



การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านสาธารณสุขศาสตร์
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
The 2nd National Conference on Public Health,
Science and Technology 2023

Conference Proceedings

วันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2566
ณ สุรสัมนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2
The 2nd National Conference on Public Health, Science and Technology 2023

ชื่อหนังสือ การประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2

จัดทำโดย คณะอนุกรรมการฝ่ายวิชาการ การจัดการประชุมวิชาการระดับชาติ
ประจำปีงบประมาณ 2566 สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

พิมพ์ครั้งที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2566

จำนวนหน้า 201 หน้า

พิมพ์ที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 0 4422 3921
โทรศัพท์ 0 4422 3920

คำนำ

สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จัดให้มีการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครั้งที่ 2 : The 2nd National Conference on Public Health, Science and Technology 2023 ภายใต้หัวข้อ “Public Health and Innovation towards Sustainable Development Goals (SDGs)” ระหว่างวันที่ 7-8 กันยายน 2566 ณ สุรสัมมนาาคาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โดยได้รับการสนับสนุนอย่างดียิ่งจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และความร่วมมือจากเครือข่ายสถาบันการศึกษาสาธารณสุข จังหวัดนครราชสีมา โดยในการจัดงานครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้คณาจารย์ นักวิชาการ นักวิจัย คิษย์เก่า คิษย์ปัจจุบัน และผู้ที่สนใจทั่วไปได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานทางวิชาการด้านสาธารณสุขศาสตร์ และมีการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ในเชิงวิชาการร่วมกัน สามารถนำองค์ความรู้จากผลงานทางวิชาการและนวัตกรรมด้านสาธารณสุขศาสตร์ ไปประยุกต์ใช้ตามบริบทของแต่ละองค์กรต่อไป และเพื่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสาธารณสุขศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย อนามัยสิ่งแวดล้อม และด้านโภชนาการและการกำหนดอาหาร

ทำนนี้ทางคณะผู้จัดงานประชุมวิชาการต้องขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้การสนับสนุนในการจัดงานครั้งนี้ ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมวิชาการทุกท่าน และขอขอบคุณผู้ให้การสนับสนุนทุก ๆ ท่านเป็นอย่างยิ่งที่ให้ความช่วยเหลือ ให้แนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้การสนับสนุนเช่นนี้ในโอกาสต่อไป

๒๓๕๖ .

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลาลัย หาญเจนลักษณ์)

ประธานคณะกรรมการอำนวยการ

คณบดีสำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	2
สารบัญ	3
กำหนดการประชุมวิชาการ	4
Conference Proceedings	
ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยงของ สถานพยาบาล (HRMS on cloud) ในโรงพยาบาลรัฐบาล : กรณีศึกษาโรงพยาบาลสระบุรี	6
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อ และหลังของบุคลากรทาง การแพทย์ที่ปฏิบัติงานด้วยคอมพิวเตอร์ในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง จังหวัดนครราชสีมา	23
การกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาลโดยเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรด ที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริก	47
Factors associated with Referral for Severe COVID-19 Patients were primarily cared for in a home isolation or Community isolation setting: Focus on asymptomatic patients and patients with mild symptoms	60
การศึกษาพฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัยส่วนบุคคล และคาดการณ์ปริมาณขยะ หน้ากากอนามัยในเขตกรุงเทพมหานคร ช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัส โคโรนา 2019	75
ผลการจัดการยาไม่ปลอดภัยในชุมชนในร้านชำ อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา	90
ประสิทธิผลของการสักระบายน้ำ เพื่อบรรเทาอาการปวดหลังส่วนล่าง ต่อระดับคุณภาพชีวิต	111
การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อแชลมอนทางเลือกจากพืช สำหรับผู้บริโภคสูงวัย	124
การศึกษานุภาคที่เกิดจากการจราจรในเขตเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา	139
ผลกระทบจากความแปรปรวนสภาพอากาศ และการตอบสนองของเกษตรกร ผู้ผลิตกะหล่ำดอก	157
การประเมินการคายระเหยในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือผิวดักกลาง	172
ฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นของสารสกัดหยาบใบเนียมหอม	183



กำหนดการประชุมวิชาการระดับชาติ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์

The 2nd National Conference on Public Health, Science and Technology 2023 (NCPHST2023)

Theme : Public Health and Innovation toward Sustainable Development Goals (SDGs)

การประชุมวิชาการระดับชาติฯ

สถานที่ : อาคารสุรสมณาคาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันศุกร์ที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2566

เวลา 08.00 - 08.30 น.	ลงทะเบียน
เวลา 08.30 - 09.00 น.	พิธีเปิด และการแสดง
เวลา 09.00 - 10.30 น.	กิจกรรมบรรยายพิเศษ โดย ดร.วิจารย์ สิมาฉายา (ผู้อำนวยการสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย)
เวลา 10.30 - 10.45 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
เวลา 10.45 - 11.15 น.	การนำเสนอแนวคิดนวัตกรรมด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (คุณสิทธิระพี ช้างหมื่นไวย)
เวลา 11.15 - 12.15 น.	กิจกรรมบรรยายพิเศษ โดย คุณวิภาดา แสงแก้ว (Associate Director sustainable development office) บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)
เวลา 12.15 - 13.15 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
เวลา 13.15 - 16.00 น.	นำเสนอ Oral Presentation ห้องสุรนารี (ห้องใหญ่) นำเสนอผลงานแบบโปสเตอร์ และจัดแสดง นวัตกรรม ห้องย่อยที่ 1 ด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ห้องย่อยที่ 2 ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ห้องย่อยที่ 3 ด้านโภชนาวิทยาและการกำหนดอาหาร และอื่น ๆ ที่ เกี่ยวข้อง
เวลา 16.00 - 16.30 น.	ประกาศผลการนำเสนอผลงาน/ มอบรางวัล/ ถ่ายภาพร่วมกัน
เวลา 16.30 น.	พิธีปิด

Conference Proceedings

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยง

ของสถานพยาบาล ในโรงพยาบาลรัฐบาล : กรณีศึกษาโรงพยาบาลสระบุรี

Factors Influencing the Acceptance of Healthcare Risk Management System

in Public Hospitals : Case Study of Saraburi Hospital

พริยา ชูลิกาวิต¹, สรวง รุ่งประกายพรรณ²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยงของสถานพยาบาล (HRMS on cloud) ในโรงพยาบาลรัฐบาล กรณีศึกษาโรงพยาบาลสระบุรี โดยได้นำตัวแปรจาก ทฤษฎีรวมของการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology : UTAUT) มาใช้ในงานวิจัยเชิงสำรวจนี้ ได้แก่ ความคาดหวังด้านผลการปฏิบัติงาน (Performance Expectancy), ความคาดหวังด้านความพยายามในการใช้งานระบบ (Effort Expectancy), อิทธิพลทางสังคม (Social Influence), สิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (Facilitating Condition) และได้้นำปัจจัยด้านการรับรู้ถึงความสำคัญของคุณภาพการบริการ (Service Quality Perception) เพิ่มเข้ามาในการศึกษาครั้งนี้ด้วยอีกหนึ่งปัจจัย เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามออนไลน์ในรูปแบบ Google form ในกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้งานระบบจำนวน 203 คน จากประชากร 2027 คน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับใช้งานระบบ กับพฤติกรรมการใช้งานระบบ ในกลุ่มที่เคยใช้งานระบบ ด้วยการถดถอยโลจิสติกทวิ (Binary Logistic regression) พบว่า ในกลุ่มที่เคยใช้งานระบบแล้ว ปัจจัยด้านการรับรู้ถึงความสำคัญของคุณภาพการบริการ (Service Quality perception) เป็นปัจจัยเดียวที่มีอิทธิพลต่อการนำระบบสารสนเทศดังกล่าวไปใช้ในองค์กรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P-value 0.038)

คำสำคัญ : ความเสี่ยง, การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ, ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยงของสถานพยาบาล

¹นักศึกษา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร , Piriyaachulikavit.b1@gmail.com

²อาจารย์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, Rungpragayphan_s@su.ac.th

1.บทนำ

การพัฒนาระบบบริการสุขภาพเพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วย (Patient Safety) เป็นประเด็นมุ่งเน้นสำคัญหนึ่งของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งสอดคล้องกับประเด็นที่องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง ความปลอดภัยของผู้ป่วย (Patient Safety)

"ความปลอดภัยของผู้ป่วย" ตามนิยามของ World health organization[WHO] (2019) ส่วนหนึ่งกล่าวว่คือการลด “ความเสี่ยง” ที่เกิดขึ้นจากภัยหรืออันตรายที่ไม่ควรเกิดขึ้น จากการบริการสุขภาพให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดเท่าที่สามารถยอมรับได้ โดยการเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ เนื่องจากการดูแลที่ไม่ปลอดภัย ถือเป็น 1 ใน 10 สาเหตุของการเสียชีวิตและความพิการในโลก โดยเกือบ 50% สามารถป้องกันได้

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของ ลัดดาวรรณ เสียงอ่อน, เนตรชนก ศรีทุมมา, & ปราณี มีหาญพงษ์. (2018) พบว่า ส่วนใหญ่ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ยังคงให้ความสำคัญและมุ่งเน้นไปที่การศึกษาระบบการบริหารความเสี่ยง และการสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย การบริหารจัดการความเสี่ยงในสถานพยาบาล จึงเป็นระบบงานหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งทางสถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (องค์การมหาชน)(2562) ยังคงกำหนดหัวข้อเรื่องการบริหารจัดการความเสี่ยง ไว้เป็นหนึ่งในมาตรฐานการประเมินรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (HA) ตามมาตรฐานโรงพยาบาลและบริการสุขภาพ ฉบับที่ 4 ปรับปรุงมกราคม 2562

การนำเทคโนโลยีสารสนเทศใหม่เข้ามาใช้ในองค์กรนั้น บุคลากรจำเป็นต้องเกิดการยอมรับในเทคโนโลยีใหม่ที่นำเข้ามาใช้ จึงจะเกิดการใช้งานระบบและเกิดผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพต่อองค์กร การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี (Acceptance and Use of Technology) ต่อระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยง (HRMS on cloud) ที่โรงพยาบาลสระบุรีนำเข้ามาใช้นั้น จึงเป็นเรื่องสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดำเนินงานของโรงพยาบาลสระบุรี

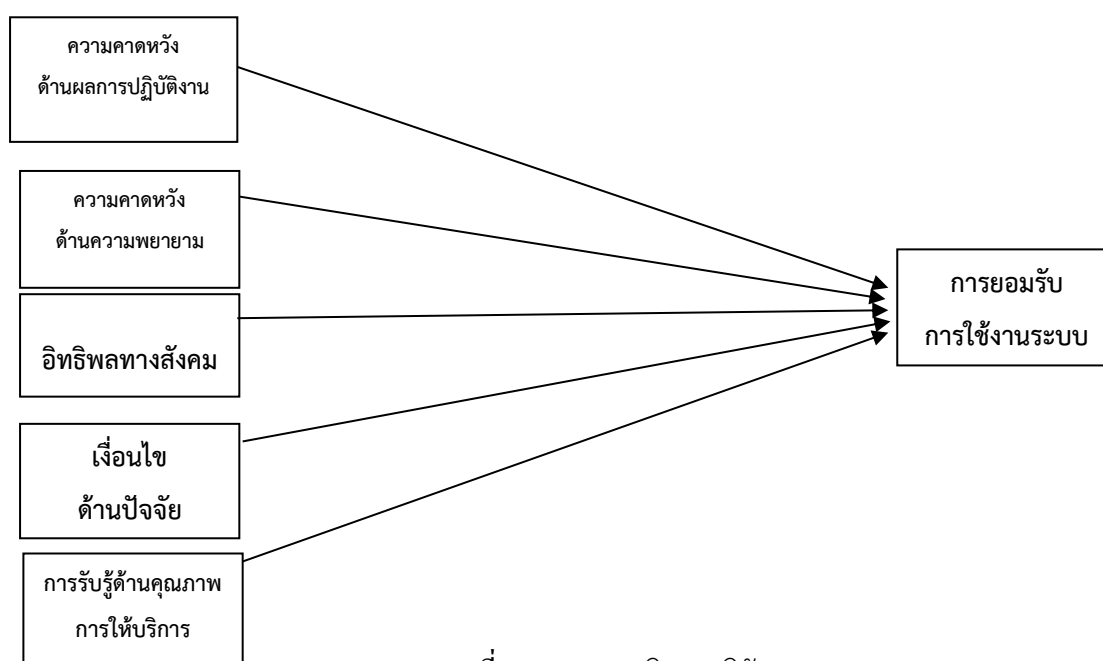
คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยงของสถานพยาบาล (HRMS on cloud) โดยเลือกทำการศึกษาในโรงพยาบาลสระบุรี ซึ่งเป็นโรงพยาบาลรัฐบาล เนื่องจากเป็นโรงพยาบาลศูนย์ขนาดใหญ่ประมาณ 700 เตียง และเป็นโรงพยาบาลชั้นนำด้านบริการสุขภาพและศูนย์โรคเฉพาะทางในระดับประเทศ เพื่อให้โรงพยาบาลสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปช่วยในการปรับปรุงและส่งเสริมให้บุคลากรมีภาระงานระบบสารสนเทศการบริหารจัดการ

ความเสี่ยงของสถานพยาบาล (HRMS on cloud) อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการบริการและความปลอดภัยของผู้ป่วยของโรงพยาบาลสระบุรีต่อไป

2.วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยงของสถานพยาบาล (HRMS on cloud) ในโรงพยาบาลรัฐบาล:กรณีศึกษาโรงพยาบาลสระบุรี

3.กรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

4.สมมติฐานของการวิจัย

H1 : ความคาดหวังด้านการปฏิบัติงานมีผลต่อพฤติกรรมการใช้งานระบบ

H2 : ความคาดหวังด้านความพยายามมีผลต่อพฤติกรรมการใช้งานระบบ

H3 : อิทธิพลทางสังคมมีผลต่อพฤติกรรมการใช้งานระบบ

H4 : เจือจางด้านปัจจัยสนับสนุนมีผลต่อพฤติกรรมการใช้งานระบบ

H5 : การรับรู้ด้านคุณภาพการให้บริการมีผลต่อพฤติกรรมการใช้งานระบบ

5.วิธีดำเนินการวิจัย

5.1 รูปแบบการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้งานระบบ จำนวน 203 คน จากประชากรทั้งหมด 2027 คน ซึ่งเป็นบุคลากรของโรงพยาบาลสระบุรีทั้งหมด

ด้วยแบบสอบถาม online จาก Google Form เก็บข้อมูลในช่วง มิถุนายน ถึง กรกฎาคม 2565 ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics Analysis) ได้แก่ ค่าความถี่ (Frequency) แสดงเป็นค่าร้อยละ (Percentage) และค่าเฉลี่ย (Mean) และวิเคราะห์เชิงอนุมานด้วยการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (Binary Logistic Regression) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้งานระบบ กับ การยอมรับการใช้งานระบบ

5.2 เครื่องมือและการตรวจสอบเครื่องมือ

5.2.1 เครื่องมือ

ใช้แบบสอบถาม Google form ซึ่งประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ลักษณะงานที่รับผิดชอบ (ตำแหน่ง) และประสบการณ์การทำงาน

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยงของสถานพยาบาล (HRMS on cloud)

ระดับตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น

5 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
3 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
1 คะแนน	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศ

5.2.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

5.2.2.1 ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) โดยผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการทำวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้อง 1 ท่าน และ ผู้เชี่ยวชาญระดับสูงที่มีประสบการณ์ด้านการบริหารจัดการความเสี่ยงและใช้งานระบบสารสนเทศ HRMS on cloud จำนวน 2 ท่าน เพื่อให้คะแนน

หลังจากนั้น นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญมาหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์ (Index of item objective congruence : IOC) โดยใช้สูตรการคำนวณของ โรบินลลี และแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambleton, 1977 : 49-60) ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป คัดเลือกข้อสอบข้อนั้นไว้ใช้ได้ ส่วนค่า IOC ที่ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาแก้ไขปรับปรุง หรือตัดทิ้ง และปรับปรุงข้อคำถามต่อไป

5.2.2.2 การหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) โดยนำเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุง โดยที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับบุคลากรของโรงพยาบาลทุกระดับสิทธิ์การเข้าใช้ระบบ HRMS on cloud รวม 30 คน และนำไปวิเคราะห์ความสอดคล้องภายในของเครื่องมือ โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช (Cronbach's Alpha Coefficients) ซึ่งพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จึงจะยอมรับว่ามีความเที่ยงตรงหรือเชื่อถือได้ ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's coefficient alpha) ดังนี้ 0.895, 0.950, 0.909, 0.945 และ 0.976 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าปัจจัยหลักทั้ง 5 ปัจจัย มีค่าความเชื่อมั่นเพียงพอ (สูงกว่า 0.70 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่สามารถรับได้ (Nunnally & Bernstein, 1994))

5.3 จริยธรรมงานวิจัย

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลสระบุรี ตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยเกี่ยวกับคนที่เป็นมาตรฐานสากล ได้แก่ Declaration of Helsinki, The Belmont Report, CIOMS Guideline และ International Conference on Harmonization in Good Clinical practice หรือ ICH-GCP แล้ว เมื่อ 20 พฤษภาคม 2565 ถึง 20 พฤษภาคม 2566

6. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามพฤติกรรมการใช้ระบบ HRMS on cloud

พฤติกรรมการใช้ระบบ HRMS on cloud	จำนวน	ร้อยละ
ใช้ระบบ	203	60.8
ไม่ใช้ระบบ	131	39.2
รวม	334	100.0

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ใช้ระบบ HRMS on cloud จำนวน 203 คน คิดเป็นร้อยละ 60.8 และไม่ใช้ระบบ HRMS on cloud จำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 39.2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ (กลุ่มใช้งานระบบ 203 คน)

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	10	4.93
หญิง	193	95.07
รวม	203	100.0

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามในกลุ่มใช้งานระบบ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 193 คน คิดเป็นร้อยละ 95.07 และเป็นเพศชาย จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 4.93

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามอายุ (กลุ่มใช้งานระบบ 203 คน)

อายุ	จำนวน	ร้อยละ
21-30 ปี	70	34.5
41-50 ปี	55	27.1
31-40 ปี	43	21.2
มากกว่า 50 ปี	35	17.2
รวม	203	100.0

จากตารางที่ 3 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามในกลุ่มใช้งานระบบส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 21-30 ปี จำนวน 70 คน คิดเป็นร้อยละ 34.5 รองลงมา คือ ช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 27.1

ช่วงอายุ 31-40 ปี จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2 และอายุมากกว่า 50 ปี จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 17.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามระดับการศึกษา (กลุ่มใช้งานระบบ 203 คน)

ระดับการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ปริญญาตรี	171	84.24
ต่ำกว่าปริญญาตรี	19	9.36
ปริญญาโท	13	6.40
รวม	203	100.0

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามในกลุ่มใช้งานระบบ ส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 171 คน คิดเป็นร้อยละ 84.24 รองลงมา คือ ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 9.36 และระดับปริญญาโท จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 6.40 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามกลุ่มบุคลากรทางการแพทย์ (กลุ่มใช้งานระบบ 203 คน)

ระดับการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
เป็นบุคลากรทางการแพทย์	190	93.60
ไม่เป็นบุคลากรทางการแพทย์	13	6.40
รวม	203	100.0

จากตารางที่ 5 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ในกลุ่มใช้งานระบบ ส่วนใหญ่เป็นบุคลากรทางการแพทย์ จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 93.60 รองลงมา ไม่เป็นบุคลากรทางการแพทย์ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 6.40 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามตำแหน่งงาน (กลุ่มใช้งานระบบ 203 คน)

ตำแหน่งงาน	จำนวน	ร้อยละ
พยาบาลวิชาชีพ	154	75.86
ผู้ช่วยพยาบาล (PN)	13	6.40
เภสัชกร	8	3.94
พนักงานช่วยเหลือคนไข้ (NA)	5	2.46
เจ้าพนักงานสาธารณสุข	4	1.97
เจ้าพนักงานธุรการ	3	1.48
นักจัดการงานทั่วไป	3	1.48
นักกายภาพบำบัด	2	0.99
นักวิชาการพัสดุ	2	0.99
นักวิชาการสาธารณสุข	2	0.99
Back office	1	0.49
เจ้าพนักงานพัสดุ	1	0.49
เจ้าพนักงานสาธารณสุข (เวชกิจฉุกเฉิน)/ นักปฏิบัติการฉุกเฉินการแพทย์	1	0.49
นักทรัพยากรบุคคล	1	0.49
พนักงาน	1	0.49
พยาบาลเทคนิค	1	0.49
แพทย์	1	0.49
รวม	203	100.00

จากตารางที่ 6 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามในกลุ่มใช้งานระบบ 3 อันดับแรก ส่วนใหญ่มีตำแหน่งงานเป็นพยาบาลวิชาชีพ จำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 75.86 รองลงมา คือ ผู้ช่วยพยาบาล (PN) จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 6.40 รองลงมาเป็น เภสัชกร จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 3.94 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามสิทธิ์ในการเข้าใช้ระบบ (กลุ่มใช้งานระบบ 203 คน)

สิทธิ์ในการเข้าใช้ระบบ	จำนวน	ร้อยละ
เจ้าหน้าที่ (ผู้ใช้ทั่วไป)	149	73.4
หัวหน้ากลุ่ม/หน่วยงาน	30	14.8
ผู้กรอกข้อมูล Data Set	12	5.9
กรรมการบริหารความเสี่ยง	9	4.4
ผู้ดูแลระบบ (Admin)	3	1.5
รวม	203	100.0

จากตารางที่ 7 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ในกลุ่มใช้งานระบบ ส่วนใหญ่มีสิทธิ์ในการเข้าใช้ระบบเป็นเจ้าหน้าที่ (ผู้ใช้ทั่วไป) จำนวน 149 คน คิดเป็นร้อยละ 73.4 รองลงมา คือ หัวหน้ากลุ่ม/หน่วยงาน จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 14.8 และผู้กรอกข้อมูล Dataset จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 5.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามการได้รับมอบหมายให้ใช้ระบบ HRMS on cloud

การได้รับมอบหมายให้ใช้ระบบ HRMS on cloud	จำนวน	ร้อยละ
ได้รับมอบหมาย	129	63.55
ไม่ได้รับมอบหมาย	74	36.45
รวม	334	100.0

จากตารางที่ 8 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ในกลุ่มใช้งานระบบ ส่วนใหญ่ได้รับมอบหมายให้ใช้ระบบ HRMS on cloud จำนวน 129 คน คิดเป็นร้อยละ 63.55 และไม่ได้รับมอบหมายให้ใช้ระบบ HRMS on cloud จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 36.45 ตามลำดับ

ตารางที่ 9 แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามความถี่ในการเข้าใช้ระบบ HRMS on cloud (กลุ่มใช้งานระบบ 203 คน)

ความถี่ในการเข้าใช้ระบบ HRMS on cloud	จำนวน	ร้อยละ
ปานกลาง (1-4 ครั้ง ต่อเดือน)	134	66.01
บ่อยครั้ง (หลายครั้งต่อสัปดาห์)	27	13.30
นานๆครั้ง (1-3 ครั้งต่อปี)	26	12.81
หลายครั้งต่อวัน	9	4.43
เป็นประจำ (ทุก 1-2 วัน)	7	3.45
รวม	203	100.0

จากตารางที่ 9 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม กลุ่มที่ใช้งานระบบ ส่วนใหญ่มีความถี่ในการเข้าใช้ระบบ HRMS on cloud ในระดับปานกลาง (1-4 ครั้งต่อเดือน) จำนวน 134 คน คิดเป็นร้อยละ 66.01 รองลงมา คือ บ่อยครั้ง (หลายครั้งต่อสัปดาห์) จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 13.30 และนานๆครั้ง (1-3 ครั้งต่อปี) จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 12.81 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 แสดงค่าสถิติเชิงพรรณนาของข้อมูลที่ได้จากข้อคำถามแต่ละข้อ

ข้อคำถาม	ค่า ต่ำ สุด	ค่า สูง สุด	ค่า เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
1. ฉันพบว่าระบบ HRMS on cloud มีประโยชน์ต่อหน้าที่การงานของฉัน (PE1)	1	5	3.80	0.993
2. การใช้ระบบ HRMS on cloud ทำให้ฉันทำงานสำเร็จรวดเร็วขึ้น (PE2)	1	5	3.57	1.010
3. การใช้ระบบ HRMS on cloud ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของฉัน (PE3)	1	5	3.64	0.981
4. ถ้าฉันใช้ระบบ HRMS on cloud ฉันจะมีโอกาสได้เลื่อนเงินเดือนมากขึ้น (PE4)	1	5	2.76	1.242
5. การเรียนรู้ที่จะใช้งานระบบ HRMS on cloud เป็นเรื่องง่ายสำหรับฉัน (EE1)	1	5	3.46	0.938
6. ฉันพบว่าระบบ HRMS on cloud ง่ายต่อการใช้งาน (EE2)	1	5	3.36	0.979

ข้อคำถาม	ค่า ต่ำ สุด	ค่า สูง สุด	ค่า เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน
7. ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้ระบบ HRMS on cloud ชัดเจนและเข้าใจได้ง่าย (EE3)	1	5	3.50	0.939
8. ฉันสามารถกลายเป็นผู้ชำนาญในการใช้งานระบบ HRMS on cloud ได้โดยง่าย (EE4)	1	5	3.24	0.969
9. บุคคลที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของฉันคิดว่าฉันควรใช้ระบบ HRMS on cloud (SI1)	1	5	3.42	0.916
10. บุคคลที่มีความสำคัญต่อฉันคิดว่าฉันควรใช้ระบบ HRMS on cloud (SI2)	1	5	3.47	0.896
11. คณะผู้บริหารโรงพยาบาลสระบุรีให้ความช่วยเหลือเพื่อให้เกิดการใช้ระบบ HRMS on cloud (SI3)	1	5	3.57	0.920
12. โดยทั่วไปแล้ว โรงพยาบาลสระบุรีให้การสนับสนุนการใช้ระบบ HRMS on cloud (SI4)	1	5	3.71	0.938
13. ฉันมีทรัพยากรที่จำเป็นในการใช้ระบบ HRMS on cloud (FC1)	1	5	3.54	0.915
14. ฉันมีความรู้ที่จำเป็นสำหรับการใช้ระบบ HRMS on cloud (FC2)	1	5	3.39	0.919
15. ระบบ HRMS on cloud สามารถเข้ากันได้กับระบบอื่นที่ฉันใช้อยู่ (FC3)	1	5	3.33	0.937
16. มีบุคลากรเฉพาะที่คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อระบบ HRMS on cloud มีปัญหา (FC4)	1	5	3.46	0.972
17. คุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาลส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ป่วย (SQ1)	1	5	3.86	0.916
18. คุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาลส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้ป่วย (SQ2)	1	5	3.95	0.930
19. การลดความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นภายในโรงพยาบาลช่วยส่งเสริมคุณภาพการบริการของโรงพยาบาลให้ดียิ่งขึ้น (SQ3)	1	5	3.99	0.936

ข้อคำถาม	ค่า	ค่า	ค่า	ส่วน
	ต่ำ	สูง	เฉลี่ย	เบี่ยงเบน
	สุด	สุด		มาตรฐาน
20.บุคลากรโรงพยาบาลมีส่วนช่วยพัฒนาคุณภาพการให้บริการของ โรงพยาบาล (SQ4)	1	5	4.02	0.939

หมายเหตุ: ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) หรือปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศ
การบริหารจัดการความเสี่ยงของสถานพยาบาล HRMS on cloud ทั้ง 5 ตัวแปร ซึ่งนำมากำหนดข้อคำถามทั้ง
20 ข้อข้างต้นในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

- 1) PE = Performance Expectancy (ความคาดหวังด้านผลการปฏิบัติงาน) หมายถึง ระดับที่บุคลากร
ของโรงพยาบาลสระบุรีเชื่อว่าการใช้ระบบ HRMS on cloud จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการ
ทำงานให้กับผู้ใช้งานระบบ HRMS on cloud
- 2) EE = Effort Expectancy (ความคาดหวังด้านความพยายามในการใช้งานระบบ) หมายถึง ระดับ
ความง่ายของการใช้งานระบบ HRMS on cloud
- 3) SI = Social Influence (อิทธิพลทางสังคม) หมายถึง ระดับที่บุคลากรของโรงพยาบาลสระบุรี
รับรู้ว่าคุณค่าที่ช่วยให้มีความสำคัญเชื่อว่าเขาควรจะใช้ระบบ HRMS on cloud
- 4) FC = Facilitating Condition (สิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน) หมายถึง ระดับที่บุคลากร
ของโรงพยาบาลสระบุรีเชื่อว่าโครงสร้างองค์กรและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านเทคนิคมีอยู่
อย่างเหมาะสมเพียงพอเพื่อสนับสนุนการใช้ระบบ HRMS on cloud
- 5) SQ = Service Quality Perception (การรับรู้ถึงความสำคัญของคุณภาพการบริการ) หมายถึง การ
รับรู้ของบุคลากรโรงพยาบาลสระบุรีถึงความสำคัญของคุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาล
ต่อความปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้ป่วย

