข้น 25, 50, 100, 150, 200, 250, 500, 750 และ 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ดูดอาหารเลี้ยงเซลล์เก่าออก แล้วล้างด้วย Phosphate buffer solution (PBS) จากนั้นเติมสารละลายตัวอย่างทดสอบ ที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 25, 50, 100, 150, 200, 250, 500, 750 และ 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ร่วมกับ LPS 1 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร รวมถึง สารละลายควบคุมเชิงบวก (Dimethyl sulfoxide, DMSO) และเชิงลบ (Blank) ลงในหลุมเพาะเลี้ยง บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปล่อยให้เซลล์สัมผัสกับสารสกัด นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด ดูดอาหารเลี้ยงเซลล์เก่าออก และเติมสารละลาย MTT ความเข้มข้น 5 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร/หลุม และอาหารเลี้ยงเซลล์ใหม่ 150 ไมโครลิตร/หลุม บ่มที่อุณหภูมิ 37°C นาน 2-4 ชั่วโมง ดูดสารละลายในจานเพาะเลี้ยงทิ้ง เติมสารละลาย DMSO ความเข้มข้น 0.5% ปริมาตร 100 ไมโครลิตร เขย่าเบาๆ เพื่อล้างตะกอน จากนั้น นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตของเซลล์ (% Cell viability) จากสมการ

นำสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของเซลล์ สูงกว่า 80% ใช้ในการศึกษาการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์

5. การทดสอบการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์

ทดสอบการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ โดยการวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์ (Nitrite) ด้วยชุด Griess Reagent kit โดยเตรียมสารมาตรฐาน (Nitrite standard) ที่ทำให้เจือจางด้วย PBS ให้ได้ความเข้มข้น 0, 1.56, 3.13, 6.25, 12.5, 25, 50 และ 100 ไมโครโมลาร์ จากนั้น นำสารละลาย Sulfanilamide N-1-Naphthylethylenediamine dihydrochloride (NED) เติม

ลงในสารมาตรฐาน และอาหารเลี้ยงเซลล์ที่ผ่านการสัมผัสสารสกัด หลุมละ 50 ไมโครลิตร บ่มในที่มืด ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5-10 นาที วัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ จากสมการ

$$OD_{control} = \text{ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม}$$

$$OD_{sample} = \text{ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ}$$

คำนวณหาค่า IC₅₀ (ความเข้มข้นของสารสกัดที่ยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ได้ร้อยละ 50) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัด กับค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ แล้วเปรียบเทียบกับยาต้านการอักเสบ Diclofenac

6. การทดสอบการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส

ทดสอบการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ด้วยวิธี p-Nitrophenol colorimetric ในการทดลองนี้ใช้ p-Nitrophenyl-alpha-D-glucopyranoside (PNP-G) เป็นสับสเตรท (Substrate) เอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสจะทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (Hydrolysis) กับ PNP-G ได้เป็นน้ำตาลกลูโคส และ p-Nitrophenol ซึ่งเป็นสารละลายสี เหลือง ทำการทดสอบด้วยวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีการของ Dong *et al.*, (2012) โดยผสมสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆ (3, 1.5, 0.75, 0.375, 0.187, 0.094, 0.47 และ 0.023 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) สารละลาย PBS ความเข้มข้น 0.1 M, pH 6.8 ปริมาตร 60 ไมโครลิตร ตามด้วยสารละลายเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (Baker's yeast α -glucosidase) ความเข้มข้น 0.06 หน่วย (unit) ปริมาตร 50 ไมโครลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นเติมสารละลาย 1.3 mM p-PNP-G ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 20 นาที แล้วเติม Na₂CO₃ ความเข้มข้น 1 M ปริมาตร 160 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UVM 340 Microplate Reader โดยใช้ยาคาโบส (Acarbose) เป็นตัวควบคุมเชิงบวก (Positive control) คำนวณหาค่าร้อยละในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (% α -glucosidase inhibition) จากสมการ

$$A_{control} \text{ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม}$$

$$A_{sample} \text{ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ}$$

คำนวณหาค่า IC₅₀ หรือค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสได้ร้อยละ 50) จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัด กับร้อยละการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส เปรียบเทียบกับฤทธิ์ของยา Acarbose

7. การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย โดยวิธี 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Villano *et al.*, (2007) คือ เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.06 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และสารทดสอบ (สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย และสาร Butylated hydroxytoluene (BHT) ความเข้มข้น 1.6, 0.8, 0.4, 0.2, 0.1, 0.05, 0.025 และ 0.0125 มิลลิกรัม/1.5 มิลลิลิตร นำสารทดสอบแต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 150 ไมโครลิตร เติมลงในหลุมของจานทดสอบ (96-well plate) แล้วเติมสารละลาย DPPH ปริมาตร 150 ไมโครลิตร ปล่อยให้มืดเป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้น วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UVM 340 Microplate Reader ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH (% DPPH scavenging) โดยใช้สมการ

A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุม

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของชุดทดสอบ

คำนวณหาค่า IC_{50} คือ ความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50 จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดกับเปอร์เซ็นต์การกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้อ่านค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ค่าร้อยละ ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Mean±SEM) การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สัมพันธ์แบบถดถอยเชิงเส้น (Linear regression analysis) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน และวิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่างจากข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

8.1 คำนวณหาร้อยละในการมีชีวิตของเซลล์ (% Cell viability) นำเสนอแบบกราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษต่อเซลล์ RAW 264.7 cells

8.2 นำค่าการดูดกลืนแสงของชุดควบคุมและชุดทดสอบไปคำนวณหาค่าร้อยละในการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ และหาค่า IC_{50} จากกราฟความสัมพันธ์สัมประสิทธิ์สัมพันธ์แบบถดถอยเชิงเส้น (Linear regression analysis) ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดกับค่าร้อยละในการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ แล้วเปรียบเทียบกับยาต้านการอักเสบ Diclofenac ด้วยสถิติทดสอบแบบ Student-t test

8.3 คำนวณหาค่าร้อยละในการกำจัดอนุมูล DPPH และคำนวณหาค่า IC_{50} จากกราฟความสัมพันธ์สัมประสิทธิ์สัมพันธ์

แบบถดถอยเชิงเส้น (Linear regression analysis) ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดกับการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel แล้วเปรียบเทียบกับฤทธิ์ของสาร BHT ด้วยสถิติทดสอบแบบ Student-t test

8.4 คำนวณหาค่าร้อยละในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และหาค่า IC_{50} จากกราฟวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สัมพันธ์แบบถดถอยเชิงเส้น (Linear regression analysis) ระหว่างความเข้มข้นของสารสกัดกับร้อยละการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส แล้วเปรียบเทียบกับฤทธิ์ของยา Acarbose ด้วยสถิติทดสอบแบบ Student-t test

8.5 ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance ; One-way ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Least significant difference (LSD), Student-t test และ Duncan multiple range test (DMRT) หาความสำคัญของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS กำหนดค่าความเชื่อมั่นทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย ด้วยเครื่อง GC-MS พบสารสำคัญที่สามารถบอกชนิดได้จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ Benzoic acid, Neophytadiene, Xylocaine, Hexadecanoic acid, Hexadecanoic acid ethyl ether, Phytol, (z,z) -9,12-Octadecadienoic acid, (z,z,z) -9,12,15-Octadecatrien-1-ol, (z,z,z) -9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester และ Octadecanoic acid มีรายละเอียดของสารแต่ละชนิด ดังแสดงใน Table 1 และ Figure 1

การศึกษาจากเอกสาร พบว่า n-Hexadecanoic acid เป็นกรดไขมันอิ่มตัว มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและต้านอนุมูลอิสระ (Vasudevan *et al.*, 2012 ; Ponnamma *et al.*, 2012 ; Ruvanthika, Manikandan & Lalitha, 2016 ; Chitra and Karthikeyan, 2018) Phytol เป็นสารประกอบเทอร์ปีน มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ และต้านการมีน้ำตาลในเลือดสูง (Santos *et al.*, 2013 ; Costa *et al.*, 2016 ; de Moraes *et al.*, 2014 ; Rye *et al.*, 2011 ; Islam *et al.*, 2020 ; Silva *et al.*, 2014 ; Harish *et al.*, 2021 ; Chitra & Karthikeyan, 2018) 9,12-Octadecadienoic acid, (Z,Z)-เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่จำเป็น มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Gunasekarana, *et al.*, 2013) และ 9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z) -เป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัว และเป็นกรดไขมัน

ชนิดที่จำเป็น มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด (Barre, 2017 ; Blondeau *et al.*, 2014) การพบสารเหล่านี้ในสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย จึงแสดงให้เห็นว่า ส่วนหนึ่งของสารสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย มีส่วนทำให้สารสกัดมีฤทธิ์ยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์และการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ผลการวิจัยในครั้งนี้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Alara *et al.*, (2017) ที่วิเคราะห์สารสกัดหนานเฉาเหว่ยด้วย GC-MS พบว่า สารสกัดหนานเฉาเหว่ย ประกอบด้วยสารเคมีหลัก 11 ชนิด ประกอบด้วย Phytol (43.69%), (z,z,z) -Methyl ester-9,12,15-Octadecatrienoic acid (17.60%), 2-Methyl-3-hexanol (6.83%), Ethyl ester-9,12-octadecadienoic acid (6.07%), Ethyl ester linoleic acid (5.19%), Ethyl ester hexadecanoic acid (5.06), Heneicosane (4.15%), Heptacosane (3.25%) และสารอื่นๆ น้อยกว่า 3%

อย่างไรก็ตาม ชนิดของสารเคมีที่พบในสารสกัดใบหนานเฉาเหว่ยในการศึกษาครั้งนี้ แตกต่างจากที่ Dégbé *et al.*, (2018) ที่ได้รายงานไว้ ว่าสารสกัดเอทานอล และสารสกัดไฮโดรเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ยมี ฟีนอล (Phenols)

ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ซึ่งทำการวิเคราะห์ Total phenols โดยใช้วิธี Folin-Ciocal-teu method และวิเคราะห์ Total Favonoids โดยวิธี Aluminium chloride colorimetric method และงานวิจัยของ Usunomena & Ngozi (2016) ที่วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยใช้วิธีมาตรฐานสำหรับการตรวจพืชเคมี (Phytochemical screening) พบว่า ในสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย มี ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) อัลคาลอยด์ (Alkaloids) ซาโปนิน (Saponins) แทนนิน (Tannins) ไตรเทอร์ปีนอยด์ (Triterpenoids) สเตียรอยด์ (Steroids) น้ำตาลรีดิวซ์ (Reducing sugars) และไกลโคไซด์ (Cardiac glycosides) แต่ไม่มี แอนทราควิโนน (Anthraquinones)

2. ความเป็นพิษต่อเซลล์

การทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย โดยวิธี MTT assay พบว่า หลังจากเซลล์ RAW 264.7 ได้สัมผัสกับสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆ คือ 25, 50, 100, 150, 200 และ 250 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของเซลล์ เป็น 102.93 ± 1.67 , 104.25 ± 2.89 , 85.87 ± 3.92 , 34.33 ± 2.23 , 5.59 ± 0.13 และ 5.48 ± 0.03 % ตามลำดับ

Table 1 Major identified chemical constituents of ethanol leaf extract from *V. amygdalina* (LEVA)

GC Peak No.	Component RT	Compound Name	Formula	% Area
1	4.25	Benzoic acid	C_6H_5COOH	0.92
2	12.24	Neophytadiene	$C_{20}H_{38}$	3.60
3	13.30	Xylocaine	$C_{14}H_{22}N_2O$	0.72
4	13.83	Hexadecanoic acid	$C_{16}H_{32}O_2$	14.08
5	14.18	Hexadecanoic acid, ethyl ether	$C_{18}H_{36}O_2$	5.67
6	15.82	Phytol	$C_{20}H_{40}O$	30.80
7	16.16	(z,z) -9,12-Octadecadienoic acid	$C_{18}H_{32}O_2$	1.71
8	16.26	(z,z,z) -9,12,15-Octadecatrien-1-ol	$C_{18}H_{32}O$	14.50
9	16.57	(z,z,z) -9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester	$C_{18}H_{30}O_2$	7.14
10	16.49	Octadecanoic acid	$C_{18}H_{36}O_2$	3.59

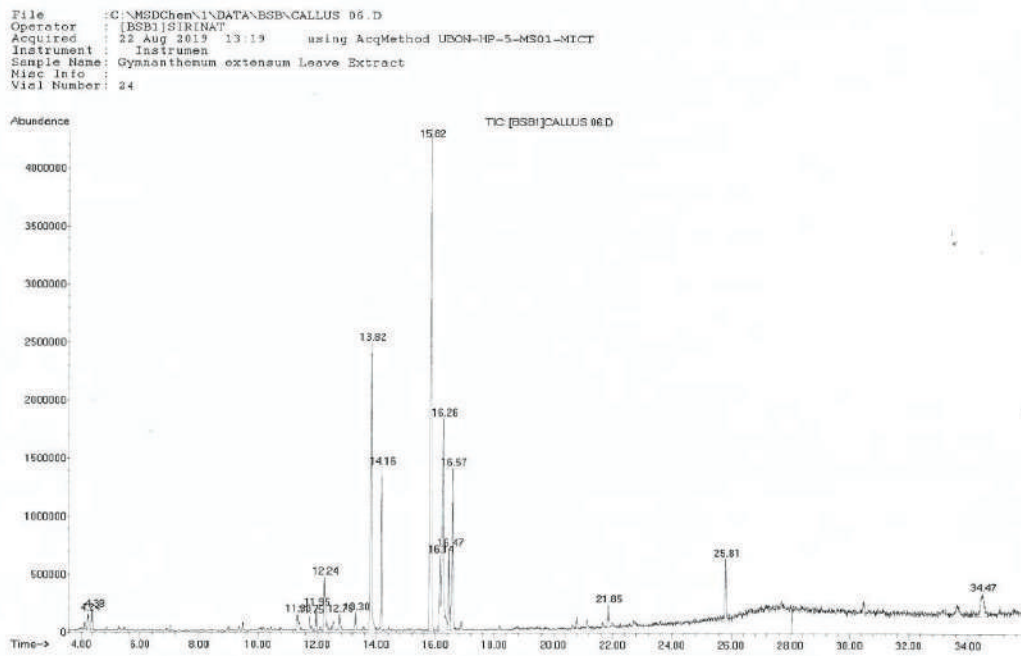


Figure 1 GC/MS chromatogram of chemical constituents of ethanol leaf extract from *V. amygdalina* (LEVA)

เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของเซลล์ แปรผกผันกับความเข้มข้นของสารสกัด จะเห็นได้ว่า สารสกัดสารสกัดที่มีความเข้มข้นที่สูงกว่า 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ทำให้เกิดความเข้มข้นพิษต่อเซลล์ RAW 264.7 คือ ทำให้เกิดการตายของเซลล์ (Figure 2) สารสกัดทำให้มีอัตราการรอดชีวิตที่หนึ่ง (IC₅₀) มีค่าเป็น 110.02±0.86 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (Figure 3) สารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 25, 50 และ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ทำให้เปอร์เซ็นต์ของเซลล์มีชีวิตรอดสูงกว่า 80% จึงถูกนำไปใช้ในการทดสอบการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์

มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับความเป็นพิษของหนานเฉาเหว่ยทั้งที่สอดคล้องและขัดแย้งกับผลการวิจัยในครั้งนี้ นักวิจัยกลุ่มหนึ่ง พบว่า หนานเฉาเหว่ยไม่แสดงความเป็นพิษเลย ไม่ก่อให้เกิดพิษหรือฤทธิ์ไม่พึงประสงค์ หรือมีความเป็นพิษน้อย (Akah and Okafor, 1992 ; Njan *et al.*, 2008 ; Ojiako and Nwanjo, 2006 ; Akowuah *et al.*, 2015 ; Dégbé *et al.*, 2018 ; Yeap *et al.*, 2013) จึงมีความปลอดภัยในการนำหนานเฉาเหว่ยไปใช้เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพ (Yeap *et al.*, 2010) ขณะที่นักวิจัยอีกกลุ่มหนึ่ง พบว่า หนานเฉาเหว่ยมีความเป็นพิษ มีผลให้เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของตับ และระดับคอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้น เป็นพิษต่อหนูถีบจักร ก่อให้เกิดการแตกของโครโมโซม และเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็งที่ผิวหนัง (Nabukenya *et al.*, 2014 ; Ibrahim *et al.*, 2011 ; Owoeye *et al.*, 2010) ผลจากการทดสอบครั้งนี้ ชี้ให้เห็นว่า สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ และความเป็นพิษผันแปรตามความเข้มข้นของสารสกัด ดังนั้นจึงควรระวังในการใช้หนานเฉาเหว่ยในปริมาณมาก

3. การยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์

การทดสอบการยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ของเซลล์ RAW 264.7 ที่ถูกกระตุ้นด้วย LPS พบว่า ที่ความเข้มข้น 25 50 และ 100 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สารสกัดใบหนานเฉาเหว่ยยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ได้ 13.78±2.07, 17.39±2.41 และ 29.97±2.58 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สารสกัดยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ได้น้อยกว่ายา Diclofenac ที่สามารถยับยั้งได้ถึง 27.07±1.81% (Table 3)

เนื่องจากไนตริกออกไซด์ (NO) เป็นสารสื่อกลาง (Mediator) ที่สำคัญที่มีบทบาทในการก่อการอักเสบที่เกี่ยวข้องกับระบบภูมิคุ้มกัน เมื่อระบบภูมิคุ้มกันภายในร่างกายเกิดการอักเสบ จะส่งผลให้ปริมาณ NO เพิ่มขึ้น การวิจัยในครั้งนี้ สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ยสามารถยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ได้ แสดงให้เห็นว่า สารสกัดนี้มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ผลการวิจัยในครั้งนี้ สอดคล้องกับหลายงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พบว่า ใบ รวมทั้งสารสกัดจากใบหนานเฉาเหว่ย มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ (Adiukwu, *et al.*, 2013 ; Adedapo *et al.*, 2014 ; Samuel *et al.*, 2017 ; Kola, 2007 ; Wang *et al.*, 2020)

Samuel *et al.*, (2017) พบว่า กลไกในการต้านการอักเสบของสารสกัด คือ ลดการเคลื่อนที่ของเซลล์เม็ดเลือดขาวไปยังบริเวณที่มีการอักเสบและลดออกซิเดชันของไขมัน การวิจัยครั้งนี้ สารสกัดเอ-ทานอลใบหนานเฉาเหว่ย ต้านการอักเสบโดยการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์

ผลจากการทดสอบนี้ชี้ให้เห็นว่า สารสกัดมีมี
ศักยภาพในการต้านการอักเสบต่ำกว่า ยา Diclofenac ดังนั้น
หากจะประยุกต์ใช้หันทานเฉยๆในการรักษาอาการอักเสบ

จึงควรเลือกใช้ในกรณีที่มีการอักเสบไม่มาก และไม่ควรรใช้
ปริมาณมาก เพราะอาจเกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ได้

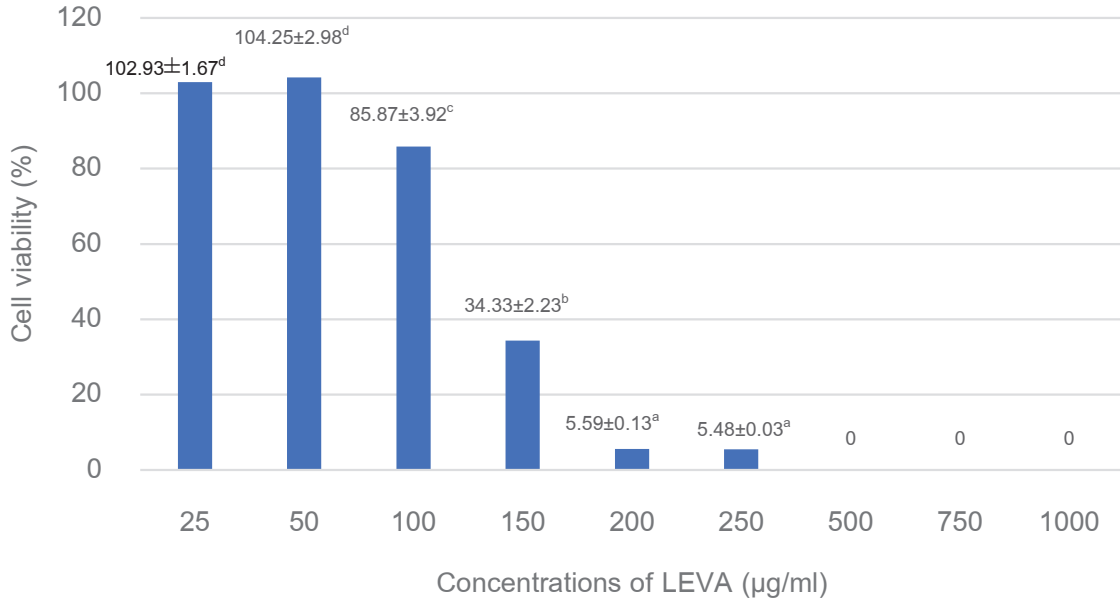


Figure 2 Cell viability (%) of RAW 264.7 cells exposed to ethanol leaf extract from *V. amygdalina* (LEVA)

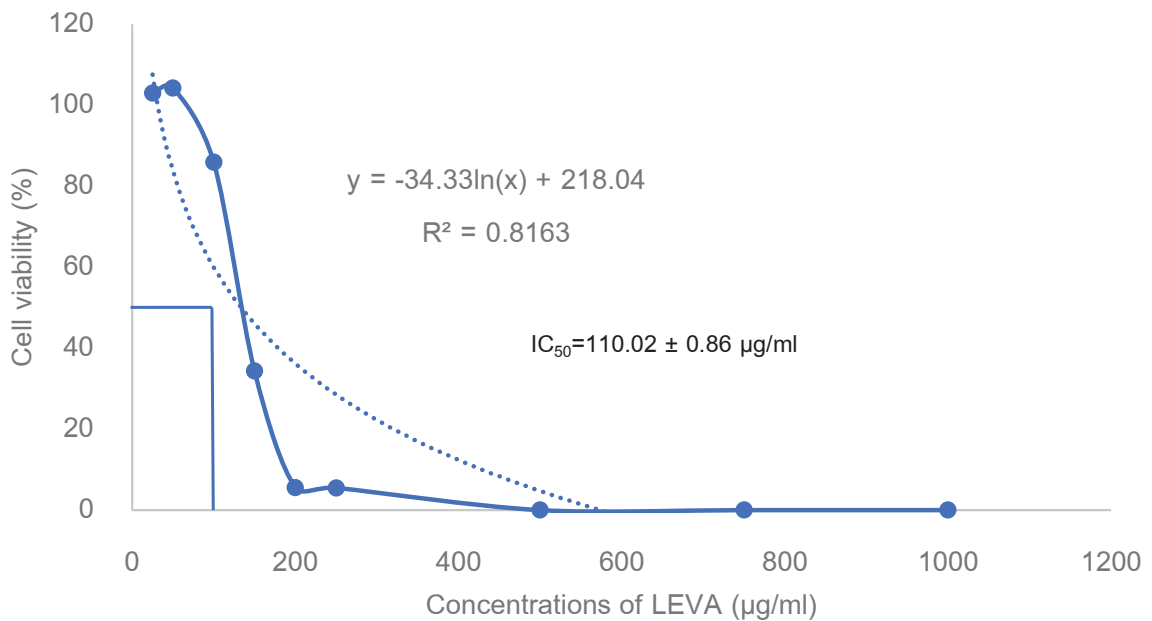
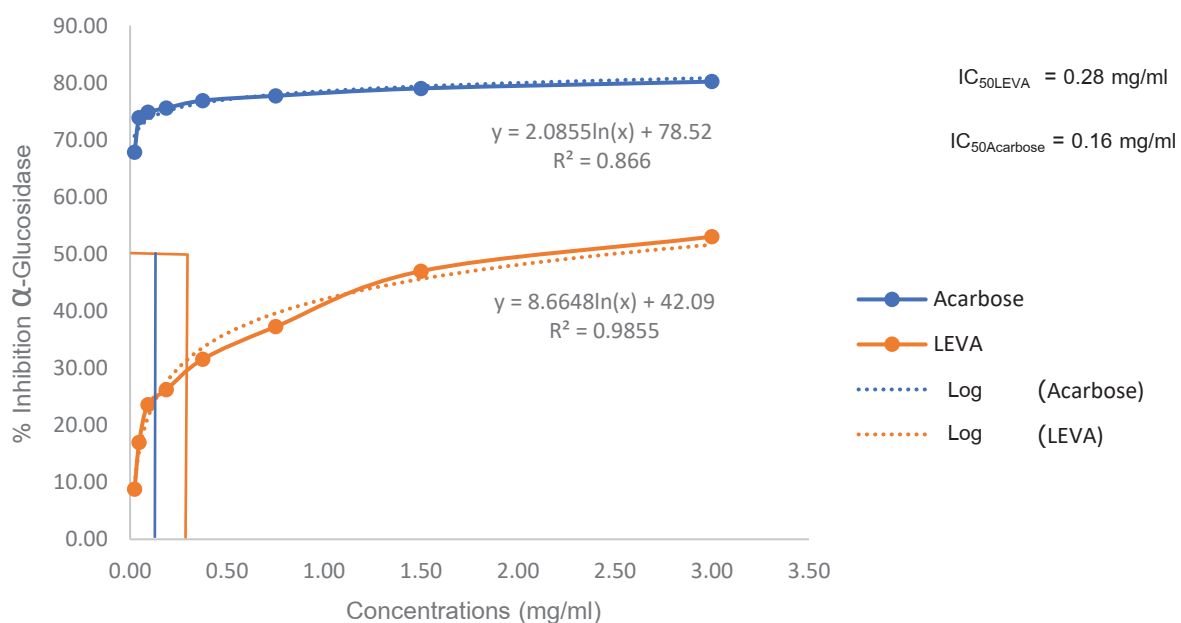


Figure 3 Cell viability (LC_{50}) of RAW 264.7 cells exposed to ethanol leaf extract from *V. amygdalina* (LEVA)

Table 2 Inhibitory effect of ethanol leaf extract from *V. amygdalina* (LEVA) and Diclofenac on NO production (%) in LPS-stimulated RAW 264.7 cells

Concentrations ($\mu\text{g/mL}$)	% Inhibition NO production	
	LEVA	Diclofenac
25	13.78 \pm 2.07 ^a	-
50	17.39 \pm 2.41 ^{a*}	27.07 \pm 1.81 ^{**}
100	29.97 \pm 2.58 ^b	-

Values are expressed as means \pm S.E.M, n= 3 replications ; There was significant difference between means have the different alphabetical super-scripts (p<0.05) (a and b by least significant difference (LSD), * and ** by Student-t test).

**Figure 4** Inhibitory effect of ethanol leaf extract from *V. amygdalina* (LEVA) and Acarbose on α -Glucosidase activity

4. การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส

การทดสอบการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส พบว่า สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสได้ และการยับยั้งผันแปรตามความเข้มข้นของสารสกัด ที่ความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ 3.0 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร สารสกัดสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสได้ 53.02 \pm 0.00% และมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.28 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ในขณะที่ที่ความเข้มข้นเดียวกันนี้ ยา Acarbose ยับยั้งได้สูงถึง 80.19 \pm 0.01% และมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.16 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (Figure 4) การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ของสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย ในการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับการวิจัยของ Erukainure *et al.*, (2019) ; Alara *et al.*, (2019) ; Saliu *et al.*, (2012) ; Anh *et al.*, (2021) และ Zakariya, *et al.*,

(2020) ที่พบว่า ชาชงหนานเฉาเหว่ย สารสกัดเอทานอล สารสกัดน้ำ สารสกัดบิวทานอล สารสกัดฟีนอล ส่วนสกัดย่อย สเตียรอยด์ ซาโปนิน รวมทั้งสาร Vernoaamyoside E ที่แยกได้จาก สารสกัดใบหนานเฉาเหว่ยมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α -amylase และ α -glucosidase อย่างไรก็ตามฤทธิ์ของสารทดสอบในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส หรือฤทธิ์ต้านเบาหวาน ขึ้นอยู่กับปัจจัยในการทดสอบ เช่นขนาดของสารสกัด ระยะเวลาในการให้สารสกัด (Ong *et al.*, 2011) และชนิดของสารสกัด (Atangwho *et al.*, 2013) สารสำคัญ (Active compounds) เช่น Polyphenol เป็นปัจจัยที่หนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการออกฤทธิ์ต้านเบาหวานของหนานเฉาเหว่ย (Ong *et al.*, 2011)

เอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส เป็นเอนไซม์ซึ่งทำหน้าที่ย่อยแป้ง และคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว เช่น น้ำตาลกลูโคส การวิจัยครั้งนี้ พบว่า สารสกัดเอทานอล

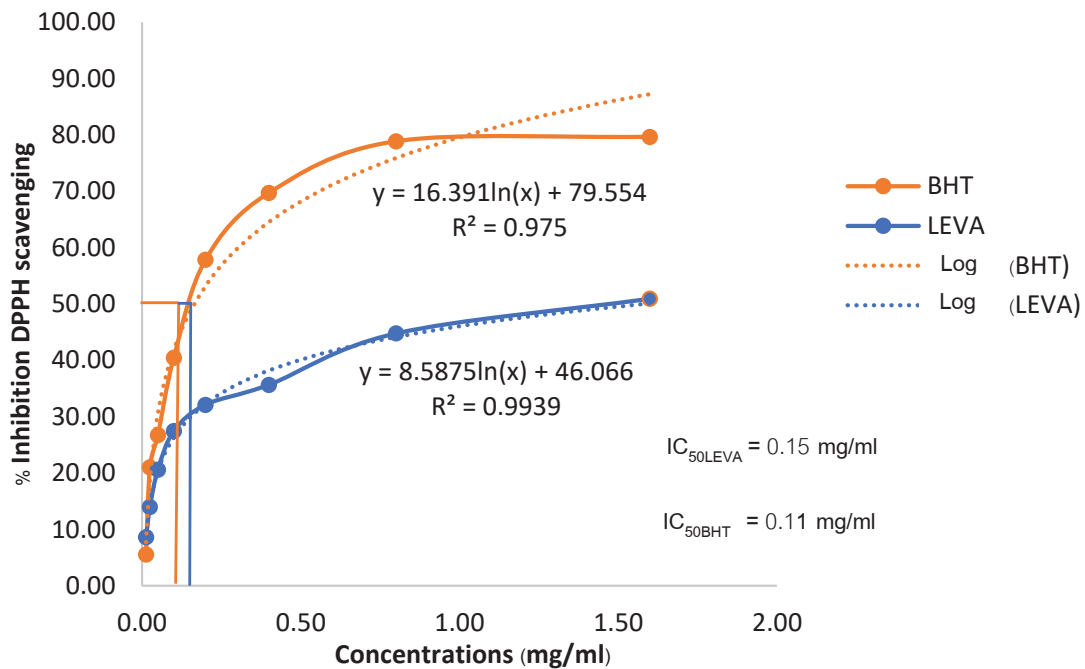


Figure 5 Antioxidant activities of ethanol leaf extract from *V. amygdalina* (LEVA) and BHT, using DPPH assay

ใบหนานเฉาเหว่ย ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสได้ ดังนั้น สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ยจึงออกฤทธิ์ต้านเบาหวานโดยการชะลอการเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือด และชะลอการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือด

ผลจากการทดสอบนี้ชี้ให้เห็นว่า สารสกัดมีศักยภาพในการต้านเบาหวานต่ำกว่ายา Acarbose ที่ใช้สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ดังนั้น หากจะมีการใช้ในการรักษาเบาหวาน ควรจะนำไปใช้ร่วมกับยารักษาโรคเบาหวาน ไม่ควรใช้หนานเฉาเหว่ยอย่างเดียวในปริมาณมาก ซึ่งอาจเกิดอันตราย เนื่องจากสารสกัดจะมีพิษมากขึ้นเมื่อใช้ในปริมาณที่มากขึ้น

5. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay พบว่า ที่ความเข้มข้น 1.6, 0.8, 0.4, 0.2, 0.1, 0.05, 0.02 และ 0.01 มก/มล สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ยสามารถกำจัดอนุมูล DPPH ได้ 50.93 ± 0.01 , 44.77 ± 0.02 , 35.67 ± 0.00 , 32.12 ± 0.01 , 27.45 ± 0.00 , 20.62 ± 0.01 , 14.00 ± 0.01 และ 8.60 ± 0.01 % ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า สารสกัดสามารถกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ได้เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น และมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.15 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ขณะที่ที่ความเข้มข้นเดียวกันนี้ สาร BHT กำจัดอนุมูล DPPH ได้ 79.68 ± 0.01 , 78.88 ± 0.01 , 69.73 ± 0.02 , 57.84 ± 0.02 , 40.47 ± 0.01 , 26.73 ± 0.02 , 21.04 ± 0.01 และ 5.57 ± 0.01 % ตามลำดับ และมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.11 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เมื่อเปรียบเทียบที่ความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการ

ศึกษาครั้งนี้ คือ 1.6 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร พบว่า สารสกัดสามารถกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ได้ 50.93 ± 0.01 % ซึ่งกำจัดอนุมูล DPPH ได้น้อยกว่าสาร BHT ที่กำจัดอนุมูลอิสระได้ถึง 79.68 ± 0.01 % (Figure 5) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และออกฤทธิ์โดยวิธีกำจัดอนุมูล DPPH ผลการวิจัยในครั้งนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Tonukari *et al.*, 2015 ; Erukainure *et al.*, 2019 ; Adedapo *et al.*, 2014 ; Wang *et al.*, 2020 ; Adeoye *et al.*, 2017 ; Dégbé *et al.*, 2018) ที่รายงาน ว่า ชาชง สารสกัดอะซีโตน สารสกัดน้ำ สารสกัดเมทานอล และสารสกัดเอทานอลจากใบหนานเฉาเหว่ยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ศักยภาพในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหนานเฉาเหว่ยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดของสารสกัด หรือตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสาร (Atangwho *et al.*, 2013) ความเข้มข้นหรือขนาดของสารสกัดที่ใช้ และปริมาณของสาร ฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัด (Alara *et al.*, 2019)

สรุปผลการทดลอง

สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย มีสารเคมีหลักเป็นองค์ประกอบ 10 ชนิด ได้แก่ Benzoic acid, Neophytadiene, Xylocaine, Hexadecanoic acid, Hexadecanoic acid ethyl ether, Phytol, (z,z)-9,12-Octadecadienoic acid, (z,z,z)-9,12,15-Octadecatrien-1-ol, (z,z,z)-9,12,15-Octadecatrienoic acid ethyl ester และ Octadecanoic acid สารสกัดเป็นพิษต่อ

เซลล์ โดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 110.02±0.86 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สารสกัดมีฤทธิ์ต้านการอักเสบและออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการสร้างไนตริกออกไซด์ มีฤทธิ์ต้านเบาหวานและออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส สารสกัดยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและออกฤทธิ์โดยการกำจัดอนุมูล DPPH ได้ นอกจากนี้ สารสำคัญส่วนหนึ่งที่พบในสารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ย มีส่วนในการออกฤทธิ์ของสารสกัด

พบว่า สารสกัดเอทานอลใบหนานเฉาเหว่ยมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ต้านเบาหวาน และต้านอนุมูลอิสระ จึงมีความเป็นไปได้ในการนำสารสกัดนี้ไปทำการวิจัยหรือทดลองต่อทางคลินิก เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับใช้ในการรักษาโรคที่สัมพันธ์กับอนุมูลอิสระ รวมทั้งโรคเบาหวาน และการอักเสบ อย่างไรก็ตาม สารสกัดแสดงความเป็นพิษต่อเซลล์ ดังนั้น การใช้หนานเฉาเหว่ยจึงต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) และสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชนากรณ์ คำสุด จิตติกร จันทร์วุ่น นฤมล ศรีเมฆ และสุธรรม สงแสง. (2560). ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งแอลฟา-กลูโคซิเดสของส่วนสกัดขุ่นอ่อน. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 45 (3), 543-550.