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ด้วยการถดถอยโลจิสติกส์แบบทวิ (Binary Logistic Regression)

ปัจจัยหลัก	B	S.E.	Wald	Df	P-value	Exp(B)
ความคาดหวังด้านผลการปฏิบัติงาน (PE : Performance Expectancy)	-0.047	0.055	0.738	1	0.390	0.954
ความคาดหวังด้านความพยายามในการใช้งานระบบ (EE : Effort Expectancy)	-0.027	0.071	0.140	1	0.709	0.974
อิทธิพลทางสังคม (SI : Social Influence)	0.082	0.080	1.036	1	0.309	1.085
สิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน (FC : Facilitating Condition)	0.120	0.080	2.263	1	0.133	1.128
การรับรู้ถึงความสำคัญของคุณภาพการบริการ (SQ : Service Quality perception)	0.089	0.043	4.325	1	0.038	1.093
ค่าคงที่ (Constant)	-2.728	0.650	17.641	1	0.000	0.065

7. สรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผล

7.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปด้วยสถิติเชิงพรรณนา ในกลุ่มตัวอย่าง 334 คน จากประชากร 2027 คน ซึ่งทุกคนมีสิทธิในการเข้าใช้งานระบบบริหารจัดการความเสี่ยง (HRMS on cloud) พบว่ามีผู้ใช้งานระบบจำนวน 203 คน ไม่ได้ใช้งานระบบ จำนวน 131 คน

โดยในกลุ่มใช้งานระบบ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 193 คน คิดเป็นร้อยละ 95.07 และเป็นเพศชายจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 4.93 มีอายุอยู่ในช่วง 21-30 ปี จำนวน 70 คน คิดเป็นร้อยละ 34.5 รองลงมาคือ ช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 27.1 ช่วงอายุ 31-40 ปี จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2 และอายุมากกว่า 50 ปี จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 17.2 ตามลำดับ มีการศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 171 คน คิดเป็นร้อยละ 84.24 รองลงมา คือ ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 9.36 และระดับปริญญาโท จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 6.40 ตามลำดับ เป็นบุคลากรทางการแพทย์

จำนวน 190 คน คิดเป็นร้อยละ 93.60 รองลงมา ไม่เป็นบุคลากรทางการแพทย์ จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 6.40 ตามลำดับ มีตำแหน่งงานส่วนใหญ่ 3 อันดับแรก เป็นพยาบาลวิชาชีพ จำนวน 154 คน คิดเป็นร้อยละ 75.86 รองลงมา คือ ผู้ช่วยพยาบาล (PN) จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 6.40 รองลงมา เป็น เกษตรกร จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 3.94 ตามลำดับ สิทธิ์ในการเข้าใช้ระบบ ส่วนใหญ่เป็นเจ้าของพื้นที่ (ผู้ใช้ทั่วไป) จำนวน 149 คน คิดเป็นร้อยละ 73.4 รองลงมา คือ หัวหน้ากลุ่ม/หน่วยงาน จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 14.8 และผู้กรอกข้อมูล Dataset จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 5.9 ตามลำดับ และพบว่า เป็นคนที่ได้รับมอบหมายให้ใช้งานระบบ HRMS on cloud จำนวน 129 คน คิดเป็นร้อยละ 63.55 และไม่ได้รับมอบหมายให้ใช้ระบบ HRMS on cloud จำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 36.45 ตามลำดับ

7.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยงของ

สถานพยาบาล HRMS on cloud ซึ่งนำมากำหนดข้อคำถามทั้ง 20 ข้อ ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย 5 ปัจจัย ได้แก่

1) Performance Expectancy (ความคาดหวังด้านผลการปฏิบัติงาน : PE) 2) Effort Expectancy (ความคาดหวังด้านความพยายามในการใช้งานระบบ : EE) 3) Social Influence (อิทธิพลทางสังคม : SI) 4) Facilitating Condition (สิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งาน : FC) และ 5) Service Quality Perception (การรับรู้ถึงความสำคัญของคุณภาพการบริการ : SQ) ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยการถดถอยโลจิสติกทวิ (Binary Logistic regression) พบว่า ในกลุ่มที่เคยใช้งานระบบแล้ว ปัจจัยด้านการรับรู้ถึงความสำคัญของคุณภาพการบริการ (Service Quality perception) เป็นปัจจัยเดียวที่มีอิทธิพลต่อการนำระบบสารสนเทศดังกล่าวไปใช้ในองค์กรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P-value 0.038) โดยค่าสัมประสิทธิ์ (B) เท่ากับ 0.089 จึงกล่าวได้ว่า การที่บุคลากรโรงพยาบาลสระบุรี รับรู้ถึงความสำคัญของคุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาลต่อความปลอดภัยและความพึงพอใจของผู้ป่วยมาก จะส่งผลให้มีการใช้งานระบบสารสนเทศบริหารจัดการความเสี่ยง (HRMS on cloud) มากตามไปด้วย

8. ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้ผลการศึกษาในครั้งนี้สามารถขยายต่อได้กว้างมากขึ้นในอนาคต ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยของตัวแปรอิสระ หรือ ตัวแปรกำกับอื่นๆ เช่น เพศ อายุ ตำแหน่งงาน ฯลฯ รวมถึงขยายกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาให้กว้างขึ้น และ อาจสัมภาษณ์เจาะลึกในแต่ละระดับสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ ซึ่งอาจทำให้ได้ข้อมูลใน

ด้านลักษณะการใช้งาน รวมถึงปัญหาอุปสรรคในการใช้งานระบบมากขึ้น โดยปัญหาอุปสรรคบางส่วนจากข้อเสนอแนะของผู้ตอบแบบสอบถามในการศึกษารุ่นนี้ เช่น ปัญหาการเข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตของโรงพยาบาล ทำให้ส่งผลถึงการบันทึกข้อมูลและเข้าใช้งานระบบ, ความยากในการใช้งานระบบ ทั้งการเข้ารหัสผ่านใช้งาน ความสะดวกในการกรอกข้อมูล, ปัญหาเรื่องการรับรู้ถึงความสำคัญของระบบ โดยพบว่าเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลมีความสนใจในการเข้าใช้งานระบบค่อนข้างน้อย เนื่องจากคิดว่าตนเองไม่เกี่ยวข้องการกรอกบันทึกข้อมูลค่อนข้างละเอียด สับสน รู้สึกเสียเวลาในการบันทึกข้อมูลความเสี่ยง เป็นต้น โดยข้อมูลเหล่านี้ สามารถสร้างความตระหนักเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มการยอมรับการใช้งานระบบ ซึ่งคณะกรรมการบริหารจัดการความเสี่ยงของโรงพยาบาล รวมถึงผู้บริหารของโรงพยาบาล สามารถนำข้อจำกัดและปัจจัยที่มีผลต่อการไม่ยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยง (HRMS on cloud) ไปปรับปรุง และวางแผนกิจกรรมเพื่อเพิ่มความเข้าใจและเข้าใช้งานระบบของบุคลากรในทุกระดับ เพื่อส่งเสริมในด้านการบริหารจัดการความเสี่ยงที่มีคุณภาพของโรงพยาบาลให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ป่วยอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ลัดดาวรรณ เสียงอ่อน, เนตรชนก ศรีทุมมา, & ปราณี มีหาญพงษ์. (2018). การ ศึกษา ปรากฏการณ์ การ บริหาร ความ ปลอดภัย ของ องค์การ พยาบาล ใน โรง พยาบาล ศูนย์ สังกัด กระทรวง สาธารณสุข. Journal of The Royal Thai Army Nurses, 19, 69-77.
- ศศิ จันทร, & ปัญจ ทวี. ปัจจัย ที่ ส่งผล ต่อ การ ยอมรับ การ ใช้ ระบบ สารสนเทศ กรณี ศึกษา สถาบัน การ พดศึกษา วิทยาเขต เชียงใหม่ (Doctoral dissertation, บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัย ราชภัฏ เชียงใหม่).
- สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (องค์การมหาชน). (2562). มาตรฐานโรงพยาบาลและบริการ สุขภาพ ฉบับที่ 4 ปรับปรุง มกราคม 2562. สืบค้น 1 มีนาคม 2564, จาก <https://www.ha.or.th/Backend/fileupload/%e0%b8%a1%e0%b8%b2%e0%b8%95%e0%b8%a3%e0%b8%90%e0%b8%b2%e0%b8%99/Attach/HA%20Standard%20Thai%204th%20Edition.pdf>
- Ami-Narh, J. T., & Williams, P. A. (2012). A revised UTAUT model to investigate E-health acceptance of health professionals in Africa. Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, 3(10), 1383-1391.
- Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Chen, H., & Williams, M. D. (2011). A Meta-analysis of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). In Governance and Sustainability in Information Systems. Managing the Transfer and Diffusion of IT: IFIP WG 8.6 International Working Conference, Hamburg, Germany, September 22-24, 2011. Proceedings (pp. 155-170). Springer Berlin Heidelberg.
- Dou, K., Yu, P., Deng, N., Liu, F., Guan, Y., Li, Z., ... & Duan, H. (2017). Patients' acceptance of smartphone health technology for chronic disease management: a theoretical model and empirical test. JMIR mHealth and uHealth, 5(12), e177. <https://doi.org/10.2196/mhealth.7886>
- Ifinedo, P. (2012, January). Technology acceptance by health professionals in Canada: An analysis with a modified UTAUT model. In 2012 45th Hawaii international conference on system sciences (pp. 2937-2946). IEEE.

- Min, Q., Ji, S., & Qu, G. (2008). Mobile commerce user acceptance study in China: a revised UTAUT model. *Tsinghua Science and Technology*, 13(3), 257-264.
- Momani, A. M., & Jamous, M. (2017). The evolution of technology acceptance theories. *International Journal of Contemporary Computer Research (IJCCR)*, 1(1), 51-58.
- Nakajima, K., Kurata, Y., & Takeda, H. (2005). A web-based incident reporting system and multidisciplinary collaborative projects for patient safety in a Japanese hospital. *Quality & safety in health care*, 14(2), 123–129. <https://doi.org/10.1136/qshc.2003.008607>
- Sharifian, R., Askarian, F., Nematollahi, M., & Farhadi, P. (2014). Factors influencing nurses' acceptance of hospital information systems in Iran: application of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *Health Information Management Journal*, 43(3), 23-28.
- Taherdoost, H. (2018). A review of technology acceptance and adoption models and theories. *Procedia manufacturing*, 22, 960-967.
- Tsai, Y., Wu, S. W., & Tsai, Y. H. (2018). Employee perceptions of service quality based on hospital quality improvement strategy. *International Journal of Management, Economics and Social Sciences (IJMESS)*, 7(Special Issue), 13-25.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.
- World Health Organization [WHO]. (2019) . Patient Safety. Retrieved 1 March 2021 from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety>
- Yang, C. C., Wang, Y. S., Chang, S. T., Guo, S. E., & Huang, M. F. (2009). A study on the leadership behavior, safety culture, and safety performance of the healthcare industry. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 53(1), 1148-1155.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อ และหลังของบุคลากรทาง การแพทย์ที่ปฏิบัติงานด้วยคอมพิวเตอร์ ในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง จังหวัดนครราชสีมา

วิชา รัตนานนท์เสถียร¹, พรทิพย์ เย็นใจ², ประสิทธิ์ จีระศิริ³, ปัทมพร จีระศิริ⁴, เณิมลธิ เทพพิทักษ์^{5*}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อ และหลังของบุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์ ในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง จังหวัดนครราชสีมา โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 51 คน คัดเลือกตามเกณฑ์คือ ปฏิบัติงานมากกว่า 3 เดือน, มีอาการปวดบ่า และหลัง เครื่องมือในการศึกษาคือ 1.แบบสอบถามข้อมูลบุคลากรทางการแพทย์ ประกอบด้วย 1.1 ปัจจัยส่วนบุคคล 1.2 ปัจจัยด้านการทำงาน 2.แบบสอบถามระดับอาการปวดบ่า และหลัง (Face rating scale ร่วมกับ Numerical rating scale) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมานการทดสอบสมมติฐานใช้สถิติ Chi-square Test ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนมากเป็นเพศหญิง (71.45%) อายุ 20-29 ปี (70.59%) BMI 25-29.9 (43.14%) ไม่สูบบุหรี่ (96.08%) จบปริญญาตรี (62.75%) ออกกำลังกาย (62.75%) ใช้คอมพิวเตอร์เฉลี่ย 5.54 ชม./วัน ใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่องเฉลี่ย 6 ชม./วัน ระดับอาการปวดบ่า และหลัง อยู่ระดับปานกลาง $\bar{X}=4.81$ และ 4.43 ตามลำดับ ปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่า และหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) คือ เพศ อายุ BMI ประวัติการสูบบุหรี่ ระดับการศึกษา การออกกำลังกาย ปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่าคือ ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์/วัน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่อง/วัน ปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดหลังคือตำแหน่งการทำงานของผูปฏิบัติงาน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์เฉลี่ย/วัน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่อง/วัน บุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานกับ คอมพิวเตอร์มีอาการปวดบ่า และหลัง ควรได้รับการแก้ไขเพื่อลดระดับอาการปวดป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: การทำงานกับคอมพิวเตอร์, กล้ามเนื้อบ่า, กล้ามเนื้อหลัง, ระดับอาการปวด, บุคลากรทางการแพทย์

¹นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี E-mail watchadathien6@gmail.com

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีสุรนารี E-mail pornthip.yj@sut.ac.th

³ผู้อำนวยการโรงพยาบาล โรงพยาบาลเดอะโกลเดนเกต E-mail 11885ggh11885@gmail.com

⁴ผู้อำนวยการฝ่ายบริหารและพัฒนาคุณภาพ โรงพยาบาลเดอะโกลเดนเกต

E-mail goldengate11885@hotmail.com

^{5*} อาจารย์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี E-mail chalerm@sut.ac.th

Factors Associated with the Level of Shoulder and Back Muscle Pain of Medical Personnel Working with Computer at a hospital in Nakhon Ratchasima Province

Watchada Rattananonsathien¹ Pornthip Yenjai² Prasit Cheerasiri³

Pattamaporn Cheerasiri⁴ Chalernsiri Theppitak^{5*}

Abstract

The purpose of this research was to study factors related to the level of shoulder and back muscle pain among medical personnel who work with computers at a hospital in Nakhon Ratchasima Province. Data were collected from a sample of 51 people selected according to the following criteria: Worked for more than 3 months, had shoulder and back pain. The study instrument was 1. Medical personnel information questionnaire 1.1 Personal factors 1.2 Work factors 2. Shoulder and back pain level questionnaire (Face rating scale together with Numerical rating scale). Data were analyzed using descriptive statistics. and inferential statistics, hypothesis testing uses Chi-square Test statistics. The results of the study found that the majority of the sample were female (71.45%), aged between 20-29 years (70.59%), BMI 25-29.9 (43.14%), not smoking (96.08%), having a bachelor's degree (62.75%), exercising (62.75%), using computers average 5.54 hours/day, use computer continuously for 6 hours/day. Average level of shoulder and back pain, $\bar{X}$ =4.81 and 4.43, respectively. Personal factors that were significantly related to shoulder pain and back pain levels ($P<0.05$) were gender, age, BMI, smoking history, education level, and exercise. Work factors related to shoulder pain levels are: Average computer use time/day, period of continuous computer use/day. The work factor that is related to the level of back pain is the worker's work position, average computer uses time/day, period of continuous computer use/day. Medical personnel who work with computers experience shoulder and back pain and should receive corrective measures to reduce pain levels to prevent further injury.

Keywords: Computer use, Shoulder Muscle, Back Muscle, Pain level, Medical personnel

¹Master's degree student, Occupational health and safety, School of Public Health, Suranaree University of Technology. E-mail: watchadathien6@gmail.com

²Assistant Professor, Occupational health and safety, School of Public Health, Suranaree University of Technology. Email: pornthip.yj@sut.ac.th

³ Hospital Director The Goldengate Hospital E-mail 11885ggh11885@gmail.com

⁴Executive Director and Develop Quality The Goldengate Hospital E-mail goldengate-11885@hotmail.com

^{5*}Lecturer, Occupational health and safety, School of Public Health, Suranaree University of Technology. Email: chalerm@sut.ac.th

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา โรคกระดูกและกล้ามเนื้อ เป็นกลุ่มอาการที่เกิดจากความผิดปกติของกล้ามเนื้อ กระดูก และข้อ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดอาการเจ็บปวด บวม เมื่อยล้า เคล็ดขัดยอกตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย (Jellad et al., 2013) ทำให้การทำงานของร่างกายผิดปกติไปจากเดิม ก่อให้เกิดความยากลำบากในการใช้ชีวิตประจำวัน หรือการทำงาน (Woolf et al., 2004) จนถึงระดับที่รุนแรงซึ่งอาจก่อให้เกิดความพิการ เป็นภาระผู้อื่นที่ต้องมาดูแลส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตผู้ป่วย และสูญเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล (Roux et al., 2005) ปัญหาของโรคที่เกี่ยวข้องกับกระดูก และกล้ามเนื้อ ส่งผลกระทบ ก่อให้เกิดมูลค่าความสูญเสียทางเศรษฐกิจมากกว่าหมื่นล้านบาทต่อปี (เสาวภา และสุนิสา, 2562) โดยโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบกล้ามเนื้อเป็นโรคที่มีอัตราการเจ็บป่วยอยู่ในอันดับที่ 5 ของประเทศไทย เมื่อแยกตามบริเวณอวัยวะที่มีอาการเจ็บป่วยแล้วพบว่ากลุ่มโรคและอาการที่มารับบริการมากเป็นอันดับ 2 คือ กลุ่มอาการปวดหลัง บ่า (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2560) จากสถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงานทั้งหมดของปี พ.ศ. 2559 พบว่า ส่วนใหญ่ร้อยละ 83.2 เกิดจากปัญหาของโรคกระดูก และกล้ามเนื้อที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน (กระทรวงสาธารณสุข, 2559) สาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น เกิดจากท่าทางซ้ำๆ หรือมีแรงกดดันต่อกล้ามเนื้อ เส้นเอ็น ข้อต่อ หรือกระดูกเป็นระยะเวลานาน นอกจากนี้พบว่าการทำงานโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นปัจจัยหนึ่ง ก่อให้เกิดปัญหาความผิดปกติของระบบกระดูก และกล้ามเนื้อ (จุฬาทิพย์ วิญญูเจริญกุล, 2558) เจ้าหน้าที่บุคลากรทางการแพทย์ที่ต้องนั่งทำงานหน้าจอคอมพิวเตอร์ในการบันทึกข้อมูลของผู้มารับบริการเป็นเวลานานส่งผลให้มีอาการปวดกล้ามเนื้อตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น บ่า และหลัง (ประถมพร มาตย์วิเศษ, 2561)

ความชุกของอาการปวดหลังส่วนล่างของบุคลากรทางการแพทย์สูงถึงร้อยละ 80.5 ต่อปี (ณินี ทองนิม, 2556) ผู้ที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์มีการเคลื่อนไหวของอวัยวะส่วนต่างๆ อย่างจำกัด มีท่าทางการทำงานที่มีการเคลื่อนไหวซ้ำๆ ท่าทางการทำงานเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดความผิดปกติโครงร่างกล้ามเนื้อได้ (วิลาวลัย และคณะ, 2550) บุคลากรทางการแพทย์ทุกระดับตั้งแต่แพทย์ พยาบาล เภสัชกร นักวิชาการสาธารณสุข รวมไปถึงผู้ช่วยพยาบาล จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลในระบบโปรแกรมการให้บริการสุขภาพในการเบิกจ่ายค่ารักษาพยาบาล/หัตถการต่างๆ ภาระงานการบันทึกข้อมูลจึงต้องบันทึกทั้ง 2 รูปแบบ 1) รูปแบบเก่าบันทึกกระบบมือ manual 2) รูปแบบปัจจุบันระบบคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่เริ่มต้นที่จุดคัดกรองถึงระบบจ่ายยากลับบ้านล้วนต้องบันทึกในระบบคอมพิวเตอร์ทั้งสิ้น จากสถิติผู้มารับบริการของบุคลากรที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อ บ่า และหลัง ของโรงพยาบาลเอกชนแห่งหนึ่ง จังหวัดนครราชสีมา ย้อนหลัง 3 ปี

พบว่า บุคลากรที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อ บ่า หลัง ปีพ.ศ. 2563, 2564 และ 2565 คิดเป็นร้อยละ 66.36, 71.67 และ 73.33 ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นทุกปี จากสถานการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่าและหลังของกลุ่มบุคลากรที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ทราบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เพื่อหาแนวทางในการป้องกันแก้ไขและดูแลสุขภาพของกลุ่มบุคลากรทางการแพทย์ให้ทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ทางการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล และปัจจัยการทำงานของบุคลากรทางการแพทย์
- 1.2.2 เพื่อประเมินระดับอาการปวดบ่า และหลังของบุคลากรทางการแพทย์
- 1.2.3 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่า และหลัง

1.3 สมมติฐานการวิจัย

- 1.3.1 ปัจจัยส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่า และปวดหลังของบุคลากรทางการแพทย์
- 1.3.2 ปัจจัยการทำงานมีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่า และปวดหลังของบุคลากรทางการแพทย์

1.4 กรอบแนวคิดงานวิจัย

ตัวแปรอิสระ

ปัจจัยส่วนบุคคล

- เพศ
- อายุ
- BMI
- การสูบบุหรี่
- ระดับการศึกษา
- ประวัติอุบัติเหตุทางกระดูกและกล้ามเนื้อที่บริเวณบ่า และหลัง
- ประวัติโรคประจำตัว
- การออกกำลังกาย
- จำนวนครั้งที่ออกกำลังกายต่อสัปดาห์
- จำนวนเวลาที่ออกกำลังกายต่อครั้ง

ปัจจัยในการทำงาน

- ตำแหน่งการทำงาน
- ลักษณะการทำงาน
- ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ (ชั่วโมงต่อวัน)
- ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่อง (ชั่วโมงต่อวัน)
- อาชีพเสริม
- งานบ้าน
- งานอดิเรก

ตัวแปรตาม

1. ระดับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่า
2. ระดับอาการปวดกล้ามเนื้อหลัง

2.วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 รูปแบบการศึกษาวิจัย งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ แบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่า และหลัง ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล และปัจจัยการทำงาน ของบุคลากรทางการแพทย์ที่ปฏิบัติงานด้วยคอมพิวเตอร์ ในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง จังหวัดนครราชสีมา

2.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้เป็นบุคลากรทางการแพทย์จากโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 60 คน

กลุ่มตัวอย่าง คำนวณได้จากสูตร เครซี่ และมอร์แกน ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เกิน 0.05 % ระดับความเชื่อมั่น 3.841 % สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากรที่ต้องการจะศึกษา 0.7

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } n &= \frac{X^2 Np(1-p)}{e^2(N-1) + X^2 p(1-p)} \\ &= \frac{(3.841)^2(60)(0.7)(1-0.7)}{0.052(60-1) + (3.841)^2(0.7)(1-0.7)} \\ &= \frac{48.3966}{0.1475 + 0.80661} \\ &= \frac{48.3966}{0.95411} = 50.72 \end{aligned}$$

คำนวณแล้วได้กลุ่มตัวอย่าง 51 คน สุ่มตัวอย่างด้วยวิธีกำหนดโควต้า (Quota Sampling)

โดยมีเกณฑ์คัดเข้าและคัดออกงานวิจัยดังต่อไปนี้

เกณฑ์การคัดเข้า

- 1) บุคลากรทางการแพทย์ ปฏิบัติงานมากกว่า 3 เดือน
- 2) มีอาการปวดบ่า และหลัง พิจารณาจากมี Pain score ≥ 1

เกณฑ์การคัดออก

- 1) กำลังอยู่ระหว่างการตั้งครรภ์
- 2) ไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยต่อ

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ในงานวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ดังนี้คือ

2.3.1 แบบสอบถามข้อมูลบุคลากรทางการแพทย์

2.3.1.1 ปัจจัยส่วนบุคคล จำนวน 10 ข้อ ได้แก่ข้อมูลเกี่ยวกับ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย(BMI) การสูบบุหรี่ ระดับการศึกษา ประวัติอุบัติเหตุทางกระดูกและกล้ามเนื้อที่บริเวณบ่า และหลัง ประวัติโรคประจำตัว การออกกำลังกาย จำนวนครั้งของการออกกำลังกายต่อสัปดาห์ จำนวนเวลาที่ออกกำลังกายต่อครั้ง

2.3.1.2 ปัจจัยด้านการทำงาน จำนวน 7 ข้อ ได้แก่ข้อมูลเกี่ยวกับ ตำแหน่งการทำงาน ลักษณะการทำงาน ระยะเวลาในการใช้คอมพิวเตอร์ (ชั่วโมงต่อวัน) ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่อง (ชั่วโมงต่อวัน) อาชีพเสริม งานบ้าน งานอดิเรก

2.3.2 แบบสอบถามระดับอาการปวดบ่า และหลัง (Face rating scale ร่วมกับ Numerical rating scale) วิธีการประเมินให้กลุ่มตัวอย่างดูแผนภาพในแบบสอบถามและระบุว่ากลุ่มตัวอย่างมีอาการปวดกล้ามเนื้อบ่าและหลังอยู่ในระดับใด โดยทำเครื่องหมายหน้าตัวเลขนั้น ตัวเลขที่กลุ่มตัวอย่างระบุเป็นคะแนนความปวด ซึ่งสามารถแบ่งเป็น 5 ระดับได้ดังนี้คือ

เลข 0 หมายถึง ไม่ปวด

เลข 1-2 หมายถึง ปวดเล็กน้อย

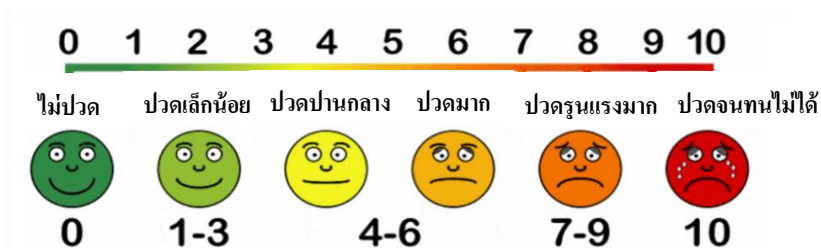
เลข 3-4 หมายถึง ปวดปานกลาง

เลข 5-6 หมายถึง ปวดมาก

เลข 7-8 หมายถึง ปวดรุนแรง

เลข 9 หมายถึง ปวดรุนแรงมาก

เลข 10 หมายถึง ปวดจนทนไม่ได้



ภาพที่ 1 แบบสอบถามความปวด Face rating scale ร่วมกับการใช้

Numerical rating scale (Chibnall and Tait, 2001)

2.4 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ การหาความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) และการหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ (Reliability) นำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านจะให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามเหล่านั้นเป็นตัวแทนของลักษณะที่ต้องการวัด

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามเหล่านั้นเป็นตัวแทนของลักษณะที่ต้องการวัดหรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามเหล่านั้นเป็นไม่ตัวแทนของลักษณะที่ต้องการวัด

หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้ว ผู้วิจัยมาปรับปรุงแก้ไขตามความคิดเห็น และข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน และได้คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และวัตถุประสงค์ (Index of item-Objective Congruence: IOC) มีค่า = 0.859

2.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

2.5.1 ศึกษา ทบทวนวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.2 จัดทำ และตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ (แบบสอบถาม) การหาความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) และการหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

(Reliability) นำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ปรับปรุง แก้ไขสำนวนภาษาที่ใช้ในการพิจารณาให้ข้อเสนอแนะทั้งในด้านข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ให้เหมาะสม ได้คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม และวัตถุประสงค์ (Index of item-Objective Congruence: IOC) มีค่า = 0.859 แปลผล มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้

2.5.3 ประชาสัมพันธ์ชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ประโยชน์ ขั้นตอน และสอบถามผู้ที่สนใจเข้าร่วมวิจัย

2.5.4 ให้อาสาสมัครทำแบบสอบถาม

2.5.4.1 แบบสอบถามบุคลากรทางการแพทย์ 1) เก็บข้อมูลแบบสอบถาม บุคลากรทางการแพทย์ ระยะเวลา 10 นาที ต่อ 1 คน ทั้งหมด 51 คน โดยแบ่งการ เก็บข้อมูลเป็น 2 วัน วันละ 26 คน และ 25 คน

2.5.4.2 แบบสอบถามระดับอาการปวดกล้ามเนื้อเนื่อป่า และหลัง เก็บ แบบสอบถามอาการปวด Face rating scale ร่วมกับการใช้ Numerical rating scale ระยะเวลา 2 นาที

2.6 การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่างและจริยธรรมในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการอนุมัติการทำวิจัยจากคณะกรรมการด้านจริยธรรมการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (COA No.90/2566) ผู้วิจัยทำการชี้แจงวัตถุประสงค์ ของการวิจัย ขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูล พร้อมทั้งขอความยินยอมในการเข้าร่วมวิจัยด้วยการลงนาม ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และขอความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูล โดยแจ้งสิทธิในการตอบรับ หรือการปฏิเสธการเข้าร่วมการวิจัย และบอกเลิกการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ได้ตลอดเวลา โดยไม่เกิดผลเสียหายต่อกลุ่มตัวอย่าง การนำเสนอผลการวิจัยจะนำเสนอในภาพรวม โดยไม่มีการเปิดเผยชื่อ ของกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลที่ได้จะเก็บไว้เป็นความลับและนำมาใช้เพื่อการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เท่านั้น

2.7 การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลทั่วไป วิเคราะห์ด้วยสถิติ เิงพรรณนา และเชิง อนุมาน

2.7.1 สถิติเชิงพรรณนา ใช้วิเคราะห์ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยในการทำงาน การ เปรียบเทียบระดับอาการปวด สถิติที่ใช้ ความถี่ ร้อยละ พิสัย (Range), ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2.7.2 สถิติเชิงอนุมานใช้วิเคราะห์ ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวด กล้ามเนื้อป่า และหลัง วิเคราะห์ด้วยสถิติ Chi-square Test

3 ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

พบว่า บุคลากรทางการแพทย์ส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง (71.45%) มีอายุระหว่าง 20-29 ปี (70.59%) ดัชนีมวลกาย (BMI) อยู่ระหว่าง 25-29.9 แปลผลคือ อ้วนระดับ 2 (43.14) ไม่สูบบุหรี่ (96.08%) จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (62.75%) ไม่มีประวัติอุบัติเหตุทางกระดูกและกล้ามเนื้อที่บริเวณบ่าและหลัง (80.39%) ไม่มีโรคประจำตัว (96.08%) มีการออกกำลังกาย (62.75%) จำนวนครั้งที่ออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (54.90%) จำนวนเวลาที่ออกกำลังกายต่อครั้งมากกว่าครั้งละ 30 นาที (58.82%) รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ผลการศึกษาข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	15	28.55
หญิง	36	71.45
อายุ		
20-29 ปี	36	70.59
30-39 ปี	10	19.61
40-49 ปี	4	7.84
50-59 ปี	0	0
มากกว่า 60 ปี	1	1.96
BMI		
น้อยกว่า 18.5 (น้อยกว่ามาตรฐาน)	0	0
18.5-22.9 (ปกติ)	7	13.73
23-24.9 (อ้วนระดับ 1)	19	37.25
25-29.9 (อ้วนระดับ 2)	22	43.14
มากกว่าหรือเท่ากับ 30 (อ้วนระดับ 3)	3	5.88
การสูบบุหรี่		

การสูบบุหรี่	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ไม่สูบ	49	96.08
สูบ	2	3.92
ระดับการศึกษาสูงสุด		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	19	37.25
ปริญญาตรี	32	62.75
ปริญญาโท	0	0
ปริญญาเอก	0	0

ตาราง 1 ผลการศึกษาข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

ปัจจัยส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ประวัติอุบัติเหตุทางกระดูกและกล้ามเนื้อที่บริเวณบ่า และหลัง		
ไม่มีประวัติ	41	80.39
มีประวัติกระดูกแตก หัก ปริ ร้าว ข้อเคลื่อนที่บริเวณบ่า และหลัง	0	0
มีประวัติแผลหลังผ่าตัดบริเวณบ่า และหลัง ที่ยังไม่หายสนิท	0	0
อื่นๆ เช่น กระดูกนิ้วหัก แผลผ่าตัดบริเวณอื่นที่ไม่ใช่บริเวณ บ่า และหลัง	10	19.61
โรคประจำตัว		
ไม่มี	2	3.92
มี เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคภูมิแพ้ เป็นต้น	49	96.08
การออกกำลังกาย		
ไม่ได้ออกกำลังกาย	19	37.25
ออกกำลังกาย	32	62.75
จำนวนครั้งที่ออกกำลังกายต่อสัปดาห์		
มากกว่าหรือเท่ากับ 3 ครั้งต่อสัปดาห์	23	45.10
น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์	28	54.90

จำนวนเวลาที่ออกกำลังกายต่อครั้ง

มากกว่าครั้งละ 30 นาที	30	58.82
น้อยกว่าครั้งละ 30 นาที	21	41.18

3.2 ผลการศึกษาข้อมูลปัจจัยการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

พบว่า บุคลากรทางการแพทย์ส่วนใหญ่ มีตำแหน่งการทำงานอยู่ในระดับผู้ปฏิบัติงาน (92.16%) ลักษณะการทำงานคือใช้คอมพิวเตอร์ (96.08%) ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อวันเฉลี่ย 5.54 ชม./วัน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่องเฉลี่ย 6 ชม./วัน ไม่มีอาชีพเสริม (94.00%) ทำงานบ้าน ได้แก่ ซักผ้า, ล้างจาน เป็นต้น (86.27) ไม่มีงานอดิเรก (98.04%) รายละเอียดดังตารางที่ 2

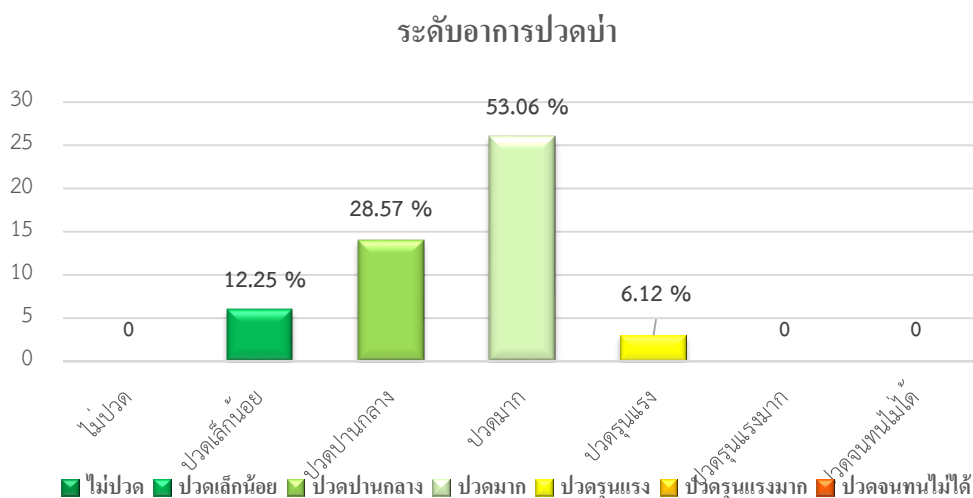
ตาราง 2 ผลการศึกษาข้อมูลปัจจัยการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัยการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (ราย)	ร้อยละ
ตำแหน่งการทำงาน		
ผู้ปฏิบัติงาน	47	92.16
หัวหน้างาน	4	7.84
ผู้บริหาร	0	0
อื่นๆ	0	0
ลักษณะการทำงาน		
ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์	2	3.92
ใช้คอมพิวเตอร์	49	96.08
ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์เฉลี่ยต่อวัน(ชม./วัน)	5.54 ชม./วัน	
ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่องเฉลี่ย (ชม./วัน)	6 ชม./วัน	
อาชีพเสริม		
ไม่มี	47	92.15
มี	4	7.85

งานบ้าน		
ไม่ทำ	7	13.73
ทำ	44	86.27
งานอดิเรก		
ไม่มี	50	98.04
มี	1	1.96

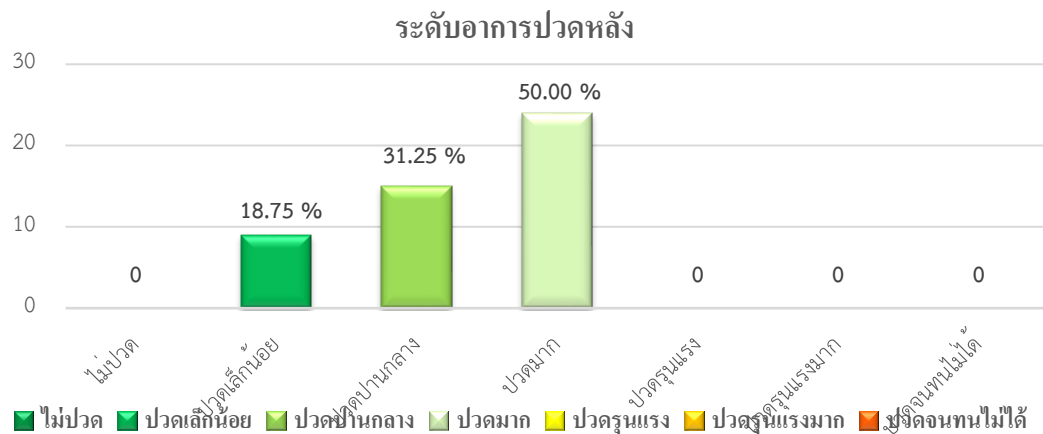
3.3 ผลการศึกษาข้อมูลระดับอาการปวดบ่า และอาการปวดหลังของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยของอาการปวดบ่าเท่ากับ 4.81 คะแนนอยู่ในระดับปวดปานกลาง โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีระดับอาการปวดบ่าอยู่ระดับปวดมาก (5-6 คะแนน) คิดเป็น 53.06 % รองลงมาคือ ระดับอาการปวดปานกลาง (3-4 คะแนน) คิดเป็น 28.57 % ระดับอาการปวดเล็กน้อย (1-2 คะแนน) คิดเป็น 12.25 % ระดับอาการปวดรุนแรง (7-8 คะแนน) คิดเป็น 6.12 % รายละเอียดตามแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลระดับอาการปวดบ่า ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยของอาการปวดหลังเท่ากับ 4.43 คะแนนอยู่ในระดับปวดปานกลาง โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีระดับอาการปวดหลังอยู่ระดับปวดมาก (5-6 คะแนน) คิดเป็น 50.00 % รองลงมาคือ ระดับอาการปวดปานกลาง (3-4 คะแนน) คิดเป็น 31.25 % ระดับอาการปวดเล็กน้อย (1-2 คะแนน) คิดเป็น 18.75 % รายละเอียดตามแผนภูมิที่ 2



แผนภูมิที่ 2 ผลการศึกษาข้อมูลระดับอาการปวดหลังของกลุ่มตัวอย่าง

3.4 ผลการศึกษาข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่าและหลัง ของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$) คือ เพศ อายุ BMI ประวัติการสูบบุหรี่ ระดับการศึกษา การออกกำลังกาย

ปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ เพศ อายุ BMI ประวัติการสูบบุหรี่ ระดับการศึกษา การออกกำลังกาย

รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่าและหลัง ของกลุ่มตัวอย่าง
ที่ p-value (≤ 0.05)

ปัจจัยส่วนบุคคล	ระดับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่า	ระดับอาการปวดกล้ามเนื้อหลัง
1.เพศ	$X^2 = 22.59$, df = 7 p = .015*	$X^2 = 18.13$, df = 6 p = .012*
2.อายุ	$X^2 = 19.42$, df = 8 p = .047*	$X^2 = 20.11$, df = 8 p = .037*
3.BMI	$X^2 = 25.45$, df = 6 p = .018*	$X^2 = 27.80$, df = 6 p = .019*
4.การสูบบุหรี่	$X^2 = 18.78$, df = 2 p = .049*	$X^2 = 17.64$, df = 2 p = .049*
5.ระดับการศึกษา	$X^2 = 21.13$, df = 3 p = .031*	$X^2 = 22.78$, df = 3 p = .010*
6.ประวัติอุบัติเหตุทางกระดูกและ กล้ามเนื้อที่บริเวณบ่า และหลัง	$X^2 = 15.98$, df = 7 p = .574	$X^2 = 16.44$, df = 7 p = .681
7.ประวัติโรคประจำตัว	$X^2 = 3.27$, df = 2 p = .997	$X^2 = 3.98$, df = 3 p = .398
8.การออกกำลังกาย	$X^2 = 19.18$, df = 4 p = .023*	$X^2 = 21.29$, df = 4 p = .041*

3.5 ผลการศึกษาข้อมูลปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่าและหลัง ของกลุ่มตัวอย่าง

ปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์/วัน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่อง/วัน ปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) คือ ตำแหน่งการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์เฉลี่ย/วัน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่อง/วัน

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาข้อมูลปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่าและหลัง
ของกลุ่มตัวอย่าง ที่ p-value (≤ 0.05)

ปัจจัยการทำงาน	ระดับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่า	ระดับอาการปวดกล้ามเนื้อหลัง
1.ตำแหน่งการทำงาน	$X^2 = 2.45$, df = 6 p=.514	$X^2 = 19.76$, df = 6 p=.020*
2.ลักษณะการทำงาน	$X^2 = 15.41$, df = 4 p=.067	$X^2 = 13.89$, df = 5 p=.073
3.ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ (ชั่วโมงต่อวัน)	$X^2 = 19.76$, df = 6 p=.008*	$X^2 = 22.43$, df = 7 p=.043*
4.ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ ต่อเนื่อง (ชั่วโมงต่อวัน)	$X^2 = 23.56$, df = 7 p=.011*	$X^2 = 17.54$, df = 9 p=.048*
5.อาชีพเสริม	$X^2 = 14.86$, df = 6 p=.870	$X^2 = 15.90$, df = 7 p=.763
6.งานบ้าน	$X^2 = 10.72$, df = 4 p=.819	$X^2 = 9.45$, df = 4 p=.501
7.งานอดิเรก	$X^2 = 5.76$, df = 5 p=.732	$X^2 = 3.41$, df = 6 p=.652

4 อภิปรายผล

4.1 ปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับอาการปวดกล้ามเนื้อบ่า และอาการปวดกล้ามเนื้อหลัง

ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่าและหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$) คือ เพศ อายุ BMI ประวัติการสูบบุหรี่ ระดับการศึกษา การออกกำลังกาย

เพศ ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการยกเคลื่อนย้ายวัสดุ หรืองานที่ต้องออกแรงมากในกรณีที่ได้รับการฝึกฝนกล้ามเนื้อเท่าๆ กันเพศหญิงมักมีกล้ามเนื้อที่เล็กกว่าจะสามารถออกแรงได้ประมาณร้อยละ 70 ของเพศชายเท่านั้น ในบางการศึกษาพบว่าความชุกของโรคในระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างใน

เพสหญิงสูงกว่าเพศชาย เช่น โรคที่เกิดจากการทำงานซ้ำบ่อยๆ (repetitive strain injury) กลุ่มอาการอุโมงค์ข้อมือ โรคเอ็นข้อศอกด้านในอักเสบ (golfer's elbow) และ โรคเอ็นข้อศอกด้านนอกอักเสบ (tennis's elbow) เป็นต้น (สุรศักดิ์ นุชนทรวิเวทย์, 2554) นอกจากนี้ยังพบว่าเพสหญิง มีรายงานการเกิดความเจ็บป่วยมากกว่าเพศชายทั้งนี้อาจเนื่องจากความแตกต่างกันทางสรีระร่างกายของเพศชายมีความแข็งแรงของโครงสร้างร่างกาย และกล้ามเนื้อมากกว่าเพสหญิง ทำให้เกิดความผิดปกติในระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างน้อยกว่าเพสหญิง(นุชนารณ กันธิยะ, 2552)

อายุ จากรายงานการศึกษา ของสถาบันอาชีวอนามัยและ ความปลอดภัยของ ประเทศสหรัฐอเมริกา (NIOSH) (Cohen LA et al., 1997) ระบุว่าอายุ เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเกิดกลุ่มอาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อ และโครงร่างจากการทำงานเมื่ออายุมากขึ้น ความแข็งแรงของร่างกาย จะน้อยลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น เมื่ออายุ 65 ปี ความแข็งแรงจะลดลงเหลือเพียงร้อยละ 75 ของความแข็งแรงที่มีอยู่เดิม ทำให้พบความชุกของการเกิดอาการในระบบกล้ามเนื้อ และโครงร่างสูงตามอายุที่เพิ่มขึ้นด้วยซึ่ง สอดคล้องกับการศึกษาอาการปวดคอที่เกิดกับบุคลากรที่ใช้คอมพิวเตอร์ พบว่ามีเพียงอายุที่มีความสัมพันธ์กับอาการปวดคออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.04$) (จารุวรรณ และคณะ, 2552) ในขณะที่การศึกษาสภาพการทำงาน และภาวะปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของบุคลากรโรงพยาบาลโพธารามไม่พบความสัมพันธ์ทางสถิติของอายุกับอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ(สุนันท์ ศุภรัตน์เมธิ, 2540) ซึ่งอาจเกิดจากคนทำงานที่มีปัญหาสุขภาพได้เปลี่ยนตำแหน่งงาน หรือออกจากงานไปแล้ว

ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index [BMI]) มีรายงานการศึกษาพบว่าขนาดของร่างกายเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเกิดการบาดเจ็บในระบบกล้ามเนื้อและโครงร่าง และจากการศึกษาผู้ช่วยพยาบาลเพศชายในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่มีดัชนีมวลกายมากกว่า หรือเท่ากับ 30.0 กิโลกรัม/เมตร² พบว่า อัตราความชุกของการเกิดกลุ่มอาการผิดปกติทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างที่มีอาการสม่ำเสมอในบริเวณหลังส่วนล่างสูงถึงร้อยละ 40 มีรายงานการศึกษาในต่างประเทศพบว่าผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกาย เกิน 25 กิโลกรัม/เมตร² จะเสี่ยงต่อการแตกหักของข้อเท้า ปวดหลัง ปวดเข่า และปวดคอ โดยเฉพาะผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายที่สูงมีความสัมพันธ์กับอาการบาดเจ็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (นุชนารณ กันธิยะ, 2552)

การสูบบุหรี่ (smoking) ผู้ที่สูบบุหรี่มากมีแนวโน้มที่จะปวดหลังมากกว่าผู้ที่ไม่สูบบุหรี่ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากอาการไอเรื้อรังทำให้เกิดแรงกดภายในกระดูกสันหลังมาก ทำให้เพิ่มความ

ต้นในหมอนรองกระดูกนำไปสู่โรคหมอนรองกระดูกเคลื่อน หรืออาจเป็นผลจากนิโคตินที่ทำการไหลเวียนของโลหิตลดลง ซึ่งอธิบายได้ถึงการปวดหลังส่วนล่าง(low back pain) ที่พบสูงในคนที่สูบบุหรี่มากกว่า คนที่ไม่สูบบุหรี่ (สลิธร เทพตระการพร, 2551)

ระดับการศึกษา ระดับการศึกษาที่มากขึ้นช่วยลดความผิดปกติกล้ามเนื้อ จากภาระงานระดับการศึกษาที่ต่ำกว่า พบว่ามีลักษณะงานที่ต้องยกของหนักมากกว่า (รัตน และคณะ, 2557)

การออกกำลังกาย พบว่าการออกกำลังกายมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับการเกิดกลุ่มอาการผิดปกติในระบบโครงร่างกล้ามเนื้อโดยเฉพาะอาการปวดหลังส่วนล่างเนื่องจากการออกกำลังกายมีผลต่อกำลังและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อทำให้เกิดความสมบูรณ์ของร่างกายอาจเป็นปัจจัยสำคัญในการป้องกันไม่ให้เกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง (พิสิษฐ์ เลิศเชาวพัฒน์, 2549) หากบุคคลมีกิจกรรมทางกายจะทำให้เพิ่มความสามารถในการนำออกซิเจนไปเลี้ยงกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกาย และลดการสะสมของกรดแลคติก (lactic acid) ที่เป็นสาเหตุของความเจ็บปวดกล้ามเนื้อ และยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงของมวลกระดูก และกล้ามเนื้อ เพิ่มความคงตัวและความยืดหยุ่นของเส้นเอ็น และข้อต่อต่างๆ ทำให้ลดการเกิดการบาดเจ็บในระบบกล้ามเนื้อและโครงร่างได้ (Cohen LA et al., 1997)

4.2 ปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับอาการปวดกล้ามเนื้อขา และอาการปวดกล้ามเนื้อหลัง

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อขาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) คือ ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์/วัน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื้อ/วัน ปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดกล้ามเนื้อหลังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) คือ ตำแหน่งการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์เฉลี่ย/วัน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื้อ/วัน

ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ และการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื้อ การปฏิบัติงานที่ยาวนาน การทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม การออกแรงกระทำซ้ำๆ จะก่อให้เกิดความเมื่อยล้าอีกทั้งทำให้เกิดความอ่อนเพลีย และขาดความตื่นตัวในการทำงาน ก่อให้เกิดการบาดเจ็บได้ง่าย และได้ผลงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ การทำงานที่ต้องใช้สายตาเพ่งมอง นอกจากจะส่งผลต่อความล้าของสายตาแล้วการหดเกร็งกล้ามเนื้อที่คอ และไหล่อย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาระยะ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ธีรศักดิ์ และเพชรรัตน์, 2563) ; (ณัฐพงศ์ และคณะ, 2564) ; (ภัทริยา และคมสัน, 2562) ; (สลิธร เทพตระการพร, 2551) ตำแหน่งการทำงาน โดยในแต่ละตำแหน่งงานมีการปฏิบัติงานที่ใช้

กล้ามเนื้อแตกต่างกันในแต่ละตำแหน่ง ระดับการศึกษาที่ต่ำกว่า พบว่ามีลักษณะงานที่ต้องยกของหนักมากกว่า ตำแหน่งปฏิบัติการพบว่ามีอาการปวดหลังมากกว่า ผู้บริหาร และหัวหน้างาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ (ปริญา และกานต์พจน์, 2563)

5 สรุป

ปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P < 0.05$) คือ เพศ อายุ BMI ประวัติการสูบบุหรี่ ระดับการศึกษา การออกกำลังกาย ปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดหลังคือ เพศ อายุ BMI ประวัติการสูบบุหรี่ ระดับการศึกษา การออกกำลังกาย ปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดบ่าคือ ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์/วัน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่อง/วัน ปัจจัยการทำงานที่สัมพันธ์กับระดับอาการปวดหลังคือ ตำแหน่งการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์เฉลี่ย/วัน ระยะเวลาการใช้คอมพิวเตอร์ต่อเนื่อง/วัน

6 ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยนี้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางสุขภาพของบุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังและติดตามกลุ่มตัวอย่าง ได้รับการแก้ไขเพื่อลดระดับอาการปวด และป้องกันการบาดเจ็บทางกระดูกและกล้ามเนื้อที่อาจเพิ่มขึ้น ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการตรวจวัดเพื่อให้ได้ค่าที่ตรวจวัดได้จากเครื่องมือ เพิ่มเติมจากการตรวจวัดด้วยความรู้สึกร่วมของกลุ่มตัวอย่าง การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อได้แก่ เครื่อง EMG (Electromyography) ใช้ในการตรวจวัดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ, เครื่องมือการวัดองศาการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ (Goniometer) ใช้ในการประเมินองศาของกล้ามเนื้อ

7 กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากทุนอุดหนุนโครงการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการโรงพยาบาล และท่าน

ผู้อำนวยการฝ่ายบริหารและพัฒนาคุณภาพ โรงพยาบาลเดอะ โกลเดนเกต ที่ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่ รวมถึงกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Chibnall J.T. & Tait R.C. (2001). Pain assessment in cognitively impaired and unimpaired older adults: A comparison of four scales. *Pain*, 92(1-2), 173–186.
- Cohen LA, Gjessing C, Fine JL, Bernard PB, & McGlothlin DJ. (1997) *Elements of Ergonomics Programs: A Primer Based On Workplace Evaluations Of Musculoskeletal Disorders* Atlanta. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).
- Jellad, A., Lajili, H., Boudokhane, S., Migaou, H., Maatallah, S., & Frih, Z. S. (2013). Musculoskeletal disorders among Tunisian hospital staff Prevalence and risk factors. *The Egyptian Rheumatologist*, 35(1), 59-63.
- Roux, P., Sabra, G. K., Gerstoft, P., & Kuperman, W. A. (2005). P-waves from cross-correlation of seismic noise. *American Geophysical Union*, 94(5), 1-4.
- Woolf, C. J., Dennis, A. A., Dale, J. B., Francois, A., William, K., & Paul, E. (2004). Pain: Moving from Symptom Control toward Mechanism- Specific Pharmacologic Management. *Annals of Internal Medicine*, 140(6), 441-451.
- กระทรวงสาธารณสุข. (2559). รายงานประจำปี 2559 สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากการทำงาน. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.
- จารุวรรณ ปันวารี, จักรกริช กล้าผจญ และอภิชนา ไชวินทะ. (2552). อาการปวดคอที่เกิดกับบุคลากรที่ใช้คอมพิวเตอร์: การศึกษาปัจจัยทางกายศาสตร์. *เวชศาสตร์ฟื้นฟู*, 19(1), 30-35.
- จุฑาทิพย์ วิญญูเจริญกุล. (2558) การลดความเสี่ยงของความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อของผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในสำนักงาน: กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดสงขลา[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม]. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ณัฐพงศ์ ศรีสุขโข, พิพัฒน์ ลักษมีจรัสกุล, สิทธิพันธุ์ ไชยน์นันทน์ และนาถนัฏดา มรกตศรีวรรณ. (2564).

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอาการปวดหลังส่วนล่างของบุคลากรทางการแพทย์ โรงพยาบาลแห่งหนึ่ง สังกัดกรุงเทพมหานคร. วารสารโรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์, 17(1), 84-112.

-ธีรศักดิ์ พาจันท์ และเพชรรัตน์ สุขสูง. (2563). ความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปวดหลังส่วนล่าง ของบุคลากรสาธารณสุข สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดขอนแก่น. วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน, 6(3), 196-205.

-นลินี ทองนิม. (2556). ความชุกและปัจจัยทางการยศาสตร์ของการปวดหลังส่วนล่างจากการทำงานในพยาบาลโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ [วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย]. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

-นุชนารถ กันธิยะ. (2552). กลุ่มอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการทำงานและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในพยาบาลวิชาชีพ [วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลอาชีวอนามัย]. คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

-ประถมพร มาตย์วิเศษ. (2561). ผลการใช้ลูกกลิ้งมหัศจรรย์ต่อการลดความปวดบ่า. วารสารโรงพยาบาลมหาสารคาม, 15(3), 65-75.

-ปริญญา เลิศสินไทย และกานต์พาจิ ศรีแก้ว. (2558). การเปรียบเทียบของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อหลังขณะนั่งพับเพียบบนพื้นราบและพื้นลาดเอียง. วารสารกายภาพบำบัด, 37(2), 79-90.

-พิสิษฐ์ เลิศชาวพัฒน์. (2549). ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาการปวดหลังส่วนล่างในผู้ผลิตสินค้าประเภทไม้ในกลุ่มสหกรณ์วังน้ำเย็นจังหวัดสระแก้ว [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวเวชศาสตร์]. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

-ภัทริยา อินทร์ไธโล่ และคมสัน ปลั่งศิริ. (2562). ผลของท่าทางในขณะใช้งานแท็บเล็ตต่ออาการปวดและการทำงานของกล้ามเนื้อในคนทำงานสำนักงาน. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 20(1), 73-87.

-รัตนา มูลคำ, วีระพร สุทธาภรณ์ และนงศ์คราญ วิเศษกุล. (2557). ผลของการออกกำลังกายแบบโยคะต่ออาการปวดคอและไหล่ในพนักงานสำนักงานที่ทำงานกับคอมพิวเตอร์. พยาบาลสาร, 41(3), 70-82.

-วิลาวัลย์ ชัยแก่น, ชวพรพรรณ จันท์ประสิทธิ์, และ ธาณี แก้วธรรมานุกุล. (2550). ปัจจัยด้านการยศาสตร์และอัตราความชุกของอาการปวดทางโครงร่างและกล้ามเนื้อในคนงานโรงงานผลิตชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำในนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ. วารสารวิจัยสาธารณสุข, 16(2), 226-233.

- สลิทธ เทพตระการพร. (2551). การยศาสตร์เบื้องต้นตารางอาชีพเวชศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพยาบาลนพรัตน์
ราชธานี กรมการแพทย์กระทรวงสาธารณสุข. 259-295.
- สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (2560). รายงานประจำปี 2560 โรคที่เกี่ยวกับระบบ
กล้ามเนื้อ. กรุงเทพฯ: สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม.
- สุนันท์ สุกรัตน์เมธี. (2540). สภาพการทำงานและภาวะปวดเมื่อยกล้ามเนื้อของบุคลากรโรงพยาบาลโพ
ธาราม. วารสารแพทย์เขต7, 97(6), 251-274.
- สุรศักดิ์ บุรณตรีเวทย์. (2554). โรคระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกิดเนื่องจากการทำงาน. กรุงเทพฯ: ตำราอา
ชีวเวชศาสตร์.
- เสาวภา ห้วยจันทร์ และสุนิสา ชายเกลี้ยง. (2562). การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่อความผิดปกติ
ทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อในคนงานอุตสาหกรรมรีดขึ้นรูปหลังคาเหล็ก. วารสารวิจัย
สาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 12(2), 85-90.

การกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาลด้วยเปลือกกล้วยและเปลือกส้มปรีด ที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริก

รัตนชนก ชนะคำ¹, สิตานัน นาคสุวรรณ², พิมพ์ไฉ ชัยแพ่ง³, จุรารัตน์ ก้อนวัน⁴, ฐาปนีย์ สันตะคุ,
อริษา ชัยโย⁶, วิณา รองจะโปะ^{7*}

บทคัดย่อ

น้ำประปาบาดาลที่มีค่าความกระด้างมากกว่า 300 mg/L ของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดหินปูนที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาลด้วยเปลือกกล้วยและเปลือกส้มปรีดที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) โดยทำการวิเคราะห์ลักษณะหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวของเปลือกกล้วยและเปลือกส้มปรีดที่ไม่ปรับสภาพและที่ปรับสภาพแล้วด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (FTIR) และศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดความกระด้างแบบที่สะดวกด้วยการเปรียบเทียบค่าความกระด้างก่อนและหลังการทดสอบ โดยวิเคราะห์ความกระด้างด้วยวิธีการไทเทรตด้วยอีดีทีเอ (EDTA) หลังจากนั้นหาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออน ผลการศึกษาพบว่าเปลือกกล้วยและเปลือกส้มปรีดที่ปรับสภาพแล้วมีหมู่ฟังก์ชันซัลโฟนิกบนพื้นผิวและความสามารถในการกำจัดความกระด้างเฉลี่ยร้อยละ 82.9 (28.1 mg/g) และ 78.0 (24.6 mg/g) ตามลำดับ ซึ่งเปลือกกล้วยกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาลได้ดีกว่าเปลือกส้มปรีด สอดคล้องกับค่าความจุการแลกเปลี่ยนไอออนหลังการปรับสภาพแล้วของเปลือกกล้วย (0.045 meq/g) มีค่ามากกว่าเปลือกส้มปรีด (0.030 meq/g) เนื่องจากเซลลูโลสที่เป็นองค์ประกอบของกล้วยมีปริมาณมากกว่าเปลือกส้มปรีด ซึ่งเซลลูโลสมีสมบัติในการแลกเปลี่ยนไอออน

คำสำคัญ: เปลือกกล้วย, เปลือกส้มปรีด, น้ำประปาบาดาล, ความกระด้าง, การแลกเปลี่ยนไอออน

¹นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail address: ratchanokchanaka@gmail.com

²นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail address: sitanan7918@gmail.com

³นักศึกษาด้านวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail address: pimpilaicm@gmail.com

⁴นักศึกษาด้านวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail address: jurarat.konwan36@gmail.com

⁵นักศึกษาด้านวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail address: thapaneesontakhu@gmail.com

⁶นักศึกษาด้านวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

E-mail address: arisa.chy98@gmail.com

⁷อาจารย์สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

* Corresponding author; E-mail address: winar@sut.ac.th

1. บทนำ

ความกระด้างของน้ำ หรือ Water hardness เกิดจากการมีแคลเซียม (Ca^{2+}) และ/หรือแมกนีเซียม (Mg^{2+}) ละลายในน้ำทำให้น้ำมีแรงตึงผิว (Surface Tension) มาก ส่งผลให้ประสิทธิภาพของสบู่หรือน้ำยาซักฟอกลดลง เกิดตะกอนเป็นคราบบนภาชนะที่สัมผัสและก่อให้เกิดความเสียหายต่อท่อน้ำประปา (Metropolitan Waterworks Authority; MWA, 2008) นอกจากนี้การบริโภคน้ำที่มีความกระด้างที่สูงเกินมาตรฐาน โดยตรงในปริมาณมากและสะสมเป็นระยะเวลานานอาจทำให้เกิดนิ่วในไต (Kidney Stone) หรือนิ่วในระบบทางเดินปัสสาวะ (Bellizzi et al., 1999) ปัญหาความกระด้างพบมากในน้ำบาดาลเนื่องจากเป็นแหล่งน้ำใต้ดินที่มีการละลายของแร่ธาตุต่างๆ และในปัจจุบันน้ำบาดาลถูกนำไปใช้ในการผลิตเป็นน้ำประปาบาดาล ด้วยลักษณะของน้ำบาดาลที่มีความกระด้างสูงและกระบวนการในการผลิตน้ำประปาที่อาจจะเหมาะสมกับแหล่งน้ำผิวดินที่ไม่มีปัญหาความกระด้างทำให้พบมีค่าความกระด้างในน้ำประปาบาดาลมากกว่า 300 mg/L as CaCO_3 ซึ่งอยู่ในระดับความกระด้างมาก (Watcharawichanan and Wongsooksin, 2012). ดังนั้นการกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาลจึงเป็นสิ่งจำเป็น

การแลกเปลี่ยนไอออนด้วยเรซินเป็นวิธีการกำจัดความกระด้างในน้ำบาดาลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถกำจัด Ca^{2+} และ Mg^{2+} ได้อย่างรวดเร็ว และมีความคงทนและมีการใช้งานที่ยาวนาน ซึ่งเรซินแบบกรดแก่และเบสแก่ สามารถใช้ได้กับน้ำที่มี pH ทุกระดับ (Pentamwa, 2020) ปัจจุบันมีการนำวัสดุทางธรรมชาติมาใช้ในการแลกเปลี่ยนไอออน เนื่องจากมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ ร่วมกับการปรับสภาพด้วยวิธีการด-เบสเพื่อเพิ่มตำแหน่งการแลกเปลี่ยนไอออน (Ongard, 2009) ให้สามารถแลกเปลี่ยนไอออนในการกำจัดความกระด้าง เช่น ลูกสน (Altundoğan et al., 2016) และ ชานอ้อย (Soliman et al., 2011) เมื่อไม่นานมานี้ Krasaesat และคณะ (2017) ได้ศึกษาการปรับสภาพผักตบชวาด้วยกรดแก่ โดยใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) สามารถกำจัดความกระด้างในน้ำบาดาลได้มากกว่าผักตบชวาที่ไม่ปรับสภาพประมาณ 4 เท่า การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร ได้แก่ เปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรด มาปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริกเพื่อใช้ในการกำจัดความกระด้างในประปาน้ำบาดาล บริเวณหมู่บ้านสะพานหิน ตำบลสุรนารี อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา เป็นพื้นที่ที่มีการใช้น้ำประปาบาดาล โดยมีประชาชนอาศัยอยู่จำนวนมาก (Suranaree Subdistrict Municipality, 2021) รวมทั้งนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวอยู่ใกล้มหาวิทยาลัย

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริก

วิธีการเตรียมเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริก ดัดแปลงมาจาก Krasaesat และคณะ (2017) นำเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดสดมาล้างทำความสะอาด และนำไปตากแดดให้แห้ง หลังจากนั้นสับเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดเพื่อลดขนาดก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง บดให้ละเอียดและคัดขนาดด้วยตะแกรงร่อนเบอร์ 18 Mesh (ขนาด 1 มิลลิเมตร) นำเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่คัดขนาดแล้ว 50 กรัม ผสมกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 14 นอร์มัล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร กวนนาน 20 นาทีในอ่างน้ำแข็ง และทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 50 มิลลิลิตร กวนนาน 20 นาที ในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ล้างตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นจน pH ของน้ำล้างมีค่าเท่ากับ pH ของน้ำที่ใช้ล้าง และล้างด้วยเอทานอลเข้มข้น 97% จำนวน 3 ครั้งเพื่อแยกเกลือโซเดียมที่อาจเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาข้างเคียง และอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.2 การวิเคราะห์เอกลักษณ์

การตรวจวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อหาหมู่ฟังก์ชันของเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริกด้วยเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrophotometer : FTIR) FTIR – BRUKER รุ่น Tensor 27 มีตัวตรวจวัด (Detector) ชนิด DLaTGS และการหาค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออน (Cation exchange capacity : CEC) ในหน่วยมิลลิอีควิวาเลนต์ต่อกรัม (meq/g) ด้วยเทคนิคการไทเทรตด้วยสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน (Ongard, 2001) ซึ่งน้ำหนักเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้ว 1 กรัม เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร กวนต่อเนื่องด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นแยกสารละลายด้วยการกรอง แล้วนำสารละลายดังกล่าวเติมฟีนอล์ฟทาเลิน 2-3 หยด แล้วนำไปไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนได้สารละลายสีชมพูอ่อนเป็นจุดยุติ คำนวณค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนทั้งหมด ตามสมการที่ 1

$$\text{การคำนวณค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออน (meq/g)} = \frac{\text{ปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต (ml) x ความเข้มข้นของ NaOH (M)}}{\text{ปริมาณสารที่หาความจุการแลกเปลี่ยนไอออน (g)}} \dots \text{สมการที่ 1}$$

2.3 การทดสอบการกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาล

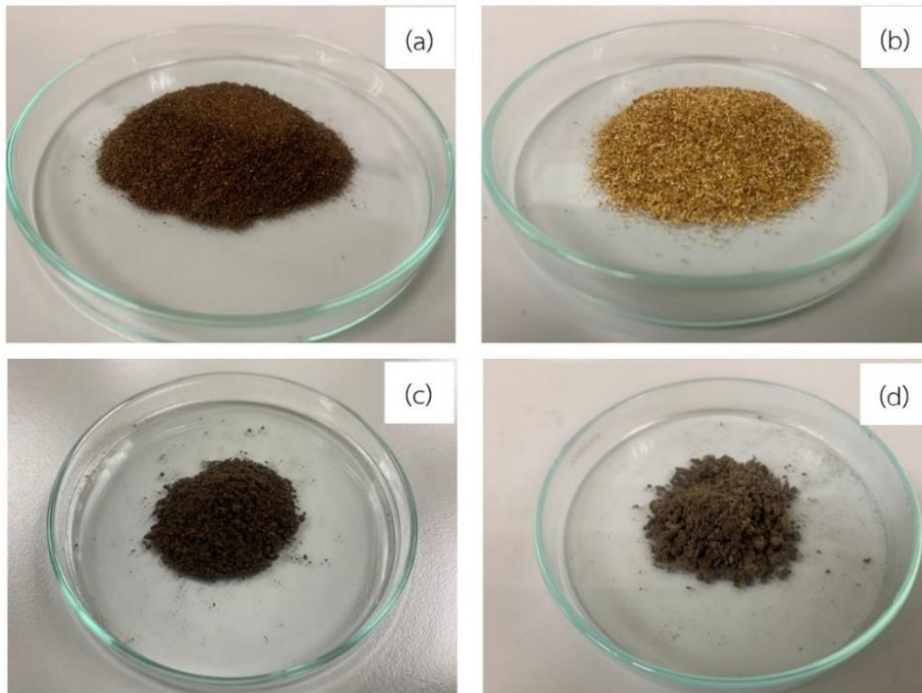
เก็บตัวอย่างน้ำประปาบาดาลหอพักบริเวณหมู่บ้านสะพานหิน ตำบลสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ห่างจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีประมาณ 500 เมตร นำมาวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำบาดาล ได้แก่ ค่า pH ด้วยเครื่องวัด pH Ohaus รุ่น ST3100-F สภาพการนำไฟฟ้าด้วยเครื่อง Electrometric meter รุ่น Consort C562 และค่าความกระด้างด้วยวิธีการไทเทรตด้วยอีดีทีเอ (EDTA Titrimetric Method) แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพของเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้วแบบทีละเท (Batch) โดยชั่งน้ำหนัก 0.5 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ที่มีน้ำบาดาลตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร กวนต่อเนื่องด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5, 10, 15, 30, 60 และ 90 นาที แยกน้ำประปาบาดาลด้วยการกรองแล้วนำไปวิเคราะห์ความกระด้างทั้งหมดด้วยวิธีการไทเทรตด้วยอีดีทีเอ (EDTA titrimetric Method) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และหาประสิทธิภาพการกำจัดความกระด้างตามสมการที่ 2 เลือกเวลาที่เหมาะสมที่สุดเพื่อศึกษาการกำจัดความกระด้างที่น้ำหนัก 0.5, 2, 2.5, 6.5, 8.5 และ 9.5 กรัม สำหรับการทดสอบการฟื้นฟูประสิทธิภาพของเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้วหลังผ่านการทดสอบการกำจัดความกระด้างแล้วมาโดยล้างด้วยน้ำกลั่น ปริมาตร 200 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.01 โมลาร์ ปริมาตร 200 มิลลิลิตร นำไปกวนด้วยความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น ปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Chawakitchareon and Sanguanduan, 2003) แล้วนำไปกำจัดความกระด้างอีกครั้ง

$$\text{ประสิทธิภาพการกำจัดความกระด้าง (\%)} = \frac{[\text{ความกระด้างเริ่มต้น (mg/L)} - \text{ความกระด้างสุดท้าย (mg/L)}] \times 100}{\text{ความกระด้างเริ่มต้น (mg/L)}} \quad \dots \text{สมการที่ 2}$$

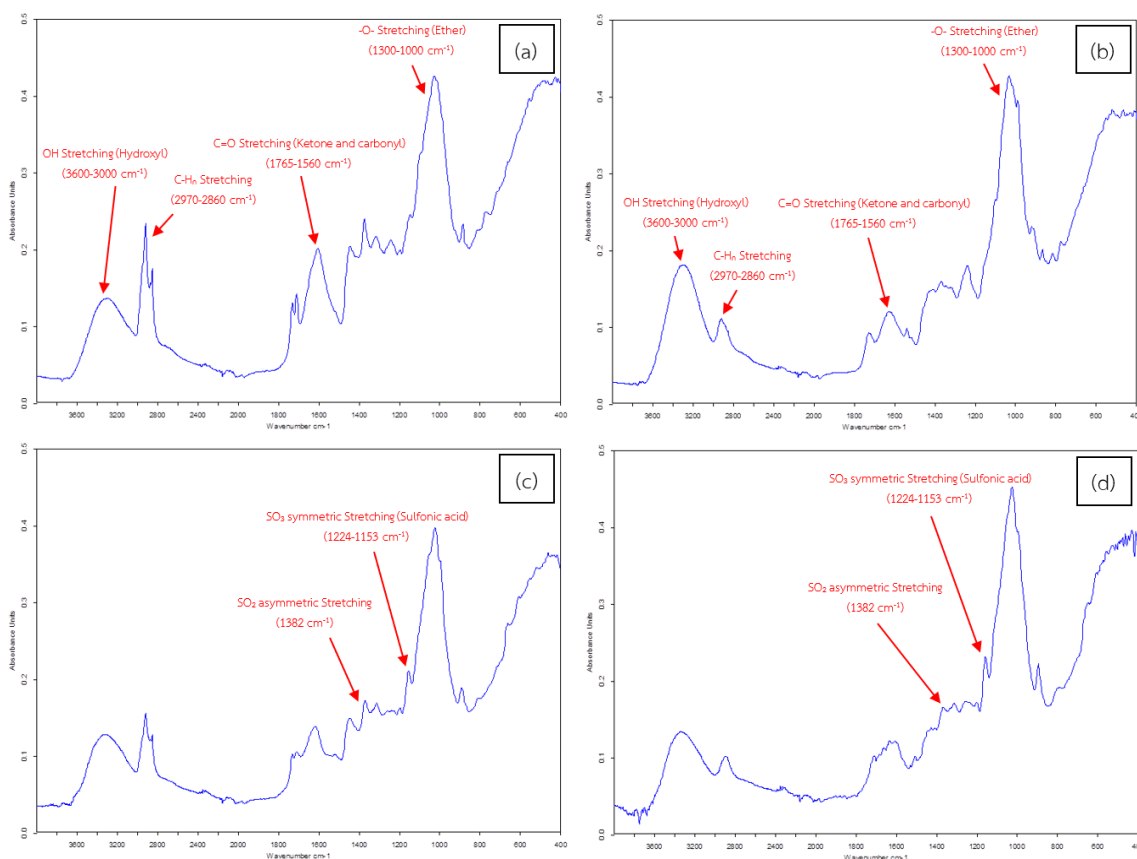
3. ผลการวิจัย

การศึกษานำเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดมาปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริกเพื่อกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาล เมื่อสังเกตด้วยตาพบว่าเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้วมีสีที่เปลี่ยนไปโดยสีเข้มขึ้น (รูปที่ 1) การวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างที่พื้นผิวด้วยเครื่อง FTIR เพื่อยืนยันหมู่ฟังก์ชันที่พบในตัวอย่าง พบว่าเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ไม่ปรับสภาพ มีการสั่นในช่วงความยาวคลื่น $3600-3000 \text{ cm}^{-1}$ (–OH) $2970-2860 \text{ cm}^{-1}$ (C–H stretching) $1765-1560 \text{ cm}^{-1}$ (C=O) และ $1300-1000 \text{ cm}^{-1}$ (–O–) สำหรับสเปกตรัมของเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้วจะมีลักษณะแตกต่างจาก

เดิม โดยพบหมู่ฟังก์ชัน SO_2 asymmetric stretching ที่ความยาวคลื่น 1382 cm^{-1} และ SO_3 symmetric stretching ที่ช่วงความยาวคลื่น $1224\text{--}1153\text{ cm}^{-1}$ (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 เปลือกกล้วย (a) และเปลือกสับปะรด (b) ที่ไม่ปรับสภาพ และสารกำจัดความกระด้าง เปลือกกล้วย (c) และเปลือกสับปะรด(d) ที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริกแล้ว



รูปที่ 2 FTIR สเปกตรัมของเปลือกกล้วย (a) และเปลือกส้มแปรรูป (b) ที่ไม่ปรับสภาพ และสารกำจัดความกระด้างเปลือกกล้วย (c) และเปลือกส้มแปรรูป(d) ที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริกแล้ว

การทดสอบประสิทธิภาพของเปลือกกล้วยและเปลือกส้มแปรรูปที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริกในการกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาล โดยเก็บตัวอย่างน้ำประปาบาดาลจากหอพักบริเวณหมู่บ้านสะพานหิน นำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีเบื้องต้น (ตารางที่ 1) ผลการศึกษาพบว่า pH มีค่า 7.54 ในขณะที่ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS) ที่คำนวณทางทฤษฎีจากค่าสภาพการนำไฟฟ้า อยู่ในช่วง 987.8 – 1616.4 mg/L และมีค่าความกระด้างทั้งหมดเฉลี่ย เท่ากับ 414.27 mg /L as CaCO₃ การทดสอบการกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาลที่วิเคราะห์คุณภาพแล้ว ปริมาตร 200 มิลลิลิตร เติมน้ำกำจัดความกระด้างเปลือกกล้วยและเปลือกส้มแปรรูปที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริกปริมาณ 0.5 กรัม โดยทำการทดลองแบบทีละเท (Batch Experiment) กวนต่อเนื่องที่อุณหภูมิห้อง ในเวลาที่แตกต่างกันพบว่าเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัดความกระด้างของเปลือกกล้วยและเปลือกส้มแปรรูปที่ปรับสภาพแล้ว คือ 30 นาที (รูปที่ 3) หลังจากนั้นศึกษาการกำจัดความกระด้างเปรียบเทียบน้ำหนักที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 30 นาที ผลการทดสอบ

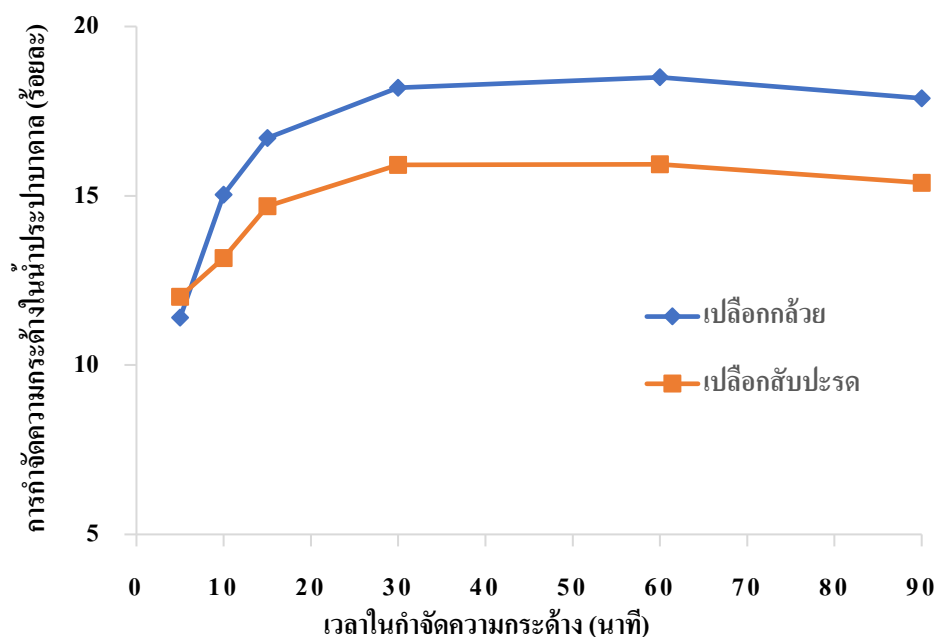
แสดงดังรูปที่ 4 พบว่าเปลือกกล้วยที่ปรับสภาพแล้วสามารถกำจัดความกระด้างได้ร้อยละ 18.2 ถึง 82.9 ในขณะที่เปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้วกำจัดความกระด้างได้ร้อยละ 15.9 ถึง 78.0 ซึ่งการกำจัดความกระด้างสูงสุดของเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้ว มีค่าเท่ากับ 28.1 และ 24.6 mg/g ตามลำดับ นอกจากนี้การศึกษาการฟื้นฟูสภาพกำจัดความกระด้าง โดยนำเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้วหลังผ่านการกำจัดความกระด้างมาฟื้นฟูสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำในการกำจัดความกระด้างอีกครั้ง พบว่า เปลือกกล้วยที่ปรับสภาพแล้วหลังการฟื้นฟูสภาพครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีประสิทธิภาพในการกำจัดความกระด้างได้ร้อยละ 100 ในขณะที่เปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้วหลังการฟื้นฟูสภาพครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 สามารถกำจัดความกระด้างได้ร้อยละ 98.34 และร้อยละ 98.11 ตามลำดับ นอกจากนี้เปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้ว มีค่าความจุการแลกเปลี่ยนเท่ากับ 0.045 และ 0.030 meq/g ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ลักษณะทางเคมีของน้ำประปาบาดาล

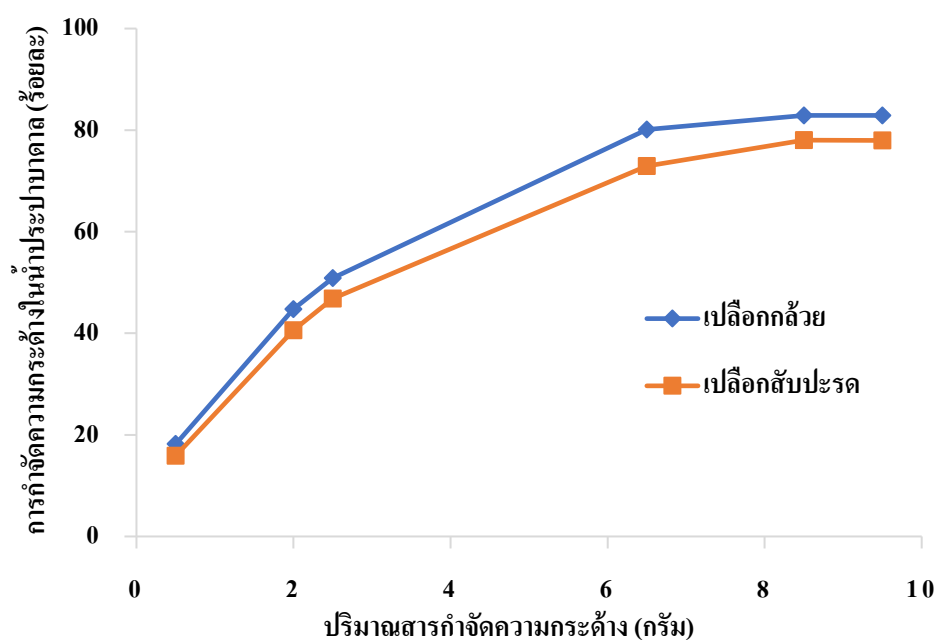
พารามิเตอร์	น้ำประปาบาดาล	มาตรฐาน**
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	7.54	7.0-8.5
ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS, mg/L)*	987.8 – 1616.4	ไม่เกิน 600
ความกระด้างทั้งหมด (mg/L as CaCO ₃)	386.00	ไม่เกิน 300

*ค่าการนำไฟฟ้า 1,796 $\mu\text{S}/\text{cm}$; TDS = (0.55 – 0.90) x ค่าการนำไฟฟ้า

** มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค (Pollution Control Department; PCD, 2009)



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบการกำจัดความกระด้างของเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริก ปริมาณ 0.5 กรัม ที่เวลา 5, 10, 15, 30, 60 และ 90 นาที



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบการกำจัดความกระด้างของเปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริก ปริมาณ 0.5, 2, 2.5, 6.5, 8.5 และ 9.5 กรัม เป็นเวลา 30 นาที

ตารางที่ 2 ความสามารถของเปลือกกล้วยและเปลือกส้มปรดที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริก

สารกำจัดความกระด้าง	ค่าความจุการแลกเปลี่ยนไอออน (meq/g)	การกำจัดความกระด้างสูงสุด (mg/g)	การกำจัดความกระด้างหลังการฟื้นฟู(ร้อยละ)	
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
เปลือกกล้วย	0.045	28.1	100.00	100.00
เปลือกส้มปรด	0.030	24.6	98.34	98.11

4. อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างที่พื้นผิวของเปลือกกล้วยและเปลือกส้มปรดพบหมู่ฟังก์ชันที่เป็นหมู่ฟังก์ชันหลักของโครงสร้างเซลลูโลส สอดคล้องรายงานของ Yang และคณะ (2007) และหลังการปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริกแล้วพบหมู่ซัลโฟนิค (Rivas and Ruf, 2003) เป็นการยืนยันการถูกปรับสภาพแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงโดยมีสีเข้มขึ้น และทำให้เกิดหมู่ซัลโฟนิคในโครงสร้างของพื้นผิว

ลักษณะทางเคมีของน้ำประปาบาดาลพบความเป็นกรดต่ำอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด ในขณะที่ค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้อยู่ในช่วงที่มีค่าสูงเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด โดยทั่วไปน้ำบาดาลจะมีการปนเปื้อนของสารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ รวมถึงแคลเซียม (Ca^{2+}) และแมกนีเซียม (Mg^{2+}) ที่เป็นสาเหตุของความกระด้างด้วย (MWA, 2008) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความกระด้างทั้งหมดมีค่าสูงกว่ามาตรฐานกำหนด (PCD, 2009) เนื่องจากความเป็นกรดต่ำมีค่าเป็นกลาง ซึ่งชี้ให้เห็นว่าความกระด้างในน้ำประปาบาดาลมีแนวโน้มจะเป็นความกระด้างแบบถาวรสูง ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดความกระด้างแบบถาวร คือ วิธีทางเคมี เช่น การแลกเปลี่ยนไอออน (Pentamwa, 2020)

เปลือกกล้วยและเปลือกส้มปรดที่ปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริกกำจัดความกระด้างได้สูงถึงร้อยละ 80 โดยประมาณ และการกำจัดความกระด้างสูงสุดมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Krasaesat และคณะ (2017) ที่นำผักตบชวา มาปรับสภาพด้วยกรดซัลฟิวริก สามารถกำจัดความกระด้างได้ 29 mg/g ในขณะที่ผักตบชวาที่ไม่ปรับสภาพกำจัดความกระด้างได้เพียง 8 mg/g เนื่องจากโครงสร้างมีหมู่ซัลโฟนิคที่จะพบโปรตรอน (H^+) ซึ่งเป็นประจุบวกอยู่ที่ผิวพื้นผิวโดยจะทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนกับไอออนบวกที่เป็นสาเหตุของความกระด้างได้ นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณเปลือกกล้วยและเปลือกส้มปรดที่ปรับสภาพแล้วมากขึ้น ร้อยละของการกำจัดความกระด้างยังเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งปริมาณของสารแลกเปลี่ยนไอออนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพล

ต่อการแลกเปลี่ยนไอออน อย่างไรก็ตามปริมาณที่เหมาะสมที่สุดคือปริมาณที่น้อยที่สุดที่สามารถกำจัดความกระด้างได้มากที่สุด (Udomporn, 2001) เมื่อเปรียบเทียบการกำจัดความกระด้างพบว่าเปลือกกล้วยที่ปรับสภาพแล้วกำจัดความกระด้างได้มากกว่าเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับค่าความจุการแลกเปลี่ยนไอออน เนื่องจากปริมาณของเซลล์โลสที่แตกต่างกัน เปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดมีปริมาณเซลล์โลส ร้อยละ 59 (Chaiviset, 2006) และ 36 (Dai *et al.*, 2020) ตามลำดับ ทำให้เปลือกกล้วยมีการแลกเปลี่ยนไอออนได้มากกว่า เนื่องจากเซลล์โลสที่มีสมบัติในการแลกเปลี่ยนไอออนได้ (Krasaesat *et al.*, 2017) และปัจจัยนี้อาจส่งผลถึงการฟื้นฟูเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำอีกด้วย