ศรีสมพร ปรีเปรม. [ม.ป.ป.]. *การศึกษาด้านเภสัชเวทของหนานเฉาเหว่ย*. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=arti.

Abebe, W. (1984). Traditional pharmaceutical practice in Gondar region, Northwestern Ethiopia. *Journal of Ethnopharmacology*, 11 (1), 33-47.

Adaramoye, O.A., Akintayo, O., Achem, J., & Fafunso, M.A. (2008). Lipid-lowering effects of methanolic extract of *Vernonia amygdalina* leaves in rats fed on high cholesterol diet. *Vascular health and Risk Management*, 4 (1), 235.

Adedapo, A.A., Aremu, O.J., & Oyagbemi, A.A. (2014). Anti-oxidant, anti-inflammatory and antinociceptive properties of the acetone leaf extract of *Vernonia amygdalina* in some laboratory animals. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 4 (Suppl 2), 591.

Adeoye, A.T., Ajibade, T.O., Oyagbemi, A.A., Omobowale, T.O., Adedapo, A.D., Ayodele, A.E.,... & Adedapo, A.A. (2017). The methanol leaf extract of *Vernonia amygdalina* ameliorates cardiomyopathy in alloxan-induced diabetic rats. *Ornamental and Medicinal Plants*, 1 (2), 26-48.

Adiukwu, P.C., Kayanja, F.I.B., Nambatya, G., Adzu, B., Twinomujuni, S., Twikirize, O., ... & Buzaare, P. (2013). Anti-Inflammatory and anti-pyretic activity of the leaf, root and saponin fraction from *Vernonia amygdalina*. *British Journal of Pharmacology and Toxicology*, 4 (2), 33-40.

Akah, P.A., & Okafor, C.L. (1992). Blood sugar lowering effect of *Vernonia amygdalina* Del, in an experimental rabbit model. *Phytotherapy Research*, 6 (3), 171-173.

Akowuah, G., Lee, L. & Chin, H. (2015). *Toxicological evaluation of Vernonia amygdalina methanol leave extract in rats*. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*. 15.10.1007/ s13596-015-0194-6.

Akpan, H.D. & Dan, P.H. (2015). Antidiabetic potential of diets containing *Vernonia amygdalina* leaves in Streptozotocin-induced diabetic Wistar rats. *International Journal of Current Research*, 7, (5),15963-15968.

Alara, O.R., Abdurahman, N.H., Mudalip, S.A., & Olalere, O.A. (2019). Effect of drying methods on the free radicals scavenging activity of *Vernonia amygdalina* growing in Malaysia. *Journal of King Saud University-Science*, 31 (4), 495-499.

Alara, O.R., Abdurahman, N.H., Ukaegbu, C.I., & Kabbashi, N.A. (2019). Extraction and characterization of bioactive compounds in *Vernonia amygdalina* leaf ethanolic extract comparing soxhlet and microwave-assisted extraction techniques. *Journal of Taibah University for Science*, 13 (1), 414-422.

- Anh, H.L.T., Vinh, L.B., Lien, L.T., Cuong, P.V., Arai, M., Ha, T.P., ... & Kim, Y.H. (2021). In vitro study on α -amylase and α -glucosidase inhibitory activities of a new stigmastane-type steroid saponin from the leaves of *Vernonia amygdalina*. *Natural Product Research*, 35 (5), 873-879.
- Asante, D.B., Henneh, I.T., Acheampong, D.O., Kyei, F., Adokoh, C.K., Ofori, E.G.,... & Ameyaw, E.O. (2019). Anti-inflammatory, anti-nociceptive and antipyretic activity of young and old leaves of *Vernonia amygdalina*. *Journal of Biomedicine and Pharmacotherapy*, 111, 1187-1203.
- Atangwho, I.J., Ebong, P.E., Eyong, E.U., Asmawi, M.Z., & Ahmad, M. (2012). Synergistic antidiabetic activity of *Vernonia amygdalina* and *Azadirachta indica*: Biochemical effects and possible mechanism. *Journal of Ethnopharmacology*, 141 (3), 878-887.
- Atangwho, I.J., Egbung, G.E., Ahmad, M., Yam, M.F., & Asmawi, M.Z. (2013). Antioxidant versus anti-diabetic properties of leaves from *Vernonia amygdalina* Del. growing in Malaysia. *Food chemistry*, 141 (4), 3428-3434.
- Ayodele, A., Adeoye, A.T., Adedapo, A.D., Omobowale, T.O., Adedapo, A.A., & Oyagbemi, A.A. (2017). Antidiabetic and antioxidant activities of the methanol leaf extract of *Vernonia amygdalina* in alloxan-induced diabetes in Wistar rats. *Journal of Medicinal Plants for Economic Development*, 1 (1), 1-12.
- Bahuguna, A., Khan, I., Bajpai, V.K., & Kang, S.C. (2017). MTT assay to evaluate the cytotoxic potential of a drug. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 12, 115-118.
- Barre, D.E. (2007). The Role of consumption of alpha-linolenic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in human metabolic syndrome and Type 2 diabetes--A mini-review. *Journal of Oleo Science*, 56 (7), 319-325.
- Blondeau, N., Lipsky, R.H., Bourourou, M., Duncan, M.W., Gorelick, P.B. & Marini, A.M. (2014). Alpha-linolenic acid: An omega-3 fatty acid with neuroprotective properties—Ready for use in the stroke clinic. *International Journal of Biomedical Research*, 2015, 1-8.
- Buddhakala, N., & Talubmook, C. (2020). Toxicity and antidiabetic activity of ethanolic extract of *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski flower in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 262, 113-128.
- Chitra, S. & Karthikeyan, J. (2018). Phytochemical profiling of cat whisker's (*Orthosiphon stamineus*) tea leaves extract. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7 (6), 1396-1402.
- Costa, J.P., Islam, M.T., Santos, P.S., Ferreira, P.B., Oliveira, G.L., Alencar, M.V., Paz, M.F., Ferreira, É.L., Feitosa, C.M., Citó, A.M., Sousa, D.P., Melo-Cavalcante, A.A. (2016). Evaluation of antioxidant activity of phytol using non- and pre-clinical models. *Current Pharmacology and Biotechnology*, 17 (14), 1278-1284.
- Dégbé, M., Debierre-Grockiego, F., Tété-Bénissan, A., Débare, H., Aklidikou, K., Dimier-Poisson, I., & Gbeassor, M. (2018). Extracts of *Tectona grandis* and *Vernonia amygdalina* have anti-toxoplasma and pro-inflammatory properties in vitro. *Parasite*, 25.
- de Moraes, J., de Oliveira, R. N., Costa, J. P., Junior, A.L., de Sousa, D.P., Freitas, R.M.,... & Pinto, P.L. (2014). Phytol, a diterpene alcohol from chlorophyll, as a drug against neglected tropical disease *Schistosomiasis mansoni*. *PLoS neglected tropical diseases*, 8 (1), e2617.
- Dong, H.Q., Li, M., Zhu, F., Liu, F.L., & Huang, J.B. (2012). Inhibitory potential of trilobatin from *Lithocarpus polystachyus* Rehd against α -glucosidase and α -amylase linked to type 2 diabetes. *Food Chemistry*, 130, 261-266.
- Ebong, P.E., Atangwho, I.J., Eyong, E.U., Ukwe, C., & Obi, A.U. (2006, November). Pancreatic Beta cell regeneration: a probable parallel mechanism of hypoglycaemic action of *Vernonia amygdalina* Del and *Azadirachta indica*. In *the Proceeding of the 2006 International Neem Conference* (pp. 83-89).
- Ejioforinnocent, M.I., Zaman, M.K., & Das, A. (2017). Antidiabetic evaluations of different parts of *Vernonia amygdalina*. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS)*, 12 (4), 23-28.

- Elaby, S.M., & Ali, J.B. (2018). The anti-anemic effect of dried beet green in phenylhydrazine treated rats. *Archives of Pharmaceutical Sciences Ain Shams University*, 2 (2), 54-69.
- Erukainure, O.L., Chukwuma, C.I., Sanni, O., Matsabisa, M.G., & Islam, M.S. (2019). Histochemistry, phenolic content, antioxidant, and anti-diabetic activities of *Vernonia amygdalina* leaf extract. *Journal of Food Biochemistry*, 43 (2), e12-737.
- Erukainure, O.L., Oyebode, O.A., Ibeji, C.U., Koorbanally, N.A., & Islam, M.S. (2019). *Vernonia amygdalina* Del. stimulated glucose uptake in brain tissues enhances antioxidative activities ; and modulates functional chemistry and dysregulated metabolic pathways. *Metabolic Brain Disease*, 34 (3), 721-732.
- Farombi, E.O., & Owoeye, O. (2011). Antioxidative and chemopreventive properties of *Vernonia amygdalina* and *Garcinia biflavonoid*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8 (6), 2533-2555.
- Gunasekarana, S., Vijay, T., Sarumathyd, K., Palanie, S., Panneerselvamb, R.P.S., & Srinivasanba, V. (2013). Phytoconstituents evaluation by GC-MS and therapeutic efficacy of *Grewia umbellifera* on Streptozotocin (STZ) induced diabetic. *International Journal of Pharmacy and Life Sciences*, 4, 2380-2386.
- Hamman, L.L., Amaza, D.S., Zirahei, J.V., Goji, A.D.T., Mari, H., & Amali, F. (2016). Effect of aqueous extract of bitter leaf (*Vernonia amygdalina*) on phenylhydrazine induced kidney damage in albino rat. *International Journal of Advanced Research*, 4 (11), 39-47 IJAR.
- Harish, C., Upadhyay, Mishra, A., Pandey, J., Sharma, P., Tamrakar, A.K., Srivastava, A.K., Khan F., & Srivastava, S.K. (2021). In vitro, in vivo and in silico antihyperglycemic activity of some semi-synthetic phytol derivatives. *Medicinal Chemistry*, 17. DOI: <https://doi.org/10.2174/1573406417666201216124018>
- Hutchinson & Dalzell J.M. (1963). *Flora of West Africa* (2nd edition). agent London, pp 450-455.
- Ibrahim, G., Abdurahman, E.M., Ibrahim, H., Ibrahim, N., & Magaji, M.G. (2011). Toxicity and analgesic effects of *Vernonia amygdalina* Del. (*Asteraceae*) leaf extract on mice. *International Journal of Advanced Pharmacology and Biological Sciences*, 1, 1-4.
- Igile, G.O., Oleszek, W., Jurzysta, M., Burda, S., Fafunso, M., & Fasanmade, A.A. (1994). Flavonoids from *Vernonia amygdalina* and their antioxidant activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42 (11), 2445-2448.
- Ijeh, I.I., & Ejike, C.E. (2011). Current perspectives on the medicinal potentials of *Vernonia amygdalina* Del. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5 (7), 1051-1061.
- Islam, M.T., Ayatollahi, S.A., Kabir Zihad, S.M.N., Sifat, N., Khan, M.R., Arkajyoti P., Salehi, B., Islam, T., Mubarak, M.S., Martins, N., & Sharifi-Rad, J. (2020). Phytol anti-inflammatory activity: Pre-clinical assessment and possible mechanism of action elucidation. *Cell Molecular Biology, (Noisy-le-grand)*, 25, 66 (4), 264-269.
- Katemo, F.M., Marini, R.D., & Kadima, J.N. (2018). Antihyperglycemic Activity of *Vernonia amygdalina* leaf extracts, *Hibiscus esculentus* fruit extract and *Garcinia kola* seed extract from Kisangani Plants. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 1-8.
- Kim, N.Y., Kang, T.H., Song, E.K., Pae, H.O., Chung, H.T., & Kim, Y.C. (2000). Inhibitory effects of butanol fraction of the aqueous extract of *Forsythia koreana* on the nitric oxide production by murine macrophage-like RAW 264.7 cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 73, 323-327.
- Kaur, D., Kaur, N., & Chopra, A. (2019). A comprehensive review on phytochemistry and pharmacological activities of *Vernonia amygdalina*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8 (3), 2629-2636.
- Kola, O.M. (2007). Anti-inflammatory activity of ethanolic leaf extract from *Vernonia amygdalina* on the immune system of Swiss albino rats dosed with *Clostridium sporogenes* (NC13532). *Research Journal of Medical Sciences*, 1 (2), 127-31.

- Michael, U.A., David, B.U., Theophine, C.O., Philip, F.U., Ogochukwu, A.M., & Benson, V.A. (2010). Antidiabetic effect of combined aqueous leaf extract of *Vernonia amygdalina* and metformin in rats. *Journal of Basic and Clinical Pharmacy*, 1 (3), 197.
- Momoh, M.A., Adedokun, M.O., Mora, A.T., & Agboke, A.A. (2014). Antidiabetic activity and acute toxicity evaluation of aqueous leaf extract of *Vernonia amygdalina*. *African Journal of Biotechnology*, 13 (50), 4586-4593.
- Nabukenya, I., Rubaire-Akiiki, C., Mugizi, D., Kateregga, J., & Olila, D. (2014). Sub-acute toxicity of aqueous extracts of *Tephrosia vogelii*, *Vernonia amygdalina* and *Senna occidentalis* in Rats. *Natural Product Research*, 2, 143. doi: 10.4172/2329-6836.1000143 Page 2 of 5 acute study.
- In the protocol. OECD test guidelines were followed. National Academies guide for the care and use of laboratory animals were adapted for the animal protocol in this study and was approved by the institutional review board (study number IRBCO-VAB/2013/009). *Briefly*, 100, 70-100.
- Nguyen, T.X.T., Dang, D.L., Ngo, V.Q., Trinh, T.C., Trinh, Q.N., Do, T.D., & Thanh, T.T.T. (2020). Anti-inflammatory activity of a new compound from *Vernonia amygdalina*. *Natural Product Research*, 1-6.
- Njan, A.A., Adzu, B., Agaba, A.G., Byarugaba, D., Díaz-Llera, S., & Bangsberg, D.R. (2008). The analgesic and anti-plasmodial activities and toxicology of *Vernonia amygdalina*. *Journal of Medicinal Food*, 11 (3), 574-581.
- Nwaogukpe, R.N. (2010). The effect of extract of bitter leaf (*Vernonia amygdalina*) on blood glucose levels of diabetic rats. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (3).
- Offor, C.E. (2015). Comparative anti-diabetic effects of the ethanol leaf extracts of *Vernonia amygdalina* and *Azadirachta indica* in albino rats. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4 (1), 201-209.
- Ojiako, O.A., & Nwanjo, H.U. (2006). Is *Vernonia amygdalina* hepatotoxic or hepatoprotective? Response from biochemical and toxicity studies in rats. *African Journal of Biotechnology*, 5 (18).
- Okoduwa, S.I.R., Umar, I.A., James, D.B., & Inuwa, H.M. (2017). Validation of the antidiabetic effects of *Vernonia amygdalina* Delile leaf fractions in fortified diet-fed streptozotocin-treated rat model of type-2 diabetes. *Journal of Diabetology*, 8 (3), 74.
- Okoduwa, S.I., Umar, I.I.A., James, D.B., Inuwa, H.M., Habila, J.D., & Venditti, A. (2020). Bioguided fractionation of hypoglycaemic component in methanol extract of *Vernonia amygdalina*: an in vivo study. *Natural Product Research*, 1-5.
- Okwuzu, J.O., Odeiga, P., Otubanjo, O.A., & Ezechi, O.C. (2017). Cytotoxicity testing of aqueous extract of bitter leaf (*Vernonia amygdalina* Del.) and sniper 1000EC (2, 3 dichlorovinyl dimethyl phosphate) using the *Alium cepa* test. *African Health Sciences*, 17 (1), 147-153.
- Olufunmilayo, L.A., Oshiobugie, M.J., & Iyobosa, A.I. (2017). Acute toxicity and hypoglycemic properties of ethanolic root extract of *Vernonia amygdalina* (bitter leaf) in alloxan-induced diabetic rats. *International Journal of Current Research*, 9 (05), 50132-50138.
- Onasanwo, S.A., Oyebanjo, O.T., Ajayi, A.M., Olubori, M.A. (2017). Mechanisms of action of the anti-nociceptive and anti-inflammatory effects of leaf extract of *Vernonia amygdalina*. *Journal of Interculture Ethnopharmacology*, 6 (2), 192-198.
- Ong, K.W., Hsu, A., Song, L., Huang, D., & Tan, B.K.H. (2011). Polyphenols-rich *Vernonia amygdalina* shows anti-diabetic effects in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 133 (2), 598-607.
- Osinubi, A.A. (2007). Effects of *Vernonia amygdalina* and chlorpropamide on blood glucose. *Medical Journal of Islamic World Academy of Sciences*, 16 (3), 115-119.
- Owoeye, O., Yousuf, S., Akhtar, M.N., Qamar, K., Dar, A., Farombi, E.O., ... & Choudhary, M.I. (2010). Another anticancer elemanolide from *Vernonia amygdalina* Del. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4 (1).
- Owolabi, M.A., Jaja, S.I., Oyekanmi, O.O., & Olatunji, O.J. (2008). Evaluation of the antioxidant activity and lipid peroxidation of the leaves of *Vernonia amygdalina*. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 5 (1).

- Ponnamma, S.U., Manjunath, K. (2012). GC-MS analysis of phytochemicals in the methanolic extract of *Justicia wyaadensis* (NEES) T. Anders. *International Journal of Pharmacological and Biological Sciences*, 3, 570-576.
- Ruvanthika, P.N., Manikandan, S. & Lalitha, S. (2016). A Comparative study on phytochemical screening of aerial parts of *Nelumbo nucifera* Gaertn by Gas Chromatographic Mass Spectrometry. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 8 (5), 2258-2266.
- Ryu, K.R., Choi, J.Y., Chung, S., Kim, D.H. (2011). Anti-scratching behavioral effect of the essential oil and phytol isolated from *Artemisia princeps* Pamp. in mice. *Planta Medica*, 77, 22-26.
- Saliu, J.A., Ademiluyi, A.O., Akinyemi, A.J., & Oboh, G. (2012). In vitro antidiabetes and antihypertension properties of phenolic extracts from bitter leaf (*Vernonia amygdalina* Del.). *Journal of Food Biochemistry*, 36 (5), 569-576.
- Santos C.C.M.P., Salvadori, M.S, Mota, V.G., Costa, L.M., Almeida, A.A.C.O., et al., (2013). Antinociceptive and antioxidant activities of phytol in vivo and in vitro models. *Journal of Neuroscience Article ID 949452*. doi: <https://doi.org/10.1155/2013/949452>.
- Silva, R.O., Sousa, F.B., Damasceno S.R., Carvalho, N.S., Silva, V.G., Oliveira, F.R., Sousa, D.P., Aragão, K.S., Barbosa, A.L, Freitas, R.M., Medeiros, J.V. (2014). Phytol, a diterpene alcohol, inhibits the inflammatory response by reducing cytokine production and oxidative stress. *Fundamental and Clinical Pharmacology*, 28 (4), 455-464.
- Tewtrakul, S. & Itharat, A. (2007). Nitric oxide inhibitory substances from the rhizomes of *Dioscorea membranacea*. *Journal of Ethnopharmacology*, 109, 412-416.
- Therapanithan, C., Jaiaree, N., Itharat, A., Makchuchit, S., Thongdeeying, P., Panthong, S. (2015). Anti-inflammatory and antioxidant activities of the Thai traditional remedy called "Leard-ngam" and its plant ingredients. *Thammasat Medical Journal*, 15 (3).
- Tona, L., Cimanga, R.K., Mesia, K., Musuamba, C.T., De Bruyne, T., Apers, S., ... & Vlietinck, A.J. (2004). In vitro anti-plasmodial activity of extracts and fractions from seven medicinal plants used in Democratic Republic of Congo. *Journal of Ethnopharmacology*, 93 (1), 27-32.
- Tonukari, N.J., Avwioroko, O.J., Ezedom, T., & Anigboro, A.A. (2015). Effect of preservation on two different varieties of *Vernonia amygdalina* Del. (bitter) leaves. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 6 (07), 623.
- Udensi, E.A., Ijeh, I.I., & Ogbonna, U. (2002). Effect of traditional processing on the phytochemical and nutrient composition of some local Nigerian leafy vegetables. *Journal of Science and Technology*, 8, 37-40.
- Usunomena, U. & Ngozi, O.P. (2016). Phytochemical analysis and proximate composition of *Vernonia amygdalina*. *International Journal of Scientific World*, 4 (1), 11-14.
- Vasudevan, A., Vijayan, D., Mandal, P., Karthe, P., Sadasivan, C. & Haridas, M. (2012). Anti-Inflammatory property of n-Hexadecanoic acid: Structural evidence and kinetic assessment. *Chemical Biology & Drug Design*, 80, 434-439.
- Villano, D., Ferná'ndez-Pacho'n, M., Moya,´ M., Troncoso, A., Garcí'a-Parrilla, M. (2007). Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. *Talanta*, 71 (1), 230-235.
- Wang, W.T., Liao, S.F., Wu, Z.L., Chang, C.W., & Wu, J.Y. (2020). Simultaneous study of antioxidant activity, DNA protection and anti-inflammatory effect of *Vernonia amygdalina* leaves extracts. *Plos One*, 15 (7), e0235717.
- Yazid, F., Hasanah, N.B., Hanafi, M., & Prasasty, V.D. (2020). Antidiabetic and antioxidant potential of *Vernonia amygdalina* leaf extract in alloxan-induced Sprague-dawley rats. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 20 (4), 190-200.
- Yeap, S.K., Ho, W.Y., Beh, B.K., San Liang, W., Ky, H., Yousr, A.H.N., & Alitheen, N.B. (2010). *Vernonia amygdalina*, an ethnoveterinary and ethnomedical used green vegetable with multiple bio-activities. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (25), 2787-2812.

Yeap, S.K., Liang, W.S., Beh, B.K., Ho, W.Y., Yousef, A.N., & Alitheen, N.B. (2013). In vivo antidiabetic and acute toxicity of spray-dried *Vernonia amygdalina* water extract. *International Journal of Food Research*, 20 (2), 613.

Zakaria, Y., Azlan, N.Z., Hasan, N.N., & Muhammad, H. (2018). In vivo antidiabetic efficacy of Malaysian *Vernonia amygdalina* aqueous extract. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 6, 72-74.

Zakariya, A.M., Abubakar, M., Adamu, M., Zumoni, A.M., Nuhu, A., & Sabo, I. (2020). Inhibitory potential of an African *Vernonia amygdalina* (Asteraceae) leaves on a glucosidase enzyme. *Journal of Applied Biological Sciences*, 14 (2), 233-239.

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคทางสังคมออนไลน์

Factors affecting consumers's decisions of goods on social media

เกรียง กิจบำรุงรัตน์¹
Krieng Kitbumrungrat¹

Received: 12 September 2021 ; Revised: 19 November 2021 ; Accepted: 20 December 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณมีรูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจโดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นพฤติกรรมผู้บริโภคในการซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ จำนวน 400 ตัวอย่าง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีตัวแปรอิสระที่เป็นปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด 7Ps คือ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านกระบวนการให้บริการ และปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ ส่วนตัวแปรตามคือการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติพรรณนาประกอบ ด้วย ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนสถิติอนุมานประกอบด้วย เทคนิคการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ผลการวิจัยการทำนายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์มีทั้งหมด 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านข้อมูลร้านค้า ข้อมูลสินค้าและกระบวนการให้บริการ 2) ปัจจัยด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้า 3) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด 4) ปัจจัยด้านด้านราคา และ 5) ปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้า

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในครั้งนี้ พบว่าปัจจัยด้านส่วนประสมทางการตลาด ได้แก่ ด้านข้อมูลร้านค้า ข้อมูลสินค้าและกระบวนการให้บริการ ด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้า ด้านการส่งเสริมการตลาด ด้านด้านราคา และด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้า ทุกปัจจัยส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์

คำสำคัญ: การตัดสินใจซื้อ เครื่องขายสังคมออนไลน์ ธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

Abstract

This quantitative research studied factors affecting consumers buying decisions of customers in Bangkok using social media. Samples were 400 consumer behaviors in buying decisions about goods by social media. Data were collected using a questionnaire. Considering the decision to buy goods with social media, involved independent variables as marketing mixed factors (7Ps) including products, price, distribution channels, market promotion, people, process and physical evidence. The dependent variable was consumer buying decision about goods by social media. The descriptive statistics used in this study were frequency, percentage, mean and standard deviation. The Inferential statistics used in this study included factor analysis and multiple regression analysis techniques. Results indicated that the factors studied affect consumer buying decisions about goods by social media and included 5 variables: 1) store information, product information and service process 2) people and products quality 3) market promotion 4) price and 5) image of products and stores.

The results of the research revealed that all marketing mix ; including place, product, process, personnel, product quality, promotion, price, and image of product and store, affected consumer buying decisions about goods on social media.

Keywords: Purchasing decision, Social media, E-commerce business

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

¹ Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University, Thonburi District, Bangkok, Thailand

^{*} Corresponding author; e-mail: Kriengstat@yahoo.com

บทนำ

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการสื่อสารข้อมูลของมนุษย์ได้มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอยู่ตลอดเวลา โดยสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ อย่างมากมายนั้นก็คือเทคโนโลยี ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทและเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันของมนุษย์ไปแล้วเทคโนโลยีที่มนุษย์ใช้ในการสื่อสารระหว่างกันมีหลายวิธี ซึ่งหนึ่งในนั้นก็คือ สื่อสังคมออนไลน์อันเป็นช่องทางหนึ่งที่มีมนุษย์ใช้สื่อสารข้อมูลระหว่างกันในทุกๆ ด้านจนทำให้เกิดธุรกิจรูปแบบใหม่ขึ้นมา นั่นก็คือธุรกิจการค้าผ่านสังคมออนไลน์หรือที่เรียกกันว่าธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์หรือ E-Commerce ซึ่งเป็นช่องทางการทำธุรกิจที่ทำให้ผู้ประกอบการสามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น โดยการใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลาง ซึ่งธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์นั้น เริ่มได้รับความสนใจในประเทศไทยมากขึ้นในช่วงระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา เนื่องจากความก้าวหน้าเทคโนโลยีในการสื่อสารทำให้ผู้คนเริ่มมีช่องทางในการเข้าถึงสินค้าและบริการต่างๆ บนอินเทอร์เน็ตได้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นช่องทาง Facebook, Line, Instagram หรือเว็บไซต์ ร้านค้าอื่นๆ

ดังนั้น ผู้ประกอบการในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องรู้จักใช้สังคมออนไลน์ให้เป็นประโยชน์ต่อธุรกิจของตน โดยการใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างยอดขายให้มากขึ้นหากใช้ถูกวิธีก็จะกลายเป็นช่องทางที่สามารถทำให้ธุรกิจเติบโตไปได้ ในปัจจุบันนี้มีผู้ประกอบการหลายรายนั้นได้เริ่มขยายขยายธุรกิจของตัวเองจากที่มีหน้าร้านในแบบออฟไลน์เพียงอย่างเดียวมาเป็นการทำหน้าร้านแบบออนไลน์ควบคู่ไปด้วย ในขณะที่เจ้าของธุรกิจรุ่นใหม่ส่วนใหญ่จะมีหน้าร้านเฉพาะช่องทางออนไลน์เท่านั้น เนื่องจากช่องทางออนไลน์นี้ไม่ต้องใช้เงินลงทุนสูงเหมือนการทำหน้าร้านและยังสามารถเปิดขายได้ตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งสิ่งนี้ช่วยทำให้ธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยเติบโตขึ้นได้อย่างรวดเร็วก็คือการพัฒนาด้านการสื่อสารโทรคมนาคม การพัฒนาความเร็วของอินเทอร์เน็ต ทำให้การสื่อสารข้อมูลระหว่างกันผ่านทางอินเทอร์เน็ตทำได้สะดวกรวดเร็วกว่าในอดีตมากประกอบกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเข้าถึงอินเทอร์เน็ต เช่น สมาร์ทโฟน หรือคอมพิวเตอร์มีราคาที่ถูกลงทำให้ผู้บริโภคสามารถหาซื้อและเป็นเจ้าของได้ง่าย ส่งผลให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา สิ่งเหล่านี้ทำให้ตลาดของธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง

สังคมออนไลน์ (Social Media) หมายถึง กลุ่มคนที่ยุบรวมกันเป็นสังคม มีการทำกิจกรรมร่วมกันบน อินเทอร์เน็ตในรูปแบบของเว็บไซต์เป็นรูปแบบของการสื่อสารข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดเป็นสังคมขึ้นมาการสร้างชุมชนใหม่บนอินเทอร์เน็ตเป็นเครื่องมือสำคัญในการติดต่อสื่อสารสามารถ

ทำกิจกรรมต่างๆ ได้หลากหลายทั้งเพื่อการศึกษา ธุรกิจ และ ความบันเทิง (กันตพล บันทัดทอง, 2557) ส่วนธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) หมายถึง การซื้อการขาย การทำตลาดผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในทุกๆ ช่องทาง (สุภาวรรณชัยทวีวุฒิกุล, 2555) ในการศึกษาปัจจัยจากการใช้สื่อออนไลน์ที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคในประเทศไทยกรณีศึกษาผู้บริโภคเกอร์ของ เมธชนัน สุขประเสริฐ (2559) พบว่าการเข้าถึงสื่อออนไลน์ได้ง่าย ส่งผลในเชิงบวกต่อความตั้งใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคในประเทศไทย ทั้งนี้อาจเป็นผลจากมีช่องทางการรับชมหลากหลายและสะดวกรวดเร็วที่สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา จึงเลือกรับชมคลิปที่ชอบได้อย่างง่ายดาย รวมถึง Youtube มี Channel ให้เลือกติดตามมากมาย ผู้บริโภคจึงมีความตั้งใจซื้อสินค้ามากขึ้นเช่นเดียวกับการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านสังคมออนไลน์ (อินสตาแกรม) ของประชากรในกรุงเทพมหานครของ วิภาวรรณ มโนปราโมทย์ (2556) พบว่าการสั่งซื้อสินค้าทางอินสตาแกรมมีความสะดวกสามารถเลือกดูสินค้าทางอินสตาแกรมได้ตลอด 24 ชั่วโมง รวมถึงขั้นตอนการสั่งซื้อง่ายและไม่ยุ่งยาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธนพร พัฒนวนิชชากร (2557) พบว่าการเข้าถึงเว็บไซต์ได้อย่างรวดเร็วและมีขั้นตอนไม่ซับซ้อน ส่งผลต่อการเลือกใช้บริการเว็บไซต์รับจองห้องพักออนไลน์ยังเว็บไซต์ที่มีชื่อเสียง ประกอบกับอยู่อันดับต้นๆ ของ Search Engine โอกาสที่ผู้บริโภคเลือกใช้มีมากขึ้น