5. สรุป

เปลือกกล้วยและเปลือกสับปะรดปรับสภาพด้วยกรดซัลฟูริกแล้วทำให้มีหมู่ซัลโฟนิกอยู่ที่พื้นผิว ซึ่งสามารถกำจัดความกระด้างในน้ำประปาบาดาลที่มีค่าความกระด้าง 386 mg/L as CaCO₃ ได้ร้อยละ 82.9 (28.1 mg/g) และ 78.0 (24.6 mg/g) ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าความจุการแลกเปลี่ยนไอออนหลังการปรับสภาพแล้วของเปลือกกล้วย (0.045 meq/g) มีค่ามากกว่าเปลือกสับปะรด (0.030 meq/g) เนื่องจากเซลล์โลสที่เป็นองค์ประกอบของกล้วยมีปริมาณมากกว่าเปลือกสับปะรด ซึ่งเซลล์โลสมีสมบัติในการแลกเปลี่ยนไอออน ทำให้เปลือกกล้วยที่ปรับสภาพแล้วกำจัดความกระด้างได้ดีกว่าเปลือกสับปะรดที่ปรับสภาพแล้ว และสำหรับการฟื้นฟูเพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำเปลือกกล้วยที่ปรับสภาพแล้วมีประสิทธิภาพดีกว่า

6. ข้อจำกัดของการวิจัย

การควบคุมตัวแปรอื่นที่เจือปนในน้ำประปาบาดาล ได้แก่ โลหะชนิดอื่นที่ไม่ได้เป็นสาเหตุของความกระด้างและอาจจะขัดขวางการกำจัดความกระด้าง

7. ข้อเสนอแนะ

ควรทดสอบความสามารถในการกำจัดความกระด้าง ในสารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ เพื่อดูประสิทธิภาพและความจำเพาะในการกำจัดความกระด้าง

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ประกอบกิจการหอพักบริเวณหมู่บ้านสะพานหิน ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างน้ำประปาบาดาล และขอขอบคุณสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ และศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่สนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Altundoğan, H.S., Topdemir, A., Cakmak, M., & Bahar, N. (2016). Hardness removal from waters by using citric acid modified pine cone. *Taiwan Institute of chemical Engineers*. 58, 219-225.
- Bellizzi, V., De Nicola, L., Minutolo, R., Russo, D., Cianciaruso, B., Andreucci, M., Conte, G., & Andreucci, V.E. (1999). Effects of water hardness on urinary risk factors for kidney stones in patients with idiopathic nephrolithiasis. *Nephron*, 81, 66-70.
- Chaiviset, J. (2006). *Lead (Pb II) removal from waste water by banana peel* [Unpublished master dissertation]. Ubon Ratchathani University. (in Thai)
- Chawakitchareon, P., & Sanguanduan, N. (2003). *Copper removal by ion exchange resin made from corn cob, soybean hull and sunflower stalks* [(Full paper)]. In the 41st Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand. (in Thai)
- Dai, H., Huang, Y., Zhang, H., Ma, L., Huang, H., Wu, J., Zhang, Y., (2020). Direct fabrication of hierarchically processed pineapple peel hydrogels for efficient Congo red adsorption. *Carbohydrate Polymers*, 230, 115599.
- Krasaesat, A., Pakakaew, S., Pornnonsan, N., Juangjun, S., Thaochampa, P., & Rongchapo, W. (2017). *Modification of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes (Mart) solms) for Water Hardness Removal from Groundwater of Saphanhin Community Mueang District Nakhon Ratchasima Province* [(Full paper)]. In the 5th Nontri National Conference 2017, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon province campus, Sakon Nakhon province, Thailand. (in Thai)
- Metropolitan Waterworks Authority; MWA. (2008). *Water hardness*. <https://www.mwa.co.th/maintain.htm> (in Thai)

- Ongard, C. (2002). *Comparision of heavy metal removal efficiency by ion exchange resin prepared from cassava tree, pineapple leaf and coconut husk* [Unpublished master dissertation]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Ongard, C. (2009). The utilization of renewable materials for domestic wastewater treatment. *Journal of the National Research Council of Thailand*, 41(1), 51-62. (in Thai)
- Pentamwa, P. (2020). *Urban and rural water supply*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Pollution Control Department; PCD. (2009). *Standard of groundwater for drinking. Standard of water*. http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water01.html (in Thai)
- Rivas, B.L., & Ruf, B. (2003). Preparation and metal ion adsorption properties of the resin containing sulfonic acid groups. *Journal of Applied Polymer Science*, 88, 1230-1235.
- Soliman, E.M., Ahmed, S.A., & Fadl, A.A. (2011). Removal of calcium ions from aqueous solutions by sugar cane bagasse modified with carboxylic acids using microwave- assisted solvent- free synthesis. *Desalination*, 278, 18-25.
- Suranaree Subdistrict Municipality. (2021). *The general state of the basic information of the Suranaree Subdistrict Municipality*. <https://www.suranaree.go.th/info.php?cg=2&ct=6> (in Thai)
- Udomporn, T. (2001). *Removal of chromium in chrome plating shop wastewater with water hyacinth resi*. [Unpublished master dissertation]. Khon Kaen University. (in Thai)
- Watcharawichanan, R., & Wongsooksin, K. (2012). The groundwater improvement and Analysis for industrial and consumption in Nong Bua Sara and Nong Rawiang sub-district, Nakhon Ratchasima province using chemical modified activated carbon [(Full paper)]. In the 13th Graduate Research Conference, Khon Kaen province, Thailand. (in Thai)
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D.H., & Zheng., C. (2007). Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, 86, 1781-1788.

Identify the factors influencing severe COVID-19 in asymptomatic and mildly symptomatic patients in home and community isolation due to deterioration.

Thanit Sila¹, Wisanuwee Suriyaamorn², Chanavee Toh³, Songyos Rajborirug⁴, Smonrapat Surasombatpattana⁵, Paramee Thongsuksa⁶, Surasak Sangkhathat⁷, Chanon Kongkamol⁸, Thammasin Ingviya^{9*}

Abstract

The study aims to investigate factors associated with COVID-19 referral among patients under home isolation (HI) or community isolation (CI) supervised by Songklanagarind Hospital, the biggest tertiary hospital in Southern Thailand. A cohort of asymptomatic to mildly symptomatic patients (n = 8,638) were extensively monitored by the healthcare teams which include physicians, nurses, pharmacists and social workers. During the isolation, some patients were subsequently hospitalized due to deteriorations. The study found that male patients were more likely to be referred than female patients, while elderly patients (60 years or older) had a greater risk of severe disease and referral than younger patients (**AOR: 2.19, 95% CI: 1.04–4.41**). Patients have underlying diseases such as neurological disorders (**AOR: 16.3, 95% CI: 6.38–39.10**), HIV infection (**AOR: 11.6, 95% CI: 1.80–41.50**), and cardiovascular conditions (**AOR: 7.88, 95% CI: 3.35–17.90**), had a higher incidence of referral compared to those who did not. The COVID-19 vaccination played a crucial role in determining the severity of COVID-19 related symptoms. Patients who received full vaccinations (2 doses) or a booster dose had a significantly reduced risk of developing severe symptoms (**AOR: 0.37, 95% CI: 0.20–0.70**). In conclusion, this study provides valuable insights into the factors influencing the referral of COVID-19 patients, highlighting the importance of vaccination and understanding the effect of underlying diseases as well as to perform the role of a guideline for the future epidemic outbreak.

Keywords: SARS-CoV-2, Home-isolation, Community-isolation, Severe-COVID-19.

¹ First author's, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand, and thanitsila914@gmail.com

² Second author's, Division of Digital Innovation and Data Analytics, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand, and wisanuwee.s@psu.ac.th

³ Third author's, Department of Health Science and Clinical Research, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand, and chanavee.t@psu.ac.th

⁴ Fourth author's, Department of Epidemiology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand, and Songyos.b@psu.ac.th

⁵ Fifth author's, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand, and pornnapat19@gmail.com

⁶ Sixth author's, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand, and tparamee@gmail.com

⁷ Seventh author's, Translational Medicine Research Center, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand, and s.sangkhathat@gmail.com

⁸ Eighth author's, Division of Digital Innovation and Data Analytics, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand, and chanon.kon@psu.ac.th

^{9*} Corresponding author's, Division of Digital Innovation and Data Analytics, Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90110 Thailand, and thammasin.i@psu.ac.th

1. Introduction

Figure 1.

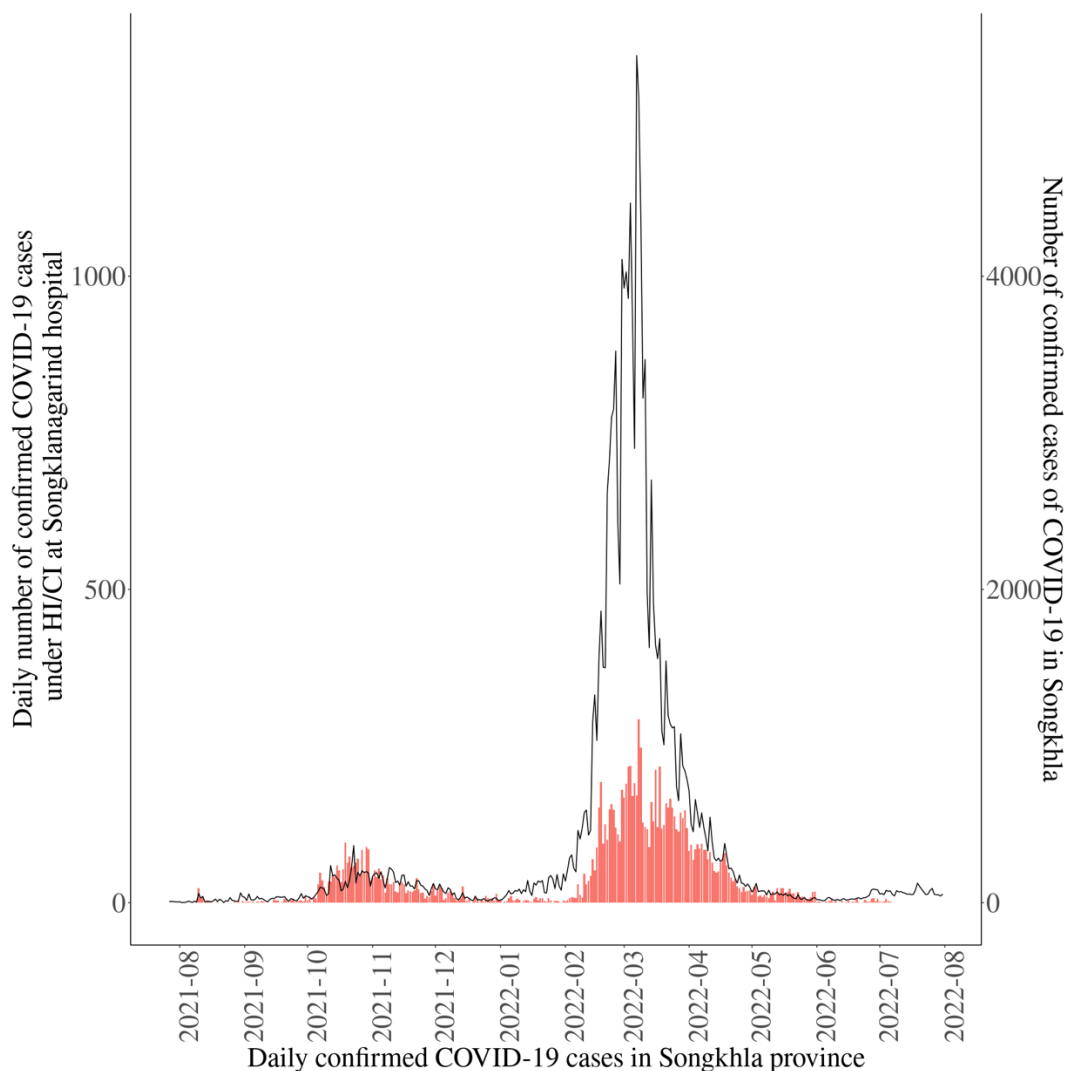


Figure 1 Overview of the 8,638 COVID-19 participants in this research who encountered HI/CI. Temporal distributions of COVID-19 patients receiving hospitalized HI/CI care (bars, left axis) and confirmed cases in Songkhla province (line, right axis).

The Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) has swiftly spread worldwide, leading to the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic, with significant impacts on global health and healthcare systems (Buchan et al., 2022; Hu et al., 2021). The World Health Organization (WHO) has been instrumental in offering guidance for managing and preventing COVID-19. While some patients with COVID-19 experience severe symptoms

requiring hospitalization, a considerable portion presents with mild symptoms and can be managed through home isolation (HI) or community isolation (CI) facilities (Al-Qahtani, 2020; Zhou et al., 2020). HI entails patients with a dedicated space at home to isolate and care for themselves without spreading the disease to community's members. Alternatively, patients lacking such accommodations may be placed in CI settings, which included various facilities like hotels, temples, or colleges, supported by healthcare professionals and social workers.

During the initial stages of the COVID-19 outbreak in Thailand around the beginning of 2020, all patients were mandated to be admitted to hospitals or field hospitals under the supervision of medical personnel under all conditions because there were very few infected people (**Figure 1**). To prevent overwhelming hospital bed capacities, the Thai Ministry of Public Health implemented measures aligned with World Health Organization (WHO) guidelines, including hotel isolation, community isolation (CI), and home isolation (HI). These measures were applicable to patients with mild or no symptoms ($O_2 > 94\%$) and those without underlying conditions, possibly leading to severe illnesses (Akksilp, 2021; *Guidelines for quarantining patients with COVID-19 in the community (Community Isolation)*, 2021). Additionally, individuals aged 60 years or older or with specific underlying diseases including pregnant women were categorized as "608", the criteria for patients, possibly developing severe symptoms (Wangboonkongchana, 05 April 2022). However, our observations at Songklanagarind Hospital revealed that not all patients meeting the 608 criteria should be promptly admitted to hospital. Instead, they were more likely to be quarantined under HI or CI protocols, as they did not exhibit severe symptoms despite fulfilling the criteria for immediate hospitalization and antiviral treatment. Following the initiation of COVID-19 vaccination, with the primary focus on the 608-target group, asymptomatic patients meeting the criteria and monitored by vigilant medical staff were given the choice of HI or CI isolation.

Despite the availability of various support measures, such as regular surveillance and follow-up communication facilitated by technological advancements, patients undergoing home isolation (HI) and community isolation (CI) have been occasionally referred for further medical

attention due to worsening symptom (Alishan et al., 2022; Bhardwaj P, 2021). Several previous studies have focused on exploring different factors, including underlying diseases such as diabetes mellitus, chronic lung, chronic kidney, chronic liver, obesity, neurological disorders, and cardiovascular conditions, as well as patient characteristics, in relation to the severity of symptoms and mortality (Contreras-Villamizar et al., 2023; Terada et al., 2021). Notably, several studies have indicated a heightened risk of severe symptoms or mortality in COVID-19 patients with pre-existing cardiovascular conditions. Furthermore, there have not been previous reports highlighting the deterioration of disease in individuals who were asymptomatic or mildly symptomatic and quarantined in an HI/CI setting before being referred to the hospital. Therefore, the objective of this study is to investigate the risk factors associated with deterioration of symptoms in COVID-19 patients leading to hospital referral

2. Materials and Methods

2.1 Study Design and Population

This was a retrospective cohort study using datasets queried from the COVID-19 quarantine system under a university hospital in Southern Thailand. This study included patients from Songkhla Province, Thailand, who received the healthcare for COVID-19 whether as HI or CI patients at Songklanagarind Hospital, the biggest tertiary hospital in Southern Thailand. This setting was established to meet the amount of patients that overflowed the hospital for reasons other than necessity or anxiety. as well as to perform the role of a guideline for the future epidemic outbreak

2.2 Inclusion and Exclusion Criteria

The inclusion criteria consisted of individuals who were aged 18 years or older, under the care of Songklanagarind Hospital between July 1, 2021, and July 31, 2022, and had confirmed positive results for COVID-19. On the other hand, the exclusion criteria encompassed the

following: (1) pregnant women, (2) patients initially admitted to the hospital, (3) individuals unable to be contacted or provide less than half of the requested information, (4) patients referred to a different quarantine facility due to reasons other than the increased severity of COVID-19, and (5) patients who underwent refurbishment for non-COVID-19-related reasons such as caretaking responsibilities for a refurbished child, appendicitis, childbirth, etc.

2.3 Definition and Diagnosis Criteria for COVID-19

Patients who tested positive for SARS-CoV-2 using an antigen test kit (ATK) or real-time polymerase chain reaction (RT-PCR) techniques were regarded confirmed positive for **COVID-19**.

We used particular criteria to assess whether underlying diseases were present for those patients who had at least one of the following conditions: diabetes mellitus, cardiovascular disease, chronic respiratory disease, chronic kidney disease, cerebrovascular disease, obesity (defined as having a body mass index [BMI] of 30 or higher) (*Defining Adult Overweight & Obesity*, 2022; Nuttall, 2015).

A hospital referral for deteriorating symptoms during quarantine in HI/CI is the outcome of this study.

2.4 Data source

We established a cohort comprising 8,638 hospitalized individuals who tested positive for SARS-CoV-2 through the criteria mentioned above, and we later found out that only 52 patients in this cohort out of 8,638 were transferred. Clinical and demographic data were collected through daily self-reported questionnaires completed by the patients until their discharge or referral due to worsening symptoms. Additional data on underlying diseases was obtained from electronic medical records and physician and nurse records of the Songklanagarind Hospital Information System. The

collected information encompassed patients' demographic details, laboratory test results, medication administration, medical history, clinical notes, and vaccination records. Detailed data regarding the manifestations of COVID-19 experienced during quarantine in home isolation (HI) or community isolation (CI) were retrospectively reviewed on a case-by-case basis.

The study entry date was defined as the date when patients had confirmed laboratory results of COVID-19 through RT-PCR or self-examined ATK. The index dates for the study spanned from July 1, 2021, to July 31, 2022. The study endpoint was the time from the study index to referral to Songklanagarind Hospital or the day of discharge from HI or CI. The number of patients who were either referred, discharged, or still admitted to the hospital as of July 1, 2021, was recorded.

2.5 Statistical Analyses

Descriptive statistics were employed to examine the baseline characteristics of the patients, including age, sex, presence of underlying diseases, and vaccination pattern. The distribution of factors between the patients who were referred and those who were not were compared using either chi-squared test or Fisher's exact test where applicable. For multivariate analysis, the variable in the final model were selected from the variables with P-value less than 0.05 and were further selected using backward stepwise based on the Akaike Information Criterion (AIC). All analyses were done using R program (R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>).

2.6 Ethics and informed consent

This study was approved by the institutional review board of the Faculty of Medicine, Prince of Songkla University, Thailand (REC: 65-133-9-1). With a consent waiver in order to prevent the transmission of COVID-19 and severity symptoms of patient, the researchers were permitted to access clinical and epidemiological data from the hospital database. All information

was anonymized prior to assessment and use. The researchers declare that this study was carried out in accordance with the values outlined in the Helsinki Declaration.

3. Result

3.1 Descriptive Analysis of Demographic Characteristics, Comorbidities, and Vaccination Status.

Among 8,638 of the confirmed COVID-19 patients under the care of CI and HI, the majority were female (62.2%). Despite the higher percentage of female patients, males were more likely to be referred for hospitalization compared to females. Regarding age distribution, a larger proportion of patients (87.0%) fell within the age range of 18 to 59 years. Notably, the older age group was more likely to be referred for hospitalization (40.4%) compared to the younger age group (59.6%).

Several underlying diseases exhibited a positive relationship with referral. Patients with diabetes mellitus, hypertension, chronic kidney disease, neurological disorders, HIV, and cardiovascular diseases were more likely to be referred to the hospital during CI and HI care. Patients with obesity, chronic respiratory conditions, and chronic liver disease infection did not show significant differences in referral rates to those without. The majority of patients (68.8%) had received full doses or booster doses, while 31.2% remained non-vaccinated. There was an observable statistically significant difference in referral rates between vaccinated and non-vaccinated individuals ($p = 0.001$). The distribution of vaccinations was as follows: non-mRNA (Sinovac, AstraZeneca, Sinopharm, 26.4%), mRNA (Pfizer, Moderna, 8.5%), and combination (33.9%). The difference in referral rates among the vaccine patterns was not statistically significant ($p = 0.104$). All variables were shown in **Table 1** and examined univariately by chi-square.

Table 1. Characteristics of Patients with Confirmed COVID-19 by Referral Status and univariable showed associated between factors and outcome by chi-square test.

Characteristics	Level	Non-referral N = 8,586 (%)	Referral N = 52 (%)	<i>P-value</i>
Gender	Male	3,246 (37.8)	30 (57.7)	0.005
	Female	5,340 (62.2)	22 (42.3)	
Age (year)	18 – 59	7,466 (87.0)	31 (59.6)	<0.001
	60 year or older	1,120 (13.0)	21 (40.4)	
Diabetes Mellitus	No	8,176 (95.2)	41 (78.8)	<0.001
	Yes	410 (4.8)	11 (21.2)	
Hypertension	No	7,926 (92.3)	40 (76.9)	<0.001
	Yes	660 (7.7)	12 (23.1)	
Obesity	No	7,511 (87.5)	43 (82.7)	0.407
	Yes	1,075 (12.5)	9 (17.3)	
Chronic Respiratory Disease	No	7,909 (92.1)	48 (92.3)	1.000
	Yes	677 (7.9)	4 (7.7)	
Chronic Kidney Disease	No	8,538 (99.4)	49 (94.2)	<0.001
	Yes	48 (0.6)	3 (5.8)	
Chronic Liver Disease	No	8,555 (99.6)	51 (98.1)	0.482
	Yes	31 (0.4)	1 (1.9)	
Neurological Disease	No	8,535 (99.4)	42 (80.8)	<0.001
	Yes	51 (0.6)	10 (19.2)	
Cardiovascular Disease	No	8,434 (98.2)	39 (75.0)	<0.001
	Yes	152 (1.8)	13 (25.0)	
HIV	No	8,538 (99.4)	50 (96.2)	0.028
	Yes	48 (0.6)	2 (3.8)	

Vaccination Pattern	Non-vaccinated	2,679 (31.2)	23 (44.2)	0.104
	Non-mRNA	2,264 (26.4)	14 (26.9)	
	mRNA	734 (8.5)	5 (9.6)	
	Combination	2,909 (33.9)	10 (19.2)	
Vaccine Dose	Non-vaccinated	2,679 (31.2)	23 (44.2)	0.001
	One dose	408 (4.8)	7 (13.5)	
	full or booster dose	5,499 (64.0)	22 (42.3)	

3.2 The association between factors and outcomes using logistic regression.

Table 2 showed associations between a number of factors and COVID-19 severity from multiple logistic regression analysis. Older age (60 year or older) was associated with a significant increase in the odds of developing severe symptoms (AOR: 2.19, 95% CI: 1.04–4.41). Notably, the presence of cardiovascular disease (AOR: 7.88, 95% CI: 3.35–17.90), neurological disorder (AOR: 16.3, 95% CI: 6.38–39.10), and HIV infection (AOR: 11.6, 95% CI: 1.80–41.50) were strongly associated with the severity of COVID-19 disease.

Patients who received the full vaccination or a booster dose demonstrated a substantially reduced risk of developing severe disease (AOR: 0.37, 95% CI: 0.20–0.70). Even after controlling for other variables, the association between vaccination and disease severity remained significant. In contrast, the patients receiving a partial dose of vaccines showed an increased risk of developing severe disease.

Table 2. Odds Ratio of Developing Severe Disease from Multivariate Logistic Regression.

Factor	Detail	Multivariable	
		AOR (95 % CI)	<i>P-value</i>
Gender	Male	Reference	

	Female	0.59 (0.33-1.06)	0.078
Age (year)	18 - 59	Reference	
	60 year or older	2.19 (1.05 – 4.41)	0.032
Diabetes mellitus	No	Reference	
	Yes	2.15 (0.90 – 4.76)	0.069
Neurological disorder	No	Reference	
	Yes	16.3 (6.38 – 39.10)	<0.001
Cardiovascular	No	Reference	
	Yes	7.88 (3.35 – 17.90)	<0.001
HIV	No	Reference	
	Yes	11.6 (1.80 – 41.50)	<0.001
Number of vaccinated	Non-vaccinated	Reference	
	partial dose	2.60 (0.99 – 6.09)	0.036
	full or booster dose	0.37 (0.20 – 0.70)	0.002

OR = Odds Ratio, CI = Confidence Interval, AOR = Adjusted odds ratio

4. Discussion

We examine the factors associated with developing severe SARS-CoV-2 symptoms leading to hospital referral during the fourth and fifth waves of the COVID-19 pandemic in Thailand (representing the period before a COVID-19 vaccination was available until it was available). Per our literature review, this study is one of the largest clinical investigations evaluating factors associated with COVID-19 disease severity in patients in home or community isolation settings.

Our analysis revealed that older patients (60 years of age or older) were significantly more likely to be referred, similar to previous studies on the increasing severity of COVID-19 (10, 14). Aging patients were more susceptible to the negative effects of COVID-19 because of age-related physiological changes, a loss in immunological function, and a higher risk of having underlying health disorders (15, 16). In relation to neurological disorders, prior findings from cerebrospinal fluid (CSF) analysis and brain tissue indicate that the cause is immune activation and inflammation within the CNS (17). Additionally, SARS-CoV-2 nucleic acid or viral protein has been found in the brains of individuals who died from acute COVID-19, which is compatible with findings in CSF from patients who are still alive (18). In cardiovascular conditions, angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) has been recognized as a functional receptor due to the reality that it is widely expressed in the heart and lungs (19, 20). One study found that the virus decreased ACE2, which increased angiotensin II, increased pulmonary vascular permeability, and ultimately induced pulmonary edema (21). And HIV, as cytokine storms are one of the primary mechanisms driving COVID-19-related morbidity and mortality, HIV patients typically experience problems with decreased immunological and CD4 levels (22). Thus, in HIV patients, the risk of developing lymphopenia and the severity of COVID-19 could be increased by severe immunodepression and a low CD4 level (23). In addition, our analysis revealed that there was a significant association between the number of COVID-19 vaccination doses received and severity at referral, like in

previous studies (24, 25). Significantly fewer patients who received full or booster doses of the COVID-19 vaccine were referred for severe diseases.

There were several limitations to this investigation. The study did not investigate the effects of the SARS-CoV-2 strain, including treatment. Regarding vaccine type, our study did not categorize vaccine brands by manufacturer but instead categorized vaccines by type. In this study, all patients, including asymptomatic patients, were included. Thus, the large study population and encompassing variety of COVID-19 severity were the strengths of this study.

In conclusion, these findings It may assist medical professionals in being prepared to treat individuals who are at a high risk for developing COVID-19's severity and in supporting those with underlying diseases such as cardiovascular disease, neurological disorders, or HIV infection. Men and the elderly were also at risk, primarily due to the association with a negative outcome. In addition, the study suggests that each setting carefully monitor patients in this group. If there is no caregiver, it may be necessary to refer the individual at an early stage of disease progression. In addition, the COVID-19 vaccination may prevent the excessive use of hospital beds.

Author Contributions: Conceptualization: T.S., S.R., P.T., S.S., C.K. and T.I. ; Methodology: T.S., Sm.S., S.R., W.N., C.K. and T.I.; Software: W.S., C.K. and T.I.; Validation: S.S and T.I.; Formal analysis: T.S., S.R., W.S.; Investigation: T.S., C.K. and T.I. and; Resources: T.S., Sm.S, C.K. and T.I. ; Data manipulation: T.S., S.R., W.S., C.T and T.I. ; Writing-original draft: T.S. ; Writing-review & editing: T.S., S.S. and T.I. ; Visualization: T.I. ; Supervision: T.I. ; Project administration: T.I. . All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: National Research Council of Thailand

Data Availability Statement: Data is contained within the article.