เกรียง กิจบำรุงรัตน์. (2564) พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์มีทั้งหมด 4 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ช่องทางการจัดจำหน่ายและการยอมรับเทคโนโลยี 2) ปัจจัยด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ 3) ปัจจัยด้านราคาคุณภาพและความหลากหลายของสินค้าในแอปพลิเคชันและความตรงต่อเวลาในการจัดส่งสินค้า 4) ด้านการประชาสัมพันธ์การสื่อสารกับผู้บริโภคและความมีชื่อเสียงของแอปพลิเคชัน

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิจัยในเรื่อง "การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์" เนื่องจากเล็งเห็นว่าธุรกิจพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-commerce) ในประเทศไทยในปัจจุบันมีการเติบโตและขยายตัวอย่างต่อเนื่อง จึงน่าจะเป็นโอกาสที่ดีสำหรับผู้ประกอบการที่จะต่อยอดและพัฒนาธุรกิจของตนเองให้มีความเข้มแข็ง เพื่อสามารถแข่งขันในตลาดที่กำลังเติบโตนี้ได้โดยมีประสิทธิภาพโดยผู้ประกอบการจะต้องทำการศึกษาการทำนายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ให้มากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคในการซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์
2. เพื่อทำการศึกษายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) มีรูปแบบการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม (Questionnaire) จากกลุ่มเป้าหมายเพื่อทำการศึกษายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 400 คน โดยการใช้แบบสอบถามออนไลน์ผ่านทาง Google Docs เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากเป็นช่องทางที่ให้กลุ่มตัวอย่างเข้าถึงแบบสอบถามได้ง่ายที่สุด ซึ่งการตอบแบบสอบถามนั้นจะมีคำถามคัดกรองก่อนการตอบแบบสอบถามคือเคยซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์หรือไม่ ถ้าเคยซื้อจึงจะสามารถทำแบบสอบถามในส่วนถัดไปได้ แต่หากไม่เคยซื้อจะถือว่าจบการทำแบบสอบถามและผู้วิจัยจะไม่เก็บรวบรวมข้อมูลในส่วนนี้โดยมีการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นข้อมูลลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลพฤติกรรมของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร

2. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดของงานวิจัย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย เรื่องการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ ดังนี้

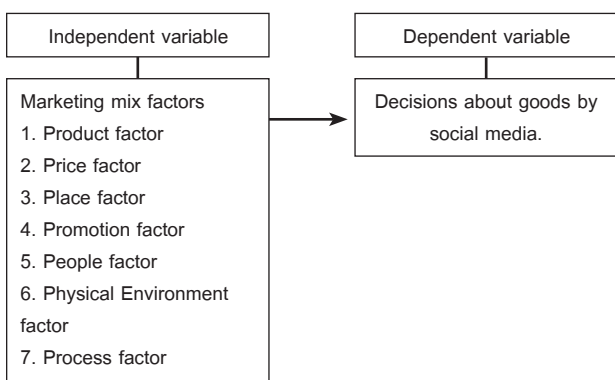


Figure 1 Decisions about goods by social media

3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรทำการศึกษาคือผู้บริโภคที่ต้องการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรการคำนวณขนาดตัวอย่างเพื่อใช้ประมาณสัดส่วนประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ $p = 0.50$ ซึ่งเป็นสัดส่วนความแปรปรวนสูงสุด ($p \times q = 0.25$) เพื่อให้ได้ขนาดตัวอย่างมากที่สุดโดยมีสูตรดังนี้ $n = \frac{Z^2 pq}{e^2}$ ซึ่งจะได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 ตัวอย่าง

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ต้องการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีตัวแปรตาม (Y) คือ การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร ส่วนตัวแปรอิสระในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด (7Ps) คือ กลยุทธ์การบริหารจัดการด้านการตลาดได้แก่

ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product) คือ X1.1 ความมีชื่อเสียงของตราสินค้า, X1.2 สินค้ามีคุณภาพ, X1.3 มีการบอกรายละเอียดของสินค้าครบถ้วน, X1.4 แสดงรูปสินค้าชัดเจน, X1.5 สินค้ามีความแตกต่างจากร้านค้าทั่วไป

ปัจจัยด้านราคา (Price) คือ X2.1 ราคาเหมาะสมกับคุณภาพสินค้า, X2.2 ราคาสินค้าถูกกว่าร้านค้าออนไลน์อื่นๆ

ปัจจัยด้านการจัดจำหน่าย (Place) คือ X3.1 สามารถเข้าถึงร้านค้าได้หลากหลายช่องทาง, X3.2 ชื่อร้านค้าจดจำได้ง่าย, X3.3 มีบริการจัดส่งหลายวิธี, X3.4 ความตรงต่อเวลาในการจัดส่งสินค้า.

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) คือ X4.1 มีการประชาสัมพันธ์ร้านค้าตามสื่ออื่นๆ อย่างสม่ำเสมอ, X4.2 มีการทำกิจกรรมส่งเสริมการขาย เช่น ลด แลก แจก แถม, X4.3 มีการแจ้งข่าวสารถึงลูกค้า โดยตรง

(5) ปัจจัยด้านบุคลากร (People) คือ X5.1 ผู้ขายหรือเจ้าของร้านอภัยาคัยดี, X5.2 ผู้ขายหรือเจ้าของร้านสามารถตอบคำถามและแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี, X5.3 ผู้ขายหรือเจ้าของร้านมีความน่าเชื่อถือ

(6) ปัจจัยด้านกระบวนการให้บริการ (Process) คือ X6.1 มีขั้นตอนการเลือกซื้อสินค้าที่ง่าย ไม่ซับซ้อน, X6.2 มีช่องทางการชำระเงินที่หลากหลาย, X6.3 มีการแจ้งรายละเอียดการชำระเงินที่ชัดเจน, X6.4 สามารถเปลี่ยนหรือคืนสินค้าได้, X6.5 สามารถติดต่อผู้ขายหรือเจ้าของร้านได้สะดวก

(7) ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical) คือ X7.1 มีการจัดหมวดหมู่สินค้าที่ง่ายต่อการเลือกซื้อ X7.2 ข้อมูลสินค้ามีความทันสมัย, X7.3 มีข้อมูลของผู้ขายหรือเจ้าของร้านครบถ้วน

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การประมวลผลแบบสอบถามออนไลน์ โดยวิธีการทางสถิติจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนา (descriptive statistics) ใช้เพื่ออธิบายข้อมูลทั่วไป และนำเสนอในรูปแบบของค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงอนุมาน (inferential statistic)

2.1 การวิเคราะห์ปัจจัย (factor analysis) การจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้เป็นปัจจัยตัวเดียวกัน โดยตัวแปรอาจมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเชิงลบต่อกัน เพื่อให้สื่อความหมายตัวแปรได้อย่างครอบคลุมและลดจำนวนตัวแปร

2.2 การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงพหุคูณ (multiple linear regression) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระได้แก่ ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด กับตัวแปรตามคือ การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ของกลุ่มตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95%

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นผู้ที่เคยซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลและสามารถรวบรวมได้จำนวน 400 ชุด โดยมีข้อมูลดังนี้

ข้อมูลส่วนบุคคลกลุ่มตัวอย่างในเขตกรุงเทพมหานครที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ กลุ่มผู้บริโภคที่เคยซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ โดยมีข้อมูลปัจจัยด้านประชากรศาสตร์คือ เพศ อายุ สถานภาพ อาชีพ ระดับการศึกษา และรายได้ ซึ่งเพศของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 74.7 และเป็นเพศชายคิดเป็นร้อยละ 25.3 ตามลำดับ อายุของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 26-33 ปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 56.6 ของกลุ่มตัวอย่าง สถานภาพพบว่าส่วนใหญ่มีสถานภาพโสดคิดเป็นร้อยละ 85.7 ของกลุ่มตัวอย่างอาชีพส่วนใหญ่พบว่ามีอาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชนคิดเป็นร้อยละ 52.9 รองลงมาคือ อาชีพนักเรียน/นักศึกษาคิดเป็นร้อยละ 16.5 ของกลุ่มตัวอย่าง ตามลำดับระดับการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 73.7 รองลงมาคือระดับสูงกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 23.1 และระดับต่ำกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ

3.3 ของกลุ่มตัวอย่าง ตามลำดับ และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,000-20,000 บาท มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 35.8

ข้อมูลด้านพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ ได้แก่ เครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ใช้ซื้อสินค้าบ่อยที่สุดคือ Facebook คิดเป็นร้อยละ 65.4 รองลงมาคือ Instagram คิดเป็นร้อยละ 20.6 และน้อยที่สุดคือ Line คิดเป็นร้อยละ 14 ตามลำดับ ประเภทของสินค้าที่ผู้บริโภคซื้อบ่อยที่สุดคือสินค้าแฟชั่น คิดเป็นร้อยละ 60.4 รองลงมาคือเครื่องใช้ไฟฟ้า/อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์คิดเป็นร้อยละ 10.3 ผลิตภัณฑ์เสริมความงามคิดเป็นร้อยละ 9.3 อาหารเสริมคิดเป็นร้อยละ 5.5 ตัวเครื่องบิน/ท่องเที่ยว/โรงแรมคิดเป็นร้อยละ 7 หนังสือคิดเป็นร้อยละ 3.5 และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 7

ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความถี่ในการซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์คือ เดือนละ 2-3 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 46.1 รองลงมาคือเดือนละ 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 20.6 ตามลำดับ และจำนวนเงินเฉลี่ยที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในแต่ละครั้ง คือ จำนวนเงินต่ำกว่า 1,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 43.6 รองลงมาคือจำนวนเงิน 1,000-2,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 37.6 ตามลำดับ

Table 1 Descriptive statistics of mean and Standard deviation

Independent variable	Mean	SD
1. Product factor	4.23	0.10
X1.1	3.94	0.86
X1.2	4.38	0.69
X1.3	4.42	0.68
X1.4	4.49	0.70
X1.5	3.90	0.87
Price factor	4.19	0.14
X2.1	4.33	0.69
X2.2	4.04	0.88
3 Place factor	4.19	0.11
X3.1	4.32	0.63
X3.2	3.96	0.87
X3.3	4.07	0.81
X3.4	4.42	0.70
4.Promotion factor	3.99	0.04
X4.1	3.98	0.83
X4.2	4.01	0.87
X4.3	3.99	0.91
5. People factor	4.30	0.03
X5.1	4.29	0.75
X5.2	4.24	0.77
X5.3	4.38	0.82

Table 1 Descriptive statistics of mean and Standard deviation (cont.)

Independent variable	Mean	SD
6. Process factor	4.31	0.14
X6.1	4.40	0.59
X6.2	4.30	0.70
X6.3	4.45	0.66
X6.4	4.12	0.96
X6.5	4.29	0.79
7. Physical factor	4.21	0.05
X7.1	4.15	0.76
X7.2	4.31	0.69
X7.3	4.17	0.78
Independent variable	Mean	SD
Decisions about goods by social media.	4.19	0.68

จาก Table 1 พบว่าการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร จะมีปัจจัยอิสระคือปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด พบว่าส่วนใหญ่มีความคิดเห็นมากที่สุดคือ ปัจจัยทางด้านกระบวนการให้บริการ (Process) โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.31 รองลงมาคือ ปัจจัยทางด้านบุคลากร (People) โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.30 และน้อยที่สุดคือ ปัจจัยทางด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.99 ตามลำดับ

ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดได้แก่ปัจจัยที่ 1 คือ ปัจจัยทางด้านผลิตภัณฑ์ (Product) พบว่าส่วนใหญ่มีความคิดเห็นมากที่สุดคือ แสดงรูปสินค้าชัดเจน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.49 รองลงมาคือ มีการบอกรายละเอียดของสินค้าครบถ้วนคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.42 และน้อยที่สุดคือ สินค้ามีความแตกต่างจากร้านค้าทั่วไป คิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.90 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่ 2 คือ ปัจจัยทางด้านราคา (Price) พบว่าส่วนใหญ่มีความคิดเห็นมากที่สุดคือ ราคาเหมาะสมกับคุณภาพสินค้าคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.33 และน้อยที่สุดคือ ราคาสินค้าถูกกว่าร้านค้าออนไลน์อื่นๆ คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.04 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่ 3 คือ ปัจจัยทางด้านการจัดจำหน่าย (Place) พบว่าส่วนใหญ่มีความคิดเห็นมากที่สุดคือ ความตรงต่อเวลาในการจัดส่งสินค้า คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.42 รองลงมาคือ สามารถเข้าถึงร้านค้าได้หลากหลายช่องทางคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.32 และน้อยที่สุดคือซื้อร้านค้าจตจำได้ง่ายคิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.96 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่ 4 คือ ปัจจัยด้านทางการส่งเสริมการตลาด (Promotion) พบว่าส่วนใหญ่มีความคิดเห็นมากที่สุดคือ มีการทำกิจกรรมส่งเสริมการขาย เช่น ลด แลก แจก แถม คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.01 รองลงมาคือ มีการแจ้งข่าวสารถึงลูกค้าโดยตรงคิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.99

และน้อยที่สุดคือ มีการประชาสัมพันธ์ร้านค้าตามสื่ออื่นๆ อย่างสม่ำเสมอคิดเป็นค่าเฉลี่ย 3.98 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่ 5 คือ ปัจจัยทางด้านบุคลากร (People) พบว่าส่วนใหญ่มีความคิดเห็นมากที่สุดคือ ผู้ขายหรือเจ้าของร้านมีความน่าเชื่อถือคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.38 รองลงมาคือ ผู้ขายหรือเจ้าของร้านอภัยภัยดีคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.29 และน้อยที่สุดคือ ผู้ขายหรือเจ้าของร้านสามารถตอบคำถามและแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดีคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.24 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่ 6 คือ ปัจจัยทางด้านกระบวนการให้บริการ (Process) พบว่าส่วนใหญ่มีความคิดเห็นมากที่สุดคือ มีการแจ้งรายละเอียดการชำระเงินที่ชัดเจนคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.45 รองลงมาคือ มีขั้นตอนการเลือกซื้อสินค้าที่ง่าย ไม่ซับซ้อนคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.40 และน้อยที่สุดคือ สามารถเปลี่ยนหรือคืนสินค้าได้คิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.12 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่ 7 คือ ปัจจัยทางด้านลักษณะทางกายภาพ (Physical) พบว่าส่วนใหญ่มีความคิดเห็นมากที่สุดคือ ข้อมูลสินค้ามีความทันสมัยคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.31 รองลงมาคือ มีข้อมูลของผู้ขายหรือเจ้าของร้านครบถ้วนคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.17 และน้อยที่สุดคือ มีการจัดหมวดหมู่สินค้าที่ง่ายต่อการเลือกซื้อคิดเป็นค่าเฉลี่ย 4.15 ตามลำดับ

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามสามารถนำมาสรุปเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นตัวแปรตามพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่กำลังประเมินนี้มีความพอใจมากที่สุด ซึ่งน่าจะตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์เป็นที่น่าพอใจที่จะซื้ออย่างแน่นอนในครั้งต่อไปโดยมีค่าเฉลี่ยของการตัดสินใจซื้อเท่ากับ 4.19 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68

2. การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เพื่อค้นหาปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดทั้งหมด 7 ปัจจัยและทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation) เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระต่างๆ ทั้งสิ้น 25 ตัวแปรที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้ทำการสกัดปัจจัย (Extraction) แบบ Principal Component Analysis (PCA) และเพื่อให้ให้นักขององค์ประกอบในปัจจัยที่สกัดได้มีความชัดเจนมากขึ้น จึงใช้วิธีการหมุนแกนปัจจัยแบบ Varimax เพื่อทำให้มีจำนวนตัวแปรน้อยที่สุด มีค่า Factor loading มากในแต่ละปัจจัย แล้วใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจจำนวนปัจจัยที่เหมาะสมจากการพิจารณาค่า Eigenvalue ที่มากกว่า 1 และค่า Factor Loading ของตัวแปรในปัจจัยต้องไม่น้อยกว่า 0.5 ซึ่งตัวแปรแต่ละตัวต้องไม่มีค่า Factor Loading สูงใกล้เคียงกันในปัจจัย

Table 2 Factor Analysis and Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues			Extraction			Sum of Squared Loading		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	10.633	42.493	42.493	10.633	42.493	42.493	5.043	20.172	20.172
2	1.959	7.837	50.330	1.959	7.837	50.330	4.405	17.621	37.793
3	1.326	5.304	55.634	1.326	5.304	55.634	2.490	9.962	47.755
4	1.116	4.465	60.099	1.116	4.465	60.099	2.336	9.345	57.099
5	1.063	4.254	64.352	1.063	4.254	64.352	1.813	7.253	64.352
6	0.909	3.637	67.989						
7	0.843	3.370	71.360						
8	0.729	2.917	74.277						
9	0.696	2.786	77.062						
10	0.617	2.469	79.531						
11	0.592	2.366	81.898						
12	0.553	2.214	84.111						
13	0.522	2.090	86.201						
14	0.454	1.818	88.019						
15	0.397	1.588	89.607						
16	0.345	1.380	90.987						
17	0.341	1.365	92.352						
18	0.324	1.296	93.648						
19	0.304	1.218	94.866						
20	0.284	1.134	96.000						
21	0.259	1.035	97.035						
22	0.218	0.873	97.908						
23	0.214	0.856	98.764						
24	0.158	0.633	99.397						
25	0.151	0.603	100.00						

Extraction Method: Principal Component Analysis

จาก Table 2 แสดงค่า Eigenvalue ที่มีค่ามากกว่า 1 และค่า Factor Loading ของตัวแปรในปัจจัยจะต้องไม่น้อยกว่า 0.5 พบว่าในการสกัดปัจจัยมีค่า Eigenvalue มากกว่า 1.00 ดังนั้นจึงสามารถจัดเป็นกลุ่มปัจจัยใหม่ได้ทั้งหมด 5 กลุ่มปัจจัยที่สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรอิสระเดิมทั้งหมด

ได้ถึง 64.352% โดยมีค่าความผันแปรจากการสกัดปัจจัย ดังนี้ ปัจจัยที่ 1 อธิบายได้ร้อยละ 42.493 ปัจจัยที่ 2 อธิบายได้ร้อยละ 7.837 ปัจจัยที่ 3 อธิบายได้ร้อยละ 5.304 ปัจจัยที่ 4 อธิบายได้ร้อยละ 4.465 และ ปัจจัยที่ 5 อธิบายได้ร้อยละ 4.254

Table 3 Rotation Component Matrix

Factor	Component				
	1	2	3	4	5
X6.2	0.718			0.370	
X7.1	0.686				0.366
X3.3	0.664	0.241	0.329		
X3.4	0.654	0.376	0.323		
X3.1	0.641	0.259			0.216
X6.3	0.632	0.334		0.386	
X7.3	0.624	0.211		0.323	0.257
X7.2	0.571	0.307	0.269		0.238
X6.4	0.540	0.290	0.230	0.437	
X1.3	0.442	0.404		0.427	
X6.1	0.439	0.385	0.200	0.340	
X5.3	0.337	0.763			
X5.1	0.308	0.746	0.248		
X5.2	0.376	0.723	0.242		
X1.4	0.320	0.601		0.411	
X1.2		0.595		0.402	0.272
X1.5		0.587	0.256		0.296
X2.1	0.209	0.582		0.417	
X6.5	0.480	0.507	0.258	0.436	
X4.3	0.229		0.769	0.215	
X4.2			0.747		
X4.1			0.680		0.383
X2.2			0.239	0.756	
X1.1		0.219		0.201	0.748
X3.2	0.318		0.316		0.674

Extraction Method: Principal Component Analysis

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization

2.1 ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ 1 เรียกว่า ปัจจัยด้านข้อมูลร้านค้าข้อมูลสินค้าและกระบวนการให้บริการ โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของค่าน้ำหนักปัจจัยที่ 1 เมื่อมีการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวนิแมกซ์ (Varimax Rotation) ที่มีค่า Eigenvalue คือ 10.633 ประกอบด้วย มีช่องทางการชำระเงินที่หลากหลาย (X6.2), มีการจัดหมวดหมู่สินค้าที่ง่ายต่อการเลือกซื้อ (X7.1), มีบริการจัดส่งหลายวิธี (X3.3), ความตรงต่อเวลาในการจัดส่งสินค้า (X3.4), สามารถเข้าถึงร้านค้าได้หลากหลายช่องทาง (X3.1), มีการแจ้งรายละเอียดการชำระเงินที่ชัดเจน (X6.3), มีข้อมูลของ

ผู้ขายหรือเจ้าของร้านค้าครบถ้วน (X7.3), ข้อมูลสินค้ามีความทันสมัย (X7.2), สามารถเปลี่ยนหรือคืนสินค้าได้ (X6.4), มีการบอกรายละเอียดของสินค้าครบถ้วน (X1.3), มีขั้นตอนการเลือกซื้อสินค้าที่ง่าย ไม่ซับซ้อน (X6.1)

2.2 ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ 2 เรียกว่า ปัจจัยด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้า โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของค่าน้ำหนักปัจจัยที่ 2 เมื่อมีการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวนิแมกซ์ (Varimax Rotation) ที่มีค่า Eigenvalue คือ 1.959 ประกอบด้วย ผู้ขายหรือเจ้าของร้านค้ามีความน่าเชื่อถือ (X5.3), ผู้ขายหรือเจ้าของ

ร้านอธยาชัยดี (X5.1), ผู้ขายหรือเจ้าของร้านสามารถตอบคำถามและแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี (X5.2), แสดงรูปสินค้าชัดเจน (X1.4), สินค้ามีคุณภาพ (X1.2), สินค้ามีความแตกต่างจากร้านค้าทั่วไป (X1.5), ราคาเหมาะสมกับคุณภาพสินค้า (X2.1), สามารถติดต่อผู้ขายหรือเจ้าของร้านได้สะดวก (X6.5).

2.3 ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ 3 เรียกว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของค่าน้ำหนักปัจจัยที่ 3 เมื่อมีการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวนิแมกซ์ (Varimax Rotation) ที่มีค่า Eigenvalue คือ 1.326 ประกอบด้วย มีการแจ้งข่าวสารถึงลูกค้าโดยตรง (X4.3), มีการทำกิจกรรมส่งเสริมการขายเช่น ลด แลก แจก แถม (X4.2), มีการประชาสัมพันธ์ร้านค้าตามสื่ออื่นๆ อย่างสม่ำเสมอ (X4.1),

2.4 ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ 4 เรียกว่า ปัจจัยด้านราคา โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของค่าน้ำหนักปัจจัยที่ 4 เมื่อมีการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวนิแมกซ์ (Varimax Rotation) ที่มีค่า Eigenvalue คือ 1.116 นั่นคือ ราคาสินค้าถูกกว่าร้านค้าออนไลน์อื่นๆ (X2.2).

2.5 ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ 5 เรียกว่า ปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้า โดยที่ค่าสัมบูรณ์ของค่าน้ำหนักปัจจัยที่ 5 เมื่อมีการหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal Rotation) ด้วยวิธีแวนิแมกซ์ (Varimax Rotation) ที่มีค่า Eigenvalue คือ 1.063 ประกอบด้วย ความมีชื่อเสียงของตราสินค้า (X1.1) และ ชื่อร้านค้าจดจำได้ง่าย (X3.2).

3. การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

ผู้วิจัยนำ Factor Score ที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เพื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์และปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัย ซึ่งผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ จะสามารถทำการทำนายได้ว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ อย่างมีนัยสำคัญ 0.05 แล้ว ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

Table 4 Linear regression analysis summary by Analysis of variance (ANOVA) ANOVA^a

Model	Df	Sum of Squared	Mean of Squared	F	Sig.
Regression	5	33.121	6.624	19.929	0.000 ^c
Residual	393	130.629	0.332		
Total	398	163.749			

Dependent Variable: Decisions about goods by social media.

Predictors: (Constant),Store information products information and service process, people and products quality, price, market promotion and image of products and stores.

* p-value < 0.05

การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นจาก Table 4 มีสมมติฐานดังนี้

H₀: ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัย ไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญ

H₁: มีอย่างน้อย 1 ปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัย

ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ อย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบตาม Table 4 ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 นั้น ปรากฏว่ามีอย่างน้อย 1 ปัจจัย ที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญ

Table 5 Coefficients of Multiple regression analysis results Coefficients^a

Model	Factors	B	Std. Error	Beta	t-test	Sig.
	(Constant)	4.358	0.029		151.005	0.000*
	Store information, products information and service process	0.079	0.029	0.123	2.738	0.006*
	people and products quality	0.210	0.029	0.328	7.276	0.000*
1	market promotion	0.022	0.029	0.158	4.186	0.000*
	Price	0.157	0.029	0.244	5.421	0.000*
	image of products and stores	0.088	0.029	0.137	3.038	0.003*

Dependent Variable: Decisions about goods by social media.

*p-value < 0.05

จาก Table 5 พบว่าตัวแปรอิสระของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าทางสังคมออนไลน์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (t-test ของปัจจัยมีค่า p-value < 0.05) มีทั้งสิ้น 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านข้อมูลร้านค้า ข้อมูลสินค้าและกระบวนการให้บริการ 2) ปัจจัยด้านบุคลากร และคุณภาพของสินค้า 3) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด 4) ปัจจัยด้านด้านราคา และ 5) ปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้า

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถสร้างสมการตัวแบบถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ได้ดังนี้ การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ = 4.358 + 0.079 ด้านข้อมูลร้านค้า ข้อมูลสินค้าและกระบวนการให้บริการ + 0.210 ด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้า + 0.022 ด้านส่งเสริมการตลาด + 0.157 ด้านราคา + 0.088 ด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้า และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R Square) เท่ากับ 0.588 แสดงว่าตัวแปรอิสระของปัจจัยทั้ง 5 ด้าน สามารถอธิบายการผันแปรของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าทางสังคมออนไลน์ของผู้บริโภคได้ร้อยละ 58.8

โดยที่ปัจจัยด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้าจะมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าทางสังคมออนไลน์มากที่สุด

สรุปผล

ข้อมูลลักษณะประชากรต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยลักษณะประชากรของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 26-33 ปี สถานภาพโสด ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน มีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรี และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนอยู่ที่ 10,000-20,000 บาท ในส่วนของข้อมูลพฤติกรรมการซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์นั้น จะได้ว่าเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ซื้อสินค้าบ่อยที่สุดคือ Facebook ประเภทสินค้าที่ซื้อบ่อยที่สุด คือ สินค้าแฟชั่น

ความถี่ในการซื้อ คือ เดือนละ 2-3 ครั้ง จำนวนเงินเฉลี่ยที่ใช้ในการซื้อแต่ละครั้งคือต่ำกว่า 1,000 บาท

ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ ผลการวิจัยสามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์มีทั้งหมด 5 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยด้านข้อมูลร้านค้า ข้อมูลสินค้าและกระบวนการให้บริการ 2) ปัจจัยด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้า 3) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด 4) ปัจจัยด้านราคา และ 5) ปัจจัยด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้า ตามลำดับ ซึ่งสามารถสร้างสมการตัวแบบถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ได้ดังนี้ การตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์ = 4.358 + 0.079 ด้านข้อมูลร้านค้า ข้อมูลสินค้าและกระบวนการให้บริการ + 0.210 ด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้า + 0.022 ด้านส่งเสริมการตลาด + 0.157 ด้านราคา + 0.088 ด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้า และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R Square) เท่ากับ 0.588 แสดงว่าตัวแปรอิสระของปัจจัยทั้ง 5 ด้าน สามารถอธิบายการผันแปรของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าทางสังคมออนไลน์ของผู้บริโภคได้ร้อยละ 58.8 โดยที่ปัจจัยด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้าจะมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าทางสังคมออนไลน์มากที่สุด

การวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกียรติกิจบำรุงรัตน์ (2564) การทำนายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นผ่านเฟซบุ๊กและอินสตาแกรม โดยใช้ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาด 7Ps ซึ่งประกอบด้วย ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด ปัจจัยด้านบุคลากร ปัจจัยด้านการนำเสนอลักษณะทางกายภาพ และปัจจัยด้านกระบวนการ ผลการวิจัยการทำนายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นผ่านเฟซบุ๊กและอินสตาแกรมมีทั้งหมด 3 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์

ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดและความมีชื่อเสียงของแบรนด์ และปัจจัยด้านการนำเสนอข้อมูลสินค้าและความสะดวกในการสั่งซื้อและชำระเงิน ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้

จากผลการศึกษาข้างต้นสามารถอธิบายได้ดังนี้

ด้านข้อมูลร้านค้าข้อมูลสินค้าและกระบวนการให้บริการ จะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์นั้น เนื่องจากผู้บริโภคต้องการความถูกต้องและความปลอดภัยในการสั่งซื้อสินค้า ดังนั้นร้านค้าต้องมีการลงข้อมูลไว้อย่างละเอียดทั้งข้อมูลผู้ชาย ข้อมูลสินค้า ข้อมูลการชำระเงิน จะทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อได้ง่ายขึ้น และผู้บริโภคยังต้องการการบริการที่ดีจากร้านค้าไม่ว่าจะเป็นการจัดส่งสินค้าที่ตรงเวลา การมีความรับผิดชอบต่อผู้บริโภคให้สามารถเปลี่ยน หรือคืนสินค้าได้ หากได้รับสินค้าไม่ตรงตามที่ร้านค้าระบุไว้ หรือแม้แต่การรับประกันสินค้า กระบวนการให้บริการต่างๆ เหล่านี้ ล้วนแต่เป็นสิ่งที่จะทำให้ผู้บริโภคประทับใจ และสามารถตัดสินใจซื้อสินค้าได้ง่ายขึ้น

ด้านบุคลากรและคุณภาพของสินค้า เนื่องจากคุณภาพของสินค้าเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคจะต้องคำนึงถึงในการตัดสินใจเลือกซื้อโดยผู้บริโภคจะพิจารณาคุณภาพของสินค้าว่าเหมาะสมกับราคาหรือไม่ และคุณภาพของสินค้ามีความเหมือน หรือแตกต่างจากร้านค้าออนไลน์อื่นๆ อย่างไรหากผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าในร้านนั้นๆ จะพิจารณาถึงความคุ้มค่าที่จะได้รับเป็นหลัก และนอกจากด้านคุณภาพของสินค้าแล้ว ผู้บริโภคในยุคปัจจุบันยังพิจารณาไปถึงด้านบุคลากรคือผู้ชายหรือเจ้าของร้านค้าออนไลน์นั้นๆ อีกด้วย โดยพิจารณาจากการโต้ตอบและการสื่อสารกับลูกค้าว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ที่จะตัดสินใจเลือกซื้อสินค้ากับผู้ชายคนนั้น

ด้านการส่งเสริมการตลาด จะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์นั้น เนื่องจากปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาดเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้บริโภคต้องการไม่ว่าจะเป็นการแจ้งข่าวสารข้อมูลสินค้าใหม่ๆ ให้กับลูกค้าโดยตรง การทำกิจกรรมส่งเสริมการตลาด เช่น ลด แลก แจก แถม การมีระบบสมาชิกเพื่อได้รับสิทธิพิเศษ หรือแม้แต่การประชาสัมพันธ์ร้านค้าในช่องทางอื่นๆ อย่างสม่ำเสมอ สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภคทั้งสิ้น

ด้านราคา จะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์นั้น โดยปกติแล้วในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าแต่ละครั้ง ผู้บริโภคย่อมมีการเปรียบเทียบราคายู่อเสมอโดยจะเปรียบเทียบราคากับความคุ้มค่าที่ได้รับจากสินค้านั้นๆ และยังมีการเปรียบเทียบราคากับร้านค้าออนไลน์อื่นๆ อีก

ด้วย เพราะในสังคมออนไลน์นั้น การค้นหาราคาสินค้าของแต่ละร้านค้าเป็นเรื่องที่ทำได้ง่ายจึงทำให้ผู้บริโภคต้องมีการเปรียบเทียบราคาก่อนเสมอ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าที่สุด

ด้านภาพลักษณ์ของสินค้าและร้านค้า จะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านทางสังคมออนไลน์นั้น เนื่องด้วยร้านค้าออนไลน์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ผู้บริโภคจึงมีความกังวลในเรื่องความปลอดภัยในการสั่งซื้อสินค้า แต่ด้วยการที่เป็นสังคมออนไลน์ ผู้บริโภคจึงพิจารณาได้จากความมีชื่อเสียงของร้านค้าว่าร้านค้านั้นๆ มีผู้ใช้บริการมากน้อยเพียงใดเป็นที่รู้จักในวงกว้างหรือไม่หรือพิจารณาจากความเห็นของผู้บริโภคคนอื่นๆ ประกอบการตัดสินใจด้วย หากร้านค้านั้นเป็นที่รู้จักในวงกว้าง และมีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมาก จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความมั่นใจในเรื่องความปลอดภัยในการสั่งซื้อสินค้าได้ในระดับหนึ่ง

ปัจจุบันร้านค้าออนไลน์ในปัจจุบันได้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ผู้บริโภคมีตัวเลือกในการซื้อสินค้ามากขึ้น ดังนั้นผู้ประกอบการควรจะทำตามที่ผู้บริโภคต้องการในทุกๆ ปัจจัยไม่ว่าจะเป็นด้านกระบวนการให้บริการ ด้านราคา ด้านภาพลักษณ์ ด้านบุคลากร ด้านคุณภาพของสินค้า หรือด้านการส่งเสริมการตลาด เพื่อให้ร้านค้าของตนได้เปรียบกว่าร้านค้าที่เป็นคู่แข่งในท้องตลาด

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วาณิชย์บัญชา. (2551). *การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). ภาควิชาสถิติคณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียง กิจบำรุงรัตน์. (2562). *หลักสถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- เกรียง กิจบำรุงรัตน์. (2564). การทำนายปัจจัยของผู้บริโภคที่มีอิทธิพลต่อการซื้อสินค้าผ่านทางแอปพลิเคชันออนไลน์. *KKU SCIENCE JOURNAL. Khon Kaen University*, 49 (1), 72-84.
- เกรียง กิจบำรุงรัตน์. (2564). การทำนายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อเสื้อผ้าแฟชั่นผ่านเฟซบุ๊กและและอินสตาแกรม. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 40 (3), 260-271
- กันตพล บันทัดทอง. (2557). *พฤติกรรมการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์และความพึงพอใจของกลุ่มคนผู้สูงอายุ ในเขตกรุงเทพมหานคร*, [หลักสูตรนิเทศศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสื่อสารเชิงกลยุทธ์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ].
- ชนพร วัฒนวนิชกร. (2557). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้บริการเว็บไซต์รับจองห้องพักออนไลน์*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.

- เมธชนัน สุขประเสริฐ. (2559). *ปัจจัยจากการใช้สื่อออนไลน์ ยุทธูปที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อสินค้าของผู้บริโภคในประเทศไทย กรณีเว็บไซต์ล็อกเกอร์*. [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี.
- วิภาวรรณ มโนปราโมทย์. (2556). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าผ่านสังคมออนไลน์ (อินสตาแกรม) ของประชากรในกรุงเทพมหานคร*. [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, คณะบริหารธุรกิจ.
- สิงหะ ฉวีสุข และสุนันทา วงศ์จตุรภัทร. (2553). ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ. *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศลาดกระบัง*, 1 (1), 1-20.
- สุภาวรรณ ชัยทวีวุฒิกุล. (2555). *พฤติกรรมการซื้อสินค้าและบริการออนไลน์แบบรวมกลุ่มกันซื้อบนเว็บไซต์ Ensogo ของลูกค้าในเขตกรุงเทพมหานคร*. [สารนิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อดุลย์ จาตุรงค์กุล. (2543). *กลยุทธ์การตลาด*. โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- อภาภรณ์ วัชรกุล. (2555). *ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าของผู้บริโภคผ่านทางเว็บไซต์พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ยอดนิยมของประเทศไทย*. [สารนิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- Armstrong, G., & Kotler, P. (2003). *Marketing and introduction* (6th ed.). Pearson Education.
- Biedenbach, G., & Marell, A. (2010). The impact of customer experience on brand equity in a business-to-business services setting. *Journal of Brand Management*, 17 (2010), 446-458.
- Escalas, J.E. (2004). Narrative processing: Building consumer connections to brands. *Journal of Consumer Psychology*, 14 (2004), 168-180.
- Fog, K., Budtz, C., & Yakaboylu, B. (2005). *Storytelling: Branding in Practice*. Springer.
- Fetscherin, M., & Usunier, J.C. (2012). Corporate branding: an interdisciplinary literature review European. *Journal of Marketing*, 46 (2012), 733-753.
- Oliver, R.L., & Shor, M. (2003). Digital Redemption of Coupons: Satisfying and Dissatisfying Effects of Promotion Codes. *Journal of Product & Brand Management*, 12 (2), 121-134.
- Schmitt, B. (2009). The concept of brandexperience. *Journal of Brand Management*, 16 (2009), 417-419.

การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกอันดับสาขาวิชาในระบบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา (TCAS) โดยกฎความสัมพันธ์

The analysis of factors affecting selection orders in Thai University Central Admission System (TCAS) by using association rules

อนันต์ ปินะเต¹

Anan Pinate¹

Received: 14 September 2021 ; Revised: 26 November 2021 ; Accepted: 16 December 2021

บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ดำเนินการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี จากนโยบายที่กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) โดยมหาวิทยาลัยต้องเข้าร่วมระบบการคัดเลือกกลางบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา (Thai university Central Admission System: TCAS) จากการที่มหาวิทยาลัยมหาสารคามได้เข้าร่วม TCAS ตั้งแต่ปีการศึกษา 2561 จนถึงปัจจุบัน พบว่ามหาวิทยาลัยมีปัญหาเรื่องจำนวนนักเรียนที่สนใจเข้าศึกษาลดลง จากปัญหาการลดลงของผู้สมัคร มหาวิทยาลัยจึงไม่สามารถทราบแนวโน้มของจำนวนผู้สมัครที่จะเกิดขึ้น รวมถึงไม่ทราบกลุ่มเป้าหมายของผู้สมัคร และไม่ทราบคุณลักษณะของนักเรียนผู้สมัครในการเลือกอันดับการสมัครในสาขาวิชานั้นๆ ซึ่งปัญหาดังกล่าวงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule) โดยการเลือกแบบวิธีอัลกอริทึมเอปไรออริ (Apriori Algorithm) การวิจัยได้กำหนดค่าความเชื่อมั่นของกฎความสัมพันธ์ร้อยละ 80.00 เพื่อให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่มีความน่าเชื่อถือสูง จากผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกอันดับการสมัครของแต่ละสาขาวิชามากที่สุด คือ ปัจจัยด้านคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT), ปัจจัยด้านความถนัดทางวิชาชีพและวิชาการตามสาขาวิชากำหนด (PAT), ปัจจัยด้านขนาดโรงเรียน, ปัจจัยด้านจังหวัดที่ตั้งของโรงเรียน และปัจจัยด้านเพศของผู้สมัคร ตามลำดับ ผลการวิจัยที่ได้ผู้วิจัยได้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูลการเลือกอันดับสาขาวิชาของผู้สมัครเพื่อให้สาขาวิชาได้ใช้ประกอบการวางแผนการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีระบบ TCAS มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต่อไป

คำสำคัญ: การคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาระบบใหม่ (TCAS) กฎความสัมพันธ์

Abstract

Maharakham University (MSU) has pursued undergraduate application recruitment under the policy set forth by the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation (MHESI) which prescribes that universities are required to partake in the Thai University Central Admission System (TCAS). From the year 2018 when MSU joined TCAS to the present MSU found several problems such as a declining number of applicants, the unforeseen tendency of the number of prospective applicants, unspecified prospective applicants, and unknown applicants characteristics in selecting programs in a sequence. In this study, the Mining Association Technique was proposed with the Apriori Algorithm. The high reliability of the mining association was 80.00 %.

The results showed that the factors affecting the undergraduate program selection mostly included General Aptitude (GAT) scores, Professional and Academic Aptitude (PAT) scores, school size, school location, and applicant's gender. The results obtained are expected to be used to discover data relationships for selecting programs for the applicants and be further used for planning the undergraduate applicant selection in the MSU's TCAS system.

Keywords: TCAS, Association rule

¹ นักวิชาการคอมพิวเตอร์ชำนาญการ กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Computer Technical Officer Professional Level, Division of Academic Affair, Maharakham University, Kantharawichai District, MahaSarakham 44150 Thailand.

^{*} Corresponding author; e-mail: joenan.anan@gmail.com

บทนำ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) ได้มีนโยบายการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาแบบใหม่ (Thai university Central Admission System: TCAS) (สมาคมที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย, 2561) ซึ่งได้ดำเนินการมาตั้งแต่ปีการศึกษา 2561 เป็นต้นมาซึ่งมีการคัดเลือกทั้งหมด 4 รอบด้วยกัน ได้แก่ 1) รอบที่ 1 การรับด้วย Portfolio คือการรับด้วย Portfolio โดยไม่มีการสอบข้อเขียนสำหรับนักเรียนทั่วไป นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ นักเรียนโควตา นักเรียนเครือข่าย ให้นักเรียนยื่นสมัครกับสถาบันอุดมศึกษา, 2) รอบที่ 2 การรับแบบโควตา (Quota) เป็นการคัดเลือกที่มีการสอบข้อเขียนหรือข้อสอบปฏิบัติ คือการรับแบบโควตาที่มีการสอบข้อเขียนหรือข้อสอบปฏิบัติ สำหรับนักเรียนที่อยู่ในเขตพื้นที่หรือภาคโควตา โรงเรียนในเครือข่าย และโครงการความสามารถพิเศษต่างๆ ซึ่งสถาบันอุดมศึกษาประกาศเกณฑ์การสอบ ให้นักเรียนยื่นสมัครโดยตรงกับสถาบันอุดมศึกษาและเข้ารับการคัดเลือกตามเกณฑ์การสอบ, 3) รอบที่ 3 การรับแบบ Admission คือการรับนักเรียนในโครงการกลุ่มสถาบันแพทยศาสตร์แห่งประเทศไทย (กสพท.) โครงการอื่นๆ และนักเรียนทั่วไป ให้ที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย (ทปอ.) เป็นหน่วยกลางรับสมัคร 4) รอบที่ 4 การรับตรงอิสระ (Direct Admission) คือการรับโดยตรงด้วยวิธีการของสถาบันอุดมศึกษาเอง

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ดำเนินการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี โดยได้เข้าร่วมการคัดเลือกในระบบ TCAS (กองบริการการศึกษา, 2563) จากข้อมูลรับสมัครคัดเลือก รอบที่ 2 การรับแบบโควตา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2561-2563 ที่ผ่านมามีจำนวนผู้สมัคร 20,651 คน, 16,229 คนและ 13,229 คน ตามลำดับ ซึ่งจำนวนการสมัครมีแนวโน้มจำนวนลดลง

ดังนั้นจากข้อมูลการรับสมัครคัดเลือกผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการนำเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule) เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเลือกสาขาวิชาของผู้สมัคร เพื่อหากฎความสัมพันธ์ และนำกฎความสัมพันธ์ที่ได้มาวางแผนการรับเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี เช่น วางแผนการประชาสัมพันธ์หลักสูตร วางแผนจำนวนการรับเข้าศึกษา วางแผนการเรียกจำนวนผู้ผ่านการคัดเลือก เพื่อมีสิทธิ์ยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษา

วัตถุประสงค์

เพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระบบ TCAS โดยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ข้อมูล และสร้างกฎความสัมพันธ์การเลือกสาขาวิชา ในการวางแผนการรับสมัครคัดเลือก

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลประเภทการค้นหาค่าความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้อัลกอริทึมที่มีความนิยมสูงคือ อัลกอริทึมเอไพริออริ (Apriori Algorithm) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ข้อมูลการเลือกสาขาวิชาในระบบ TCAS รายละเอียดเทคนิคเหมืองข้อมูล และการค้นหากฎความสัมพันธ์ข้อมูลอัลกอริทึม Apriori รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เหมืองข้อมูล

เหมืองข้อมูล (Data Mining) คือการนำเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) หรือวิธีการทางสถิติ (Statistical Methods) (ชิตชนก ส่งศิริ, 2544) มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลหรือจัดเก็บในรูปแบบอื่น การวิเคราะห์แนวโน้มความสัมพันธ์ข้อมูลเป็นความรู้ที่ถูกซ่อนอยู่ในฐานข้อมูล เพื่อนำความรู้ สารสนเทศที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ วางแผนการตัดสินใจในด้านต่างๆ

2. ความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์ (Association) คือการหาค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลภายในกลุ่มข้อมูลเพื่อหาลักษณะของข้อมูลที่บอกลักษณะที่เกิดขึ้นอีกกลุ่มข้อมูล หรืออาจเป็นการหาลักษณะของกลุ่มข้อมูลเดียวกัน (ณัฐธิดา สุวรรณโณ, 2554) เช่น การระบุในกลุ่มการเลือกสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ แล้วจะพบว่าเพศชายนั้นมีโอกาสเกิดความสัมพันธ์ขึ้นร่วมกัน จากการค้นหาค่าความสัมพันธ์ข้อมูลนั้นสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ การหาแนวโน้ม การวางแผน หรือการพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจการใช้ข้อมูลๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น วิธีการที่ได้รับความนิยมคือการค้นหากฎความสัมพันธ์ที่ปรากฏขึ้นร่วมกันบ่อยครั้ง

การค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลได้พัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยนักวิจัยจากศูนย์วิจัย IBM (International Business Machines Corporation) ประเทศสหรัฐอเมริกา มีจุดประสงค์เพื่อค้นหาค่าความสัมพันธ์ที่น่าสนใจซึ่งซ่อนอยู่ในข้อมูลการซื้อสินค้าของลูกค้าว่าจะซื้อสินค้าใดบ้างร่วมกันในตะกร้ารถเข็นในห้างสรรพสินค้า (Market Basket Analysis) (ปฏิพัทธ์ ปุถุชานนท์, 2561) เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้าของลูกค้า เช่นเมื่อลูกค้าซื้อนมแล้วจะซื้อขนมปังด้วย การค้นหากฎความสัมพันธ์มีขั้นตอนที่สำคัญที่สุดคือการค้นหากฎความสัมพันธ์ที่ปรากฏร่วมกันบ่อยซึ่งจะมีขั้นตอนกระบวนการการทำงานนานที่สุด ดังนั้นในการเลือกขั้นตอนวิธีในการค้นหากฎความสัมพันธ์จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล เพื่อให้ลดระยะเวลา และเนื้อที่หน่วยความจำในการประมวลผลการทำงาน กระบวนการค้นหากฎความสัมพันธ์ มีขั้นตอนการค้นหากฎความสัมพันธ์ที่ปรากฏร่วมกันบ่อยทั้งหมด (อนันต์ ปิณะเต, 2563) กลุ่มข้อมูลเหล่านั้น

จะต้องมีค่าสนับสนุนมากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ผู้ใช้กำหนดจึงจะถือว่าเป็นกลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อย และขั้นตอนการนำกลุ่มข้อมูลที่ปรากฏบ่อยมาสร้างกฎความสัมพันธ์ซึ่งกฎความสัมพันธ์จะเป็นที่ยอมรับได้หากตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของกฎนั้นมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ผู้ใช้กำหนด

3. อัลกอริทึมเอปพรออริ

อัลกอริทึมเอปพรออริ (Apriori Algorithm) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมและยอมรับในการค้นหากฎความสัมพันธ์ (บุษราภรณ์ มหัทธนนัย, 2559) โดยอัลกอริทึมเป็นวิธีการหาฟรี้ควেন্টไอเทมเซต (Frequent itemset) ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน (อนันต์ ปิณะเต, 2559) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 อ่านชั้นข้อมูลจากฐานข้อมูลครั้งแรก เพื่อนับค่าความถี่ของแต่ละชั้นข้อมูลที่ปรากฏทั้งหมดในฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบค่าความถี่ของแต่ละชั้นข้อมูลเพื่อคำนวณค่าสนับสนุนโดยหากชั้นข้อมูลนั้นมีค่าสนับสนุนมากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำก็จะเป็นกลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยที่มีขนาดของชั้นข้อมูล 1 ชั้นข้อมูล L_1 : *Frequent 1-itemsets*

ขั้นตอนที่ 3 นำ L_1 ที่ได้มาสร้างกลุ่มข้อมูลทำขิงที่มีขนาดชั้นข้อมูล 2 ชั้นข้อมูล C_2 : *Candidate 2-itemsets*

ขั้นตอนที่ 4 อ่านชั้นข้อมูลจากฐานข้อมูลอีกครั้ง เพื่อนับค่าความถี่ของ C_2 และตัด C_2 ที่มีค่าสนับสนุนน้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำหาก C_2 มีค่าสนับสนุนมากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำก็จะเป็น L_2

ขั้นตอนที่ 5 ทำขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 4 ซ้ำจนกว่าไม่สามารถสร้าง C_k จาก L_{k-1} ได้เมื่อ k คือขนาดของชั้นข้อมูลจึงทำการสิ้นสุดการสร้างกลุ่มข้อมูลทำขิงและจบการทำงานทำให้ได้กลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยทั้งหมด

ขั้นตอนอัลกอริทึมเอปพรออริ (Apriori) เป็นการรวม C_k คือเซตของตัวแทน Candidate ที่ได้จากการรวมกันของเซต L_{k-1} ขั้นตอนการลดถ้า $(K-1)$ -itemset ของ K -itemset ไม่ใช่ Frequent itemset แล้ว K -itemset จากเซตดังกล่าวต้องไม่ใช่ Frequent itemset ของ k หลักการทำงานของอัลกอริทึมเอปพรออริ คือการสร้างข้อมูลทำขิง และขั้นตอนการทดสอบกลุ่มข้อมูลทำขิงว่ากลุ่มข้อมูลที่ปรากฏบ่อยหรือไม่ รายละเอียดดัง Figure 1

```

1  L1 = {large 1-itemsets};
2  For (k=2; Lk-1≠∅; k++) do begin
3    Ck = apriori-gen(Lk-1); // New candidates
4    For all transactions t ∈ D do begin
5      Ck = subset(Ck, t); // Candidates contained in t
6      For all candidates c ∈ Ck do
7        c.count++;
8      End
9    Lk = { c ∈ Ck | c.count ≥ minsup};
10 End
11 Answer = Uk Lk;
    
```

Figure 1 Apriori Algorithm

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลการรับสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีระบบ TCAS รอบที่ 2 การรับแบบโควตา (Quota) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2561-2564 โดยการค้นหากฎความสัมพันธ์ของการเลือกสาขาวิชา โดยใช้เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rule) แบบวิธีอัลกอริทึมเอปพรออริ (Apriori Algorithm) โดยจะวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเลือกสาขาวิชาของผู้สมัครหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของข้อมูลการสมัคร และสร้างกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการวางแผนการรับสมัครคัดเลือกเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีระบบ TCAS มหาวิทยาลัยต่อไป ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนรายละเอียดดัง Figure 2

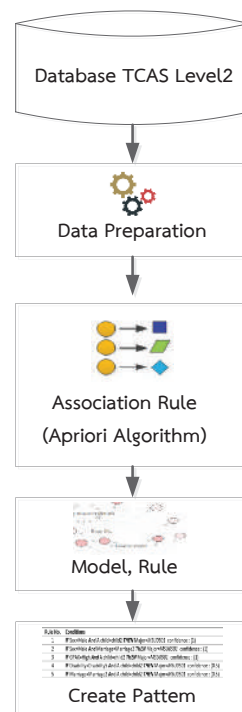


Figure 2 Conceptual framework

จาก Figure 2 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

ระบบฐานข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในงานวิจัยครั้งนี้ คือข้อมูลการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีระบบ TCAS รอบที่ 2 การรับแบบโควตา ข้อมูลทะเบียน (Record) ที่ใช้ได้แก่ รหัสสาขาวิชา เพศ จังหวัด วิชาโรงเรียน คะแนนสอบความรู้ทั่วไป (GAT) คะแนนสอบความ

รู้ทางวิชาชีพและวิชาการ (PAT) และอันดับการเลือก (อันดับ 1-4) จากระบบฐานข้อมูลจะเป็นฐานข้อมูลที่ร่วมผู้สมัครทุกสาขาวิชาดังนั้นผู้วิจัยต้องแยกข้อมูลผู้สมัครเป็นรายสาขาวิชา และข้อมูลตามองค์ประกอบคะแนน GAT/PAT ที่สาขาวิชานั้นใช้เป็นองค์ประกอบการพิจารณาคัดเลือก ตัวอย่างเช่น ข้อมูลสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่ใช้องค์ประกอบวิชา GAT (ความถนัดทั่วไป), PAT1 (ความถนัดทางคณิตศาสตร์) และ PAT3 (ความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์) รายละเอียดตัวอย่างข้อมูลดัง Table 1

Table 1 Data sample (Bachelor of Engineering)

SEX	SIZE	PROVINCE	GAT	PAT1	PAT3	LEVEL
Male	L	Nongkhai	45.52	55.60	65.44	1
Male	XL	Roiet	65.02	65.80	70.50	1
Male	S	Ubonratchathani	45.65	50.45	64.00	2
Female	M	Nakhonphanom	56.50	65.00	63.00	4
Male	L	Maharakham	66.45	65.70	68.00	1
Male	XL	Khonkaen	56.55	60.00	59.00	1
Male	L	Kalasin	65.00	75.00	68.45	3
Female	L	Maharakham	70.00	69.00	68.00	3
Male	S	Yasothon	45.00	40.00	52.50	1
Male	XL	Maharakham	72.20	70.10	80.50	1
...

1. การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูล (Data preprocessing) คือการนำข้อมูลที่ได้จากระบบฐานข้อมูลมาทำการแปลงข้อมูล (Data Transformation) เพื่อความเหมาะสมสำหรับกรวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ข้อมูลนักเรียนที่สมัครจะเป็นข้อมูลที่ที่ยังไม่มีการแทนค่า ซึ่งการเตรียมข้อมูลจะมีการแทนค่าให้กับข้อมูลรายละเอียดดัง Figure 3

จาก Figure 3 ภาพแสดงรายละเอียดการแทนค่าให้กับข้อมูลผู้สมัคร (ตัวอย่างสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์) รายละเอียดการแทนค่าข้อมูล ดังนี้

เพศ (SEX) หากผู้สมัครเพศชายแทนค่าเป็น Male ผู้สมัครเพศหญิงแทนค่าเป็น Female เหตุผลที่ใช้ปัจจัยเพศคือ เพศอาจจะส่งผลในการเลือกอันดับสาขาวิชาเช่น สาขาพยาบาลศาสตร์ เพศหญิงอาจสนใจสมัครมากกว่าเพศชายหรือสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพศชายอาจสนใจสมัครมากกว่าเพศหญิง เป็นต้น

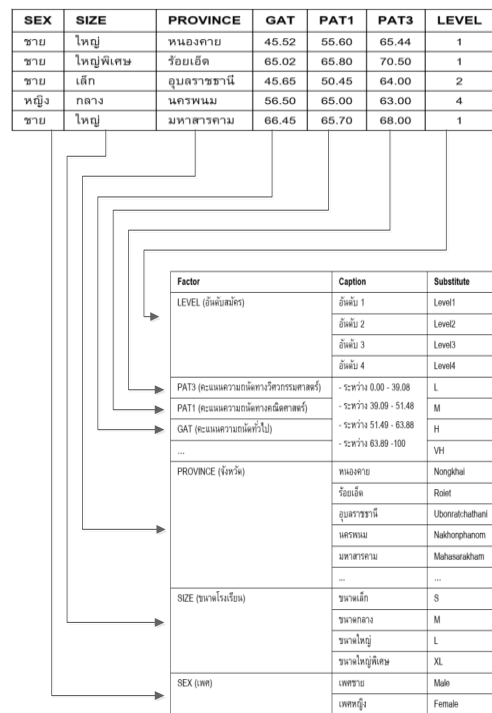


Figure 3 Substitution factor

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการเตรียมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule) แบบวิธีอัลกอริทึมเอปไพริออริ (Apriori Algorithm) การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม R เป็นโปรแกรมในการทดลอง ซึ่งโปรแกรม R เป็น Open Source Software ผู้เริ่มต้นการเขียนโปรแกรม R คือ Robert Gentleman และ Ross Ihaka จากภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยไคตแลนด์ ประเทศนิวซีแลนด์ ปี ค.ศ. 1997 (Yanchang Zhao, 2013) การทดลองจะวิเคราะห์ข้อมูลการเลือกสาขาวิชาของนักเรียนผู้สมัคร การทดลองจะนำชุดข้อมูลแต่ละสาขาวิชาซึ่งมีปัจจัยการเลือกสาขาวิชา 5 ปัจจัย คือ เพศ ขนาดโรงเรียน จังหวัด คะแนนสอบวิชา GAT และคะแนนสอบวิชา PAT จากนั้นทำการสร้างรายการชุดข้อมูลที่ปรากฏบ่อย (Frequent Itemset) ชุดข้อมูลที่มีค่าสนับสนุน (Support value) หาค่าสนับสนุนที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนที่น้อยที่สุดทำการบวกรวมนั้นซ้ำไปเรื่อยๆ จนไม่สามารถหาค่าข้อมูลที่ปรากฏบ่อย (Frequent Itemset) ได้

3. การสร้างรูปแบบ

ขั้นตอนการสร้างรูปแบบ (Model) หรือเป็นการสร้างกฎ (Rule) (Tan, 2021) จากการทดลองการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล รวมถึงการวัดประสิทธิภาพของกฎความสัมพันธ์ที่ได้ จากกฎความสัมพันธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของกฎ "ถ้า...แล้ว..." หรือ IF...Then... กฎความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลองจะประกอบด้วยกฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย (Left Hand Side: LHS) และกฎความสัมพันธ์ทางด้านขวา (Right Hand Side: RHS) ตัวอย่างกฎความสัมพันธ์เช่น หากเกิด A แล้วจะเกิด B ด้วย แทนสัญลักษณ์กฎความสัมพันธ์ "A -> B" การวัดประสิทธิภาพของกฎ โดยการหาความแม่นยำของกฎด้วย

การหาค่าสนับสนุน (Support value) ซึ่งเป็นการหาค่าความน่าจะเป็นในการเกิดข้อมูลกฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย และด้านขวา การหาค่าสนับสนุน $A \rightarrow B$ โดย A แทนข้อมูลด้านซ้าย และ B แทนกฎข้อมูลด้านขวาที่เกิดขึ้นร่วมกัน ดังสมการที่ (1)

$$\text{sup port } (A \rightarrow B) = P(A \cap B) \quad (1)$$

การหาค่าความเชื่อมั่น (Confidence) เป็นการหาค่าความน่าจะเป็นเมื่อมีการเกิดข้อมูลกฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย A (LHS) แล้วเกิดข้อมูลทางกฎความสัมพันธ์ด้านขวา B (RHS) มีโอกาสเกิดมากน้อยเพียงใด ดังสมการ (2)

$$\text{Confidence } (A \rightarrow B) = P(A | B) \quad (2)$$

การหาค่าความสอดคล้อง (Lift) เป็นการหาค่าที่บ่งบอกการเกิดรูปแบบ กฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย A (LHS) และกฎความสัมพันธ์ทางด้านขวา B (RHS) ว่ามีความสัมพันธ์เพียงใด ดังสมการ (3)

$$\text{Lift } (A \rightarrow B) = \frac{P(A \cap B)}{P(A) \cdot P(B)} \quad (3)$$

โดยที่

P(A) คือ สัดส่วนจำนวนรายการข้อมูล A ต่อทรานแซกชันทั้งหมด

P(B) คือ สัดส่วนจำนวนรายการข้อมูล B ต่อทรานแซกชันทั้งหมด

กฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย A (LHS) แล้วเกิดข้อมูลทางกฎความสัมพันธ์ด้านขวา B (RHS) ไม่ขึ้นตรงต่อกัน

การทดลอง และการสร้างรูปแบบที่เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์พฤติกรรมกรเลือกสาขาวิชาของผู้สมัคร ผู้วิจัยการวิเคราะห์ข้อมูล ในการทดลองได้กำหนดค่าสนับสนุน เท่ากับ 0.005 (Suport =0.005) และกำหนดค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 80 (Confidence=0.8) ตัวอย่างการทดลองกับข้อมูลสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์

4. การนำไปใช้งาน

การนำกฎความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเลือกสาขาวิชาของผู้สมัครไปใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบระบบและพัฒนาระบบเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ขั้นตอนการนำไปใช้มีอยู่ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการสร้างโมเดล เป็นการนำข้อมูลแต่ละสาขาวิชา มาทำการวิเคราะห์ จากนั้นจะทำการสร้างกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น เรียกขั้นตอนนี้ว่า Training Data ขั้นตอนการนำแบบจำลองไปใช้งาน เป็นการทดสอบข้อมูลที่จะเกิดขึ้นจากโมเดลที่สร้างแต่ละสาขาวิชา เรียกขั้นตอนนี้ว่า Testing Data และขั้นตอนการสร้างกฎความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์โดยผู้วิจัยได้นำกฎความสัมพันธ์ที่ได้มาสร้างเป็นระบบวิเคราะห์พฤติกรรมกรเลือกสาขาวิชาของนักเรียนผู้สมัครดัง Figure 5 รายละเอียดขั้นตอนการสร้างกฎความสัมพันธ์ ดัง Figure 4

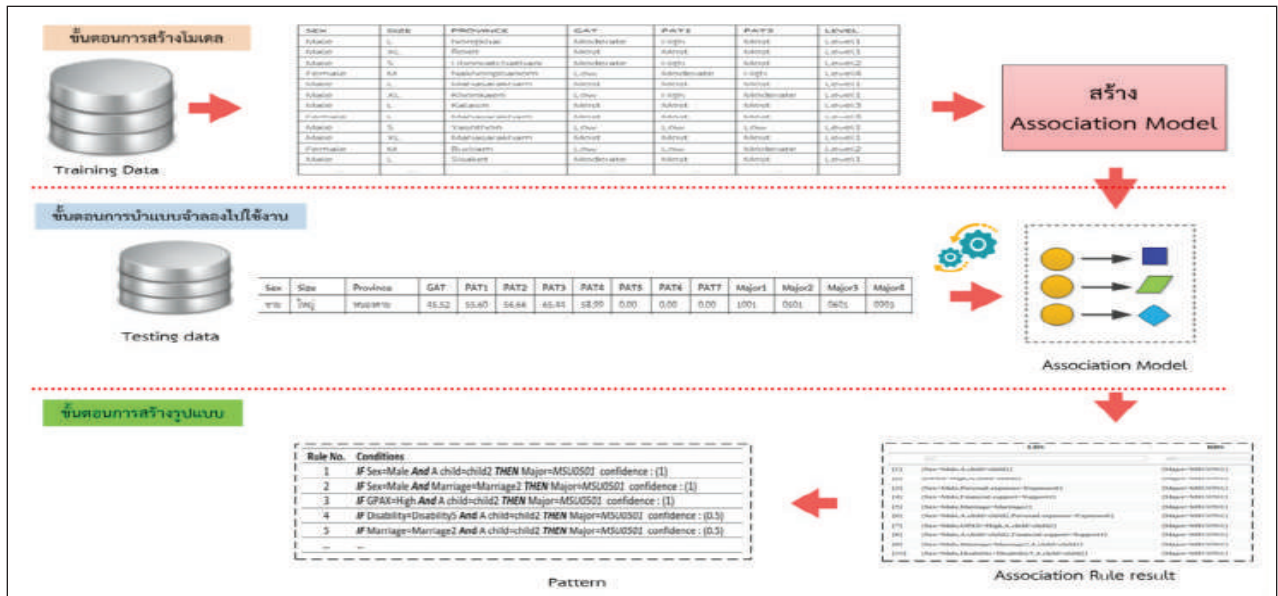


Figure 4 The Creation Model

ผลการศึกษาวิจัย

จากการศึกษาวิจัย โดยการนำข้อมูลการสมัครคัดเลือกเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีระบบ TCAS มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้วิจัยได้นำเอาเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data mining) โดยการหาความสัมพันธ์ข้อมูล (Association rule) แบบวิธีอัลกอริทึมเอปรีออริ (Apriori algorithm) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระบบ TCAS โดยเทคนิคการค้นหาความสัมพันธ์ข้อมูล และสร้างกฎความสัมพันธ์การเลือกสาขาวิชาในการวางแผนการรับสมัครคัดเลือก จากผลการทดลองพบว่าสามารถสร้างกฎความสัมพันธ์ของผู้สมัครที่สนใจเข้าศึกษา

ในอันดับการเลือกของนักเรียนที่สนใจในสาขาวิชานั้น โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่าสนับสนุน เท่ากับ 0.005 (Support value) และกำหนดค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 80 (Confidence value) เพื่อสนใจเฉพาะกฎความสัมพันธ์ที่มีความเชื่อมั่นที่มีค่าสูง และกฎความสัมพันธ์ที่ได้นั้นจะไม่ซ้ำกัน กฎความสัมพันธ์แต่ละเงื่อนไขจะมีเพียงผลลัพธ์เงื่อนไขเดียวเท่านั้น ตัวอย่างผลการทดลองกับข้อมูลสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีขนาดข้อมูลที่วิเคราะห์ 994 รายการ สามารถสร้างกฎความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ทั้งหมด 21 กฎความสัมพันธ์จากความสัมพันธ์ที่กำหนดรายละเอียด ดัง Table 3

Table 3 Result association rule

Rule	LHS	RHS	Support	Confidence	lift
[1]	{Size=L, GAT=Most}	{Level=Level2}	0.005	1.000	3.614
[2]	{Sex=Male, GAT=Most, PAT3=High}	{Level=Level2}	0.005	1.000	3.614
[3]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Low}	{Level=Level1}	0.008	1.000	2.137
[4]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Low, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.007	1.000	2.137
[5]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Low, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.007	1.000	2.137
[6]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Low, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.006	1.000	2.137
[7]	{Sex=Female, PAT1=Most, PAT3=High}	{Level=Level2}	0.007	0.875	3.162
[8]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Moderate, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.211	0.875	1.870
[9]	{Size=M, GAT=Low, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.013	0.866	1.852
[10]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Moderate, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.019	0.863	1.846
[11]	{Size=M, GAT=Low, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.012	0.857	1.832

Table 3 Result association rule (cont.)