Acknowledgments: The authors are appreciated for the cooperation of the staffs from Songklanagarind Hospital, Songkhla Provincial Public Health Office. The authors are appreciated for data management of Division of Digital Innovation and Data Analytics (DIDA), Faculty of Medicine, Prince of Songkhla University. The authors are appreciated for data management of Immunology and Virology, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Prince of Songkhla University.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Reference

- Akksilp, S. (2021). Guidelines for medical personnel in providing patient advice and providing home isolation services for COVID-19 patients (Thailand). Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health of Thailand. Retrieved 01 Jul from https://covid19.dms.go.th/backend///Content//Content_File/Covid_Health/Attach/25640702093509AM_home%20isolation_n_01072021_V2_ฉบับ.pdf
- Al-Qahtani, A. A. (2020). Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2): Emergence, history, basic and clinical aspects. Saudi Journal of Biological Sciences, 27(10), 2531-2538. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.04.033>
- Alishan, S., Ali, F., Iqbal, Z., Ammar, A., Muhammad, A. S., Farooq, F., Mir, A., Salahuddin, N., Saghir, T., & Karim, M. (2022). Home Management of COVID-19 Patients: A Successful Model in Non-severe COVID-19 Patients in the Developing World. Cureus, 14(1), e21605. <https://doi.org/10.7759/cureus.21605>
- Bhardwaj P, J. N., Gupta MK, et al. (2021). Erratum: Analysis of Facility and Home Isolation Strategies in COVID 19 Pandemic: Evidences from Jodhpur, India [Corrigendum]. Infect Drug Resist, 14, 2555. <https://doi.org/10.2147/idr.S326330>
- Buchan, S. A., Chung, H., Brown, K. A., Austin, P. C., Fell, D. B., Gubbay, J. B., Nasreen, S., Schwartz,

- K. L., Sundaram, M. E., Tadrous, M., Wilson, K., Wilson, S. E., & Kwong, J. C. (2022). Estimated Effectiveness of COVID-19 Vaccines Against Omicron or Delta Symptomatic Infection and Severe Outcomes. *JAMA Network Open*, 5(9), e2232760-e2232760. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.32760>
- Contreras-Villamizar, K., Barbosa, O., Muñoz, A. C., Suárez, J. S., González, C. A., Vargas, D. C., Rodríguez-Sánchez, M. P., García-Padilla, P., Valderrama-Rios, M. C., & Cortés, J. A. (2023). Risk factors associated with acute kidney injury in a cohort of hospitalized patients with COVID-19. *BMC Nephrol*, 24(1), 140. <https://doi.org/10.1186/s12882-023-03172-8>
- Defining Adult Overweight & Obesity. (2022). Centers for Disease Control and Prevention. Retrieved 02 Jun from <https://www.cdc.gov/obesity/basics/adult-defining.html#print>
- Guidelines for quarantining patients with COVID-19 in the community (Community Isolation). (2021). Department of Medical Services (DMS), Ministry of Public Health, Thailand. Retrieved 24 Jul from http://dmta.dms.go.th/manualdmta/MN_Policy/cpg/CPG-39.pdf
- Hu, B., Guo, H., Zhou, P., & Shi, Z.-L. (2021). Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nature Reviews Microbiology*, 19(3), 141-154. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-00459-7>
- Nuttall, F. Q. (2015). Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today*, 50(3), 117-128. <https://doi.org/10.1097/nt.0000000000000092>
- Terada, M., Ohtsu, H., Saito, S., Hayakawa, K., Tsuzuki, S., Asai, Y., Matsunaga, N., Kutsuna, S., Sugiura, W., & Ohmagari, N. (2021). Risk factors for severity on admission and the disease progression during hospitalisation in a large cohort of patients with COVID-19 in Japan. *BMJ Open*, 11(6), e047007. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-047007>
- Wangboonkongchana, T. (05 April 2022). PM orders immediate hospitalization of COVID-19 patients under 608 groups who are classified yellow. R. T. GOVERNMENT. <https://www.thaigov.go.th/news/contents/details/53309>

-Zhou, Y., Han, T., Chen, J., Hou, C., Hua, L., He, S., Guo, Y., Zhang, S., Wang, Y., Yuan, J., Zhao, C.,

Zhang, J., Jia, Q., Zuo, X., Li, J., Wang, L., Cao, Q., & Jia, E. (2020). Clinical and Autoimmune Characteristics of Severe and Critical Cases of COVID-19 [<https://doi.org/10.1111/cts.12805>].
Clinical and Translational Science, 13(6), 1077-1086.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/cts.12805>

**การศึกษาพฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัยส่วนบุคคล
และคาดการณ์ปริมาณขยะหน้ากากอนามัยในเขตกรุงเทพมหานคร**

ช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019

ชญานุช วชิราศิริสกุล¹, พิชญ รัชฎาวงศ์², สิริมา ปัญญาเมธีกุล³

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปัญหาโรคระบาดที่ติดต่อทางสารคัดหลั่งส่งผลให้เกิดขยะติดเชื้อมากมาย โดยส่วนใหญ่เป็นหน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้ง ซึ่งจะต้องถูกจัดการอย่างถูกวิธีไม่เช่นนั้นอาจก่อให้เกิดปัญหา และเกิดผลกระทบต่อทางลบทั้งในด้านสุขภาพ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัยส่วนบุคคล และคาดการณ์ปริมาณขยะหน้ากากอนามัยที่จะเกิดขึ้นในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างระบุเป็นบุคคลทั่วไป ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีผู้ติดเชื้อ และเสียชีวิตสูงที่สุดในประเทศไทย โดยเก็บข้อมูลแบบสอบถามจำนวน 2 รอบ จำนวน 960 คน และ 602 คน ตามลำดับ กำหนดการเก็บข้อมูลผ่านแพลตฟอร์มรวบรวมข้อมูลทางออนไลน์โดยใช้ Google Forms และวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป จากผลการศึกษาพบว่าการจัดการหน้ากากอนามัยส่วนบุคคล และพฤติกรรมทิ้งขยะหน้ากากอนามัยที่ไม่ถูกวิธี โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรม และความรู้ในการจัดการขยะหน้ากากอนามัยที่ถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีเพศหญิง ผู้ที่มีอายุ 51-60 ปี และผู้ที่มีอาชีพบุคลากรทางการแพทย์ ในส่วนของปริมาณการใช้งานหน้ากากอนามัยพบว่าในปี 2564 มีจำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัย 5,707,939 ชิ้นต่อวัน โดยมีการทิ้งปนไปกับขยะทั่วไปถึง 67.50% และในปี 2565 มีการใช้งานมากถึง 6,730,647 ชิ้นต่อวันโดยมีการทิ้งปนไปกับขยะทั่วไปถึง 55.62% ส่งผลให้ขยะหน้ากากอนามัยส่วนใหญ่ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกวิธี โดยผลของการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องมือและนโยบายเพื่อรับมือกับการเกิดขยะติดเชื้อที่เกิดจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อต่างๆในอนาคตได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019, หน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้ง, การจัดการของเสีย

¹ นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุงเทพฯ และ E-mail address: chanyanut.va@gmail.com

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

และ E-mail address: pichaya.r@chula.ac.th

³ รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ

และ E-mail address: sirima.p@chula.ac.th

*Corresponding author โทรศัพท์ 0850504590 E-mail address: chanyanut.va@gmail.com

Study of Personal Face Mask Management Behavior and Prediction of Face Mask Waste Quantity during COVID-19 pandemic in Bangkok.

Chanyanut Vachirasrisirikul¹ Pichaya Rachdawong² and Sirima Panyametheekul^{3*}

Abstract

The currently pandemic situation has involved in communicable diseases which led to a significant increase of infectious waste. Primarily comprising in discarded of personal protective equipment such as used face masks. Improper management of those waste items could potentially result in various negative impacts on health economic society and environmental. This research aims to investigated the personal behavior regarding in the management of used face masks and in predications of the quantity of similar waste that might have been accumulated during the COVID- 19 pandemic in Bangkok. The study focused on a general population sample whom residing within the Bangkok area as this region was highly affected by the virus and also has the highest infection and mortality rates in Thailand. Conducted a survey in two rounds, with 960 and 602 respondents respectively. Data collection was scheduled using an online platform through Google Forms. The statistical analysis was performed by computer programs. The study indicated that there was a lack of understanding in management of personal used of face masks including an improper disposal behavior. The factors that most influence behavior and correct knowledge in healthcare mask disposal are females, individuals aged 51-60, and medical personnel. In 2021, there were 5,707,939 facemasks masks used daily, with approximately 67.50% being improperly disposed of, mixed with general waste. In 2022, the usage increased significantly to 6,730,647 facemasks used daily, with about 55.62% being improperly disposed of, mixed with general waste. The results of this research can be valuable in designing tools and policies to effective address in issue of infectious waste generated from the spread of various infections in the future.

Keywords: COVID-19, Surgical face mask, Waste management

^{1*} Master's degree student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand and E-mail address: chanyanut.va@gmail.com

² Assoc. Prof., Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand and E-mail address: pichaya.r@chula.ac.th

³ Assoc. Prof., Department of Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn

University, Bangkok, Thailand and E-mail address: sirima.p@chula.ac.th

*Corresponding author Tel. 0850504590 and E-mail address: chanyanut.va@gmail.com

1. บทนำ

ในปัจจุบันโลกกำลังเผชิญปัญหาการแพร่ระบาดของโรคมามากมาย และเมื่อวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2563 องค์การอนามัยโลก ได้ประกาศอย่างเป็นทางการว่าไวรัสโคโรนา 2019 (COVID - 19) เป็นโรคระบาด และได้เริ่มแพร่ระบาดในเมืองอู่ฮั่น ประเทศจีน เมื่อปลายปี พ.ศ.2562 โดยเชื่อกันว่าสามารถถ่ายทอดจากการสัมผัสใกล้ชิดของบุคคล หรือผ่านทางละอองน้ำจากทางเดินหายใจ (Mahase, 2020) ส่งผลให้กว่า 231 ประเทศ มีผู้ติดเชื้อ และเสียชีวิตมากมาย โดยในประเทศไทยมีผู้ติดเชื้อสะสม 4,755,175 ราย และเสียชีวิตกว่า 34,425 ราย ซึ่งจังหวัดที่มีผู้ติดเชื้อมากที่สุดในประเทศไทยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร (Department of Disease Control, 2021)

จากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ได้มีการทำวิจัยในหลายประเทศ พบว่าการสวมหน้ากากอนามัยช่วยลดความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้กว่าร้อยละ 85 (Chu et al., 2020) ส่งผลให้ในแต่ละประเทศได้ออกมาตรการบังคับ หรือขอแนะนำให้ใส่หน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันตัวเอง เช่นเดียวกับประเทศไทย เมื่อวันที่ 25 เมษายน พ.ศ.2564 ได้ประกาศสถานการณ์ฉุกเฉินในทุกเขตท้องที่ทั่วราชอาณาจักร มีเนื้อความบังคับให้สวมใส่หน้ากากอนามัย เมื่อออกไปยังที่สาธารณะ หากไม่ปฏิบัติตามจะต้องระวางโทษปรับ (Royal Decree on the Administration of Governance in Emergency Situations B.E. 2548., April 29)

มาตรการบังคับรวมถึงขอแนะนำดังกล่าวส่งผลให้เกิดขยะหน้ากากอนามัยที่เพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งยังพบว่าเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 สามารถดำรงอยู่บนผิวชั้นนอกของหน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้งได้นานถึง 7 วัน (Chin et al., 2020) โดยถือเป็นขยะติดเชื้อ ซึ่งจะต้องถูกจัดการอย่างถูกวิธีไม่เช่นนั้นอาจก่อให้เกิดปัญหาและผลกระทบทั้งในด้านสุขภาพ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม (Selvaranjan et al., 2021) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาพฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัยส่วนบุคคล และคาดการณ์ปริมาณขยะหน้ากากอนามัยในเขตกรุงเทพมหานคร โดยคาดว่าจะทราบถึงพฤติกรรมของประชาชน และปริมาณขยะหน้ากากอนามัยที่เกิดขึ้นในช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เพื่อสามารถนำไปพิจารณาออกแบบนโยบายรับมือกับการเกิดขยะติดเชื้อที่อาจเกิดจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อต่างๆ ในอนาคต

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 กลุ่มตัวอย่างและวิธีการเก็บข้อมูล

ระบุกลุ่มตัวอย่างเป็นประเภทบุคคลทั่วไป ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครเนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีผู้ติดเชื้อ และเสียชีวิตสูงที่สุดในประเทศไทย โดยมีขนาดของกลุ่มตัวอย่าง อย่างน้อย 400 คน จากสูตรคำนวณของ (Tepping, 1968) รวมถึงกำหนดการเก็บข้อมูลผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์โดยใช้ Google Forms

โดยงานวิจัยนี้ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้ทำแบบสอบถามจะ ไม่มีการระบุชื่อ และข้อมูลจะถูกเก็บเป็นความลับ รวมถึงการเสนอผลการศึกษาในภาพรวม ไม่สามารถเชื่อมโยง หรือมีผลกระทบต่อผู้ทำแบบสอบถามได้

2.2 ระยะเวลาดำเนินการเก็บข้อมูล

ดำเนินการเก็บข้อมูลจำนวน 2 รอบ โดยการเก็บข้อมูลในรอบที่ 1 เป็นช่วงต้นของการเกิดโรคระบาดโดยมีผู้ติดเชื้อสะสมจำนวน 28,863 คน และรอบที่ 2 ของการเก็บข้อมูลเป็นช่วงที่เกิดการระบาดหนักโดยมีผู้ติดเชื้อสะสม 4,308,319 คน (Ministry of Public Health, 2022) โดยมีจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนประชากรผู้ตอบแบบสอบถาม

รอบที่	ช่วงเวลาที่เก็บข้อมูล	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	หมายเหตุ
1	21 มกราคม 2564 ถึง 29 มีนาคม 2564	960	ช่วงต้นที่เกิดโรคระบาด (มีผู้ติดเชื้อสะสมจำนวน 28,863 คน)
2	4 เมษายน 2565 ถึง 29 พฤษภาคม 2565	602	ช่วงที่เกิดการระบาดหนัก (มีผู้ติดเชื้อสะสมจำนวน 4,308,319 คน)

2.3 การออกแบบแบบสอบถาม

แบบสอบถามจะประเมินพฤติกรรมการใช้งาน และการจัดการขยะหน้ากากอนามัยโดยอ้างอิงถึงแนวทาง และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทิ้งขยะหน้ากากอนามัยรวมถึงการจัดตั้งถังขยะติดเชื้อ ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมกรุงเทพมหานคร โดยแบบสอบถามจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1.ข้อมูลส่วนบุคคล (เพศ อายุ อาชีพ และระดับการศึกษา) 2.พฤติกรรมการใช้งาน และการจัดการขยะหน้ากากอนามัย

โดยกำหนดพฤติกรรมการใช้งาน และการจัดการขยะหน้ากากอนามัย ดังนี้ 1.ประเภทหน้ากากอนามัยที่มีการใช้งานมากที่สุด 2.ความถี่ในการใช้งานหน้ากากอนามัย 3.การจัดการหน้ากากอนามัยก่อนทิ้ง 4.พฤติกรรมกาทิ้งขยะหน้ากากอนามัย 5.ความรู้เกี่ยวกับการจัดตั้งถังขยะติดเชื้อสำหรับใส่หน้ากากอนามัยของกรุงเทพมหานคร และ 6.ความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการหน้ากากอนามัยก่อนทิ้งของกรุงเทพมหานคร

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ

แบบสอบถามจะถูกวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป IBM SPSS Statistics 19 for Windows โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป IBM SPSS Statistics 19 for Windows

ส่วนที่ 1 : การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพื้นฐาน		
ปัจจัยส่วนบุคคล	รายการ	การวิเคราะห์
เพศ, ช่วงอายุ, ระดับการศึกษา และอาชีพ	พฤติกรรมการใช้งาน และการจัดการขยะหน้ากากอนามัย	ความถี่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%
ส่วนที่ 2 : การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมการใช้งานหน้ากากอนามัย และการจัดการขยะหน้ากากอนามัย		
ปัจจัยส่วนบุคคล	รายการ	วิธีการวิเคราะห์
เพศ, ช่วงอายุ, ระดับการศึกษา และอาชีพ	พฤติกรรมการใช้งาน และการจัดการขยะหน้ากากอนามัย	วิเคราะห์ความแตกต่างของความถี่ (Chi-Square) และวิเคราะห์ความแตกต่างของความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 95%

2.5 การคาดการณ์ปริมาณขยะหน้ากากอนามัย

การคาดการณ์ปริมาณขยะหน้ากากอนามัย จะประเมินจากพฤติกรรมการใช้งาน และการทิ้งหน้ากากอนามัย ด้วยการใช้แบบสอบถาม โดยข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและมาคำนวณโดยดัดแปลงจากสมการของ

Christopher and Scott (Sangkham, 2020) เนื่องจากสามารถคาดการณ์ปริมาณขยะหน้ากากอนามัยตามจำนวนประชากรในพื้นที่ ซึ่งจะรายงานในหน่วยขึ้นต่อวันของจำนวนประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร ดังสมการที่ 1

สมการที่ 1 สมการการคาดการณ์ปริมาณขยะหน้ากากอนามัย

$$D_{FM} = P \times U_p \times F_{MAR} \times \frac{F_{MGP}}{10,000}$$

โดยกำหนด จำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยต่อวัน (D_{FM}), จำนวนประชากรทั้งหมดในประเทศ (P), ร้อยละประชากรในตัวเมือง (U_p), ร้อยละการใช้งานหน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้ง (F_{MAR}) และสมมติฐานการใช้งานหน้ากากอนามัยขึ้นต่อคนต่อวัน (F_{MGP})

3. ผลการวิจัย

3.1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามรอบที่ 1 โดยภาพรวมกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยมีอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี มากที่สุด รองลงมาเป็นช่วงอายุ 21-30 ปี, 41-50 ปี, 31-40 ปี, 51-60 ปี และมากกว่าหรือเท่ากับ 61 ปี ตามลำดับ ซึ่งมีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีมากที่สุด รองลงมาเป็นมัธยมศึกษา, ปริญญาโท, อนุปริญญา, ปวช., ปวส., ปริญญาเอก และประถมศึกษาตามลำดับ โดยประกอบอาชีพนักเรียน-นักศึกษามากที่สุด รองลงมาเป็นพนักงานออฟฟิศ, อาชีพทั่วไป, ธุรกิจส่วนตัว, พนักงานบริการ, ไม่ได้ประกอบอาชีพ, ข้าราชการ และบุคลากรทางการแพทย์ ตามลำดับ

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามรอบที่ 2 โดยภาพรวมกลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย โดยมีช่วงอายุ 21-30 ปีมากที่สุด รองลงมาเป็นช่วงอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี, 51-60 ปี, 41-50 ปี, 31-40 ปี และมากกว่าหรือเท่ากับ 61 ปี ตามลำดับ ซึ่งมีระดับการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีมากที่สุด รองลงมาเป็นมัธยมศึกษา, ปริญญาโท, ประถมศึกษา, ปริญญาเอก, ปวช., ปวส. และอนุปริญญาตามลำดับ โดยประกอบอาชีพนักเรียน-นักศึกษามากที่สุด รองลงมาเป็นข้าราชการ, พนักงานออฟฟิศ, ธุรกิจส่วนตัว, บุคลากรทางการแพทย์, ไม่ได้ประกอบอาชีพ, อาชีพทั่วไป และพนักงานบริการ ตามลำดับ

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพื้นฐาน

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามรอบที่ 1 พบว่าประเภทหน้ากากอนามัยที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ หน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้ง โดยมีการใช้งานมากถึง 78.65% ซึ่งมีความถี่ในการใช้งานหน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้งจำนวน 1.30 ชิ้นต่อวัน โดยการจัดการหน้ากากอนามัยก่อนทิ้งพบว่าการถอดแล้วทิ้งเลยมากที่สุดถึง 49.01% ซึ่งพฤติกรรมการทิ้งพบว่าการทิ้งลงถังขยะทั่วไปมากที่สุดถึง 67.50% รองลงมาเป็น การทิ้งลงถังขยะติดเชื้อ 32.5% ในด้านความรู้เกี่ยวกับการจัดตั้งถังขยะติดเชื้อสำหรับใส่หน้ากากอนามัยของ กรุงเทพมหานครพบว่า ประชาชนส่วนใหญ่ไม่ทราบมากถึง 77.09% และเช่นเดียวกับ ในด้านความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการหน้ากากอนามัยก่อนทิ้งของกรุงเทพมหานครพบว่าประชาชนส่วนใหญ่ไม่ทราบมากถึง 57.09%

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามรอบที่ 2 พบว่าประเภทหน้ากากอนามัยที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ หน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้ง โดยมีการใช้งานมากถึง 85.70% ซึ่งมีความถี่ในการใช้งานหน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้งจำนวน 1.43 ชิ้นต่อวัน โดยการจัดการหน้ากากอนามัยก่อนทิ้งพบว่ามีคนนำหน้ากากอนามัยก่อนทิ้งมีมากที่สุดถึง 43.41% ซึ่งพฤติกรรมการทิ้งพบว่าการทิ้งลงถังขยะทั่วไปมากที่สุดถึง 55.62% รองลงมาเป็น การทิ้งลงถังขยะติดเชื้อ 44.38% ในด้านความรู้เกี่ยวกับการจัดตั้งถังขยะติดเชื้อสำหรับใส่หน้ากากอนามัยของกรุงเทพมหานครพบว่าประชาชนส่วนใหญ่ไม่ทราบมากถึง 76.74% และเช่นเดียวกับในด้านความรู้เกี่ยวกับวิธีการจัดการหน้ากากอนามัยก่อนทิ้งของกรุงเทพมหานครพบว่าประชาชนส่วนใหญ่ไม่ทราบมากถึง 51.94%

3.3 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมการใช้งานหน้ากากอนามัย และการจัดการขยะหน้ากากอนามัย

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามรอบที่ 1 พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์หรือไม่ขึ้นกับประเภทหน้ากากอนามัยที่มีการเลือกใช้งาน ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์โดยขึ้นกับความถี่ในการใช้งานหน้ากากอนามัย ได้แก่ ปัจจัยทางด้านอายุ และอาชีพ โดยผู้ที่มีอายุมากกว่าเท่ากับ 61 ปี มีความถี่ในการใช้งานโดยเฉลี่ย 1.60 ชิ้นต่อวัน และผู้ที่มีอาชีพบุคลากรทางการแพทย์มีความถี่ในการใช้งานโดยเฉลี่ย 1.69 ชิ้นต่อวัน ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์โดยขึ้นกับพฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัยก่อนทิ้ง ได้แก่ ปัจจัยทางด้านเพศ อายุ และอาชีพ โดยผู้ที่มีสัดส่วนพฤติกรรมที่ถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีเพศหญิง ผู้ที่มีอายุ 51- 60 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์ ส่วนผู้ที่มีสัดส่วนพฤติกรรมที่ถูกต้องน้อยที่สุด

ได้แก่ ผู้ที่มีเพศชาย ผู้ที่มีอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพข้าราชการ ซึ่งปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์โดยขึ้นกับพฤติกรรมภารกิจหน้ากากอนามัย ได้แก่ ปัจจัยทางด้านอาชีพ โดยผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์ มีพฤติกรรมภารกิจหน้ากากอนามัยลงถึงระดับติดเชื้อมากที่สุด ส่วนผู้ที่เป็นนักเรียน-นักศึกษา มีพฤติกรรมภารกิจที่ถูกต้องน้อยที่สุด ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์โดยขึ้นกับความรู้ของประชาชนเกี่ยวกับการจัดตั้งถังขยะติดเชื้อของกรุงเทพมหานคร ได้แก่ ปัจจัยทางด้านเพศ อายุ และอาชีพ โดยผู้ที่ทราบหรือมีความรู้มากที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีเพศหญิง ผู้ที่มีอายุ 31-40 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์ ส่วนผู้ที่ไม่ทราบหรือไม่มีความรู้ ได้แก่ ผู้ที่มีเพศชาย ผู้ที่มีอายุน้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพพนักงานออฟฟิศ ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์โดยขึ้นกับความรู้ของประชาชนเกี่ยวกับวิธีการจัดการหน้ากากอนามัยก่อนทิ้งที่ถูกต้องตามคำแนะนำของกรุงเทพมหานคร ได้แก่ ปัจจัยทางด้านอายุ และอาชีพ โดยผู้ที่ทราบหรือมีความรู้มากที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีอายุ 51-60 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์ ส่วนผู้ที่ไม่ทราบหรือไม่มีความรู้ ได้แก่ ผู้ที่มีอายุมากกว่าเท่ากับ 61 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพข้าราชการ

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามรอบที่ 2 พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลไม่มีสัมพันธ์หรือไม่ขึ้นกับประเภทหน้ากากอนามัยที่มีการเลือกใช้งาน ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์โดยขึ้นกับความรู้ในการใช้งานหน้ากากอนามัย คือปัจจัยทางด้านอาชีพ โดยผู้ที่ประกอบอาชีพพนักงานบริการมีความรู้ในการใช้งานโดยเฉลี่ย 3.0 ขึ้นต่อวัน ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์โดยขึ้นกับพฤติกรรมภารกิจหน้ากากอนามัยก่อนทิ้ง ได้แก่ ปัจจัยทางด้านเพศ อายุ และอาชีพ โดยผู้ที่มีสัดส่วนพฤติกรรมที่ถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีเพศหญิง ผู้ที่มีอายุมากกว่าเท่ากับ 61 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์ ส่วนผู้ที่มีสัดส่วนพฤติกรรมที่ถูกต้องน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีเพศชาย ผู้ที่มีอายุ 21-30 ปี และผู้ที่เป็นนักเรียน-นักศึกษา ซึ่งปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์โดยขึ้นกับพฤติกรรมภารกิจหน้ากากอนามัย ได้แก่ ปัจจัยทางด้านอาชีพ โดยผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์มีพฤติกรรมภารกิจหน้ากากอนามัยลงถึงระดับติดเชื้อมากที่สุด ส่วนผู้ที่ประกอบอาชีพทั่วไปมีพฤติกรรมภารกิจที่ถูกต้องน้อยที่สุด ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์โดยขึ้นกับความรู้ของประชาชนเกี่ยวกับการจัดตั้งถังขยะติดเชื้อของกรุงเทพมหานคร ได้แก่ ปัจจัยทางด้านเพศ และอาชีพ โดยผู้ที่ทราบหรือมีความรู้มากที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีเพศหญิง และผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์ ส่วนผู้ที่ไม่ทราบหรือไม่มีความรู้ ได้แก่ ผู้ที่มีเพศชาย และผู้ที่ประกอบอาชีพพนักงานออฟฟิศ ปัจจัยส่วนบุคคลที่มีสัมพันธ์โดยขึ้นกับความรู้ของประชาชนเกี่ยวกับวิธีการจัดการหน้ากากอนามัยก่อนทิ้งที่ถูกต้องตามคำแนะนำของกรุงเทพมหานคร

ได้แก่ ปัจจัยทางด้านเพศ อายุ และอาชีพ โดยผู้ที่ทราบหรือมีความรู้มากที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีเพศหญิง ผู้ที่มีอายุ 51-60 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์ ส่วนผู้ที่ไม่ทราบหรือไม่มีความรู้ ได้แก่ ผู้ที่มีเพศชาย ผู้ที่มีอายุมากกว่าเท่ากับ 21-30 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพทั่วไป

3.4 การคาดการณ์ปริมาณขยะหน้ากากอนามัย

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามรอบที่ 1 จากการวิเคราะห์แบบสอบถามพบว่า หน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้ง มีจำนวนผู้ใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 78.6 ส่วนจำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยเฉลี่ยต่อวัน มีค่าเท่ากับ 1.30 ชิ้นต่อวัน ข้อมูลทางสถิติพบว่าประเทศไทยในปี 2564 มีประชากร 66,186,727 คน และในเขตกรุงเทพมหานครมีประชากรในปี 2564 เท่ากับ 5,588,222 คน คิดเป็นร้อยละ 8.44 (National Statistical Office Thailand, 2021) โดยสามารถคำนวณจำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยทั้งหมด ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยทั้งหมด} &= 66,186,727 \times 8.44 \times 78.6 \times \frac{1.30}{10,000} \\ &= 5,707,939 \text{ ชิ้น/วัน} \end{aligned}$$

จากการคำนวณพบว่ามีจำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยทั้งหมด 5,707,939 ชิ้นต่อวัน และเมื่อเปรียบเทียบการเกิดขยะหน้ากากอนามัยทั้งหมดต่อวันที่ได้จากการคาดการณ์ กับสัดส่วนการทิ้งขยะหน้ากากอนามัยที่ส่วนใหญ่ทิ้งปนไปกับขยะทั่วไปถึง 67.50% มีจำนวนมากกว่า 3,852,859 ชิ้นต่อวัน

การเก็บข้อมูลแบบสอบถามรอบที่ 2 จากการวิเคราะห์แบบสอบถามพบว่า หน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้ง มีจำนวนผู้ใช้งาน คิดเป็นร้อยละ 85.7 ส่วนจำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยเฉลี่ยต่อวัน มีค่าเท่ากับ 1.43 ชิ้นต่อวัน ข้อมูลทางสถิติพบว่าประเทศไทยในปี 2565 มีประชากร 66,090,475 คน และในเขตกรุงเทพมหานครมีประชากรในปี 2565 เท่ากับ 5,494,932 คน คิดเป็นร้อยละ 8.31 (National Statistical Office Thailand, 2021) โดยสามารถคำนวณจำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยทั้งหมด ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยทั้งหมด} &= 66,090,475 \times 8.31 \times 85.7 \times \frac{1.43}{10,000} \\ &= 6,730,647 \text{ ชิ้น/วัน} \end{aligned}$$

จากการคำนวณพบว่ามีจำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยทั้งหมด 6,730,647 ชิ้นต่อวัน และเมื่อเปรียบเทียบการเกิดขยะหน้ากากอนามัยทั้งหมดต่อวันที่ได้จากการคาดการณ์ กับสัดส่วนการทิ้งขยะหน้ากากอนามัยที่ส่วนใหญ่ทิ้งปนไปกับขยะทั่วไปถึง 55.62% มีจำนวนมากกว่า 3,743,585 ชิ้นต่อวัน

4. อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ของแบบสอบถามทั้ง 2 รอบพบว่า ประเภทหน้ากากอนามัยที่มีการใช้งานมากที่สุดคือหน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้ง ซึ่งพฤติกรรมการจัดการหน้ากากอนามัย และความรู้ของประชาชนพบว่าส่วนใหญ่มีความรู้ในการจัดการที่ไม่ถูกต้อง ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมการใช้งานหน้ากากอนามัย และการจัดการขยะหน้ากากอนามัย พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์หรือไม่ขึ้นกับประเภ หน้ากากอนามัยที่เลือกใช้ และการสอบถามในรอบแรกพบว่าผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์มีการใช้หน้ากากอนามัยต่อวันมากที่สุด อาจเนื่องจากเป็นข้อปฏิบัติของสถานที่ทำงานรวมถึงมีความรู้ในด้านการป้องกันตนเอง แต่ในการสอบถามในรอบที่ 2 พบว่าอาชีพพนักงานบริการมีการใช้หน้ากากอนามัยต่อวันมากที่สุดเฉลี่ย 3 ชิ้นต่อวัน อาจเนื่องจากเป็นอาชีพที่ต้องพบปะกับผู้คน สอดคล้องกับเป็นช่วงหลังจากที่ได้มีประกาศสถานการณ์ฉุกเฉิน มีเนื้อความบังคับให้สวมใส่หน้ากากอนามัยเมื่ออยู่ในที่สาธารณะ (Royal Decree on the Administration of Governance in Emergency Situations B.E. 2548., April 29) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรม และความรู้ในการจัดการขยะหน้ากากอนามัยที่ถูกต้องมากที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีเพศหญิง ผู้ที่มีอายุ 51-60 ปี และผู้ที่ประกอบอาชีพบุคลากรทางการแพทย์ ในส่วนของปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรม และความรู้ที่ถูกต้องน้อยที่สุด ได้แก่ ผู้ที่มีเพศชาย ผู้ที่มีอายุ (น้อยกว่าเท่ากับ 20 ปี และ 21-30 ปี) และผู้ที่ประกอบอาชีพ (นักเรียน-นักศึกษา, ข้าราชการ และพนักงานออฟฟิศ) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Knotek II et al., 2020) กล่าวคือแนวโน้มที่ผู้ที่มีอายุมากกว่าจะปฏิบัติตามข้อกำหนด หรือมีพฤติกรรมการใช้งานหน้ากากอนามัยที่ถูกต้องมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อย จากการคาดการณ์ปริมาณขยะหน้ากากอนามัยพบว่าในเขตกรุงเทพมหานครมีการใช้งานหน้ากากอนามัยเป็นจำนวนที่สูงมากต่อวัน โดยในปี 2564 มีจำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัย 5,707,939 ชิ้นต่อวัน และในปี 2565 มีการใช้งานมากถึง 6,730,647 ชิ้นต่อวัน ซึ่งจำนวนการใช้งานที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับจำนวนผู้ติดเชื้อสะสมที่เพิ่มสูงขึ้น รวมถึงทำให้เกิดขยะหน้ากากอนามัยจำนวนมาก สอดคล้องกับการศึกษาของ (Sangkham, 2020) และพบว่าปริมาณการใช้งานหน้ากากอนามัยในปี 2564 มีการทิ้งหน้ากากอนามัยปนไปกับขยะทั่วไป 67.50% ซึ่งจะมีจำนวนมากกว่า 3,852,859 ชิ้นต่อวัน และในปี 2565 มีการทิ้งหน้ากากอนามัยปนไปกับขยะทั่วไป 55.62% ซึ่งมีจำนวนมากกว่า 3,743,585 ชิ้นต่อวัน จะเห็นได้ว่าในปี 2564 มีสัดส่วนและปริมาณการทิ้งขยะหน้ากากอนามัยปนไปกับขยะทั่วไปมากกว่าปี 2565 ซึ่งจะสอดคล้องกับข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยรวมของกรุงเทพมหานครในช่วงเดือน

เมฆาณที่เก็บโดยสำนักงานสิ่งแวดล้อม กล่าวคือในปี 2564 ที่มีปริมาณขยะมูลฝอยรวม 8,881.98 ตันต่อวัน ซึ่งจะมากกว่าในปี 2565 ที่มีปริมาณขยะมูลฝอยรวม 8,675.24 ตันต่อวัน (Department of Environment, 2023) และข้อมูลข้างต้นส่งผลให้ขยะหน้ากากอนามัยส่วนใหญ่ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกวิธีโดยถูกนำไปฝังรวมกับขยะมูลฝอยทั่วไปในหลุมฝังกลบ

5. สรุป

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร สามารถสรุปผลได้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	ข้อมูลแบบสอบถาม	
	รอบที่ 1	รอบที่ 2
จำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยเฉลี่ย (ชิ้น/วัน)	1.3	1.43
จำนวนการใช้งานหน้ากากอนามัยทั้งหมดของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร (ชิ้น/วัน)	5,707,939	6,730,647
สัดส่วนการทิ้งหน้ากากอนามัยปนไปกับขยะทั่วไป (%)	67.5	55.62
จำนวนขยะหน้ากากอนามัยที่ทิ้งปนไปกับขยะทั่วไปของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร (ชิ้น/วัน)	3,852,859	3,743,585
ประเภทหน้ากากอนามัยที่มีการใช้งานมากที่สุด	หน้ากากอนามัยแบบใช้แล้วทิ้ง (ปัจจัยส่วนบุคคลไม่ขึ้นกับประเภทหน้ากากอนามัยที่เลือกใช้)	
พฤติกรรมในการจัดการหน้ากากอนามัย และความรู้ของประชาชน	ส่วนใหญ่มีความรู้ในการจัดการที่ไม่ถูกต้อง	
ปัจจัยส่วนบุคคลกับส่งผลต่อพฤติกรรม และความรู้ในการจัดการขยะหน้ากากอนามัย	ปัจจัยทางด้านเพศ อายุ และอาชีพ	

ผลการศึกษาพบว่าประชากรส่วนใหญ่มีพฤติกรรมในการจัดการหน้ากากอนามัย และความรู้ในการจัดการขยะหน้ากากอนามัยที่ไม่ถูกต้อง โดยปัจจัยส่วนบุคคลที่ส่งผลต่อพฤติกรรม และความรู้ในการจัดการขยะหน้ากากอนามัย ได้แก่ ปัจจัยทางด้านเพศ อายุ และอาชีพ รวมถึงในเขตกรุงเทพมหานครมีการใช้งานหน้ากากอนามัยเป็นจำนวนที่สูงมากต่อวัน ซึ่งจำนวนการใช้งานที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับจำนวนผู้ติดเชื้อสะสมที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เกิด

ขยะหน้ากากอนามัยจำนวนมาก และมีการทิ้งขยะหน้ากากอนามัยปนไปกับขยะทั่วไป ส่งผลให้ขยะหน้ากากอนามัยส่วนใหญ่ถูกกำจัดอย่างไม่ถูกวิธี ผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องมือเพื่อกระตุ้นให้ประชาชนในเขตกรุงเทพมหานครเกิดการแยกขยะหน้ากากอนามัยได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งสามารถออกแบบนโยบายเพื่อเพิ่มการประชาสัมพันธ์ และให้ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการจัดการขยะหน้ากากอนามัย เพื่อสามารถรับมือกับการเกิดขยะติดเชื้อที่อาจเกิดจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อต่างๆ ได้อย่างปลอดภัยต่อไป

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่ได้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการศึกษาถึงแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม รวมถึงการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการจัดการหน้ากากอนามัยของผู้ประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พิชญ รัชฎาวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.ศิริมา ปัญญาเมธิกุล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้ความรู้ ข้อชี้แนะ คำปรึกษา และสนับสนุนเครื่องมือในการดำเนินงานสำหรับการทำงานวิจัย รวมถึงภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนการศึกษาสำหรับผู้วิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Chin, A. W. H., & Poon, L. L. M. (2020). Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions – Authors' reply. *The Lancet Microbe*, 1(4), e146. doi:[https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30095-1](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30095-1)
- Chu, D. K., Akl, E. A., Duda, S., Solo, K., Yaacoub, S., Schünemann, H. J., . . . Schünemann, H. J. (2020). Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 395(10242), 1973-1987. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31142-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31142-9)
- Department of Disease Control (2022). COVID-19 Infection Situation Report. [Online] Available: <https://covid19.ddc.moph.go.th/> (in Thai)

- Department of Environment (2022). Data on the collected Solid waste volume in Bangkok. [Online]
Available: <https://webportal.bangkok.go.th> (in Thai)
- Knotek II, E., Schoenle, R., Dietrich, A., Müller, G., Myrseth, K. O. R., & Weber, M. (2020). Consumers and COVID-19: Survey Results on Mask-Wearing Behaviors and Beliefs. Economic Commentary. doi:10.26509/frbc-ec-202020
- Mahase, E. (2020). Covid-19: WHO declares pandemic because of “alarming levels” of spread, severity, and inaction. Bmj, 368, 0. doi: 10.1136/bmj.m1036
- Ministry of Public Health (2021). Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Report. [Online] Available: https://media.thaigov.go.th/uploads/public_img/source/300464edit.pdf (in Thai)
- National Statistical Office Thailand (2021). Population Count from Registration, Classified by Age, Gender, Region, and Province. [Online] Available: -
<http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/01.aspx> (in Thai)
- Royal Decree on the Administration of Governance in Emergency Situations B.E. 2548., (2021, April 29).
Royal Thai Government Gazette. Vol.138, Pt.91 Gnor (Special issue), P.24 (in Thai)
- Sangkham, S. (2020). Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 2, 100052.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100052>
- Selvaranjan, K., Navaratnam, S., Rajeev, P., & Ravintherakumaran, N. (2021). Environmental challenges induced by extensive use of face masks during COVID-19: A review and potential solutions. Environmental Challenges, 3, 100039. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100039>
- Tepping, B. J. (1968). Elementary Sampling Theory, Taro Yamane. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1967. Pp. x-405. Journal of the American Statistical Association, 63(322), 728-730. doi:10.1080/01621459.1968.11009297

ผลของการจัดการยาไม่ปลอดภัยในชุมชนในร้านชำ ในชุมชนอำเภอ

เฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา

สันห์ทัศน์ ศรีโพนทอง¹

บทคัดย่อ

กระทรวงสาธารณสุขกำหนดให้การจัดการเชื้อดยาและการใช้ยาอย่างสมเหตุผลในชุมชนเป็น Service Plan ที่สำคัญของปี 2566-2568 ซึ่งอำเภอเฉลิมพระเกียรติได้สำรวจร้านชำเมื่อปี 2562 พบการจำหน่ายยาไม่ปลอดภัยในชุมชนร้อยละ 44.7 และมีผู้ป่วยซื้อยาจากร้านชำเกิดการแพ้ยาจนต้องนอนโรงพยาบาล 5 คน เพื่อให้บรรลุ Service Plan จึงมีวัตถุประสงค์การวิจัย คือ 1. เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับยาที่ไม่ปลอดภัยและยาสามัญประจำบ้านให้แก่เจ้าของร้านชำ 2. เพื่อลดจำนวนร้านชำที่จำหน่ายยาที่ไม่ปลอดภัยในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ และ 3. เพื่อจัดตั้งร้านชำคุณภาพต้นแบบอย่างน้อย 1 ร้าน ซึ่งใช้วิธีการวิจัย Quasi-experimental แบบ one group pretest-posttest design โดยใช้แบบสำรวจยา และแบบทดสอบการได้รับความรู้ในการใช้ยาอย่างสมเหตุผลของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมา ปี 2566 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ Wilcoxon signed rank test และสัดส่วนร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่าง 32 ร้านผู้ประกอบการร้านชำส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 65.6) อายุเฉลี่ย 52.7 ปี (SD 12.2ปี) ไม่เคยอบรมส่งเสริมการใช้ยาอย่างสมเหตุผลเลย (ร้อยละ 31.3) คะแนนความรู้ก่อนและหลังการอบรมเพิ่มขึ้นจาก 11.2 คะแนน (SD 2.9 คะแนน) เป็น 13.7 คะแนน (SD 1.7 คะแนน) เพิ่ม 15 คะแนน หลังอบรมร้านชำที่จำหน่ายยาไม่ปลอดภัยในชุมชนลดลงจาก 32 ร้าน เหลือ 25 ร้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=.006$) และจัดตั้งร้านชำคุณภาพต้นแบบได้ 2 ร้าน สรุปว่าการจำหน่ายยาไม่ปลอดภัยในชุมชนอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ร้านชำ, Rational Drug Use Community, ยาไม่ปลอดภัยในชุมชน

¹* เกษักร ชำนาญการ โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา sriphonthong.s@gmail.com

Results of Rational Drug Use Community management in the grocery stores in

Chaloem Phra Kiat, Nakhon Ratchasima

Santhad Sriphonthong¹

Abstract

The Ministry of Public Health has established a Service Plan for the Rational Drug Use and management of drug-resistant bacteria in the community for 2023-2025. Chaloem Phra Kiat District surveyed grocery stores in 2019 and found that the prevalence of unsafe drug in grocery stores in the community was 44.7%, and 5 patients received treatment in the hospital due to buying the unsafe drug from the grocers in 2021. In order to achieve the Service Plan, therefore conducting this research. Objectives: 1. To increase knowledge and understanding about unsafe drugs and home remedies for grocery store operators. 2. To reduce the number of grocers that sell unsafe drugs in Chaloem Phra Kiat District and 3. to establish at least one prototype quality grocer in the community. Methods: Quasi-experimental, one group pretest-posttest design using the grocery store drug surveying form and the testing form obtaining knowledge on the rational drug use in a grocery store in Nakhon Ratchasima Province 2023 and analyzed the data using Wilcoxon signed rank test and percentage proportion. Results: The sample group consisted of 32 grocery stores. Most of the grocery store operators were female (65.6%), average age 52.7 years old (SD 12.2 years), never trained to promote rational drug use training program (31.3%). The knowledge score before and after the training increased from 11.2 points (SD 2.9 points) to 13.7 points (SD 1.7 points) out of 15 points. After the training, grocery stores that sell unsafe drugs in the community decreased from 32 grocery stores to 25 grocery stores statistically significant reduction ($p=0.006$) and 2 prototype quality grocery stores were established in the community. Conclusion: Unsafe drug selling in the grocery stores significantly decreased by the RDU management program in Chaloem Phra Kiat District.

Keywords: grocery store, Rational Drug Use Community, unsafe drug in community

^{1*} Pharmacist, Chaloem Phra Kiat hospital Nakhon Ratchasima, sriphonthong.s@gmail.com

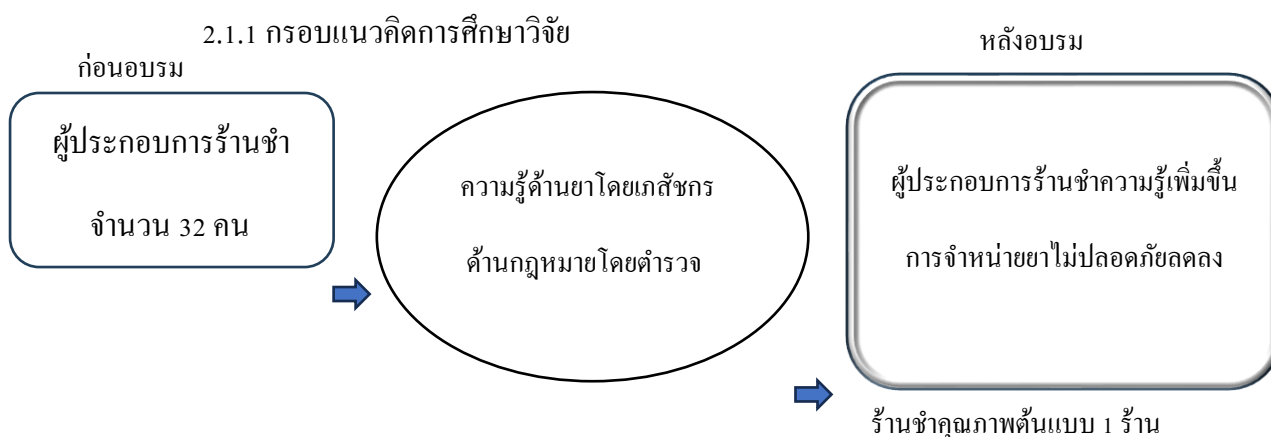
1. บทนำ

กระทรวงสาธารณสุขมีนโยบายพัฒนาระบบบริการสุขภาพ (Service Plan) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2566-2568 ซึ่งการใช้ยาอย่างสมเหตุผลในชุมชนและการจัดการการเค้ายาต้านจุลชีพ เป็นหนึ่งใน 19 นโยบายพัฒนาระบบบริการสุขภาพที่สำคัญ ซึ่งการจัดการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนี้จะต้องดำเนินการไปถึงระดับหมู่บ้าน จนถึงร้านชำ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครราชสีมาได้ทำโครงการส่งเสริมการใช้ยาปลอดภัยในชุมชนตั้งแต่ปี พ.ศ.2562 ทิพย์กาญจน์ ศรีโพธิทอง(2562)ได้รายงานผลการสำรวจร้านชำของอำเภอเฉลิมพระเกียรติ พบว่าจาก 114 ร้านที่สำรวจพบยาไม่ปลอดภัยในชุมชนในร้านชำ 51 ร้าน(ร้อยละ44.7) ซึ่งเป็นยาอันตรายที่ร้านชำไม่สามารถจำหน่ายได้ ได้แก่ ยาต้านการอักเสบที่ไม่ใช่สเตียรอยด์ (NSAIDs) เช่น Piroxicam, Diclofenac, Paracetamol ขนาดบรรจุภัณฑ์มากกว่า 10 เม็ด เป็นต้น และยังพบยาปฏิชีวนะไว้จำหน่าย เช่น Penicillin, Tetracycline, Ampicillin เป็นต้น เกษกรผู้รับผิดชอบงานส่งเสริมการใช้ยาปลอดภัยในชุมชน (RDU in community) ได้จัดอบรมให้ความรู้ในช่วงปี พ.ศ.2562-2563 ให้กับผู้ประกอบการร้านชำ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) และเจ้าหน้าที่งานคุ้มครองผู้บริโภค โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล(รพ.สต.) แต่ในปี พ.ศ.2564 ยังพบรายงานอุบัติการณ์เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา จากการซื้อยาที่ร้านชำ ได้แก่ กลุ่มยาแก้ปวดแล้วเกิดอาการแพ้ยา(NSAIDs allergy : ibuprofen) เลือดออกในทางเดินอาหาร และพบผู้ป่วยแพ้ยาปฏิชีวนะแบบ Anaphylaxis จนต้องเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมาในปี พ.ศ. 2564 รวมทั้งสิ้น 5 ราย ในปี พ.ศ.2566 ผู้วิจัยจึงได้นำรูปแบบการจัดการยาไม่ปลอดภัยในชุมชนที่ทางคณะทำงานส่งเสริมการใช้ยาปลอดภัยในชุมชน จังหวัดนครราชสีมา พัฒนาขึ้นมามีการให้ครอบคลุมทุกตำบลพร้อมกัน โดยสมมติฐานการวิจัยคือเมื่อผู้ประกอบการร้านชำมีความรู้เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้พฤติกรรมการจำหน่ายยาไม่ปลอดภัยในชุมชนของผู้ประกอบการร้านชำลดลง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับยาที่ไม่ปลอดภัยและยาสามัญประจำบ้านให้ผู้ประกอบการร้านชำ เพื่อลดจำนวนร้านชำที่มีการจำหน่ายยาที่ไม่ปลอดภัยในอำเภอเฉลิมพระเกียรติ และเพื่อจัดตั้งร้านชำคุณภาพต้นแบบในชุมชนอย่างน้อย 1 ร้าน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 รูปแบบการศึกษาวิจัย

การวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental) แบบ one-group pretest -posttest design โดยดำเนินการในพื้นที่ อำเภอนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 4 โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) และ 1 หน่วยบริการปฐมภูมิ (PCU) รวมเป็น 5 สถานพยาบาล ประกอบด้วย 1.โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนาตาวัน 2. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพระพุทธรูป 3. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านโสม 4. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมะดัน และ 5. หน่วยบริการปฐมภูมิโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่งานคุ้มครองผู้บริโภคของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล หน่วยบริการปฐมภูมิโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านในแต่ละพื้นที่ และเจ้าหน้าที่ตำรวจ สถานีตำรวจภูธรเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา โดยเจ้าหน้าที่ รพ.สต.และหน่วยบริการปฐมภูมิ มีหน้าที่ประสาน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านในพื้นที่ ในการนำทางและการเดินเท้าไปยังร้านค้าที่ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านรับผิดชอบ และยังเป็นผู้ช่วยบันทึกข้อมูลลงในแบบสำรวจรายการยาในร้านชำ เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการสำรวจ โดยมีเภสัชกรชำนาญการของโรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ เป็นวิทยากรให้ความรู้ด้านยา และ เจ้าหน้าที่ตำรวจเป็นวิทยากรให้ความรู้ด้านกฎหมายพระราชบัญญัติยา พ.ศ. 2510 ฉบับปรับปรุงล่าสุด (2562)



2.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้ประกอบการร้านชำในอำเภอนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
จำนวน 290 คน โดยกำหนดให้ผู้ประกอบการ 1 คนต่อ 1 ร้านชำ

การคำนวณขนาดตัวอย่าง ใช้วิธีการประมาณจากจำนวนประชากรจาก บุญชม ศรีสะอาด (2535) ที่กำหนดว่า เมื่อประชากรทั้งหมดเป็นหลักร้อย ขนาดตัวอย่าง เท่ากับ ร้อยละ 15-30 ของประชากร 290 คน ซึ่งคำนวณได้เป็น 44-87 คน เมื่อทำการสำรวจร้านชำแล้วพบว่าผู้ประกอบการร้านชำส่วนใหญ่ไม่เข้าเกณฑ์คัดเข้าเนื่องจากไม่ให้ความยินยอมเข้าร่วมการอบรม ผู้วิจัยและทีมงานเข้าสำรวจร้านชำจึงได้ตัดการสำรวจก่อนที่จะให้ Intervention จึงได้ตัวอย่างในการวิจัยที่มียาไม่ปลอดภัยในชุมชนจำหน่ายอยู่ในร้านจำนวน 32 คน

2.1.3 เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้ากลุ่มตัวอย่าง

2.1.3.1 ผู้ประกอบการร้านชำที่ให้ความร่วมมือในการสำรวจร้านชำ และยินยอมให้สัมภาษณ์

2.1.3.2 ผู้ประกอบการร้านชำที่ผลการสำรวจก่อนการอบรม พบยาที่ไม่ปลอดภัยจำหน่ายในร้านชำตั้งแต่ 2 กลุ่มยาขึ้นไป

2.1.3.3 ผู้ประกอบการร้านชำที่พบยาห้ามจำหน่ายในกลุ่ม NSAIDs หรือ ยาปฏิชีวนะ แม้จะไม่พบยาในกลุ่มอื่น

2.1.3.4 ผู้ประกอบการร้านชำที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ

2.1.4 เกณฑ์การคัดออกจากกลุ่มตัวอย่าง

2.1.4.1 ผู้ประกอบการร้านชำที่ไม่ยินยอมให้สำรวจรายการยาในร้าน

2.1.4.2 ผู้ประกอบการร้านชำที่เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการแต่ไม่ได้วัดความรู้หลังการอบรม

2.1.4.3 ผู้ประกอบการร้านชำที่เข้าร่วมประชุมเชิงปฏิบัติการและวัดความรู้หลังการอบรม แต่ไม่สามารถติดตามวัดผลการจำหน่ายยาที่ไม่ปลอดภัยในชุมชนหลังการอบรมได้

2.1.5 Intervention ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่

1. ประชุมเชิงปฏิบัติการชี้แจงผู้ประกอบการร้านชำด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพ/ยาที่ห้ามจำหน่าย

- 2.อบรมให้ความรู้หัวข้อ “ปัญหาการจำหน่ายยาไม่ปลอดภัยในร้านชำในพื้นที่อำเภอและเสริมสร้างความรอบรู้ด้านผลิตภัณฑ์สุขภาพให้ปลอดภัยในชุมชน” โดยเภสัชกรผู้มีประสบการณ์ด้านการส่งเสริมการใช้ยาอย่างสมเหตุผลเป็นวิทยากรและหัวข้อ “กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการขายยาอันตรายในร้านชำและสื่อออนไลน์” ที่แตกต่างไปจากการอบรมให้ความรู้ที่ผ่านมาคือเจ้าหน้าที่ตำรวจเป็นวิทยากรด้วยตนเอง พร้อมทำแบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม
 - 3.ให้โปสเตอร์ชื่อ “ตัวอย่างยาสามัญประจำบ้านแผนปัจจุบัน จำหน่ายได้ในร้านชำ”
 - 4.ให้โปสเตอร์ชื่อ “ตัวอย่างยาห้ามจำหน่ายในร้านชำ”
 - 5.ให้โปสเตอร์ชื่อ “ความผิดเกี่ยวกับการขายยา”
 - 6.เจ้าหน้าที่ระดับอำเภอออกเยี่ยมสำรวจจำนวนสองครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 เดือน
- 2.1.6 ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล

23 มกราคม – 16 มีนาคม พ.ศ.2566

ก่อนการศึกษา คือ 23 มกราคม - 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566 โดยวัดความรู้หลังการอบรมในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2566 หลังการศึกษา คือ 16 มีนาคม พ.ศ.2566 โดยวัดผลโดยการสำรวจร้านชำของผู้ประกอบการทั้ง 32 คนในวันเดียวเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลการจำหน่ายยาในร้านชำที่เกิดจากการส่งต่อข้อมูลการออกสำรวจข้อมูลของผู้วิจัยและทีมโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

2.2.1 แบบสำรวจยาในร้านชำเพื่อพัฒนาสถานประกอบการให้มีคุณภาพ ปีงบประมาณ 2566 ประกอบด้วย 4 หมวด ได้แก่ หมวดที่ 1 รายการยาอันตรายหรือห้ามจำหน่ายที่พบในร้านชำ หมวดที่ 2 สถานที่เก็บและขายยา หมวดที่ 3 แหล่งที่รับยามาจำหน่าย และ หมวดที่ 4 ความคิดเห็นของผู้ประกอบการเพื่อพัฒนาร้านชำ

2.2.2 แบบทดสอบการได้รับความรู้ในการใช้ยาอย่างสมเหตุผลในร้านชำ โครงการพัฒนาตำบลต้นแบบด้านการใช้ยาอย่างสมเหตุผล ในร้านชำ จังหวัดนครราชสีมา ปี 2566 มีทั้งหมด 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งได้มาจากเครื่องมือวิจัยตามข้อที่ 2.1.1 และส่วนที่ 2

โดยแบบทดสอบส่วนที่ 2 มีรายละเอียดดังนี้

1. เป็นข้อคำถามความรู้เกี่ยวกับยา จำนวน 15 ข้อๆ ละ 1 คะแนน
2. เป็นข้อสอบถูกผิด แบบกากบาท
3. เกณฑ์ผ่านคือตอบถูกมากกว่าหรือเท่ากับ 11 ข้อ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 1)การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญในขณะทำงาน การใช้ยาปลอดภัยในชุมชน จังหวัดนครราชสีมา 2)การตรวจสอบความเที่ยง นำเครื่องมือไปทดลองใช้ จำนวน 30 ราย ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้วิธีของ Cronbach(1990) ได้ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามส่วนที่ 2 เท่ากับ 0.78

2.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

วัดองค์ความรู้ จำนวน 15 ข้อ

โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมาน แบบ pair t-test ในกรณีที่มีการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบปกติ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมก่อนการอบรมเทียบกับหลังอบรมในกลุ่มเดียวกันแบบ หากกรณีการแจกแจงข้อมูลไม่เป็นแบบปกติจะใช้สถิติทดสอบข้อมูลแบบ non parametric โดยใช้ Wilcoxon Signed Rank test โดยใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมก่อนการอบรมเทียบกับหลังอบรมในกลุ่มเดียวกัน

วัดการเปลี่ยนแปลงจำนวนร้านจำหน่ายยาไม่ปลอดภัย ชนิดของยาที่พบในร้านชำ ด้วยค่าสถิติสัดส่วนร้อยละ

2.2.4 ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

การเก็บข้อมูลในการศึกษาวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งในการปฏิบัติหน้าที่ในงานคุ้มครองผู้บริโภค ผู้เก็บข้อมูลจะเข้าไปในฐานะพนักงานเจ้าหน้าที่ โดยเริ่มจากการแนะนำตนเองและอธิบายวัตถุประสงค์ในการสำรวจข้อมูลแก่เจ้าของร้านชำ เมื่อได้รับอนุญาตและลงลายมือชื่อในแบบบันทึกข้อมูลโดยเจ้าของร้านแล้ว ผู้วิจัยจึงเปิดการสนทนาเพื่อสร้างบรรยากาศความเป็นกันเอง ลดความกังวลและความกลัวที่อาจเกิดกับตัวอย่าง จากนั้นจึงเข้าสู่การสัมภาษณ์และสำรวจยาตามหัวข้อในแบบบันทึกข้อมูล