Rule	LHS	RHS	Support	Confidence	lift
[12]	{Sex=Male, Size=L, GAT=Low}	{Level=Level1}	0.016	0.842	1.800
[13]	{Size=XL, GAT=Most, PAT3=Moderate}	{Level=Level3}	0.005	0.833	4.930
[14]	{GAT=Moderate, PAT1=Moderate, PAT3=High}	{Level=Level1}	0.005	0.833	1.781
[15]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Moderate}	{Level=Level1}	0.025	0.833	1.781
[16]	{Sex=Male, Size=L, GAT=Low, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.015	0.833	1.781
[17]	{Sex=Male, Size=L, GAT=Low, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.014	0.823	1.760
[18]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.023	0.821	1.755
[19]	{Sex=Male, Size=L, GAT=Low, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.013	0.812	1.736
[20]	{Sex=Male, Size=M, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.029	0.805	1.721
[21]	{Sex=Male, Size=M, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.033	0.800	1.720

จาก Table 3 ผลการทดลองกับข้อมูลสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ตัวอย่างข้อมูลการทดลองสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญของกฎการทดลองโดยเรียงลำดับกฎความสัมพันธ์ที่มีความเชื่อมั่น (Confidence) สูงสุดไปหาน้อยสุด ข้อมูลที่ปรากฏจากกฎการทดลองประกอบด้วย กฎด้านซ้าย (Left Hand Side: LHS), กฎด้านขวา (Right Hand Side: RHS), ค่าสนับสนุน (Support) การเกิดกฎความสัมพันธ์, ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ร้อยละของกฎความสัมพันธ์

สัมพันธ์ของกฎด้านซ้าย (LHS) เกิดขึ้นกับกฎความสัมพันธ์ทางด้านขวา (RHS) และค่าความสอดคล้อง (Lift) เป็นค่าที่แสดงการเกิดความสัมพันธ์ของกฎทางด้านซ้าย และกฎทางด้านขวาเกิดต่อกันมากน้อยเพียงใด เพื่อให้เข้าใจของการเกิดกฎความสัมพันธ์มากขึ้น ผู้วิจัยได้อธิบายการเกิดกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ตัวอย่างข้อมูลสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ รายละเอียดการอธิบาย ดัง Table 4

Table 4 Describe the result

Rule No.	Caption	Confidence
1	ถ้า ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับสูงมาก แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น อันดับที่ 2	100.00 %
2	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) ในระดับสูงมาก และมีคะแนนความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์ (PAT3) อยู่ในระดับสูง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น อันดับที่ 2	100.00 %
3	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับต่ำ แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น อันดับที่ 1	100.00 %
4	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับต่ำ และ มีคะแนนความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT1) อยู่ในระดับปานกลาง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น อันดับที่ 1	100.00 %
5	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับต่ำ และ มีคะแนนความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์ (PAT3) อยู่ในระดับปานกลาง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น อันดับที่ 1	100.00 %
6	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับต่ำ และ มีคะแนนความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT1) อยู่ในระดับปานกลาง และ มีคะแนนความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์ (PAT3) อยู่ในระดับปานกลาง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น อันดับที่ 1	100.00 %
7	ถ้า นักเรียนเป็นเพศหญิง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับสูงมาก และ มีคะแนนความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์ (PAT3) อยู่ในระดับสูง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น อันดับที่ 2	87.50 %
8	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับปานกลาง และ มีคะแนนความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT1) อยู่ในระดับปานกลาง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น อันดับที่ 1	87.50 %

Level=Level2 (100.00%)
 IF Sex=Male (ชาย) AND Size=M (500<=1,499) AND
 PAT3=High (51.49<=63.88) THEN Level=Level1
 (100.00%)
 IF Size=XL (>=2,500) AND GAT=Most (63.89<=100)
 AND PAT3=Moderate (39.09<=51.48) THEN
 Level=Level3 (83.30%)

จากกฎความสัมพันธ์ที่ได้ผู้วิจัยได้พัฒนาเป็นระบบ
 วิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเลือกสาขาวิชาของนักเรียนผู้สมัคร
 เพื่อให้คณะกรรมการประจำสาขาวิชาได้ใช้ระบบที่เกิดจากการ
 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้คณะกรรมการสามารถวางแผนการรับ
 สมัครคัดเลือกนิสิตใหม่ได้ ซึ่งรายละเอียดข้อมูลตัวอย่างระบบ
 ดัง Figure 5

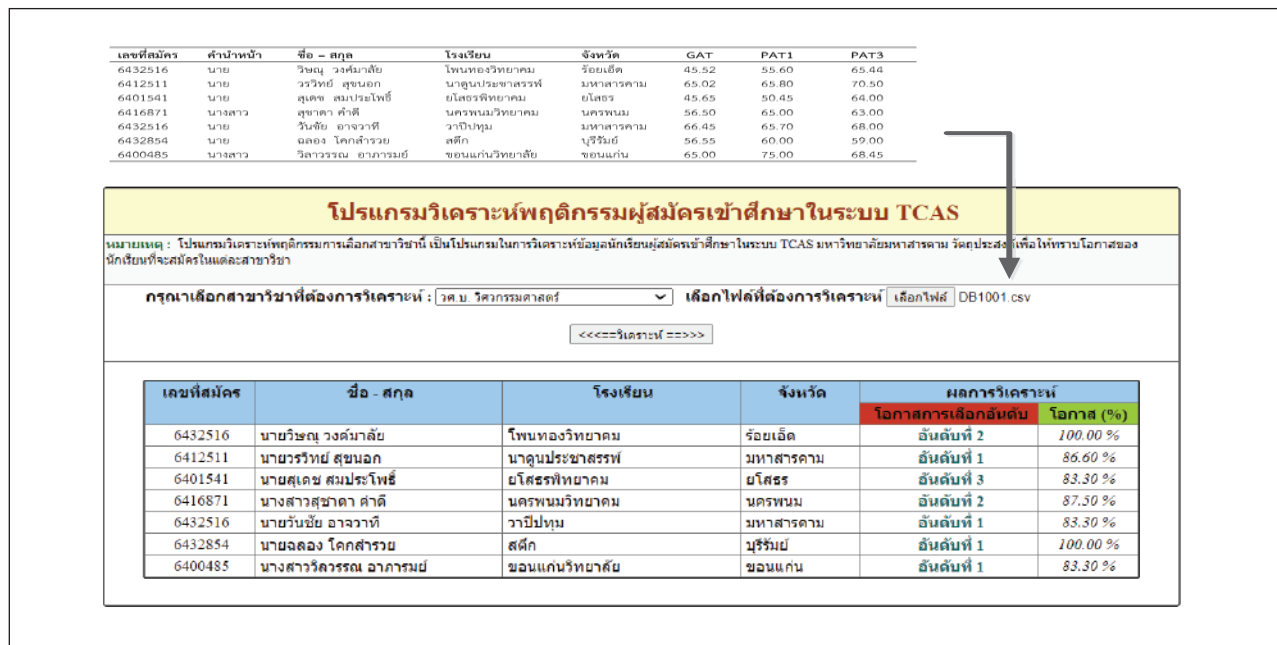


Figure 5 Test Result

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์
 ที่เกิดขึ้นจากการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระบบ TCAS
 โดยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ข้อมูล และสร้างกฎ
 ความสัมพันธ์การเลือกสาขาวิชา ในการวางแผนการรับสมัคร
 คัดเลือก จากการนำข้อมูลการรับสมัครคัดเลือกบุคคลเข้า
 ศึกษาในระดับปริญญาตรี ระบบ TCAS มาทำการวิเคราะห์
 โดยใช้เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule)
 โดยวิธีอัลกอริทึมเอปพรอริ (Apriori Algorithm) การวิเคราะห์
 ได้กำหนดค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ของการวิเคราะห์
 เพื่อให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่มีความน่าเชื่อถือสูงโดยกำหนด
 ร้อยละ 80.00 ผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือก
 อันดับสาขาวิชามากที่สุด ซึ่งเป็นปัจจัยที่ปรากฏบ่อยในกฎที่
 เกิดขึ้น คือ ปัจจัยด้านคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT), ปัจจัย
 ด้านความถนัดทางวิชาชีพและวิชาการตามสาขาวิชาที่กำหนด
 (PAT), ปัจจัยด้านขนาดโรงเรียน, ปัจจัยด้านจังหวัดที่ตั้งของ
 โรงเรียน และปัจจัยด้านเพศของผู้สมัคร ตามลำดับ จากผล
 การวิเคราะห์ผู้วิจัยได้พัฒนาเป็นโปรแกรมวิเคราะห์พฤติกรรม

ผู้สมัครเข้าศึกษาในระบบ TCAS เพื่อให้ผู้ใช้ เช่น คณะ
 กรรมการการดำเนินงานคัดเลือกนิสิต คณะกรรมการประจำ
 หลักสูตร ผู้บริหาร และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการรับนิสิต
 ได้ใช้งานระบบเพื่อประกอบการวางแผนการคัดเลือกนิสิตใน
 ระบบ TCAS ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ทดลองวิเคราะห์ข้อมูลการรับสมัคร
 คัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี ระบบ TCAS
 เพื่อหาความสัมพันธ์การเลือกสาขาวิชาของนักเรียนผู้สมัคร
 ซึ่งปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์เป็นปัจจัยที่ได้จากการรับสมัครค
 ัดเลือกในเบื้องต้น แต่การยังขาดปัจจัยด้านต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อ
 การเลือกสาขาวิชาของผู้สมัคร เช่น ปัจจัยด้านอาชีพผู้ปกครอง
 ปัจจัยด้านรายได้ผู้ปกครองและรายได้ครอบครัว สถานะภาพ
 บิดามารดา เป็นต้น อนาคตผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำปัจจัยเหล่านี้
 มาทำการทดลองวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อให้ค้นหากฎความ
 สัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาใน
 ระบบ TCAS มีประสิทธิภาพมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2564 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

สมาคมที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย ทปอ. (2561).

ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ นโยบายการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาระบบใหม่.

กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (5 เมษายน 2564). *ระเบียบการรับสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี.* <https://admission.msu.ac.th/>

ชิดชนก ส่งศิริ, ธนาวิทย์ รักธรรมานนท์ และกฤษณะ ไวยมัย. (2544). การใช้เทคนิค Data Mining เพื่อค้นหาภาควิชาที่เหมาะสมที่สุดให้กับนิสิต. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 39* (pp. 43-50). กรุงเทพมหานคร.

ณัฐธิดา สุวรรณโณ, อธิกา สิงห์เอี่ยม. (2554). การหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงของนักศึกษาเรียนอ่อนด้วยเทคนิคกฎความสัมพันธ์ กรณีศึกษา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสารวิทยาการจัดการ, 28* (1).

ปฏิพัทธ์ ปฤชานนท์, วงกต ศรีอุไร. (2561). การประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงการออกกลางคันของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 1* (2).

อนันต์ ปิณะเต. (2559). การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลในการวิเคราะห์สารสนเทศเพื่อการพัฒนาาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสาขาวิชาในระบบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 40* (4).

บุษราภรณ์ มัทธนชัย, ควรรชิต มาลัยวงศ์, เสมอแข สมหอม, ณัฐยา ตันตรานนท์. (2559). กฎความสัมพันธ์ของรายวิชาที่มีผลต่อการพ้นสภาพนักศึกษาโดยใช้อัลกอริทึมอพรไอริ. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, ครั้งที่ 3.*

อนันต์ ปิณะเต. (2559). การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสมัครในสาขาวิชาโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 35* (4).

Yanchang Zhao. R. (2013). *Data Mining: Examples and Case Studies.* <http://www.RDataMining.com>.

Tan, Steinbach, Karpatne, Kumar. (2021). *Association Analysis Basic Concepts.* <https://www.users.cse.umn.edu/~kumar001/dmbook/index.php#item4>.

หุ่นยนต์อัตโนมัติดูแลพืชไฮโดรโปนิคส์

Hydroponic plant care robots

หทัยเทพ วงศ์สุวรรณ¹
Hataitep Wongsuwarn

Received: 28 July 2021 ; Revised: 1 October 2021 ; Accepted: 30 November 2021

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการศึกษาประยุกต์ใช้ระบบหุ่นยนต์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร ในเบื้องต้นได้ออกแบบและสร้างหุ่นยนต์สำหรับการปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์ หุ่นยนต์ที่ออกแบบและสร้างเป็นหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่บนรางและใช้ระบบประมวลผลภาพในการวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืช โดยหุ่นยนต์ดูแลพืชไฮโดรโปนิคส์ที่ออกแบบนี้เปรียบเสมือนผู้ช่วยดูแลผักในแปลง และหุ่นยนต์สามารถทำงานได้ต่อเนื่อง 6 ชั่วโมงต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

สำหรับในบทความนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโตของผักเคล เพื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโตเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์การเติบโตต่อพื้นที่ที่กล้องสามารถจับภาพได้ สำหรับการทดลองที่ 1 เป็นผลการทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมในการตรวจจับความเจริญเติบโตของผัก พบว่าหุ่นยนต์ใช้เวลาในการเคลื่อนที่บนรางในห้องปฏิบัติการเฉลี่ย 3 นาที 19 วินาที สำหรับระยะทาง 1.25 เมตร หรือความเร็วเฉลี่ย 0.392 เมตร/นาที ซึ่งทำงานช้ากว่ามนุษย์ประมาณ 29.55% (เปรียบเทียบกับความเร็วรอบแปลงของมนุษย์) แต่สามารถดูแลพืชได้ทุกต้นซึ่งละเอียดและทั่วถึงมากกว่า การทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบความแม่นยำาระบุดำเนินการถ่ายภาพพบว่าค่าความแม่นยำที่สามารถระบุตำแหน่งได้อย่างถูกต้องอยู่ที่ 86.67% และการทดลองที่ 3 ผลการทดลองตรวจจับความโตของพืชกับพืชแต่ละราง ทั้ง 4 รางปลูก รางละ 3 ตำแหน่ง โดยวิ่งไปกลับระยะทางรวม 0.65 เมตร ระบบหุ่นยนต์สามารถประมวลผลผลการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างแม่นยำเฉลี่ย 90.09%

คำหลัก: หุ่นยนต์เคลื่อนที่ ระบบปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ ระบบประมวลผลภาพด้วยกล้อง

Abstract

This article presents an application of a robotic system for agricultural. Initially, we designed and built a robot for hydroponics, built for moving on rails and using an image processing system to analyze plant growth. The hydroponics plant care robot is like a helper to take care of the vegetables in the field. And the robot can work continuously for 6 hours on a single charge.

In this article, data on the growth of kale were collected. Growth was analyzed as a percentage of growth per unit area as captured by the camera. In experiment 1, was an appropriate movement speed test to detect vegetable growth. The robot spent an average of 3 minutes 19 seconds on rails in the laboratory for 1.25 meters, or an average speed of 0.392 meters/min, which was approximately 29.55% slower than humans (compared to walking around the plants around a human plot). But the robot could take care of every plant, which is more thorough than human activity. The second experiment was about detecting the position of plants. The positioning accuracy was 86.67% on average. Finally, in the third experiment, the results of the experiment were used to detect the growth of plants in each planting trough, with 4 planting troughs, 3 plants in each planting trough, running back and forth a total distance of 0.65 m. 90.9%

Keywords: Mobile Robot, Hydroponic System, Machine Vision

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม 73140

¹ Assistance Professor, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering Kamphaengsean, Kasetsart University 7314

Corresponding author; e-mail: fenghtw@ku.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ปัญหาต้นทุนแรงงานที่สูงขึ้น และแรงงานมีอายุเฉลี่ยมากขึ้นเป็น 55 ปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกๆ ปีแต่ในขณะเดียวกันความต้องการผลผลิตกลับเพิ่มมากขึ้น 5-10 % ในแต่ละปีจนทำให้สินค้าบางช่วงของปีขาดตลาด ถึงแม้จะมีวิธีการปลูกพืชหลากหลายรูปแบบ หนึ่งในวิธีที่กำลังได้รับความนิยมมากในปัจจุบันคือการปลูกพืชไร้ดินแบบไฮโดรโปนิคส์ (บ้านและสวน, 2563) การมีหุ่นยนต์ช่วยดูแลทำให้เกิดการลดระยะเวลาการทำงาน ลดต้นทุน แต่ได้การใส่ใจ ความถูกต้องและแม่นยำมากกว่าเดิม (ศุภกานต์ จันทรเสวีวิทยา และคณะ, 2562) การประยุกต์ใช้หุ่นยนต์ในฟาร์มมีหลากหลายในปัจจุบัน เช่น Farmbot (Hemalatha *et al.*, 2018, Johann *et al.*, 2017) เป็นหุ่นยนต์เชิงเส้นที่เคลื่อนที่ในทิศทาง X, Y และ Z พร้อมกับการประมวลผลภาพเพื่อค้นหาพืชและวัชพืชในสวนได้อย่างแม่นยำ หุ่นยนต์สามแกนทำงานในแบบเดียวกับเครื่อง CNC ที่กำหนดรูปแบบการเคลื่อนที่ โดยกำหนดเป็นแผนที่สวน และใช้วิธีการลากและวางพืชตามตำแหน่งที่ต้องการ หลังจากได้แบบของสวนหุ่นยนต์ทำงานดูแลสวนต่อไป การควบคุมการทำงานนั้นสามารถใช้อุปกรณ์ต่างๆ เพื่อควบคุมและกำหนดค่า Farmbot ได้เช่นเดสก์ท็อป, แท็บเล็ต, โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น ยังมีหุ่นยนต์ในลักษณะอื่นเช่น หุ่นยนต์แบบมีล้อของบริษัท Iron Ox อาศัยหุ่นยนต์เพียง 2 ตัวในการเข้ามาดูแลจัดการและเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งมีลักษณะเป็นฟาร์มในร่มปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์ หุ่นยนต์ตัวแรกจะทำหน้าที่ในการหยิบถาดของพืชพันธุ์ แล้วทำการเคลื่อนย้ายถาดพืชไปยังส่วนต่างๆ ของเรือนกระจก ส่วนหุ่นยนต์ตัวที่ 2 จะมีลักษณะเป็นแขนกล คอยทำหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยในส่วนอื่นๆ เช่น การเพาะเมล็ดและการปลูก เป็นต้น (SME Thailand, 2561) ถ้าพิจารณาถึงแนวทางการใช้กล้องร่วมด้วย ได้แก่ การใช้หุ่นยนต์ในการดูแลระบบการปลูกพืชสำหรับระบบไฮโดรโปนิคส์แบบ NFT (Niels *et al.*, 2012) นั้น ใช้หุ่นยนต์ที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่แนว X Y Z โดยการระบุตำแหน่งต้นพืชด้วยกล้องแต่ก็ยังไม่ได้นำมาวิเคราะห์ขนาดความโตของพืชและถ้าพิจารณาถึงการปลูกพืชด้วยระบบปลูกไฮโดรโปนิคส์นั้น งานวิจัยในปัจจุบันส่วนใหญ่ยังเน้นเรื่องการควบคุมระบบพืชให้ปลูกพืชตามสภาวะที่ต้องการ เช่น ทำการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณสารอาหารให้เป็นไปตามที่ตั้งไว้ (Maldonado *et al.*, 2020) หรือการควบคุมสภาวะการปลูกผักกาดหอมและใช้กระบวนการทางภาพตรวจสอบสภาพผักก่อนเก็บ และตรวจสอบว่าผักเป็นโรคหรือไม่แต่ก็ยังไม่ได้ใช้ในการติดตามการโตของผัก (Jaimes *et al.*, 2018) นอกจากนี้ยังมีการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบข่ายงานระบบประสาทเชิงลึกมาใช้ในการควบคุมสภาวะการปลูกพืชในการปรับปริมาณ

ปุ๋ย แต่ไม่ได้พิจารณาถึงสภาพพืชผักว่าขนาดนั้นเป็นอย่างไร (Mehra *et al.*, 2018)

ซึ่งจากบทความที่ได้กล่าวมาข้างต้น ถึงแม้จะมีการประยุกต์ใช้ระบบควบคุม ระบบหุ่นยนต์ กระบวนการทางภาพ แต่ก็ยังเน้นไปที่การควบคุมสภาวะการปลูก แต่ก็ยังไม่ได้สนใจถึงว่าพืชผักเป็นเช่นไร ณ. สภาวะที่ถูกควบคุมขณะนั้น ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยให้การดูแลผักมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเปรียบเสมือนคนดูแลแปลง

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเน้นความสำคัญในเรื่องสภาวะของผัก จึงพัฒนาหุ่นยนต์ให้เปรียบเสมือนผู้ดูแลแปลง โดยหุ่นยนต์ต้องสามารถรองรับการทำงานต่างๆ ได้อย่างอัตโนมัติ โดยในเบื้องต้นได้พัฒนาหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ในโรงเรือนที่ปลูกพืชระบบไฮโดรโปนิคส์และใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อประมวลผลการเจริญเติบโตของต้นพืช และในอนาคตจะมีการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ในการประเมินการโตของพืชต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

ไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponic)

ไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponic) คือการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดินหรือวัสดุปลูกแบบหนึ่ง โดยให้รากสัมผัสกับในน้ำที่ผสมสารละลายอาหารปลูกเลี้ยงโดยตรง (Water Culture) หรือที่เรียกกันตามท้องตลาดว่า “ปุ๋ยน้ำ” โดยการปลูกพืชแบบนี้จะต้องควบคุมปริมาณสารอาหาร อุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารเพื่อให้เจริญเติบโตได้ดี ผักที่ปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ส่วนมากจะเป็นผักกินใบ และเป็นพืชระยะสั้นที่เก็บเกี่ยวในระยะเวลาอันรวดเร็ว ผักกินใบที่นิยมปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์ ได้แก่ เรตโอ๊ค กรีนโอ๊ค ร็อคเก็ต ฟัลเลย์ กรีนคอส บัตเตอร์เฮด ผักกาดหอม ระยะเวลาในเก็บเกี่ยวคือ 40-60 วัน ปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้สามารถปลูกพืชชนิดอื่นที่รากไม่ลึกมาก หรือมีแต่รากผอย ได้แก่ สตอร์เบอร์รี่ มะเขือเทศ หัวหอมใหญ่ พริก และเมล่อน แต่การเลือกชนิดของผัก หรือพืชชนิดอื่น ต้องพิจารณาภาชนะที่ใช้ปลูกให้มีขนาดเหมาะสม ตามขนาดของรากพืช เพื่อให้พืชได้ปริมาณสารอาหารที่ครบถ้วนและเติบโตได้ โดยระบบไฮโดรโปนิคส์ที่นิยมปลูกในเมืองไทยมี 2 ระบบคือ

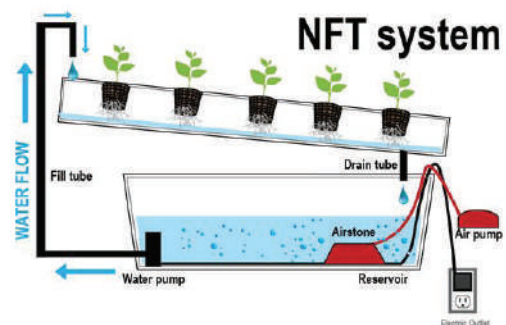


Figure 1 Characteristic of NFT Hydroponics Plant

1. NFT (Nutrient Film Technique) ดัง Figure 1 เป็นระบบให้น้ำที่ผสมสารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชเป็นแผ่นบางๆ บนรางปลูกอย่างต่อเนื่อง รากปลูกจึงต้องมีความลาดเอียงเพื่อให้แผ่นน้ำที่ไหลผ่านมีความบางคล้ายฟิล์ม

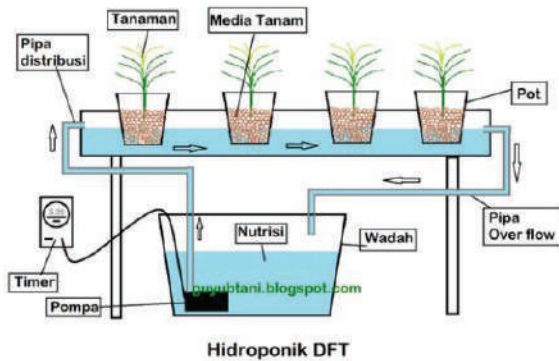


Figure 2 Characteristic of DFT Hydroponics Plant

2. DFT (Deep Flow Technique) ดัง Figure 2 เป็นระบบที่ปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลาย โดยจะมีการปลูกพืชบนแผ่นโฟมหรือวัสดุที่ลอยน้ำเพื่อยึดลำต้น ระบบนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ระบบไฮโดรโปนิคส์ลอยน้ำ (Floating Hydroponic Systems) ระบบนี้นิยมปลูกโดยทั่วไปและสามารถประยุกต์สร้างปลูกได้จากวัสดุที่หลากหลาย เช่นท่อน้ำ ก่อ่งโฟม ถังน้ำ หรือแม้กระทั่งขวดพลาสติก ก็สามารถทำได้ (Maldonado *et al.*, 2020).

สำหรับในบทความนี้ใช้ระบบปลูกเป็นแบบ NFT

NVIDIA Jetson Nano

Jetson Nano ดัง Figure 3 เป็นบอร์ดไมโครโพรเซสเซอร์สำหรับเมกเกอร์และผู้พัฒนาสินค้าในระดับอุตสาหกรรมที่ผลิตโดยค่ายการ์ดจอยักษ์ใหญ่อย่าง NVIDIA ซึ่งแบ่งออกเป็นสองรุ่นคือ Jetson Nano Developer Kit และ Jetson Nano Module ใช้สำหรับงานที่ประมวลผลเกี่ยวกับ Machine Learning, Image Processing, AI และอื่นๆ

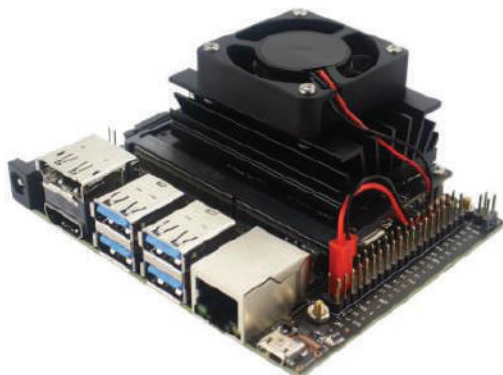


Figure 3 Characteristic of NVIDIA Jetson Nano

กระบวนการทางภาพด้วยภาษา python

Python เป็นภาษาเขียนโปรแกรมระดับสูงที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการเขียนโปรแกรมสำหรับวัตถุประสงค์ทั่วไป ภาษา Python นั้นสร้างโดย Guido van Rossum และถูกเผยแพร่ครั้งแรกในปี 1991 Python นั้นเป็นภาษาแบบ interpreted ที่ถูกออกแบบโดยมีปรัชญาที่จะพัฒนาทำให้โค้ดอ่านได้ง่ายขึ้น และโครงสร้างของภาษานั้นจะทำให้โปรแกรมเมอร์สามารถเข้าใจแนวคิดการเขียนโค้ดโดยใช้บรรทัดที่น้อยกว่าภาษาอย่าง C++ และ Java

ในการพัฒนากระบวนการทางภาพ จะใช้ไลบรารี OpenCV โดยฟังก์ชันที่ใช้ได้แก่ Thresholding Segmentation Blurring Contours and Bounding Rectangles Find contours Edge detection Line and shape detection (PimDeed, 2562).

การออกแบบและคุณลักษณะของหุ่นยนต์

สำหรับงานวิจัยนี้เป็นระบบไฮโดรโปนิคส์แบบ NFT โดยมีขนาดแปลงทดลองการปลูก 4 รางปลูก ยาว 4 เมตร โดยทำการออกแบบระบบรางและหุ่นยนต์ให้สอดคล้องกับแปลงทดลองดังนี้

1. หุ่นยนต์ ดัง Figure 4 ออกแบบให้วิ่งบนรางซึ่งทำจากท่อเหล็กชุบกัลวาไนต์เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 19.05 มิลลิเมตร บนรางที่มีความยาว 4 เมตร และความกว้างระหว่างรางทั้งสองข้างเท่ากับ 1 เมตร โดยยกสูงจากระดับรางไฮโดรโปนิคส์ 300 มิลลิเมตร ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ขับล้อรองวีขนาด 3 นิ้ว

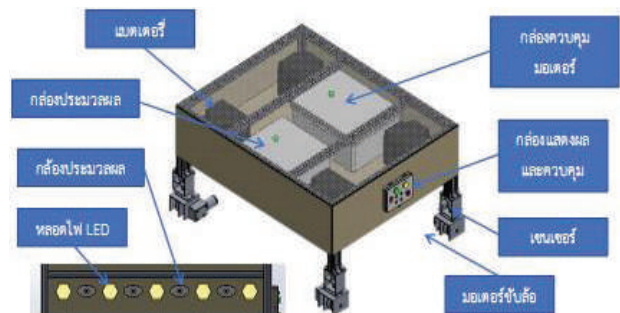


Figure 4 Structure of a Hydroponics Plant Robot

หุ่นยนต์ใช้กล้องในการจับภาพเพื่อนำมาวิเคราะห์ การเจริญเติบโตโดย Jetson Nano และใช้ Raspberry pi ในการควบคุมการทำงานระบบขับเคลื่อน

หุ่นยนต์ใช้งานแบตเตอรี่ 38 Ah แรงดัน 12 V จำนวน 2 ก้อนต่อขานานกันโดยหุ่นยนต์หนึ่งตัวสามารถทำงานได้ ต่อเนื่องยาวนาน ประมาณ 6 ชั่วโมง ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง

2. รางไฮโดรโปนิกส์มาตรฐานมีขนาดกว้าง 65 มิลลิเมตร ยาว 2 เมตร ลึก 40 มิลลิเมตร โดยมีช่องวงกลม สำหรับปลูกพืชเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร โดยแต่ละช่อง ห่างจากกัน 120 มิลลิเมตร จำนวน 7 ช่องต่อหนึ่งราง วางตาม แนวรางท่อเหล็ก จำนวน 4 แถว แถวละ 2 ราง โดยแต่ละแถว จะห่างเท่ากับ 110 มิลลิเมตร หากวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลาง ของแถวหนึ่งถึงอีกแถวหนึ่ง

3. พืชที่ใช้สำหรับปลูกไฮโดรโปนิกส์จะต้องเป็นพืช ขนาดเล็ก (สูงไม่เกิน 25-30 เซนติเมตร) และสามารถเก็บเกี่ยว ได้ใน 40-60 วัน โดยทำการทดลองในแปลงปลูกทดลองภายใน ห้องปฏิบัติการ ในที่นี้เลือกผักเคล เพราะเป็นผักที่มีมูลค่าสูง

การสร้างข้อมูลพื้นฐานจากสมการเส้นตรง

ข้อมูลภาพที่ใช้เป็นฐานข้อมูลในการสร้างสมการเส้นตรง โดยทำการถ่ายภาพต้นแบบซึ่งมีขนาดต่างๆ กันและมี ผ่านกระบวนการทางภาพเพื่อสร้างขนาดความโตต่างๆ กัน สร้างเป็นสมการต้นแบบเพื่อใช้หาคำตอบค่าขนาดความโตในการทดลองหุ่นยนต์ต่อไป โดยใน Figure 5 แสดงเป็นตัวอย่ง ขนาดความโตพืช 21.08 57.57 และ 93.20 ตามลำดับ

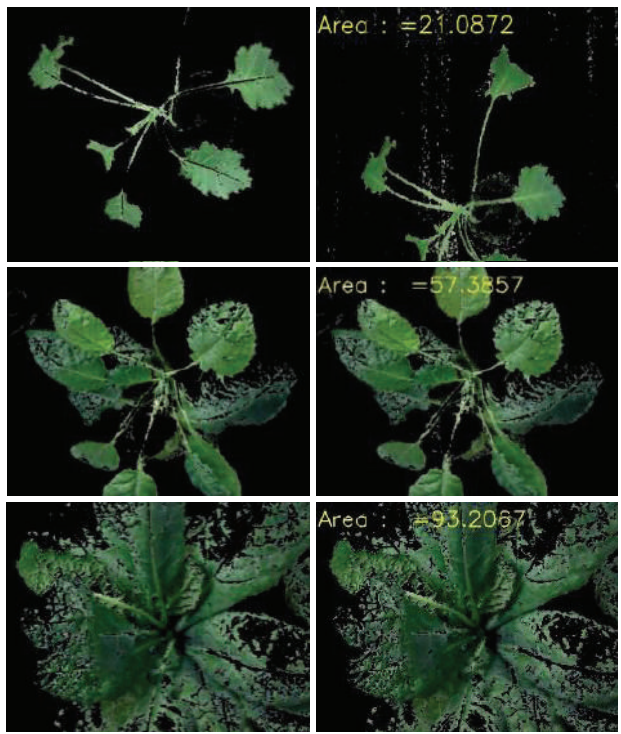


Figure 5 Example of the estimation of plant growth

ซึ่งภาพทั้งหมดนี้ด้านซ้ายจะเป็นภาพที่ได้มาจาก กล้องที่ติดตั้งที่หุ่นยนต์และทำการบันทึกภาพเป็นฐานข้อมูล เพื่อนำมาสร้างเป็นสมการเส้นตรง เพื่อหาความสัมพันธ์ ระหว่างค่าพิกเซลและขนาดความโตของพืช หลังจากการเก็บ ข้อมูลภาพความโตของผัก จะได้สมการที่เป็นข้อมูลอ้างอิง สำหรับการคำนวณพื้นที่สีเขียวคือ $y = 0.0005x + 5.7952$ ซึ่งสมการนี้จะถูกนำไปแทนค่า x (จำนวน pixel ของสีเขียว) และ y (ขนาดความโตของพืชเป็น Area) นำไปใช้ในการ ประมวลผลของโปรแกรมเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโต ของพืชแต่ละต้นได้

ผลการศึกษา

ในการทดลองหุ่นยนต์วิ่งบนรางมีลักษณะดัง Figure 4 ซึ่งวิ่งบนรางยาว 4 เมตร ซึ่งมีรางปลูกผักทั้งหมด 4 ราง ลักษณะของรางและตำแหน่งต้นผักเคล ดัง Figure 6

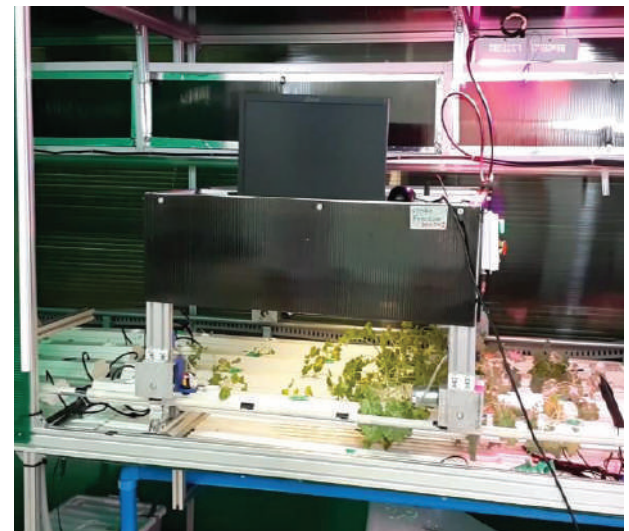


Figure 6 The robot runs on rails with 4 cameras underneath the robot

การทดลองที่ 1 ทดสอบความเร็วในการทำงานของ หุ่นยนต์เทียบกับมนุษย์ (ความเร็วเฉลี่ยของผู้ดูแลแปลงปลูก ที่เป็นเพศหญิง อายุ 25 ปี สูง 158 เซนติเมตร น้ำหนักโดย ประมาณ 50 กิโลกรัม จากการเดินตรวจรอบแปลงปลูกไฮโดร โปนิกส์เป็นระยะทาง 28 เมตร ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง คือ 0.467 เมตร/นาที) โดยตรวจสอบความเร็วในการทำงานของ หุ่นยนต์ เมื่อจับเวลาเมื่อเคลื่อนที่ในรางทดลองระยะ 1.25 เมตร และทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าความเร็วที่ได้จาก การทดสอบนั้นทำงานได้ช้ากว่ามนุษย์ 29.55% โดยมีความเร็ว เฉลี่ยที่ 0.392 เมตร/นาที หรือหุ่นยนต์วิ่งโดยใช้เวลาเฉลี่ย 3 นาที 19 วินาทีที่ระยะทาง 1.25 เมตร และ

Table 1 Test the operating speed of robots compared to humans

Number	Time (min)	Speed (m/min)	Differences (%)
1	3.17	0.396	-28.90
2	3.08	0.415	-25.49
3	3.15	0.4	-28.19
4	3.25	0.38	-31.78
5	3.30	0.371	-33.39
Average	3.19	0.392	-29.55

สามารถทำความเร็วได้มากสุดในครั้งที่ 2 ที่ความเร็ว 0.415 เมตร/นาที ซึ่งใช้เวลาเพียง 3 นาที 8 วินาที ที่ค่าการปรับความกว้างพัลส์เท่ากับ 20% Duty Cycle โดยที่ความเร็วนี้หุ่นยนต์ไม่สามารถหยุดตรงตำแหน่ง ทำให้การถ่ายภาพมีเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตคลาดเคลื่อนสูง และเมื่อให้หุ่นยนต์ทำงานช้าที่สุด คือในครั้งที่ 5 ที่ความเร็ว 0.371 เมตร/นาที ใช้เวลาถึง 3 นาที 30 วินาที โดยปรับความเร็วมอเตอร์ลดลงเหลือ 10% Duty Cycle พบว่าการประมวลผลการเจริญเติบโตขึ้นในการทดสอบสองครั้งสุดท้าย

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบความแม่นยำในการถ่ายภาพของหุ่นยนต์ในแต่ละตำแหน่ง โดยมอเตอร์ล้อของหุ่นยนต์ได้รับคำสั่งจากเซนเซอร์จับตำแหน่งปลูกพืชให้มอเตอร์หยุดทำงาน แล้วกล้องเว็บแคมบริเวณใต้หุ่นได้ทำการถ่ายต้นไม้ครบทั้ง 4 กล้องหรือไม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนในทุกๆ ต้นของแต่ละราง



Figure 7 Camera detecting the growth of vegetables

วิธีการทดลองคือการวิ่งไปและกลับมายังตำแหน่งเริ่มต้นของหุ่นยนต์พร้อมทั้งถ่ายภาพแต่ละตำแหน่งระยะทางรวม 0.65 เมตร โดยจะทำการทดลองถ่ายภาพของพืชในตำแหน่งที่ 3 4 และ 5 และทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ซึ่งการระบุตำแหน่งต่างๆ เป็นไปตาม Figure 7 โดยผลการทดลองของแต่ละรางตั้งแต่รางที่ 1 2 3 และ 4 เป็นไปตาม Table 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ

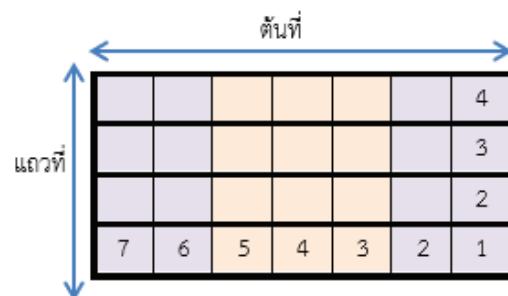


Figure 8 Test position in plant growth analysis

Table 2 Test the camera operation on the 1st rail.

Accuracy of photographing plant on the 1 st rail								
Number	Growing position							Accuracy rate
	1	2	3	4	5	6	7	
1	X	X	O	O	O	X	X	100
2	X	X	O	O	O	X	X	100
3	X	X	O	O	O	X	X	100
4	X	X	O	O	O	X	X	100
5	X	X	O	O	O	X	X	100
Average								100

Table 3 Test the camera operation on the 2nd rail.

Accuracy of photographing plant on the 2 nd rail								
Number	Growing position							Accuracy rate
	1	2	3	4	5	6	7	
1	X	X	X	O	O	X	X	66.67
2	X	X	O	O	X	X	X	66.67
3	X	X	O	O	O	X	X	100
4	X	X	O	O	X	X	X	66.67
5	X	X	O	O	O	X	X	100
Average								80

Table 4 Test the camera operation on the 3rd rail.

Accuracy of photographing plant on the 3 rd rail								
Number	Growing position							Accuracy rate
	1	2	3	4	5	6	7	
1	X	X	O	O	X	X	X	66.67
2	X	X	O	O	O	X	X	100
3	X	X	O	X	O	X	X	66.67
4	X	X	O	O	O	X	X	100
5	X	X	O	X	O	X	X	66.67
Average								80

Table 5 Test the camera operation on the 4th rail.

Accuracy of photographing plant on the 4 th rail								
Number	Growing position							Accuracy rate
	1	2	3	4	5	6	7	
1	X	X	O	O	O	X	X	100
2	X	X	X	O	O	X	X	66.67
3	X	X	O	O	O	X	X	100
4	X	X	O	O	X	X	X	66.67
5	X	X	O	O	O	X	X	100
Average								86.67

*หมายเหตุ

- คือ ตำแหน่งที่กล้องทำการถ่ายภาพเพื่อประมวลผล
- คือ ตำแหน่งที่กล้องไม่ได้ทำการถ่ายภาพเพื่อประมวลผล
- คือ ตำแหน่งที่ไม่ได้ทำการทดสอบ

จากการทดลองพบว่าในรางที่ 1 พบว่าไม่มีปัญหาใดๆ เกิดขึ้นเลย จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำมีค่าเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาในรางที่ 2 พบว่าในการทดลองครั้งที่ 1, 2 และ 4 ไม่สามารถถ่ายภาพได้ และเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำโดยเฉลี่ยเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาในรางที่ 3 พบว่ากล้องไม่สามารถถ่ายภาพในการทดลองครั้งที่ 1, 3 และ 5 โดยไม่สามารถถ่ายภาพได้ ทำให้เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน สุดท้ายในรางที่ 4 พบว่าไม่สามารถทำการถ่ายภาพได้ในการทดลองครั้งที่ 2 และ 4 ทำให้เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เฉลี่ยเท่ากับ 86.67 เปอร์เซ็นต์ ปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการถ่ายภาพไม่ถูกต้อง เกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการ คือหุ่นยนต์หยุดไม่ตรงบางตำแหน่ง เพราะมอเตอร์เคลื่อนที่เร็วและหยุดกระทันหันจนเกิดการไถลเกินตำแหน่ง ซึ่งในกรณีนี้สามารถแก้ไขโดยลดความเร็วในการเคลื่อนที่ หรือทำการแก้ไขโปรแกรมการตรวจจับภาพให้หุ่นยนต์ถ่ายภาพขนาดเคลื่อนที่ นอกจากนี้ยังเกิดได้จากจากแสงสว่างใต้หุ่นยนต์ไม่เพียงพอ กล้องอาจไม่ได้โฟกัส ทำให้โปรแกรมทำงานผิดพลาด ในกรณีนี้สามารถแก้ไขได้โดยเพิ่มแสงสว่างใต้หุ่นยนต์ให้มากขึ้นขึ้น หรือเปลี่ยนกล้องที่มีความ

ไวแสงมากขึ้นหรือเปลี่ยนกล้องที่มีศักยภาพในการประมวลผลภาพที่เร็วขึ้น

การทดลองที่ 3 ทดสอบการประมวลผลกล้อง ความแม่นยำในการหาอัตราส่วนของพิกเซล เพื่อนำมาประมวลผล การเจริญเติบโต (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของความโตเต็มที่) โดยวิ่งไปกลับระยะทางรวม 0.65 เมตร การทดลองซ้ำ 5 ครั้ง ซึ่งการระบุตำแหน่งต่างๆ เป็นไปตาม Figure 9

จากการทดลองจำนวน 5 ครั้งในแต่ละตำแหน่ง 3, 4 และ 5 ของรางทั้ง 4 ราง เมื่อมีเปรียบเทียบค่าความโตของพืชจริงของแต่ละตำแหน่งที่ได้ทำการบันทึกไว้ นำมาเทียบกับค่าความโตของพืชที่กล้องตรวจสอบได้ ดังตัวอย่างผลการทดสอบความถูกต้องของขนาดความโตของพืชของรางที่ 1 ตำแหน่งที่ 3 คवरโต 35% ตำแหน่งที่ 4 คवरโต 55% และตำแหน่งที่ 5 คवरโต 11% ผลการประมวลผล % ความโตของพืชที่ตรวจวัดได้ ดัง Table 6 ของแต่ละตำแหน่ง 3 4 และ 5 และเมื่อนำมาหาค่าความผิดพลาดเฉลี่ย ของแต่ละตำแหน่งจากการทดลอง 5 ครั้ง พบว่า ตำแหน่งที่ 3 4 และ 5 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 3.28 7.51 และ 12.69 ตามลำดับ

Table 6 The camera processing test on the 1st rail.

Experiment	Rail number 1						
	Growing position						
	1	2	3	4	5	6	7
1			36.84	54.40	15.33		
2			46.27	61.94	14.85		
3			34.25	43.89	15.62		
4			32.78	59.86	14.78		
5			30.60	57.38	18.30		
Average			36.15	55.49	15.78		
Error			3.28	7.51	12.69		

เมื่อทำการทดลองกับทั้ง 4 รางและทดสอบทั้งหมด 5 ครั้ง พบว่ามีค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด ของแต่ละราง เป็นดัง Table 7

จากการทดลองพบว่าในรางที่ 3 มีค่าความ

คลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 7.65% ซึ่งในรางนี้พบว่ามีการทำงานที่ผิดพลาดในบางตำแหน่ง คือไม่สามารถถ่ายภาพได้ในเที่ยวแรก แต่สามารถเก็บภาพได้ในเที่ยวที่สอง และมีตำแหน่งที่ไม่สามารถถ่ายภาพได้

Table 7 Summary of error in the camera processing on the rails.

Experiment	Experiment (% error)						
	Growing position						
	1	2	3	4	5	6	7
1			3.28	7.51	12.69		
2			7.82	6.91	10.10		
3			11.02	8.05	3.86		
4			20.12	11.55	16.67		
Average error			10.56	8.33	10.83		

รองลงมาเป็นรางที่ 1 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 7.82% ซึ่งรางนี้ได้ภาพครบ และค่าเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตอยู่ในค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงและไม่มีความผิดปกติใดๆ ต่อมาเป็นรางที่ 2 มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ 8.00% มีตำแหน่งที่ถ่ายภาพไม่ได้ 3 ตำแหน่ง และถ่ายได้ในที่เยวที่สอง 1 ตำแหน่ง และแถวที่ 4 มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยมากที่สุดคือ 16.11% โดยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดยรวมในการประมวลผลภาพคือ 9.91%

สาเหตุความคลาดเคลื่อนที่สูงมากในรางที่ 4 สาเหตุจากแสงสว่างใต้หุ่นยนต์ไม่เพียงพอ กล้องไม่ได้โฟกัส โปรแกรมประมวลผลผิดพลาด ซึ่งสามารถแก้ไขโดยติดตั้งไฟเพิ่ม หรือเพิ่มการหน่วงเวลาถ่ายภาพของกล้องเพื่อให้กล้องปรับ White Balance ทัน

ตัวอย่างผลของการตรวจวิเคราะห์ภาพของต้นผักเคลเป็นไปดัง Figure 9 แสดงให้เห็นว่าภาพของต้นผักสามารถตรวจจับและใช้ระบบประมวลผลด้วย Jetson nano ที่อยู่ในตัวหุ่นยนต์ ทำหน้าที่วิเคราะห์หาขนาดความโตของพืชจากข้อมูลที่ได้เรียนรู้และสร้างเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัดส่วนพื้นที่สีกับขนาดความโตของพืชหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของความโตเต็มที่ ดังแสดงในตัวอย่างการตรวจสอบผัก มีลักษณะของภาพที่วิเคราะห์ เป็นไปดัง Figure 9 จะบอกความโตของพืชเป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น Figure 1 ของ Figure 9 มีความโต 12.7787 Figure 2 ของ Figure 9 มีค่าขนาด 21.0872 Figure 3 ของ Figure 9 มีขนาด 54.5057 และ Figure 4 ของ Figure 9 มีขนาดความโต 60.93720 เป็นต้น

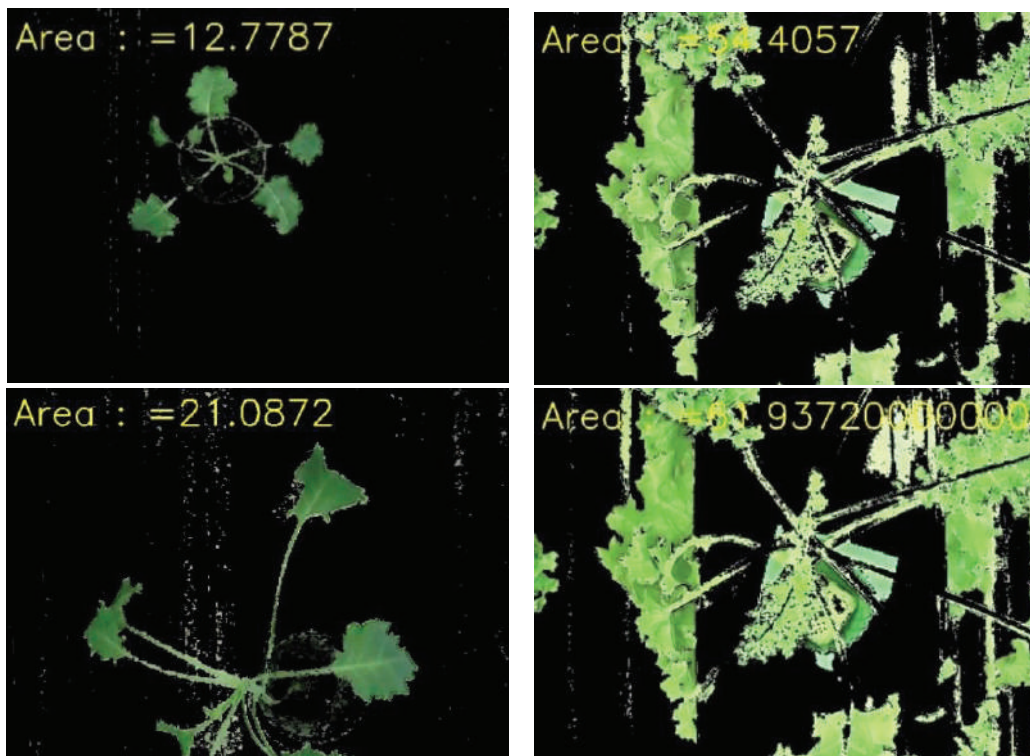


Figure 9 Image analysis % plant growth

สรุป

บทความนี้เป็นการศึกษาการออกแบบ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ และกล้องประมวลผล รวมถึงทำหุ่นยนต์ต้นแบบขึ้นจริงเพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรม การเกษตร โดยในปัจจุบันเราได้ทำการทดลองทำงานบน โรงเรือนไฮโดรโปนิกส์ภายในห้องปฏิบัติการ โดยได้ทำการ ทดสอบ 3 อย่าง ดังนี้

การทดสอบความเร็ว ซึ่งพบว่าหุ่นยนต์สามารถ ทำงานโดยการวิ่งแล้วเก็บภาพไป และกลับด้วยเวลาเฉลี่ย 3 นาที 19 วินาที ที่ความเร็วเฉลี่ย 0.392 เมตร/นาที ซึ่งอาจ ทำความเร็วได้ช้ากว่ามนุษย์ แต่แลกมาด้วยการทำงานที่ ละเอียดมากกว่าเพราะตรวจสอบทุกต้น (ความเร็วเฉลี่ยของ มนุษย์คือ 0.467 เมตร/นาที คิดจากมนุษย์เดินรอบแปลงระยะ ทาง 28 เมตร ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง) แต่มนุษย์ไม่สามารถ ดูแปลงด้านในได้

การทดสอบต่อมาเป็นการทดสอบความแม่นยำใน การถ่ายภาพ ซึ่งผลปรากฏว่ามีเพียงรางที่ 1 ที่สามารถทำการ ถ่ายภาพและประมวลผลได้ครบทุกต้น ส่วนในรางอื่นๆ จะมีความผิดพลาดเล็กน้อย ซึ่งผลความแม่นยำโดยรวมของกล้อง จากการทดสอบ 3 ตำแหน่ง ในจำนวนราง 4 ราง คือ 86.67%

การทดสอบสุดท้ายเป็นการทดสอบความคลาด เคลื่อนของการประมวลผลเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโต ซึ่งพบ ว่าในรางที่ 1-3 มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเป็นที่น่าพอใจ คือ 7.82%, 8.00% และ 7.65% ตามลำดับ แต่ในรางที่ 4 มีความ คลาดเคลื่อนเท่ากับ 16.11% ทั้งหมดนี้เทียบกับเปอร์เซ็นต์ การเจริญเติบโตจริงจากกราฟเส้นตรง ความคลาดเคลื่อน โดยรวมมีค่าเท่ากับ 9.91%

จากผลการทดลองสามารถพัฒนาให้หุ่นยนต์ตรวจ สอบได้แม่นยำขึ้นโดย แก้ไขโดยติดตั้งหลอดไฟเพิ่ม หรือ เพิ่มหน่วยเวลาถ่ายภาพของกล้องเพื่อให้กล้องปรับ White Balance ทัน หรือเปลี่ยนกล้องที่มีระบบ Auto Focus นำ ระบบปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการวิเคราะห์ความโตของพืช แทน นอกจากนั้นยังพัฒนาต่อยอดไปสู่การตรวจสอบความ ผิดปกติการเกิดโรคต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล กำแพงแสน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน และผู้เกี่ยวข้อง ที่เอื้อนามและไม่ได้เอื้อนามมา ณ โอกาสนี้ที่สำคัญต่อ งานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ศุภกานต์ จันทร์เสวีวิทยา, ปิยวัฒน์ ปาระมี, ศุภณัฐ เอี่ยมผ่องใส (2562), หุ่นยนต์เก็บเกี่ยวผักไฮโดรโปนิกส์อัตโนมัติ, *วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย*, 25 (1), 56-63.
- SME Thailand (2561). *Iron Ox ผุดไอดียล้า ใช้หุ่นยนต์ ทำฟาร์ม ไร้เกษตรกรยุคใหม่*. <https://www.smethailandclub.com/technology-4003-id.html>
- PimDeed (2562). *การ contours โดยใช้ python colab*. <https://medium.com/@phimwadi0033/การ-contours-โดยใช้-python-colab-81240a1af3e1>
- บ้านและสวน (2563), *เริ่มต้นปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ ต้องรู้จัก ระบบน้ำกันหน่อย*. <https://www.baanlaesuan.com/100198/ideas/garden-ideas/hydroponics#>.
- Hemalatha, P., Dhanalakshmi, K., Matilda, S. & Anand, M. (2018), Farmbot-a Smart Agriculture Assistor Using Internet of Things. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 119 (10), 557-566.
- Jaimes, F., Collazos, B., Arce, E. & Chauca, M. (2018). Hydroponic System with Automated Hydrolysis Using Renewable Energy Self-Sustainable, *The 5th International Conference on Mechatronics and Mechanical Engineering (ICMME 2018)*, Wuhan.
- Johann, B., Olivier, B., Nicolas, H., Alexandre, R., Benoit, C. (2017). Farmbot, a small scale autonomous Farming Machine: Software Challenges, *Semantic Scholar*, 1-2.
- Maldonado, A.I.L., Reyes, J.M.M., Breceda, H.F., Fuentes, H.R., Contreras, J.A.V., & Maldonado, U.L. (2020). Automation and Robotics Used in Hydroponic System, *Urban Horticulture-Necessity of the Future*, <https://doi.org/10.5772/intechopen.82900>.
- Mehra, M., Saxena, S., Sankaranarayanan, S., Tom, R.J. & Veeramanikandan, M. (2018). IoT based hydroponics system using Deep Neural Networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 155, 473-486. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.015>.
- Niels T., Guoming A.L., Dhruv A., Abhinav V. & George A.K. (2012), Automation of Hydroponic Installations using a Robot with Position Based Visual Feedback, *in Proceedings of 3rd International Conference of Agricultural Engineering (CIGR '12)*. Valencia.

ผลของโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการเพื่อลดความชุกของภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนในเด็กวัยเรียน

Effects of a nutritional-promoting program on reducing prevalence of overweight and obesity in school-age children

เฉลิมพร นามโยธา^{1*}, กษมา วงษ์ประชุม¹, นิจฉรา ทูลธรรม¹, ชัยวุฒิ บัวเนี่ยว²

Chaloemporn Namyota^{1*}, Kasama Wongprachum¹, Nitchara Toontom¹, Chaiwit Bourneo²

Received: 1 October 2021 ; Revised: 22 November 2021 ; Accepted: 21 December 2021

บทคัดย่อ

ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนเป็นภัยคุกคามด้านสุขภาพในเด็กอย่างมากส่งผลต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง การวิจัยกึ่งทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความชุกของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ศึกษาใน 2 โรงเรียน จากเด็กวัยเรียน อายุ 6 -12 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ($>+1.5SD$ to $>+3SD$) จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน ดำเนินการส่งเสริมสุขภาพ 3 เดือน โดยกลุ่มทดลองได้รับชุดโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการและการส่งเสริมสุขภาพขั้นพื้นฐาน ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับชุดโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพขั้นพื้นฐาน และติดตามผลการศึกษา 3 เดือน เก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์การบริโภคอาหารย้อนหลัง 24 ชั่วโมง และแบบประเมินภาวะโภชนาการ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่ใช้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณพลังงานที่เด็กวัยเรียนได้รับ (กิโกลแคลอรี) คือ Analysis of covariance ; ANCOVA วิเคราะห์ภายใต้วิธีการทางสถิติ General estimating equations models (GEE) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับพลังงานอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P\text{-value} < 0.001$ โดยกลุ่มทดลองได้รับพลังงานอาหารน้อยกว่ากลุ่มควบคุมมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 323.33 กิโลแคลอรี (95% CI = 215.00 to 421.23) มีเด็กวัยเรียนที่สามารถควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ภาวะโภชนาการปกติได้ ($>-1.5 S.D.$ to $+1.5 S.D.$) ในกลุ่มทดลอง 8 คน และกลุ่มควบคุม 4 คน คิดเป็น 40% และ 20% ตามลำดับ โปรแกรมนี้สามารถประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสุขภาพด้านโภชนาการ การออกกำลังกาย โดยประยุกต์รูปแบบกิจกรรมให้เข้ากับการเรียนการสอนที่หลากหลาย ประยุกต์ชนิดของอาหารตามฤดูกาลในแต่ละพื้นที่ ให้เหมาะสมกับเมนูอาหารสำหรับเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

คำสำคัญ: โปรแกรมส่งเสริมโภชนาการ เด็กวัยเรียน ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

Abstract

Childhood obesity epidemic is a threatening health condition to Thai children. Overweight and obese children are at greater risk for health problems, especially non-communicable diseases. A quasi-experimental study was aimed to investigate effectiveness of a nutrition intervention program for behavioral modification in overweight and obese school-age children. Forty participants (20 each for control and experimental groups) were children aged between 6-12 years old with overweight and obesity ($>+1.5SD$ to $>+3SD$) who lived with their parents during an implementing period. The experimental group Received a nutritional-promoting program, while the control group Received standard care for 3 months and 3 months of follow-up. The data were collected using a 24-hour dietary recall questionnaire and anthropometric assessment. The outcome of the program was analyzed by comparing calories consumed between groups by analysis of covariance (ANCOVA) under general estimating equations (GEE) models. Post-intervention

¹ อาจารย์, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Lecturer, Faculty of Public Health, Mahasarakham University, Kantarawichai, Mahasarakham 44150, Thailand

² Assistant Professor, Faculty of Public Health, Mahasarakham University, Kantarawichai, Mahasarakham 44150, Thailand

* Corresponding author: Chaloemporn Namyota, Faculty of Public Health, Mahasarakham University, Kantarawichai, Mahasarakham 44150, Thailand. E-mail: chaloemporn@msu.ac.th

results showed that the experimental group significantly Received 323.33 kCal lower energy than the control (P-value < 0.001, 95% CI = 215.00 to 421.23. At the end of the program, a proportion of school-age children who managed to control their weight within the normal nutritional status (>-1.5 S.D. to +1.5 S.D.) were 8 cases (40%) and 4 case (20%) in the experimental and control groups, respectively. In conclusion, the nutritional-promoting program for overweight and obesity school-age children in school settings was plausible and should be further implemented for long-term use. This program can be further applied to promote nutrition, exercise complementarily to ordinary teaching programs by using local seasonal food for school-age children with overweight and obesity.

Keywords: Nutritional-promoting program, school-age children, overweight and obesity

บทนำ

ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญทั่วโลก และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ในประเทศไทยพบความชุกของภาวะโภชนาการเกินสูงกว่าภาวะโภชนาการขาดสารอาหาร พบเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนรุนแรงถึงขั้นที่ปัญหาโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Mo-suwan L *et al.*, 1999) จากรายงานของสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ พ.ศ. 2559 พบว่า เด็กวัยเรียนมีส่วนสูงระดับดี และรูปร่างสมส่วนเพียงร้อยละ 64.20 และมีภาวะเริ่มอ้วนและอ้วน ร้อยละ 13.10 จะเห็นได้ว่าปัญหาทุกโภชนาการและปัญหาโรคอ้วนในเด็กวัยเรียนยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญที่จะต้องเร่งแก้ไข เนื่องจากเด็กที่เป็นโรคอ้วนเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่จะมีโอกาสเป็นโรคอ้วน 1 ใน 4 ในด้านพฤติกรรมกรรมการบริโภคในกลุ่มเด็กอายุ 12 ปี พบว่า ร้อยละ 69.9 กินขนม/ เครื่องดื่ม/ ลูกอมระหว่างมี ร้อยละ 38.9 ดื่มน้ำหวานมากกว่า 3 วัน/สัปดาห์ ร้อยละ 26.6 ดื่มน้ำอัดลมมากกว่า 3 วัน/สัปดาห์ ร้อยละ 76.90 ของเด็ก 12 ปี กินขนมกรุบกรอบ และร้อยละ 58.60 กินลูกอม ซึ่งการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเด็กวัยเรียนจำเป็นต้องเชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนการสอนที่โรงเรียนและการดูแลของผู้ปกครองที่บ้าน ร่วมด้วย (กรมอนามัย, 2561) คาดการณ์ว่าภายในปี พ.ศ. 2568 จะมีเด็กที่เป็นโรคอ้วนทั่วโลก 70 ล้านคน และอุบัติการณ์ของโรคอ้วนและอ้วนรุนแรงจะยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไปจนถึง 20 ปีข้างหน้า (Bareu of Nutrition, 2014 ; Eric AF. *et al.*, 2012) ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็กวัยเรียนมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งในเด็กชนบทเริ่มพบปัญหาเพิ่มขึ้น เด็กไทยอายุ 1-14 ปี จำนวน 540,000 คน มีน้ำหนักเกินในจำนวนนี้ 135,000 คน เสี่ยงต่อเป็นเบาหวาน ชนิดที่ 2 เป็นปัญหาที่ส่งผลต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังเพิ่มขึ้นในผู้ใหญ่ ดังนั้นการมีส่วนร่วมบูรณาการของทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะช่วยการป้องกันและควบคุมสาเหตุต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมกรรมการบริโภคอาหาร รวมทั้งการส่งเสริมและสร้างสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการรู้จักเลือกบริโภคอาหารที่ดีต่อสุขภาพของเด็ก ลดอาหารหวาน มัน เค็ม และบริโภคผักผลไม้เพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้รับพลังงานและสารอาหาร

อย่างเพียงพอและมีสุขภาพที่ดีต่อไป (สำนักโภชนาการ, 2561)

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็กเกิดจากหลายปัจจัยร่วมกัน ; ร่างกายได้รับพลังงานจากการบริโภคอาหารมากเกินความต้องการของร่างกาย (รังสรรค์ ตั้งตรงจิตร และ เบ็ญจลักษณ์ ผลรัตน์, 2550 ; พลวิชัย ทองแดง และจันทร์จิรา สีสว่าง, 2555) บางรายอ้วนจากกรรมพันธุ์ มีปัจจัยด้านอื่นๆ ได้แก่ ปัจจัยทางเศรษฐกิจและสังคม ส่งผลให้การดำเนินชีวิตจากความรีบเร่งเปลี่ยนไปสู่ความเป็นสังคมเมืองที่มีแต่ความเร่งรีบ มีผลกระทบต่อแบบแผนการบริโภคอาหารของครอบครัวและเด็กเป็นอย่างมาก การบริโภคอาหารที่อาศัยความเร่งรีบ เกิดค่านิยมใหม่ในเรื่องการบริโภคอาหาร ได้แก่ อาหารจานด่วน อาหารสำเร็จรูป ซึ่งอาหารประเภทนี้ประกอบด้วยแป้ง ไขมัน และปัจจัยด้านการเคลื่อนไหวร่างกายลดลงนำไปสู่การเกิดโรคอ้วน (obesity) และโรคเรื้อรังที่ไม่ติดต่อทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ (สุนทรี รัตนชอุก และคณะ, 2557)

การแก้ไขปัญหามาภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในกลุ่มเด็กประสบผลสำเร็จน้อยเช่นเดียวกับกลุ่มผู้ใหญ่ ซึ่งการควบคุมภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนควรร่วมมือกันทั้งครอบครัว การสื่อสารเพื่อแก้ปัญหาภาวะโภชนาการเกิน จึงควรเน้นที่พัฒนาการด้านร่างกายเติบโตเหมาะสมตามวัย (ลัดดา เหมาะสุวรรณ, 2553) องค์การอนามัยโลก (WHO, 2000) ได้เสนอแนวทางในการป้องกันภาวะน้ำหนักเกินในเด็กว่า จำเป็นต้องให้ความตระหนักในกลุ่มวัยนี้ เพื่อลดอุบัติเหตุร้ายใหม่ และการป้องกันในกลุ่มที่มีภาวะน้ำหนักเกินเพื่อลดโอกาสเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ดังนั้นการแก้ปัญหาภาวะน้ำหนักเกิน ควรมีการวางแผนระยะยาวและกระทำอย่างต่อเนื่อง และใช้ความร่วมมือจากบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครอง ครู ชุมชน รวมถึงตัวของเด็กวัยเรียน กลวิธีแก้ไขปัญหามาภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็กไม่นิยมใช้ยาในการรักษา วิธีการแก้ปัญหาที่ผ่านมานั้นที่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพเป็นหลักในระดับโรงพยาบาล (hospital based) และระดับครอบครัว (family based) ได้แก่ การปรับเปลี่ยนอาหารบริโภค การควบคุมน้ำหนักร่วมกับการออกกำลังกาย กลยุทธ์ที่ใช้ในการส่งเสริมปรับเปลี่ยนพฤติกรรม

ในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ผู้ปกครองควรเป็นแบบอย่างที่ดีในการรับประทานอาหารและการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับเด็ก มีการชักชวนให้เด็กออกกำลังกาย จำกัดการดูโทรทัศน์และการเล่นเกมของเด็กไม่เกิน 2 ชั่วโมงต่อวัน เป็นต้น (Janssen & LeBlanc, 2010) การศึกษาที่ผ่านมาส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพไม่ครอบคลุมปัจจัยเอื้อด้านโภชนาการ การให้โภชนศึกษา การออกกำลังกาย ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพสำหรับเด็กวัยเรียน รวมถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเด็ก ได้แก่ ครู ผู้ปกครอง กลุ่มเพื่อน เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะส่งเสริมโภชนาการเพื่อลดความชุกของเด็ก วัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน เพื่อให้ประชากรที่ศึกษามีภาวะโภชนาการที่ดีขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อส่งเสริมโภชนาการเพื่อลดความชุกของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้

1. เพื่อประเมินผลของโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
2. เพื่อประเมินสัดส่วนของเด็กวัยเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรม แล้วสามารถควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ภาวะโภชนาการปกติต่อเด็กที่เข้าร่วมโปรแกรมแล้วไม่สามารถควบคุมน้ำหนักได้

วิธีการศึกษา

รูปแบบการวิจัย

การศึกษากึ่งทดลอง (Quasi-experimental study) เปรียบเทียบความแตกต่างก่อนและหลังการทดลอง ในประชากรเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน 2 กลุ่ม (Pretest-posttest groups design)

ประชากร

ทำการศึกษาในประชากรเป้าหมาย (Target population) คือเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนทุกคนในโรงเรียนประถมศึกษาสองแห่ง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 อายุ 6 -12 ปี กลุ่มทดลองคือ นักเรียนโรงเรียนบ้านศรีสง่าโนนเสียว ต.เขวาสีใหญ่ อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมคือ นักเรียนโรงเรียนบ้านดอนเวียงจันทน์ ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม จำนวน 20 คน โรงเรียนทั้งสองแห่งมีระยะห่างกัน 9.4 กิโลเมตร

เกณฑ์การคัดเลือก

1. นักเรียนที่มีอายุอยู่ระหว่าง 6-12 ปี
2. นักเรียนที่มีภาวะโภชนาการอยู่ในเกณฑ์น้ำหนักเกินขึ้นไป เมื่อประเมินโดยใช้เกณฑ์ Weight for height $>+1.5$ S.D. ขึ้นไป

3. นักเรียนที่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ตลอดทั้งกิจกรรม

4. อาศัยอยู่กับผู้ปกครองตลอดการได้รับโปรแกรม และได้รับการยินยอมจากผู้ปกครองในการเก็บข้อมูล

เกณฑ์การคัดออก

1. เด็กนักเรียนไม่อยู่ในโครงการวิจัยเกิน 10% ของระยะเวลาดำเนินโครงการวิจัย

2. นักเรียนที่เจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังที่ไม่สามารถเข้าร่วมโครงการได้ เช่น โรคหอบหืด โรคข้ออักเสบ โรคเบาหวาน โรคเมเร็ง โรคหลอดเลือดสมอง และโรคหัวใจ

ขอบเขตการวิจัย

ดำเนินการศึกษาในโรงเรียนระดับประถมศึกษาของจังหวัดมหาสารคาม ให้โปรแกรมส่งเสริมโภชนาการเป็นระยะเวลา 3 เดือน และติดตามผลการศึกษา 3 เดือน การวิจัยนี้ได้เลือกพื้นที่โดยเฉพาะเจาะจง คือทำเกษตรกรรมตลอดทั้งปี ปลูกพืชผักพื้นบ้าน สามารถหาอาหารได้จากแหล่งอาหารธรรมชาติในชุมชนมีความสามารถในการเข้าถึงอาหาร 5 หมู่ ทั้งที่บ้านและโรงเรียน ทั้งสองพื้นที่เป็นโรงเรียนที่ให้การดูแลเด็กนักเรียนอายุระหว่าง 5 ถึง 12 ปี แบบเต็มเวลาปกติ 35-40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ โรงเรียนทั้งสองแห่งมีบริบทเหมือนกันคือ อยู่ภายใต้การปกครองของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา (สพฐ.) จัดการเรียนการสอนและดูแลนักเรียนใกล้เคียงกัน จำนวนนักเรียน 120 -130 คน จำนวนครูในโรงเรียน 7-12 คน งบประมาณค่าอาหารและนมเฉลี่ยต่อหัวนักเรียนเท่ากัน และมีนักวิชาการจากกองการศึกษาเป็นผู้ประเมินโรงเรียนและคุณภาพการศึกษาของนักเรียนทุกปี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

(1) สื่อการเรียนการสอน ได้แก่ คู่มือการบริโภคอาหารสำหรับเด็กวัยเรียน นิทาน เพลง มีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับโภชนาการเป็นสื่อเผยแพร่จากสำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ตัวอย่างอาหาร และโมเดลอาหารสำเร็จรูป

(2) แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ ได้แก่ ข้อมูลลักษณะทางประชากร แบบสัมภาษณ์การบริโภคย้อนหลัง 24 ชั่วโมง แบบสัมภาษณ์ความถี่การบริโภคอาหาร แนวคำถามการสนทนากลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง การตรวจสอบคุณภาพความเชื่อถือได้ของแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์จากการหาค่าความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) ที่ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้ตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหา ครอบคลุมวัตถุประสงค์ ความชัดเจนและเหมาะสมของภาษา ได้ค่า IOC ของแต่ละข้อคำถามเท่ากับ 1.00 มีค่าความเที่ยงตรงใช้ได้ ผู้วิจัยนำเครื่องมือวิจัยที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบคุณภาพของแบบสอบถาม (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับประชากรที่ศึกษา จำนวน 30 คน

(3) ชุดโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการสำหรับเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนมี 2 ชุด (1) สำหรับกลุ่มทดลอง ชื่อโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการและการส่งเสริมสุขภาพขั้นพื้นฐาน (Nutrition intervention & Standard care) (2) สำหรับกลุ่มควบคุม ชื่อโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพขั้นพื้นฐาน (Standard care) มี 2 กิจกรรมหลักคือ การให้โภชนศึกษา และการออกกำลังกาย ซึ่งบูรณาการกับวิชาพลศึกษาของโรงเรียน ทั้งนี้แต่ละชุดโปรแกรมสุขภาพจะไม่มีผลกระทบรุนแรงต่อร่างกาย จิตใจ สังคมของเด็กเนื่องจากกิจกรรมที่เหมาะสมกับเด็กวัยเรียน ทุกกิจกรรมจะให้ตามพัฒนาการของเด็กช่วงวัยนี้ ข้อดีของกิจกรรม เด็กได้พัฒนาความคิดผ่านเกมส์ การเล่นเกมต่าง ๆ ได้เรียนรู้การเข้าสังคมกับเพื่อน ได้การเสริมแรงจากเพื่อน ครู ผู้ปกครอง ผู้วิจัย ต่อการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ ในส่วนผลิตภัณฑ์อาหารทุกเมนูอาหารมีความปลอดภัยต่อ

เด็กสูง ไม่มีผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ หรือความเสี่ยงอันตรายต่อร่างกายใดๆ มากไปกว่าความเสี่ยงปกติในชีวิตประจำวันของเด็กวัยเรียน โปรแกรมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบริโภคอาหารและออกกำลังกายในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกินและโรคอ้วนนี้ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาจากการทบทวนวรรณกรรม งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและประยุกต์เข้ากับทฤษฎีด้านพฤติกรรมศาสตร์โดยใช้แนวคิดโมเดล PRECEDE-PROCEDE ที่ว่าปัญหาสุขภาพมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยจึงจะต้องได้รับการประเมินอย่างถูกต้อง จึงจะสามารถกำหนดกลวิธี และวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง (Green, L.W. & Krueger, M.W.,2005) โปรแกรมได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สาขาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เลขที่การรับรอง: PH 007/ 2561

รายละเอียดชุดโปรแกรมที่ 1 สำหรับกลุ่มทดลอง ชื่อโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการและการส่งเสริมสุขภาพขั้นพื้นฐาน (Nutrition intervention & Standard care)

ชุดกิจกรรม	กิจกรรม	แผนการดำเนิน
1. พัฒนารับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ สำหรับเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน	<ul style="list-style-type: none"> - ออกแบบเมนูอาหาร จากการมีส่วนร่วมของเด็กนักเรียน ผู้ปกครอง ครู และแม่ครัว - เด็กนักเรียนประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์อาหารที่พัฒนาขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียน ผู้ปกครอง และผู้วิจัย ร่วมกันพัฒนาเมนูรับประทานอาหารเช้าที่บ้าน ทั้งด้านรูปลักษณะ รสชาติ เนื้อสัมผัส วิธีการปรุงประกอบอาหาร โดยประยุกต์ใช้ทรัพยากรที่มีในท้องถิ่นและเมนูอาหารที่เหมาะสมกับรูปแบบการบริโภคอาหารของภาคอีสาน ร่วมกับแนวทางการจัดอาหารกลางวันเด็กวัยเรียน (สำนักโภชนาการ, 2558 ; 2561) - ครูอนามัยโรงเรียนและแม่ครัว จะได้รับรายการอาหารจากผู้วิจัยเป็นรายการอาหารหมุนเวียน 1 เดือน - ผู้วิจัยและแม่ครัวจัดเตรียมอาหารกลางวันให้เด็ก ในเวลา 11.00-13.00 น. ของทุกวัน - เด็กวัยเรียนได้รับอาหารกลางวันจากเมนูอาหารที่พัฒนาขึ้น เป็นเวลา 3 เดือน
2. การเสริมแรงจากชุมชน	<ul style="list-style-type: none"> - การเข้าถึงอาหารที่มีประโยชน์ทั้งที่บ้านและโรงเรียน - การสนับสนุนจากครอบครัวอย่างสม่ำเสมอ - บุคคลต้นแบบด้านสุขภาพ เช่น คุณครู ผู้ปกครอง - สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในการเลือกบริโภคอาหารในชุมชนของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกินและโรคอ้วน 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้วิจัยกระตุ้นและเสริมแรงให้เด็กวัยเรียนบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพและออกกำลังกาย เป็นเวลา 3 เดือน - ครูและผู้ปกครองเรียนรู้วิธีการกระตุ้นและเสริมแรงให้เด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน มีพฤติกรรม การบริโภคอาหารที่เหมาะสมตามวัยจากผู้วิจัยเป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 30-45 นาที - ผู้ปกครองกระตุ้นและเสริมแรงให้เด็กวัยเรียนบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพและทำกิจกรรมที่ได้ออกแรง โดยบอกประโยชน์ของอาหาร รวมถึงจัดเตรียมหรือปรุงประกอบอาหารที่มีประโยชน์ทางโภชนาการให้เด็กวัยเรียนบริโภคอย่างสม่ำเสมอ ให้ความใส่ใจในคุณภาพของอาหารสำหรับเด็ก ให้เด็กมีส่วนร่วมในการเลือกอาหารการประกอบอาหารในครอบครัว กิจกรรมนี้ใช้เวลา 3 เดือน - ครู ผู้ปกครอง ผู้สูงอายุ ผู้วิจัย เป็นต้นแบบในการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ - แจกเอกสารความรู้ให้ผู้ปกครอง ชักชวนให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วมเข้าร่วม กิจกรรม เช่น การให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ จัดหาอาหารที่เหมาะสมกับเด็ก - ขอความอนุเคราะห์ร้านค้าในโรงเรียนและในชุมชน เลือกอาหารที่มีประโยชน์มาขาย เช่น ในโรงเรียนเปลี่ยนจากน้ำอัดลม ลูกอม เป็น ขนมปังสุขภาพ นมกล่องนมชมพู โยเกิร์ต ผลไม้สดตัดแต่ง น้ำผลไม้ 100% ส่วนร้านค้าในชุมชนเลือกสินค้ามาจำหน่าย เช่น เนื้อสัตว์ไขมันต่ำ ปลาทะเล ผักตามฤดูกาล ผลไม้สดตามฤดูกาล นมปั่นสุขภาพ นมกล่อง โยเกิร์ต

รายละเอียดชุดโปรแกรมที่ 1 สำหรับกลุ่มทดลอง ชื่อโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการและการส่งเสริมสุขภาพขั้นพื้นฐาน (Nutrition intervention & Standard care) (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	กิจกรรม	แผนการดำเนินงาน
3. การให้โภชนศึกษา	- การสร้างความตระหนักรู้ถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน - ให้ความรู้เกี่ยวกับอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ - การเลือกบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ	ผู้วิจัยและครูประจำชั้น สร้างความตระหนักรู้ถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน อาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สร้างการยอมรับผักและผลไม้ การเลือกบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นเวลา 3 เดือน วันละ 20-30 นาที ผ่าน สื่อบุคคล และสื่อการเรียนการสอน เช่น แผ่นพับให้ความรู้ สื่อวิดีโอให้ความรู้ นิทาน เกมส์ การ์ตูน ชงโภชนาการ โมเดลอาหาร ร้องเพลง และวาดภาพระบายสี เป็นต้น
4. การออกกำลังกาย	- ให้ความรู้และปฏิบัติด้านการออกกำลังกายและกิจกรรมสันทนาการ - ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ โดยมีกิจกรรมทางกาย	1. การใช้สื่อ วิดีโอ สาธิตและฝึกปฏิบัติการออกกำลังกายแบบแอโรบิก โดยเริ่มจังหวะช้าเพื่ออบอุ่นร่างกาย 10 นาที เริ่มจังหวะเร็ว 30 นาที และผ่อนคลาย 5 นาที 2. ฝึกทักษะการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ถูกต้องร่วมกับคุณครูพลศึกษา 3. เพิ่มการเคลื่อนไหวร่างกายหรือออกกำลังกายอย่างเหมาะสม เช่น เดิน วิ่งเล่น กิจกรรมเข้าจังหวะ ครั้งละ 20-30 นาที 4. ผู้เข้าร่วมโครงการออกกำลังกายสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในชั่วโมงวิชาพลศึกษา ครั้งละ 60-120 นาที เป็นเวลา 3 เดือน

รายละเอียดชุดโปรแกรมที่ 2 สำหรับกลุ่มควบคุม ชื่อโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพขั้นพื้นฐาน (Standard care)

ชุดกิจกรรม	กิจกรรม	แผนการดำเนินงาน
1. การให้โภชนศึกษา	- การสร้างความตระหนักรู้ถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน - ให้ความรู้เกี่ยวกับอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ - การเลือกบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ	ผู้วิจัยและครูประจำชั้น สร้างความตระหนักรู้ถึงผลกระทบต่อสุขภาพจากภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน อาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ สร้างการยอมรับผักและผลไม้ การเลือกบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นเวลา 3 เดือน วันละ 20-30 นาที ผ่าน สื่อบุคคล และสื่อการเรียนการสอน เช่น แผ่นพับให้ความรู้ สื่อวิดีโอให้ความรู้ นิทาน เกมส์ การ์ตูน ชงโภชนาการ โมเดลอาหาร ร้องเพลง และวาดภาพระบายสี เป็นต้น
2. การออกกำลังกาย	- ให้ความรู้และปฏิบัติด้านการออกกำลังกายและกิจกรรมสันทนาการ - ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ โดยมีกิจกรรมทางกาย	1. การใช้สื่อ วิดีโอ สาธิตและฝึกปฏิบัติการออกกำลังกายแบบแอโรบิก โดยเริ่มจังหวะช้าเพื่ออบอุ่นร่างกาย 10 นาที เริ่มจังหวะเร็ว 30 นาที และผ่อนคลาย 5 นาที 2. ฝึกทักษะการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ถูกต้องร่วมกับคุณครูพลศึกษา 3. เพิ่มการเคลื่อนไหวร่างกายหรือออกกำลังกายอย่างเหมาะสม เช่น เดิน วิ่งเล่น กิจกรรมเข้าจังหวะ ครั้งละ 20-30 นาที 4. ผู้เข้าร่วมโครงการออกกำลังกายสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ในชั่วโมงวิชาพลศึกษา ครั้งละ 60-120 นาที เป็นเวลา 3 เดือน

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

(1) เก็บข้อมูลพื้นฐานของชุมชน ข้อมูลการเข้าถึงแหล่งอาหารในระดับชุมชน และข้อมูลการบริโภคอาหารในวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

(2) ประเมินภาวะโภชนาการนักเรียน ครั้งที่ 1

(3) ดำเนินกิจกรรมสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อพัฒนาโปรแกรมทดลอง ร่วมกับผู้ปกครอง ครู แม่ครัว บุคลากรทางด้านสาธารณสุข นักกำหนดอาหาร

(4) ทดลองโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้น กลุ่มทดลองที่ได้รับชุดโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการและการส่งเสริมสุขภาพขั้นพื้นฐาน (Nutrition intervention & Standard care)

ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมพัฒนาผลิตภัณฑ์เมนูอาหารเพื่อสุขภาพ สำหรับเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ชุดกิจกรรมเสริมแรงจากครู ผู้ปกครอง และเพื่อน กิจกรรมให้โภชนศึกษา และกิจกรรมออกกำลังกาย ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับชุดการส่งเสริมสุขภาพขั้นพื้นฐาน (Standard care) ประกอบด้วย กิจกรรมให้โภชนศึกษาและกิจกรรมออกกำลังกาย เป็นระยะเวลา 3 เดือน

(5) ประเมินผลของโปรแกรม เก็บข้อมูลครั้งที่ 2 ทันทีหลังเสร็จสิ้นการให้โปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ

(6) ติดตามผลของโปรแกรมต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 3 เดือน และเก็บข้อมูลครั้งที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

สถิติเชิงพรรณนาใช้บอกคุณลักษณะทางประชากร แสดงค่า จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และการวิเคราะห์ ความเพียงพอในการบริโภคอาหาร โดยเกณฑ์ปริมาณอาหาร ที่เด็กวัยเรียนอายุ 6-12 ปี ควรได้รับใน 1 วัน ซึ่งประยุกต์จาก ข้อมูลจาก DRI คู่มือธงโภชนาการ และหนังสือแคลเซียมและ สุขภาพ สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กลุ่มข้าว-แป้ง ; อายุ 6-8 ปี = 7 ทัพพี อายุ 9-12 ปี = 8 ทัพพี, กลุ่มผัก ; อายุ 6-8 ปี = 4 ทัพพี อายุ 9-12 ปี = 4 ทัพพี, กลุ่มผลไม้ ; อายุ 6-8 ปี = 3 ส่วน อายุ 9-12 ปี = 3 ส่วน, กลุ่มเนื้อสัตว์ ; อายุ 6-8 ปี = 4 ช้อนโต๊ะ อายุ 9-12 ปี = 6 ช้อนโต๊ะ, กลุ่มนม (แก้ว 200 cc) ; อายุ 6-8 ปี = 2-3 แก้ว อายุ 9-12 ปี = 3 แก้ว และกลุ่ม น้ำมัน ; อายุ 6-12 ปี = บริโภคในปริมาณที่น้อย ไม่ควรเกิน ≤ 5 ช้อนชาต่อวัน (คณะกรรมการอาหารแห่งชาติ, 2559)

ตรวจสอบความแตกต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ Pearson Chi-Square test (p-value <0.05)

Primary outcome ของการศึกษาคือ ปริมาณ พลังงานที่เด็กนักเรียนได้รับ หน่วยวัดเป็นกิโลแคลลอรี่ วัดผลก่อนและหลังให้โปรแกรม และวัดผลการศึกษาซ้ำ สถิติ ที่ใช้เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณ พลังงานที่เด็กนักเรียนได้รับ (กิโลแคลลอรี่) คือ Analysis of covariance ; ANCOVA วิเคราะห์ภายใต้ วิธีการทางสถิติ General estimating equations models (GEE) โดยกำหนด ความเชื่อมั่นที่ 95% CI และ p-value <0.05

ผลการศึกษา

ตั้งรายละเอียดต่อไปนี้

1. ข้อมูลทั่วไป

กลุ่มทดลอง อายุเฉลี่ย 9.95 ปี เป็นเพศชายร้อยละ 45 และเพศหญิงร้อยละ 55 ได้รับเงินมาโรงเรียนเฉลี่ย 27.00 บาท ซึ่งกลุ่มทดลองคิดว่าเพียงพอต่อค่าใช้จ่ายที่โรงเรียน

ร้อยละ 85.00 กลุ่มทดลองทั้งหมดไม่มีปัญหาสุขภาพและโรค ประจำตัวรุนแรง ร้อยละ 100.00 มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 46.95 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 161.00 เซนติเมตร ภาวะโภชนาการ ใช้เกณฑ์น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง อยู่ในเกณฑ์เริ่มท้วม ร้อยละ 55.00 ออกกำลังกาย 5-6 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 35.00 บริโภคอาหารในปริมาณที่เพียงพอต่อวัน ได้แก่ หมวดย่อยสัตว์ ไข่ ถั่วเมล็ดแห้ง, หมวดยาวแป้ง, หมวดยาไขมัน และหมวดยาไขมัน ผลิตภัณฑ์จากนม ส่วนหมวดยาที่บริโภคไม่เพียงพอคือ ผัก (ร้อยละ 60.00) และผลไม้ (ร้อยละ 70.00) (Table 1)

กลุ่มควบคุม อายุเฉลี่ย 9.85 ปี เป็นเพศชายร้อยละ 40 และเพศหญิงร้อยละ 60 ได้รับเงินมาโรงเรียนเฉลี่ย 26.00 บาท ซึ่งกลุ่มควบคุมคิดว่าเพียงพอต่อค่าใช้จ่ายที่โรงเรียน ร้อยละ 60.00 กลุ่มควบคุมทั้งหมดไม่มีปัญหาสุขภาพและ โรคประจำตัวรุนแรง ร้อยละ 100.00 มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 46.80 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 158.50 เซนติเมตร ภาวะโภชนาการ ใช้ เกณฑ์น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง อยู่ในเกณฑ์เริ่มท้วม ร้อยละ 45.00 กลุ่มควบคุมออกกำลังกาย 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 60.00 บริโภคอาหารในปริมาณที่เพียงพอต่อวัน ได้แก่ หมวดย่อยสัตว์ ไข่ ถั่วเมล็ดแห้ง, หมวดยาวแป้ง, และหมวดยาไขมัน ส่วนหมวดยาที่บริโภคไม่เพียงพอคือ ผัก (ร้อยละ 65.00) ผลไม้ (ร้อยละ 80.00) และหมวดยาไขมัน ผลิตภัณฑ์จากนม (ร้อยละ 50.00) (Table 1)

การเปรียบเทียบข้อมูลลักษณะของประชากรทั้ง 2 กลุ่ม ก่อนการทดลองพบว่า ต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญ ทางสถิติ ได้แก่ เพศ, อายุ, รายได้ของครอบครัวโดยเฉลี่ย ต่อเดือน, สมาชิกในครอบครัว, นักเรียนได้รับเงินมาโรงเรียน ต่อวัน, ความเพียงพอของจำนวนเงินที่ได้รับมาโรงเรียน, ปัญหาสุขภาพและโรคประจำตัวรุนแรง, น้ำหนัก, ส่วนสูง, ภาวะโภชนาการ, และอาหารที่นักเรียนบริโภคในปริมาณที่ เพียงพอต่อวัน มีตัวแปรที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติคือ การออกกำลังกายของนักเรียน ซึ่งได้นำเข้าเป็น ตัวแปรต้นในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลของการศึกษา

Table 1 Baseline characteristic of the experimental and control groups (n=40)

Baseline characteristic	Experimental group (n=20)		Control group (n=20)		Comparison of baseline characteristics*
	N	%	N	%	P-value
Sex					
Male	9	45.00	8	40.00	0.749
Female	11	55.00	12	60.00	
Age (year)					
7 year	2	10.00	2	10.00	0.585
8 year	3	15.00	2	10.00	
9 year	2	10.00	4	20.00	
10 year	1	5.00	4	20.00	
11 year	6	30.00	5	25.00	
12 year	6	30.00	3	15.00	
	Mean (SD) = 9.95 (1.88)		Mean (SD) = 9.85 (1.56)		
	Median = 11		Median = 11		
Family monthly income (Baht)					
<5,000 บาท	6	30.00	3	15.00	0.126
5,001-10,000	3	15.00	9	45.00	
10,001-15,000	4	20.00	6	30.00	
15,001-20,000	4	20.00	1	5.00	
มากกว่า 20,000	3	15.00	1	5.00	
Family size (person)					
					0.348
1-3	7	35.00	8	40.00	0.552
4-6	11	55.00	12	60.00	
>7	2	10.00	0	0.00	
Expense per day of the child (Baht)					
					0.552
10-20	5	25.00	2	10.00	0.552
21-30	11	55.00	15	75.00	
31-40	3	15.00	2	10.00	
> 40	1	5.00	1	5.00	
	Mean (SD) = 27.75 (6.97)		Mean (SD) = 26.85 (5.24)		
	Median = 30		Median = 30		
Adequate expense per day of the child					

Table 1 Baseline characteristic of the experimental and control groups (n=40) (cont.)

Baseline characteristic	Experimental group (n=20)		Control group (n=20)		Comparison of baseline characteristics*
	N	%	N	%	P-value
Sufficient	17	85.00	12	60.00	0.077
Insufficient	3	15.00	8	40.00	
Chronic health problems					
Have	0	0.00	0	0.00	1.000
No	20	20.00	20	20.00	
Weight baseline (kg)	Mean (SD) = 46.95 (12.05)		Mean (SD) = 46.80 (14.05)		0.597
Height baseline (cms)	Mean (SD) = 161.00 (1.21)		Mean (SD) = 158.50 (1.09)		0.591
Nutritional status baseline					
(Weight for Height)					
>+1.5 S.D. ถึง <+2. S.D. = Overweight	7	35.00	6	30.00	0.458
>+2 S.D. ถึง <+3 S.D. = Obese	11	55.00	9	45.00	
>+3 S.D. = Extremely obese	2	10.00	5	25.00	
Physical activity					
1-2 times/ weeks	2	10.00	12	60.00	0.001*
3-4 times/ weeks	3	15.00	0	0.00	
5-6 times/ weeks	7	35.00	0	0.00	
7 times/ weeks	2	10.00	0	0.00	
Lack physical activity	6	30.00	8	40.00	
Adequate consumption of food per day					
Meat (6-8 yr. = 4 spoons, 9-12 yr. = 6 spoons)					
Sufficient	14	70.00	15	75.00	0.723
Insufficient	6	30.00	5	25.00	
Vegetable (6-12 yr. = 4 rice-serving spoons)					
Sufficient	8	40.00	7	35.00	0.744
Insufficient	12	60.00	13	65.00	
Fruit (6-12 yr. = 3 portions)					
Sufficient	6	30.00	4	20.00	0.465
Insufficient	14	70.00	17	80.00	

Table 1 Baseline characteristic of the experimental and control groups (n=40) (cont.)

Baseline characteristic	Experimental group (n=20)		Control group (n=20)		Comparison of baseline characteristics*
	N	%	N	%	P-value
Rice-starchy food (6-8 yr. = 7 rice-serving spoons, 9-12 yr. = 8 rice-serving spoons)					1.000
Sufficient	20	100.00	20	100.00	
Insufficient	0	00.00	0	0.00	
Oil (6-12 yr. eat in limited amounts ≤5 tea spoons)					1.000
Sufficient	20	100.00	20	100.00	
Insufficient	0	00.00	0	0.00	
Milk (6-8 yr. = 2-3 glass, 9-12 yr. = 3 glass ; (glass=200 cc))					0.053
Sufficient	15	75.00	10	50.00	
Insufficient	5	25.00	10	50.00	

* p-value < 0.05

2. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณพลังงานอาหารที่เด็กวัยเรียนได้รับจากการบริโภคอาหาร ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วัดผลก่อนทดลอง หลังทดลอง และหลังติดตาม 3 เดือน พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับพลังงานอาหารแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P-value < 0.001 โดยกลุ่มทดลองได้รับพลังงานอาหารน้อยกว่ากลุ่มควบคุมมี

ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเท่ากับ 323.33 กิโลแคลอรี (95% CI = 215.00 to 421.23) (Table 2) (พลังงานที่เด็กวัยเรียนควรได้รับต่อวัน อายุ 6-8 ปี เพศชายและเพศหญิง 1,400 กิโลแคลอรี สำหรับอายุ 9-12 ปี เพศชาย 1,700 กิโลแคลอรี และเพศหญิง 1,600 กิโลแคลอรี อ้างอิงปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2546)

Table 2 Comparison of the mean difference of the food energy of school-age children per day between the experimental group and the control group, after intervention and three-month follow up (n=40)

Variable	Experimental group (n=20)			Control group (n=20)			Adjust Difference (ANCOVA)		Mean Difference* (GEE) (95%CI)	P-value
	Baseline Mean (SD)	After intervention Mean (SD)	3 months follow-up Mean (SD)	Base-line Mean (SD)	After intervention Mean (SD)	3 months follow-up Mean (SD)	After intervention (95%CI)	3 months follow-up (95%CI)		
Amount of food energy (kcal)	2,043 (181.28)	1,710 (219.29)	1,960 (119.42)	2,420.00 (655.64)	1,850.00 (655.64)	2,315.00 (378.31)	437.00 (233.00 to 570.00)	250.00 (204.00 to 450.00)	323.33 (215.00 to 421.23)	0.001*

* p-value < 0.05

3. สัดส่วนของเด็กวัยเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรม แล้วสามารถควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ภาวะโภชนาการปกติต่อเด็กที่เข้าร่วมโปรแกรมแล้วไม่สามารถควบคุมน้ำหนักได้

การประเมินภาวะโภชนาการโดยการวัดสัดส่วนร่างกายเด็กวัยเรียนพบว่า หลังได้รับโปรแกรม กลุ่มทดลองมีภาวะโภชนาการอยู่ในเกณฑ์สมส่วน ร้อยละ 55.00 หลังติดตาม 3 เดือน มีภาวะโภชนาการอยู่ในเกณฑ์สมส่วนลดลงเหลือ ร้อยละ 40.00 แต่ไม่พบคนที่ เป็นโรคอ้วน ส่วนกลุ่ม

ควบคุม หลังทดลองมีภาวะโภชนาการอยู่ในเกณฑ์สมส่วน ร้อยละ 30.00 และเมื่อติดตาม 3 เดือน มีภาวะโภชนาการอยู่ในเกณฑ์สมส่วนลดลงเหลือ ร้อยละ 20.00 และยังคงมีเด็กที่เป็นโรคอ้วนเหลือร้อยละ 15.00 (Table 3) และหลังได้รับโปรแกรมพบว่า จำนวนของเด็กวัยเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมแล้วสามารถควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ภาวะโภชนาการปกติต่อจำนวนเด็กวัยเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมแล้วไม่สามารถควบคุมน้ำหนักได้ คิดเป็นร้อยละ 42.50 และติดตาม 3 เดือน คิดเป็นร้อยละ 30.00 (Table 4)

Table 3 Comparison of the nutritional status (weight for height) of school-age children between the experimental group and the control group, after intervention and three-month follow up (n=40)

Nutritional status (weight for height)	Experimental group (n=20)						Control group (n=20)					
	Baseline		After intervention		3 months follow-up		Baseline		After intervention		3 months follow-up	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
-1.5 S.D. to <+1.5 S.D. = Normal	0	0.00	11	55.00	8	40.00	0	0.00	6	30.00	4	20.00
>+1.5 S.D. to <+2. S.D. = Overweight	7	35.00	2	10.00	6	30.00	6	30.00	2	10.00	4	20.00
>+2 S.D. to <+3 S.D = Obese	11	55.00	5	25.00	6	30.00	9	45.00	7	35.00	9	45.00
>+3 S.D. = Extremely obese	2	10.00	2	10.00	0	0.00	5	25.00	5	25.00	3	15.00

Table 4 Comparison of the proportion of school-age children nutritional status between the experimental group and the control group, after intervention and three-month follow up (n=40)

Proportion of school-age children	After Intervention						Three-month follow up					
	Experimental group (n=20)		Control group (n=20)		Total (n=40)		Experimental group (n=20)		Control group (n=20)		Total (n=40)	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Normal nutritional status	11	55.00	6	30.00	17	42.50	8	40.00	4	20.00	12	30.00
Overweight and obese	9	45.00	14	70.00	23	57.50	12	60.00	16	80.00	28	70.00

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณพลังงานอาหาร ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ P-value < 0.001 กลุ่มทดลองได้รับพลังงานจากอาหารน้อยกว่ากลุ่มควบคุม 323.33 กิโลแคลลอรี่ (95% CI = 215.00 to 421.23) เด็กวัยเรียนที่

เข้าร่วมโปรแกรมแล้วสามารถควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ภาวะโภชนาการปกติได้ คิดเป็นร้อยละ 42.50 และติดตาม 3 เดือน คิดเป็นร้อยละ 30.00

โปรแกรมส่งเสริมโภชนาการเพื่อลดความชุกของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาออกแบบบูรณาการให้เข้ากับการเรียนการสอนตามหลักสูตร

ของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในระดับประถมศึกษา กิจกรรมหลักประกอบด้วย การให้โภชนศึกษา การเสริมสร้างทัศนคติที่ดีในการบริโภคอาหาร การเสริมแรงจากครู ผู้ปกครอง และเพื่อน พัฒนาผลิตภัณฑ์เมนูอาหารเพื่อสุขภาพที่เหมาะสมสำหรับเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน และกิจกรรมออกกำลังกาย จุดเด่นคือการจัดปัจจัยเอื้อต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพ ซึ่งการทดลองให้โปรแกรมส่งเสริมโภชนาการเป็นระยะเวลา 3 เดือน ทำให้เกิดผลกับเด็กทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สามารถลดน้ำหนักได้ การประสบความสำเร็จของโปรแกรมมาจากกิจกรรมที่ครอบคลุมทั้งปัจจัยนำ ปัจจัยเสริมแรง และปัจจัยเอื้อต่อการส่งเสริมโภชนาการ ทั้งการให้โภชนศึกษา การออกกำลังกาย ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพสำหรับเด็กวัยเรียน รวมถึงการมีส่วนร่วมของบุคคลที่มีบทบาทในชีวิตเด็ก ได้แก่ คุณครู ผู้ปกครอง เพื่อน และชุมชน โดยเฉพาะการเสริมแรงทางบวก (Positive Reinforcement) อย่างสม่ำเสมอ ทำให้เด็กปรับเปลี่ยนพฤติกรรม เมื่อได้รับความรู้แล้วเด็กเกิดการรับรู้ภาวะสุขภาพของตนเอง โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วนและภัยคุกคามเมื่อเป็นโรคอ้วน เด็กปฏิบัติตนเมื่อเข้าร่วมโปรแกรมโดยคำนึงถึงผลประโยชน์ที่ตนเองจะได้รับ ซึ่งกิจกรรมในโปรแกรมนี้เป็นทั้งปัจจัยนำ ปัจจัยเสริมแรง และปัจจัยเอื้อให้กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติพฤติกรรมได้อย่างต่อเนื่องตามแนวคิดของโมเดล PRECEDE-PROCEDE (Green, L.W. & Krueter, M.W., 2005) และเมื่อติดตามพฤติกรรมของเด็กวัยเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมต่ออีกเป็นระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งระยะนี้ผู้วิจัยไม่ได้แทรกแทรกกิจกรรม และเป็นช่วงปิดภาคการศึกษาของโรงเรียน เด็กวัยเรียนจะบริโภคอาหารเพิ่มขึ้น มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ลดการใช้กิจกรรมทางกายและออกกำลังกาย พบเด็กวัยเรียนในกลุ่มทดลองมีภาวะโภชนาการอยู่ในเกณฑ์สมส่วน (-1.5 S.D. to <+1.5 S.D.) คงเหลือร้อยละ 40.00 และกลุ่มควบคุมคงเหลือร้อยละ 20.00 ทั้งนี้การปฏิบัติตนของเด็กวัยเรียนด้านโภชนาการอาจไม่คงอยู่ในระยะยาว ดังนั้น การส่งเสริมสุขภาพเพื่อลดความชุกของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนจึงควรส่งเสริมอย่างต่อเนื่องทั้งที่โรงเรียนและที่บ้าน

การศึกษาผลของโปรแกรมส่งเสริมโภชนาการเพื่อลดความชุกของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสอดคล้องได้แก่

การศึกษาของ Demir & Bektas (2021) การศึกษาที่ทดลองผลของโปรแกรมป้องกันโรคอ้วนต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารของเด็ก ภาวะการติดอาหารหรือบริโภคอาหารมากกว่าปกติ การออกกำลังกาย และภาวะโรคอ้วนในนักเรียนพบว่า โปรแกรมมีประสิทธิภาพในกลุ่มทดลอง ได้แก่ การเพิ่มพฤติกรรมการบริโภคอาหารในเชิงบวกของเด็กนักเรียน

กลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยคะแนนกิจกรรมทางกาย การลดอัตราภาวะการติดอาหารหรือบริโภคอาหารมากกว่าปกติ และลดค่าดัชนีมวลกาย เมื่อเทียบกับนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ควรนำไปใช้อย่างกว้างขวางในหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ

สอดคล้องกับการศึกษาของ จตุพร จำรองเพ็ง และคณะ (2562) การศึกษาที่ทดลองผลของโปรแกรมควบคุมน้ำหนักต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหาร กิจกรรมทางกาย และน้ำหนักตัวของเด็กวัยเรียนตอนปลายที่มีภาวะน้ำหนักเกินอายุ 10-12 ปี และผู้ปกครอง จำนวน 54 คน พบว่า กลุ่มทดลองมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม 2.14 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อาจเนื่องมาจากการลดการบริโภคอาหารที่มีพลังงานสูง ทำให้เกิดสมดุลในการเผาผลาญพลังงาน แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมควบคุมน้ำหนักสามารถปรับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของกลุ่มตัวอย่างได้ จึงควรนำโปรแกรมไปใช้เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้เกิดผลลัพธ์ทางสุขภาพที่ดี

สอดคล้องกับการศึกษาของสาธิต เมืองสมบุญรัตน์ และคณะ (2562) ศึกษาผลของตำรับอาหารไทยมื้อกลางวันที่มีต่อภาวะโภชนาการของเด็กวัยเรียน: กรณีศึกษาโรงเรียนจังหวัดนครนายก พบว่าตำรับอาหารไทยมื้อกลางวันพัฒนาขึ้น ส่งผลดีต่อเด็กวัยเรียน โดยมีน้ำหนัก ส่วนสูง และปริมาณกล้ามเนื้อในร่างกาย ทั้งเพศชายและเพศหญิงเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนปริมาณไขมันในร่างกายพบว่า เพศชายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาของผู้วิจัยในด้านการพัฒนาตำรับอาหารกลางวัน โดยพัฒนามาจากการมีส่วนร่วมของนักเรียน ผู้ปกครอง คณะครู ตำรับอาหารที่พัฒนาขึ้นมีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสมตามความต้องการของเด็กวัยเรียนตามเกณฑ์ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2546 นอกจากนั้น ขั้นตอนการปรุงประกอบอาหาร ใช้วัตถุดิบที่หาได้ในท้องถิ่น ควบคุมปริมาณวัตถุดิบ และเครื่องปรุงต่างๆ ปริมาณการจัดเสิร์ฟอาหารในมื้อกลางวันให้เหมาะสมกับภาวะโภชนาการของเด็กวัยเรียน และเมนูอาหารผ่านการยอมรับอาหารของเด็กวัยเรียน โดยให้เด็กวัยเรียนบริโภคติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3 เดือน (อยู่ในช่วงหนึ่งภาคการศึกษา) ถึงแม้ว่ารายการเมนูอาหารของสาธิต เมืองสมบุญรัตน์ และคณะ (เมนูอาหารกลางวันภาคกลาง) จะแตกต่างจากของผู้วิจัย (เมนูอาหารกลางวันภาคอีสาน) แต่หลักการพัฒนาตำรับอาหารสอดคล้องกัน

สอดคล้องกับการศึกษาของ Robinson *et al.*, (2021) ทำการทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม (randomized controlled trial) ในเด็กละตินอเมริกา 7-11 ปี ที่มีน้ำหนักเกินหรือเป็นโรคอ้วน โดยเปรียบเทียบโปรแกรมบูรณาการ

องค์ประกอบหลายด้านของชุมชน (n=120) และโปรแกรมการให้สุขศึกษา (n=121) เป็นระยะเวลา 3 ปี พบว่า ในกลุ่มทดลองมีค่าดัชนีมวลกายลดลงใน 1 ปีแรกมากกว่ากลุ่มควบคุม (p=0.55) แต่การประเมินใน 2 ปีหลัง ค่าดัชนีมวลกายทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน (p=0.33) แต่การส่งเสริมโปรแกรมสุขภาพในกลุ่มทดลองอย่างเข้มข้นใน 1-2 ปีแรก เป็นสัญญาณแสดงให้เห็นถึงวิธีแก้ปัญหาภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็กอย่างเหมาะสม และการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดในสังคมที่มีเศรษฐกิจต่ำ ซึ่งโปรแกรมบูรณาการองค์ประกอบหลายด้านของชุมชน กิจกรรมหลักคือการปรับเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมที่บ้านให้เอื้อต่อการลดน้ำหนักของเด็กวัยเรียน การให้ความรู้และคำปรึกษาในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การออกกำลังกายเป็นทีม เป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกันกับกิจกรรมของผู้วิจัยคือ การให้ความรู้ การออกกำลังกาย และการสร้างปัจจัยเอื้อด้านสิ่งแวดล้อมให้เหมาะกับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการลดน้ำหนักในเด็กน้ำหนักเกินและอ้วน จึงทำให้ผลการศึกษาสอดคล้องกัน ระหว่างที่กลุ่มตัวอย่างได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพส่งผลให้มีภาวะโภชนาการของกลุ่มตัวอย่างดีขึ้น

ข้อเสนอแนะหรือการนำไปใช้ประโยชน์

โปรแกรมส่งเสริมโภชนาการเพื่อลดความชุกของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน สามารถนำไปประยุกต์รูปแบบกิจกรรม ชนิดของอาหารตามฤดูกาลในแต่ละพื้นที่ให้เหมาะสมกับเมนูอาหารสำหรับเด็กวัยเรียนได้ และควรมีมาตรการเฝ้าระวัง ควบคุม ป้องกัน และแนวทางการวางแผนส่งเสริมโภชนาการ การบริโภคอาหารลดหวาน มัน เเค็ม เพิ่มผักและผลไม้ในเด็กวัยเรียนมีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักเรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู ผู้ปกครอง ผู้นำชุมชน ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง และทุนอุดหนุนวิจัยจากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2561). *รายงานประจำปี กรมอนามัย 2560*. สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์.
คณะกรรมการอาหารแห่งชาติ. (2559). *องค์ความรู้ด้านอาหารและโภชนาการสำหรับทุกช่วงวัย*. ฝ่ายเลขานุการคณะกรรมการอาหารแห่งชาติ สำนักงานอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา.

จตุพร จำรองเพ็ง, จีราภรณ์ ธรรมบุตร, ณัฐพัชร์ บัวบุญ. (2562). ผลของโปรแกรมควบคุมน้ำหนักต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหาร พฤติกรรมการมีกิจกรรมทางกายและน้ำหนักตัวของเด็กวัยเรียนตอนปลายที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. *วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ*, 13 (1), 1-10.
ปุลวิชัย ทองแดง และจันทร์จิรา สีสว่าง. (2555). ภาวะน้ำหนักเกินในเด็กไทย. *รามาริบัติพยาบาลสาร*, 18 (3), 287-297.
รังสรรค์ ตั้งตรงจิต และเบญจลักษณ์ ผลรัตน์. (2550). *โรคอ้วนการเปลี่ยนแปลงทางด้านโภชนาการและชีวเคมี*. เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.
ลัดดา เหมาะสุวรรณ. (2553). *โภชนาการในเด็กไทย*. ชานเมืองการพิมพ์.
สาธิต เมืองสมบูรณ์, ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร, พรทิพย์ พสุกลมเศรษฐ์, อาพร แจ่มผล, ปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์, ฤทัย เรืองธรรมสิงห์, และคณะ. (2562). ผลของตำรับอาหารไทยมื้อกลางวันที่มีต่อภาวะโภชนาการของเด็กวัยเรียน: กรณีศึกษาโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครนายก. *วารสารวิทยาลัยอุตสาหกรรม*, 13 (1), 284-301.
สุนทร รัตนชูเอก, พัทธภา ทวีกุล, อรวรรณ เอี่ยมโอภาส, และอุมาพร สุทัศน์วรวิ. (2557). *แนวทางเวชปฏิบัติการป้องกันและรักษาโรคอ้วนในเด็ก*. ชมรมโภชนาการเด็กแห่งประเทศไทย, ราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย.
สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *คู่มือการจัดการอาหารกลางวันนักเรียน ตามมาตรฐานโภชนาการ สุขาภิบาลอาหารและอาหารปลอดภัยสำหรับโรงเรียนประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ.
สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2561). *แนวทางการจัดอาหารกลางวัน "เด็กวัยเรียน"*. กรุงเทพฯ.
Bareu of Nutrition. Department of Health. (2014). *Guidelines for the control and prevention of overweight students*. (5th ed). Veterans Publishing.
Demir, D., & Bektas, M. (2021). The effect of an obesity prevention program on children's eating behaviors, food addiction, physical activity, and obesity status. *Journal of Pediatric Nursing*, 61, 355-363
Eric A.F., Olga A.K., Hope T., Justin G.T., Liping P., Bettylou S., et al., (2012). Obesity and severe obesity forecasts through 2030. *American Journal of Preventive Medicine*, 42 (6), 563-570.

- Green, L.W., & Krueter, M.W. (2005). *Health Promotion Planning An Education and Ecological Approach*. (4th ed). Mayfield Publishing Company.
- Janssen L., & LeBlanc, A.G. (2010). Review Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7 (40), 1-16.
- Mo-suwan, L., Lebel, L., Puetpaiboon, A., Junjana, C.. (1999). School performance and weight status of children and young adolescents in a transitional society in Thailand. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 23 (3), 272-277.
- Robinson, T.N., Matheson, D., Desai, M., Weintraub, D.L., Banda, J.A., McClain, A., *et al.*,. (2021). A community-based, multi-level, multi-setting, multi-component intervention to reduce weight gain among low socioeconomic status Latinx children with overweight or obesity: The Stanford GOALS randomised controlled trial. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 9 (6), 336-349.
- World Health Organization. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42330>.

คำแนะนำสำหรับผู้พิมพ์

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำหนดพิมพ์ปีละ 6 ฉบับ ฉบับที่ 1 (มกราคม-กุมภาพันธ์) ฉบับที่ 2 (มีนาคม-เมษายน) ฉบับที่ 3 (พฤษภาคม-มิถุนายน) ฉบับที่ 4 (กรกฎาคม-สิงหาคม) ฉบับที่ 5 (กันยายน-ตุลาคม) ฉบับที่ 6 (พฤศจิกายน-ธันวาคม) ผู้พิมพ์ทุกท่านสามารถส่งบทความวิจัยเพื่อรับการพิจารณาลงตีพิมพ์ได้ โดยไม่ต้องเป็นสมาชิกและไม่จำเป็นต้องสังกัดมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผลงานที่ได้รับการพิจารณาในวารสารจะต้องมีสาระที่น่าสนใจ เป็นงานที่ทบทวนความรู้เดิมหรือองค์ความรู้ใหม่ ที่ทันสมัย รวมทั้งข้อคิดเห็นทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน และจะต้องเป็นงานที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารอื่นมาก่อน รวมถึงไม่อยู่ระหว่างพิจารณาลงพิมพ์ในวารสารใด บทความอาจถูกดัดแปลงแก้ไข เนื้อหา รูปแบบ และสำนวน ตามที่กองบรรณาธิการเห็นสมควร ทั้งนี้ เพื่อให้วารสารมีคุณภาพในระดับมาตรฐานสากล และนำไปอ้างอิงได้

การเตรียมต้นฉบับ

1. ต้นฉบับพิมพ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ แต่จะเรื่องจะต้องมีบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ การใช้ภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์การเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน ให้หลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษร่วมกับภาษาไทยในข้อความ ยกเว้นกรณีจำเป็น เช่น ศัพท์ทางวิชาการที่ไม่มีทางแปล หรือคำที่ใช้แล้วทำให้เข้าใจง่ายขึ้น คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เขียนเป็นภาษาไทยให้ใช้ตัวเล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะ สำหรับต้นฉบับภาษาอังกฤษ ควรได้รับการตรวจสอบความถูกต้องของภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาอังกฤษก่อน

2. ขนาดของต้นฉบับ ใช้กระดาษขนาด A4 (8.5x11 นิ้ว) และพิมพ์โดยเว้นระยะห่างจากขอบกระดาษด้านละ 1 นิ้ว จัดเป็น 2 คอลัมน์

3. ชนิดของขนาดตัวอักษร ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้ใช้ตัวอักษร **Browallia New**

3.1 ชื่อเรื่องให้ใช้อักษรขนาด **18 pt. ตัวหนา**

3.2 ชื่อผู้พิมพ์ใช้อักษรขนาด **16 pt. ตัวปกติ**

3.3 หัวข้อหลักใช้อักษรขนาด **16 pt. ตัวหนา**

3.4 หัวข้อรองใช้อักษรขนาด **14 pt. ตัวหนา**

3.5 บทคัดย่อและเนื้อหาใช้ตัวอักษรขนาด **14 pt. ตัวบาง**

3.6 เชิงอรรถอยู่หน้าแรกที่เป็นรายละเอียดชื่อตำแหน่งทางวิชาการ และที่อยู่ของผู้พิมพ์ใช้อักษรขนาด 12 pt.

ตัวบาง และใส่ Corresponding author

4. ผู้พิมพ์จะต้องจัดเตรียมต้นฉบับในรูปแบบของไฟล์ “.doc” (MS Word) และ “.pdf” (Portable Document Format)

5. จำนวนหน้า ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 12 หน้า รวมตาราง รูป ภาพ และเอกสารอ้างอิง

6. รูปแบบการเขียนต้นฉบับ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ประเภทบทความรายงานผลวิจัยหรือบทความวิจัย (research article) และบทความจากการทบทวนเอกสารวิจัยที่ผู้อื่นทำเอาไว้ หรือบทความทางวิชาการ หรือบทความทั่วไป หรือบทความปริทัศน์ (review article)

7. การส่งบทความ ส่ง online ผ่านระบบ ThaiJo โดยสามารถเข้าไปดูรายละเอียดที่ www.scjmsu.msu.ac.th

8. หากจัดรูปแบบไม่ถูกต้องทางวารสารจะจัดส่งคืนผู้พิมพ์เพื่อปรับแก้ไข ก่อนเสนอผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา ซึ่งอาจทำให้กระบวนการตีพิมพ์ล่าช้า

บทความวิจัย/บทความวิชาการ ให้เรียงลำดับหัวข้อดังนี้

ชื่อเรื่อง (Title) ชื่อเรื่องให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรสั้น กระชับ และสื่อเป้าหมายหลักของงานวิจัย ไม่ใช่คำย่อ ความยาวไม่เกิน 100 ตัวอักษร

ชื่อผู้พิมพ์ [Author(s)] และที่อยู่ ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และระบุตำแหน่งทางวิชาการ หน่วยงาน หรือสถาบันที่สังกัด และ E-mail address ของผู้พิมพ์ไว้เป็นเชิงบรรณของหน้าแรก เพื่อกองบรรณาธิการสามารถติดต่อได้

บทคัดย่อ (Abstract) เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้น และมีเนื้อหา ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ผลการค้นพบที่สำคัญ และสรุป มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยบทคัดย่อภาษาอังกฤษมีความยาวไม่เกิน 300 คำ สำหรับบทคัดย่อภาษาไทยให้สอดคล้องกับบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

คำสำคัญ (Keywords) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่เกิน 5 คำ ให้ระบุไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษา

บทนำ (Introduction) เป็นส่วนเริ่มต้นของเนื้อหา ที่บอกความเป็นมา เหตุผล และวัตถุประสงค์ ที่นำไปสู่งานวิจัยนี้ ให้ข้อมูลทางวิชาการที่เกี่ยวข้องจากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีรายงานการศึกษาท่อนหน้า

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา (Materials and Methods) ให้ระบุรายละเอียด วัสดุอุปกรณ์ สิ่งื่อนำมาศึกษา จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา อธิบายวิธีการศึกษา แผนการทดลองทางสถิติ วิธีการเก็บข้อมูลการวิเคราะห์และการแปลผล

ผลการศึกษา (Results) รายงานผลที่ค้นพบ ตามลำดับขั้นตอนของการวิจัย อย่างชัดเจนได้ใจความ ถ้าผลไม่ซับซ้อน และมีตัวเลขไม่มากควรใช้คำบรรยาย แต่ถ้ามีตัวเลข หรือ ตัวแปรมาก ควรใช้ตารางหรือแผนภูมิประกอบการรายงานผลการศึกษา

วิจารณ์และสรุปผล (Discussion and Conclusion) การอภิปรายผลการศึกษาว่าตรงกับวัตถุประสงค์และเปรียบเทียบกับสมมติฐานของการวิจัยที่ตั้งไว้ หรือแตกต่างไปจากผลงานที่มีผู้รายงานไว้ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้น และมีพื้นฐานอ้างอิงที่เชื่อถือได้ ผู้พิมพ์อาจมีข้อเสนอแนะที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือตั้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

ตาราง รูป ภาพ แผนภูมิ (Table, Figures, and Diagrams) ควรคัดเลือกเฉพาะที่จำเป็น แทรกไว้ในเนื้อเรื่อง โดยเรียงลำดับให้สอดคล้องกับคำอธิบายในเนื้อเรื่อง และมีคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ ที่สื่อความหมายได้สาระครบถ้วน กรณีที่เป็นตาราง คำอธิบายอยู่ด้านบน ถ้าเป็นรูป ภาพ แผนภูมิ คำอธิบายอยู่ด้านล่าง

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements) ระบุนามงานวิจัยได้รับการสนับสนุนงบประมาณ หรือสนับสนุนด้านอื่นๆ รวมถึงความช่วยเหลือจากองค์กรใดหรือผู้ใดบ้าง

เอกสารอ้างอิง (References) ระบุนามการเอกสารที่นำมาใช้อ้างอิงให้ครบถ้วนไว้ท้ายเรื่อง โดยใช้ APA Style ดังตัวอย่าง สามารถดูรายละเอียดและตัวอย่างเพิ่มเติมได้ที่ www.scjmsu.msu.ac.th

เอกสารอ้างอิงให้เขียนตามรูปแบบ “Publication Manual of the American Psychological Association” (7th Edition)

1. หนังสือ (ในรูปแบบรูปเล่ม)

ชื่อ-สกุล. (ปีพิมพ์). *ชื่อเรื่อง* (พิมพ์ครั้งที่). สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง:

วิธาน ฐานะวุฑฒิ. (2547). *หัวใจใหม่-ชีวิตใหม่*. ปิติศึกษา.

2. บทความในวารสารอิเล็กทรอนิกส์

ชื่อ-สกุล. (ปีพิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, เลขของปีที่(เลขของฉบับที่), เลขหน้า. /<https://doi.org/เลขdoi>

ตัวอย่าง:

มานะ สิ้นฐานษานนท์. (2549). ปัจจัยส่งเสริมการจัดการศึกษาที่ส่งผลต่อคุณภาพนักเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *วารสารครุศาสตร์*, 18(2), 115-116.

3. รายงานการประชุมเชิงวิชาการ (Proceeding)

ชื่อ-สกุล. (ปี). ชื่อบทความ. ใน/ชื่อบรรณานุกรม (บ.ก.), ชื่อหัวข้อการประชุม. ชื่อการประชุม (น. เลขหน้า). ฐานข้อมูล.

ตัวอย่าง:

พัชราภา ตันติชูเวช. (2553). การศึกษาทั่วไปกับคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ในประเทศมาเลเซีย และสิงคโปร์ ศึกษาโดยเปรียบเทียบกับประเทศไทย. ใน ศิริชัย กาญจนวาสี (บ.ก.), *การขับเคลื่อนคุณภาพการศึกษาไทย. การประชุมวิชาการและเผยแพร่ ผลงานวิจัยระดับชาติ* (น. 97-102). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

4. หนังสือพิมพ์และหนังสือพิมพ์ออนไลน์

ชื่อสกุล. (ปี, /วัน/เดือน). ชื่อคอลัมน์. ชื่อหนังสือพิมพ์, เลขหน้า.

ตัวอย่าง:

พงษ์พรรณ บุญเลิศ. (2561, 15 สิงหาคม). เติลนิวีส์ว่าไรดี: 'สื่อพิพิธภัณฑน์' เชื่อม ยุคสมัย เข้าถึงด้วย 'มิติใหม่' อินเทอร์เน็ต. *เติลนิวีส์*, 4.

5. หนังสือ (ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์)

ชื่อ สกุล. (ปีพิมพ์). ชื่อเรื่อง (พิมพ์ครั้งที่). URL

ตัวอย่าง:

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560 สำหรับเด็กอายุ ต่ำกว่า 3-5 ปี*. http://drive.google.com/file/d/1HiTwiRh1Er73h VYIMh1cYWzQiaNI_Vc/view

Intruction for Authors

Research manuscripts relevant to subject matters outlined in the objectives are **Accepted** from all institutions and private parties provided they have not been preprinted elsewhere. The context of the papers may be **Revised** as appropriate to the standard. The manuscript must be interesting topic, review knowledge, modern knowledge, and academic comments that are beneficial to readers. The journal publishes 6 issues a year. Vol.1 (January-February) Vol.2 (March-April) Vol.3 (May-June) Vol.4 (July-August) Vol.5 (September-October) Vol.6 (November-December).

Preparation of manuscripts:

1. Manuscripts can be written in either Thai or English with the abstract in both Thai and English. The use of Thai language adheres to the principles of vocabulary, transliteration in English according to the principles of the Royal Society of Thailand. Manuscript should be specific, clear, concise, accurate, and consistent. Mixing Thai and English should be avoided except for the case of necessity, such as academic vocabulary with no translation or mixing words for easier understanding. English vocabulary written in Thai must use all lowercase except for unique names. English language manuscripts should be checked by an English language editor prior to submission.

2. Manuscript should be on A4 standard size paper. Each side must have 1" margins with 2 columns.

3. Browallia New font is required with font size as follows:

3.1 Title of the article: **18 pt. Bold**

3.2 Name(s) of the authors: **16 pt. Unbold**

3.3 Main Heading: **16 pt. Bold**

3.4 Sub-heading: **14 pt. Bold**

3.5 Body of the text: **14 pt. Unbold**

3.6 Footnotes for authors and their affiliations: **12 pt. Unbold**, must be cited at the bottom of the first page. Academic position and corresponding author must be added at footnotes.

4. Manuscripts should be typed in MS word ".doc" and ".pdf" (Portable Document Format)

5. The number of pages are limited to 12 pages, including references, tables, graphs, or pictures.

6. Types of manuscripts: research articles and review articles.

7. Manuscript submission: online submission via www.scjmsu.msu.ac.th.

8. Manuscript with uncorrected format will be sent back to the author before review process which can delay the publication process.

Research article / review article must be in sequence as follows:

Title: denoted in both Thai and English, must be concise and specific to the point, normally less than 100 characters.

Name(s) of the author(s): denoted with affiliation must be in Thai and English, academic position must be specified, and email address for contact the author.

Abstract: This section of the paper should follow an informative style, concisely covering all the important of findings. The abstract must include objectives, findings, and conclusion. Thai and English abstract is required. The English abstract is restricted to **300 words**. Thai abstract should be relevant to English version.

Keywords: Give 4-5 concise words to specify your article

Introduction: This section is the initial part of the article, contain information about background, reasons, purposes, and review section.

Materials and Methods: A discussion of the materials used, and a description clearly detailing how the experiment was undertaken, e.g., experimental design, data collection and analysis, and interpretation

Results: Present the output. Li the information in complicated, add tables, graphs, diagrams etc., as necessary.

Discussion and Conclusion: Discuss how the results are relevant/oppose to the objective and hypothesis. How the result is different/relevant when comparing to the former findings. Give us your reason why result is like that base on reliable researches. This part should end with suggestions for research utilization or providing questions for future studies.

Tables, figures, diagrams: Selected only necessary objects to insert in the body of manuscript in accordance with the description in the text. The short description is required in English with completely meaningful. For figures and diagrams, the description is below the picture. But, for table, the description is on top of the table.

Acknowledgement: the name of the persons, organization, or funding agencies who helped support the research are acknowledged in this section.

References: listed and referred in APA.

Reference are written in “Publication Manual of the American Psychological Association” (7th Edition)

1. Book

Mertens, D.M. (2014). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods* (4th ed.). SAGE.

2. Academic Journal

Herbst-Damm, K.L., & Kulik, J.A. (2005). Volunteer support, marital status, and the survival times of terminally ill patients. *Health Psychology*, 24, 225-229. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.24.2.225>

3. Conference Proceeding

Katz, I., Gabayan, K., & Aghajan, H. (2007). A multi-touch surface using multiple cameras. In J. Blanc-Talon, W. Philips, D. Popescu, & P. Scheunders (Eds.), *Lecture notes in computer science: Vol. 4678. Advanced concepts for intelligent vision systems* (pp. 97-108). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-540-74607-2_9

4. Newspaper / Online Newspaper

Brody, J.E. (2007, December 11). Mental reserves keep brain agile. *The New York Times*. <http://www.nytimes.com>

5. E-book

Dahlberg, G., & Moss, P. (2005). *Ethics and politics in early childhood education*. <https://epdf.tips/ethics-and-politics-in-early-childhoodeducation-contesting-early-childhood.html>

Aim and Scope:

The Journal of Science and Technology aims to disseminate of scientific knowledge in the discipline of Mathematics, Science, Technology, Engineering, Agriculture, Medicine, Health Science, Interdisciplinary in science and technology. The journal publishes both research article and review article.

Ownership

Maharakham University
Editorial Office
Division of Research Facilitation and Dissemination,
Khamriang Sub-distict, Kantharawichai District,
Maha Sarakham Province 44150
Tel & Fax: 0 4375 4416 ext. 1754

Advisors

President of Maharakham University
Professor Dr.Visut Baimai
Professor Dr.Vichai Boonsaeng
Professor Dr.Peerasak Srinives

Editor-in-Chief

Professor Dr.Preecha Prathepha

Assistant Editors

Professor Dr.Pairot Pramual
Maharakham University
Professor Dr.Sirithon Siriamornpun
Maharakham University
Associate Professor Dr.Worapol Aengwanich
Maharakham University
Associate Professor Dr.Vallaya Sutthikhum
Maharakham University

Editorial Board

Professor Dr.Thaweesakdi Boonkerd
Chulalongkorn University
Professor Dr.La-orsri Sanoamuang
Khon Kaen University
Professor Dr.Pranee Anprung
Chulalongkorn University
Professor Dr.Niwat Sonoamuang
Khon Kaen University
Professor Dr.Anongrit Kangrang
Maharakham University
Professor Dr.Wongsa Laohasiriwong
Khon Kaen University
Associate Professor Dr.Sunan Saikrasun
Maharakham University
Associate Professor Dr.Suwanna Boonyaleepun
Khon Kaen University
Associate Professor Dr.Kwanjai Kanokmedhakul
Khon Kaen University
Associate Professor Dr.Chantana Aromdee
Khon Kaen University

Associate Professor Dr.Boonchong Chawsithiwong
National Institute of Development Administration
Associate Professor Dr.Porntep Tanonkeo
Khon Kaen University

Associate Professor Dr.Narumon Sangpradub
Khon Kaen University

Associate Professor Dr.Orawich Goompol
Maharakham University

Associate Professor Dr.Sirikasem Sirilak
Naresuan University

Associate Professor Dr.Chawalit Boonpok
Maharakham University

Associate Professor Terdsak Khammeng
Khon Kaen University

Associate Professor Yuen Poovarawan
Kasetsart University

Assistant Professor Dr.Napparat Buddhakala
Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Assistant Professor Dr.Anucha Pranchana
Ubon Ratchathani Rajabhat University

Assistant Professor Dr.Seckson Sukhasena
Naresuan University

Assistant Professor Dr.Walaiporn Tongjaroenbuengam
Maharakham University

Assistant Professor Dr.Alongkorn Lamom
Maharakham University

Assistant Professor Dr.Natapol Pumipuntu
Maharakham University

Assistant Professor Dr.Somnuk Puangpronpitag
Maharakham University

Dr.Rakjinda Wattanalai
Siam University

Dr.Adrian Roderick Plant
Maharakham University

Secretary

Chaweewan Akkasesthang

Assistant secretary

Phakwilai Rungwisai
Jirarat Puseerit

Six issues per year

Number 1 January-February

Number 2 March-April

Number 3 May-June

Number 4 July-August

Number 5 September-October

Number 6 November-December

JOURNAL OF

SCIENCE AND TECHNOLOGY

MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Volume 41 Number 1 January - February 2022



JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
MAHASARAKHAM UNIVERSITY
INDEXED IN TCI (Tier 2)

ISSN (Print Edition) : 1686-9664
ISSN (Online Edition) : 2586-9795