การนำเสนอข้อมูลจะนำเสนอในภาพรวม โดยไม่เปิดเผยชื่อ สกุล ที่อยู่ของร้านชำเพื่อพิทักษ์สิทธิของตัวอย่าง

3. ผลการวิจัย

จากการสำรวจร้านชำและสามารถพบผู้ประกอบการ 64 คนและคัดเข้ากลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์คัดเข้ากลุ่มตัวอย่างได้ 32 คน (ดังตารางที่ 1) ผู้ประกอบการร้านชำส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลหนองสูงเหลือม ร้อยละ 75.0

ตารางที่ 1 จำนวนร้านชำที่ศึกษาแยกตามพื้นที่สถานบริการปฐมภูมิ

หน่วยบริการ	จำนวนร้านชำ	ร้อยละของกลุ่มตัวอย่าง
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านโสง	3	9.4
หน่วยบริการปฐมภูมิ รพ.เฉลิมพระเกียรติ	3	9.4
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลนาตวงษ์	24	75.0
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลพระพุทธร	1	3.1
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลมะดัน	1	3.1
รวม	32	100

ผู้ประกอบการร้านชำเป็นเพศหญิง ร้อยละ 65.6 อายุเฉลี่ย 52.7 ปี (SD=12.2ปี) ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายร้อยละ 40.6 ประกอบกิจการร้านชำมาแล้วเฉลี่ย 12.1 ปี (SD=9.0ปี) ส่วนใหญ่ไม่เคยผ่านการอบรมความรู้การใช้ยาอย่างสมเหตุผลในร้านชำถึงร้อยละ 31.3 รองลงมาคือเคยผ่านการอบรมการใช้ยาอย่างสมเหตุผลมาแล้วไม่เกิน 3 ปี ร้อยละ 25.0 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการร้านชำ (N=32)

ปัจจัยที่ศึกษา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	11	34.4
หญิง	21	65.6

อายุ เฉลี่ย 52.7 ปี (SD=12.2)

20-30 ปี	2	6.3
31-40 ปี	2	6.3
41-50 ปี	8	25.0
51-60 ปี	13	40.6
มากกว่า 60 ปี	7	21.9

การศึกษา

ระดับประถมศึกษา	9	28.1
มัธยมศึกษาตอนต้น	7	21.9
มัธยมศึกษาตอนปลาย	13	40.6
ปริญญาตรีขึ้นไป	3	9.4

เปิดร้านเข้ามาแล้ว เฉลี่ย 12.1 ปี (SD=9.0)

1 – 5 ปี	8	25.0
6 – 10 ปี	12	37.5
11 – 15 ปี	4	12.5
16 – 20 ปี	5	15.6
มากกว่า 20 ปี	3	9.4

เคยอบรมส่งเสริมการใช้อย่างสมเหตุผล

ไม่เคยเลย	10	31.3
อบรมไม่เกิน 1 ปี	1	3.1
อบรมไม่เกิน 2 ปี	6	18.8
อบรมไม่เกิน 3 ปี	8	25.0

อบรมไม่เกิน 4 ปี	1	3.1
อบรม 5 ปีขึ้นไป	6	18.8

จากการทดสอบความรู้ก่อนและหลังการอบรมคะแนนเต็ม 15 คะแนน พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนอบรมเท่ากับ 11.2 คะแนน (SD 2.9) และค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 13.7 คะแนน (SD 1.7) สรุปว่าผู้ประกอบการร้านชำโดยรวมมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p=0.001$) โดยมีข้อทดสอบการรับความรู้ข้อที่ 3, 7, 10, 12 และ 13 ที่ผู้ประกอบการมีความรู้เพิ่มขึ้นจากการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 3 สถิติทดสอบที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ Wilcoxon Signed Rank test เพราะการกระจายของข้อมูลไม่เป็นแบบปกติ

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้ก่อนและหลังการอบรม

ลำดับ	ข้อทดสอบความรู้ (แบบย่อ)	ค่าเฉลี่ยคะแนน			
		ก่อนอบรม	หลังอบรม	ผลต่าง	p-value
1	ยาที่ขายได้ในร้านชำต้องมีข้อความ “ยาสามัญประจำบ้าน”	1.00	1.00	0.0	1.000
2	ยาที่ห้ามขายในร้านชำคือยาที่มีข้อความ “ยาอันตราย”	.906	.938	.032	.317
3	ยาชุดคือยาบรรจุนเสร็จหลายขนาน โดยมีเจตนาให้ใช้ร่วมกันเพื่อรักษาโรคใดโรคหนึ่ง โดยไม่ระบุว่ามียาอะไรบ้าง กินเวลาใด	.719	.938	.219	.020
4	ยาชุดแก้ปวดเมื่อย หากได้รับเกินขนาดจะเกิดอันตรายเพิ่มขึ้นจากการได้รับยาเกินอาการที่เป็น หรือหากแพ้ยาโดยที่จะไม่ทราบชนิดยาที่แพ้	.844	.875	.031	.564
5	อันตรายจากการกินยาสเตียรอยด์เกินขนาดติดต่อกันเป็นเวลานานเช่น กระเพาะอาหารทะลุ กระดูกพรุนหรือหักง่าย	.844	.938	.094	.083

ผิวหนังเห็นเส้นเลือด ไขมันพอกที่ต้นคอ หน้ากลมคล้าย

พระจันทร์

6	ยากาโน เป็นยาปฏิชีวนะหรือยาฆ่าเชื้อที่จัดเป็นยาสามัญ	.750	.906	.156	.059
	ประจำบ้าน				
7	ทิฟฟิเคย์เป็นยาแก้หวัดคัดจมูก สามารถจำหน่ายได้ในร้านชำ	.219	.750	.531	<0.001
8	ยานอกซี่เป็นยาหยุดถ่าย ท้องร่วง จัดเป็นยาอันตราย	.687	.844	.157	.096
	จำหน่ายได้ในร้านชำ				
9	ยาเบนด้า 500 มิลลิกรัม 1 เม็ด เป็นยาพยาธิที่จัดเป็นยาที่ไม่ใช่	.500	.719	.219	.090
	ยาอันตรายหรือควบคุมพิเศษ ไม่สามารถจำหน่ายได้ในร้านชำ				
10	ยาป๊อก109 เป็นยาเพื่อบรรเทาอาการปวดและอักเสบในโรคข้อ	.656	.969	.313	.002
	กล้ามเนื้อ โดยจัดเป็นยาสามัญประจำบ้านจำหน่ายได้ที่ร้านชำ				
11	ยาซาร่า เป็นยาบรรเทาปวดลดไข้ ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อ 5	.781	.938	.157	.059
	มิลลิลิตรจัดเป็นยาสามัญประจำบ้าน สามารถจำหน่ายได้				
12	ขายยาอันตรายโดยไม่มีใบอนุญาต จะได้รับโทษตาม	.844	1.000	.156	.025
	กฎหมายคือระวางจำคุกไม่เกิน 3 ปี หรือปรับไม่เกิน 5,000				
	บาทหรือทั้งจำทั้งปรับ				
13	ขายยาไม่ได้ขึ้นทะเบียน จะได้รับโทษตามกฎหมายคือ	.812	1.000	.188	.014
	ระวางจำคุกไม่เกิน 3 ปี หรือปรับไม่เกิน 5,000 บาท				
	หรือทั้งจำทั้งปรับ				
14	หากขายยาชุดในร้านชำ จะได้รับโทษตามกฎหมาย คือ	.813	.906	.093	.257

ระหว่างโทษจำคุกไม่เกิน 5 ปี หรือปรับไม่เกิน 50,000 บาท

หรือทั้งจำทั้งปรับ

15	ขายยาปลอม จะได้รับโทษ คือ ระหว่างโทษจำคุกตั้งแต่ 1-20 ปี และปรับตั้งแต่ 2,000 - 10,000 บาท	.875	.969	.094	.083
----	--	------	------	------	------

คะแนนรวม		.750	.913	.163	.001
----------	--	------	------	------	------

หลังอบรมให้ความรู้แก่ผู้ประกอบการร้านชำ ติดตามผล 1 เดือนต่อมา (ดังตารางที่ 4) พบว่าจำนวนผู้ประกอบการร้านชำที่จำหน่ายยาที่ไม่ปลอดภัยในชุมชน ลดลงจาก 32 คน เหลือ 25 คน ลดลง 7 คน หรือ 7 ร้านชำ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.006$)

ตารางที่ 4 ร้านชำที่พบการจำหน่ายยาไม่ปลอดภัยในชุมชน ก่อนและหลังการอบรม จำนวนร้าน (ร้อยละ)

	พบยาไม่ปลอดภัย	ไม่พบยาไม่ปลอดภัย	ค่าเฉลี่ยการพบยาไม่ปลอดภัย	p-value
ก่อนการอบรม	32 (100.0)	0 (0.0)	1.000	
หลังการอบรม	25 (78.1)	7 (21.9)	0.781	
ส่วนต่าง	7 (21.9)	7 (21.9)	0.219	.006

ถ้าผู้ประกอบการร้านชำยังมีเพียง 1 รายการเพื่อจำหน่ายในกลุ่มยานั้นถือว่ายังมีการจำหน่ายอยู่ (ตารางที่ 5) ในกลุ่มยานั้น ซึ่งแต่ละกลุ่มยามีพบการจำหน่ายลดลงทุกกลุ่มยา และพบว่า “ยาชุด” หดหายไปจากร้านชำที่เข้าร่วมโครงการ ในขณะที่ “ยาลูกกลอน” และ “ยาน้ำสมุนไพร” ไม่พบการจำหน่ายโดยผู้ประกอบการร้านชำเลยตั้งแต่ก่อนการอบรม

ตารางที่ 5 ร้อยละของร้านชำ 32 ร้านที่สำรวจพบการจำหน่ายยาที่ไม่ปลอดภัยในชุมชน ตามกลุ่มยาก่อนและหลังอบรม

	กลุ่มยา คุม กำเนิด	กลุ่ม ยาแก้ ปวด	กลุ่ม ยาแก้ หวัด	ยาปฏิ ชี วะ วะ	ยา ถ่าย พยาธิ	ยาแผน โบราณ	ยา ลูก กลอน	ยาน้ำ สมุนไพร	ยา สเตรีย รอยด์	ยา อันตราย อื่นๆ	ยา ชา ชุด	ยา หมด อายุ
ก่อน	28.1	50.0	50.0	34.4	9.4	90.6	0.0	0.0	40.6	81.2	3.1	15.6
หลัง	9.4	28.1	25.0	9.4	3.1	71.9	0.0	0.0	18.8	62.5	0.0	6.2
ลดลง	18.7	21.9	25.0	25.0	6.3	18.3	0.0	0.0	21.8	18.7	3.1	9.4

นอกจากนี้ จากการสำรวจร้านชำทั้ง 32 ร้านพบว่าก่อนอบรมพบการจำหน่ายยาแผนโบราณ ได้แก่ ยาเขียวตราใบโพธิ์ 16 ร้านคิดเป็นร้อยละ 50 ซึ่งมากที่สุดทั้งชนิดและปริมาณการจำหน่าย (รายละเอียดตามตารางที่ 6) ได้แก่ยาเขียวเม็ดตราใบโพธิ์ ยากษัยเส้นตราเด็กในพานทอง ยาหอม 5 เจดีย์ รองลงมาคือการจำหน่ายยาอันตรายอื่นๆ ได้แก่ วิตามินเกลือแร่ ยาน้ำขาวลดกรด ยาทาซิมาโลชั่นเป็นต้น รองลงคือมีการจำหน่ายยา Paracetamol แบบกระปุก 100 เม็ดและยาแก้หวัดผสมยาแก้ไอเม็ด (ทิฟฟี/คิลคอลเจน) ร้อยละ 46.9 และหลังการอบรมผู้ประกอบการหยุดการจำหน่ายกลุ่มยาคูมกำเนิด ได้แก่ ชนิดลูกกลิน (มาดอนน่า) และยาคูมกำเนิดแบบ 28 เม็ด (มาการีต) พาราเซตามอลแบบกระปุก 1,000 เม็ด ยาแก้ไอน้ำผสมยาแก้ไอแก้หวัด (ไอยาฟิน) ยาปฏิชีวนะ ได้แก่ Amoxycillin , Dicloxacillin และ Metronidazole เป็นต้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ประกอบการร้านชำก่อนการอบรมมีความรู้ระดับหนึ่งซึ่งเข้าใจไปเองว่าสามารถจำหน่ายยาตามที่ชุมชนเรียกหาหรือต้องการใช้ได้โดยไม่ผิดกฎหมาย จนกระทั่งมีการอบรมที่ปรับเปลี่ยนรูปแบบใหม่ให้มีเจ้าหน้าที่ตำรวจมาร่วมเป็นวิทยากรร่วมด้วย โดยให้ความรู้เรื่องโทษปรับและจำคุกกรณีจำหน่ายยาอันตราย ยาชุด ในร้านชำ จึงทำให้ผู้ประกอบการร้านชำบางรายเลิกจำหน่ายยาในร้านชำไปเนื่องจากไม่ต้องการที่จะเสี่ยงต่อการจำหน่ายยาที่ผิดกฎหมายให้แก่ลูกค้าในชุมชน ซึ่งมีพฤติกรรมเรียกหาอันตรายในร้านชำอยู่บ่อยๆ

ตารางที่ 6 รายการยาอันตรายหรือห้ามจำหน่ายที่พบในร้านชำ

กลุ่มยา	รายการยา	<u>ก่อนอบรม</u>		<u>หลังอบรม</u>	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1.ยาคุมกำเนิด					
	Levonorgestrel+EE 28 เม็ด	9	28.1	3	9.4
	Cyproterone acetate+EE	2	6.2	1	3.1

Norethisterone+Mestranol	1	3.1	0	0.0
Levonorgestrel	1	3.1	0	0.0

2.ยาแก้ปวด

Aspirin powder	7	21.9	4	12.5
Piroxicam	5	15.6	2	6.2
Orphenadrine+Paracetamol	1	3.1	1	3.1
Mefenamic acid	2	6.2	1	3.1
Paracetamol 100's	15	46.9	6	18.8
Ibuprofen 400 mg	3	9.4	2	6.2
Ibuprofen 600 mg	1	3.1	1	3.1
Paracetamol 1,000 's	1	3.1	0	0.0
Paracetamol drop	1	3.1	1	3.1
Paracetamol 250mg/5ml	3	9.4	2	6.2

3.ยาแก้หวัด

Paracetamol+CPM+Phenylephrine เม็ด	15	46.9	6	18.8
CPM+Phenylephrine เม็ด	2	6.2	1	3.1
CPM 100 's	7	21.9	3	9.4
Paracetamol+CPM+Phenylephrine น้ำ	2	6.2	1	3.1
Dextromethophan+Phynylephrine+CPM+GG น้ำ	1	3.1	0	0.0

4.ยาปฏิชีวนะ

PenicillinV500,000unit	7	21.9	1	3.1
Tetracycline	2	6.2	1	3.1
Sulphadimidine 500,000	2	6.2	1	3.1
Dicloxacillin	1	3.1	0	0.0
Amoxycillin	1	3.1	0	0.0
Metronidazole	1	3.1	0	0.0
Sulfanilamide+Tannin powder	10	31.2	6	18.8

5.ยาถ่ายพยาธิ

Mebendazole 500	4	12.5	2	6.2
Niclosamide	1	3.1	0	0.0

6.ยาแผนโบราณ

ยาเขียวเม็ด	16	50.0	12	37.5
ยากษัยเส้นซง	14	43.8	8	25.0
พร-ยาเป่าคอ	5	15.6	3	9.4
ยาสตรีชนิคน้ำ	8	25.0	5	15.6
ยาแผ่นดองเหล้า	10	31.2	6	18.8
ฟ้าทะลายโจรแคปซูล	2	6.2	1	3.1
แก้ผดผื่นคัน	8	25.0	4	12.5
ยาหอมขวด	14	43.8	11	34.4
ยาน้ำแก้ไอ	7	21.9	4	12.5

ยาระบายน้ำแผนโบราณ	3	9.4	1	3.1
ยาขมเม็ด	1	3.1	1	3.1
ยานัตถุ์	3	9.4	1	3.1
ยาประดง	1	3.1	0	0.0
ทองพันชั่ง+เมล็ดกระเบา+กำมะถัน ครีม	5	15.6	3	9.4
ว่านหางจระเข้ เจล	1	3.1	1	3.1
ยากุมาร	2	6.2	0	0.0
7.ยาลูกกลอน	-	-	-	-
8.ยาน้ำสมุนไพร	-	-	-	-
9.ยาสเตียรอยด์				
Triamcinolone ทาแผลในปาก	12	37.5	5	15.6
Triamcinolone โลชั่น	3	9.4	0	0.0
Clotrimazole + Betamethasone ครีม	1	3.1	1	3.1
10.ยาอันตรายอื่นๆ				
Vitamin & Mineral เม็ด	5	15.6	2	6.2
Al(OH) ₃ +AHMC+simethicone+MgCO ₃ เม็ด	1	3.1	1	3.1
สเปรย์สำหรับบริเวณช่องปากและคอ	1	3.1	1	3.1
Al(OH) ₃ เม็ด	3	9.4	3	9.4
Al(OH) ₃ +Mg(OH) ₃ +simethicone แขนงตะกอน	6	18.8	4	12.5
ยาธาตุน้ำขาว	4	12.5	4	12.5

ยาธาตุขี้ปลาวงศ์	1	3.1	1	3.1
ยาหม่อง	1	3.1	1	3.1
Salicylic + Resorcinol + Phenylacetic acid โลชั่น	8	25.0	4	12.5
Clotrimazole ครีม	4	12.5	2	6.2
Dimenhydrinate ผง 10 เม็ด	4	12.5	2	6.2
Loperamide	6	18.8	3	9.4
Tolnaftate 1% ครีม	2	6.2	2	6.2
Omeprazole แคปซูล	1	3.1	0	0.0
ยาแดง	3	9.4	2	6.2
ยาเหลือง	1	3.1	1	3.1
จีฟี่กัมมะถัน	1	3.1	1	3.1
คาลาไมด์ โลชั่น	2	6.2	1	3.1
Mucopolysaccharide + Polysulphate ครีม	3	9.4	1	3.1
Na alginate+NaHCO ₃ +CaCO ₃ ซอง	3	9.4	0	0.0
Chloramphenicol ointment	1	3.1	0	0.0
Bromhexine solution	1	3.1	0	0.0
Acetylcysteine ผง	1	3.1	0	0.0
การบูร+Lidocaine สำหรับพ่น	2	6.2	2	6.2
Cetirizine เม็ด	1	3.1	1	3.1

11.ยาชุด

ยาชุดแก้ไข้	1	3.1	0	0.0
12.ยาหมอคออายุ				
Dextromethophan+Phynylephrine+CPM+GG น้ำ	1	3.1	0	0.0
ขี้ผึ้งน้ำมันยูคาลิปตัส+การบูร	1	3.1	0	0.0

ผลการจัดตั้งร้านชำคุณภาพต้นแบบในชุมชน

จากการสำรวจร้านชำหลังจากให้การอบรมความรู้ 1 เดือนพบผู้ประกอบการร้านชำ 2 ร้าน ที่เข้าใจวัตถุประสงค์ของการอบรมและนำไปประยุกต์และพัฒนารายการยาที่เคยจำหน่ายให้มีเฉพาะยาสามัญประจำบ้าน และยังคงคิดโปสเตอร์ที่ได้รับแจกจากการอบรมไว้ที่หน้าร้านชำพร้อมทั้งอธิบายทำความเข้าใจและให้ความรู้แก่ลูกค้าผู้สูงอายุที่มาเรียกหาว่าห้ามจำหน่ายให้รับรู้รับทราบและทำความเข้าใจว่าร้านชำสามารถจำหน่ายยาสามัญประจำบ้านตามที่คิดโปสเตอร์ไว้เท่านั้นทั้งนี้ทั้งนั้นก็เพื่อความปลอดภัยแก่ตัวลูกค้าและคนในชุมชน ดังนั้นสามารถพัฒนาร้านชำ 2 ร้านที่พร้อมจะเป็นร้านชำคุณภาพส่งเสริมการใช้ยาที่ปลอดภัยในชุมชน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จ.นครราชสีมาต่อไป

4. อภิปรายผล

ผลจากการสำรวจร้านชำทั้งหมด 32 ร้าน พบว่าผู้ประกอบการมีความรู้บางส่วนอยู่แล้วทำให้ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังอบรมเพิ่มขึ้นจากเฉลี่ย 11.2 (SD 2.9) คะแนน เป็น 13.7 (SD 1.7) คะแนน ทั้งนี้การวัดความรู้ก่อนการอบรมมีค่าคะแนนค่อนข้างสูงเนื่องจากมีผู้ประกอบการร้อยละ 68.8 ได้เคยผ่านการอบรมการส่งเสริมการใช้ยาอย่างสมเหตุผลในชุมชนมาก่อนตั้งแต่ 1 ถึง 5 ปีที่ผ่านมาซึ่งวิทยากรที่ถ่ายทอดความรู้มีเพียงเกษตรกรเท่านั้น แต่การอบรมในครั้งนี้มีความแตกต่างออกไปคือมีวิทยากรร่วมเป็นเจ้าหน้าที่ตำรวจจากสถานีตำรวจภูธรเฉลิมพระเกียรติมาให้ความรู้ส่วนของกฎหมายด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะมีผลให้ผลการจำหน่ายยาที่ไม่ปลอดภัยลดลงไประดับหนึ่ง จากร้อยละ 100.0 เหลือ ร้อยละ 78.1

ยาที่ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จำหน่ายได้แก่ ยาแผนโบราณร้อยละ 90.6 รองลงมาคือ ยาอันตรายอื่นๆ ยาแก้ปวด ยาแก้หวัด ยาสเตรอยด์ และยาปฏิชีวนะ ตามลำดับแต่ไม่พบการจำหน่ายยาลูกกลอน ยาชุดและ

ยาน้ำสมุนไพร แตกต่างกับการศึกษาความชุกของการจำหน่ายยาที่ไม่เหมาะสมของร้านชำในจังหวัด พิษณุโลกและปัจจัยที่มีผล (อัปสร บุญยัง และ รุ่งทิพา หมีนป่า, 2561) ที่พบยาพาราเซตามอล และยา ปฏิชีวนะเป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับสถานการณ์การจำหน่ายยาที่อำเภอปทุมราชวงศา จังหวัดอำนาจเจริญ (จันทร์จิร คอกบัว และคณะ, 2563) ที่พบยาอันตรายมากที่สุด รองลงมาคือพบ ยาแผนโบราณ

จากการอบรมให้ความรู้ในครั้งนี้ ได้พบว่ามียาจำนวน 2 ร้าน (ร้อยละ 6.3) ที่มีความพร้อมและ ทักษะที่เข้าเกณฑ์ของร้านชำคุณภาพต้นแบบในชุมชน ซึ่งได้น้อยกว่าการพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวังความ ปลอดภัยด้านยาในร้านชำเขตอำเภออมลาคัย จังหวัดกาฬสินธุ์ (อจรรย์ สี่หา และ วรณภา ศักดิ์ศิริ, 2565) ที่ ศึกษาร้านชำ 95 ร้าน เป็นร้านชำต้นแบบได้ 22 ร้าน คิดเป็นร้อยละ 23.2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรูปแบบการวิจัย และการให้ Intervention ในการวิจัยนี้ไม่ได้เน้นการดูแลที่เข้มแข็งโดยทีมอาสาสมัครสาธารณสุขประจำ หมู่บ้านอย่างต่อเนื่องทำให้ความตระหนักและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการจำหน่ายยาไม่ปลอดภัยใน ชุมชนเป็นไปแบบใกล้เคียงความสมัครใจที่จะเลิกจำหน่ายยาไม่ปลอดภัยในชุมชน และการวัดผลหลังการ อบรมให้ความรู้โดยเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ตำรวจระยะเวลาเพียง 1 เดือนทำให้ผู้ประกอบการร้านชำไม่มีการ หมุนเวียนจำหน่ายออกไปได้หมดทำให้ตรวจพบยาไม่ปลอดภัยในกลุ่มตัวอย่างเป็นสัดส่วนที่มากกว่าการศึกษา ดังกล่าว

5. สรุป

จากการศึกษาวิจัยนี้ สรุปว่า ผู้ประกอบการร้านชำที่เข้าร่วมโครงการทั้ง 32 คน มีความรู้ที่เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) และส่งผลให้ผู้ประกอบการร้านชำเลิกจำหน่ายยาที่ไม่ปลอดภัยในชุมชน ลดลงจาก 32 คน เหลือ 25 คน บ่งบอกถึงการอบรมที่มีผู้บังคับใช้กฎหมายร่วมบรรยายด้วยได้ผลในระดับ หนึ่ง และได้ร้านชำที่จะนำไปเป็นร้านชำคุณภาพต้นแบบในชุมชนจำนวน 2 ร้านจากผู้ประกอบการร้านชำ 2 คน สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย

6. ข้อจำกัดของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในการวิจัยนี้ ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจงอาจจะอนุมานไม่ได้ว่าผลการศึกษาเป็นตัวแทนของประชากรร้านชำอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมาได้ และมีขนาดตัวอย่างที่น้อยเกินไปเพราะถ้าคำนวณขนาดตัวอย่างตามเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด ที่ระบุว่าถ้าประชากรหลักร้อยละ 15-30 ของประชากร 290 ร้านชำ ซึ่งต้องได้ตัวอย่าง 44 -87 ร้านจึงจะเป็นตัวแทนของประชากร ทั้งนี้คัดเลือกจำนวนตัวอย่างยังอิงตามงบประมาณการจัดอบรมที่มีจำกัดของผู้รับผิดชอบงาน RDU ของ รพ.สต.และเจ้าของร้านชำ ซึ่งส่งผลต่อค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังการอบรมด้วยถึงแม้ว่าค่า p-value จะมีค่าที่แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ค่า mean±SD ยังมีการซ้อนทับกันระหว่างคะแนนความรู้ก่อนและหลังการอบรม ทั้งนี้ถ้าหากเพิ่มจำนวนตัวอย่างอาจทำให้แสดงความเปลี่ยนแปลงของคะแนนความรู้ได้ชัดเจนขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

ควรมีกกลุ่มเปรียบเทียบและคัดเลือกตัวอย่างแบบสุ่ม และเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อให้ยืนยันได้ว่าผลการทดลองของการจำหน่ายยาที่ไม่ปลอดภัยเกิดจาก การให้ความรู้ด้านยาโดยเภสัชกรและด้านกฎหมายโดยเจ้าหน้าที่ตำรวจ และควรจะวัดความรู้ครั้งที่ 2 หลังการอบรมที่ร้านชำด้วยเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงความรู้อย่างเข้มข้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาณุ.ทิพย์กาญจน์ ศรีโพหนอง เภสัชกรชำนาญการที่ให้ความรู้ด้านยาแก่กลุ่มตัวอย่าง ขอขอบคุณสถานีตำรวจภูธรเฉลิมพระเกียรติ และที่สำคัญขอขอบคุณผู้ประกอบการร้านชำทุกร้านที่ให้ความร่วมมือในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กองบริหารการสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข.(2563). *แนวทางการดำเนินงานพัฒนา*

ระบบการใช้อย่างสมเหตุผลในชุมชน. กลุ่มงานพัฒนาระบบสนับสนุนบริการ กองบริหารการ

สาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข.

กองยา สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. (2566, 9 พฤษภาคม). พระราชบัญญัติ

ยา พ.ศ.2510 (ฉบับปรับปรุงล่าสุด) จากเว็บไซต์สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. [https://drug](https://drug.fda.moph.go.th/drug-act/drug-act-2510/)

.fda.moph.go.th/drug-act/drug-act-2510/

จันทร์จรรย์ ดอกบัว, รัตนารณ ชันติมั่ง, หทัยรัชต์ พุกสอาด, ณัฐพร สู้หนองบัว. (2564). สถานการณ์การ

จำหน่ายยาในร้านขายของชำ อำเภอปทุมราชวงศา จังหวัดอำนาจเจริญ. วารสารการคุ้มครอง

ผู้บริโภคด้านสุขภาพ (Online), 1(1), 37-44.

ทิพย์กาญจน์ ศรีโพทอง.(2562). สรุปกิจกรรมเฝ้าระวังและควบคุมแหล่งกระจายยาในชุมชนในอำเภอ

เฉลิมพระเกียรติ [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. กลุ่มงานเภสัชกรรมและคุ้มครองผู้บริโภค,

โรงพยาบาลเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา.

บุญชม ศรีสะอาด.(2535). การวิจัยเบื้องต้น ฉบับปรับปรุงใหม่. สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

รัฐบาลไทย. (2565, 7 พฤศจิกายน). สธ.วางนโยบายพัฒนาระบบบริการสุขภาพ ระยะ 3 ปี รวม 19 สาขา

ให้สอดคล้องความต้องการของประชาชน. <https://www.thaigov.go.th/news/contents/details/61334>

อัญริย์ สีหา, วรรณภา ศักดิ์ศิริ.(2565). การพัฒนารูปแบบการเฝ้าระวังความปลอดภัยด้านยาในร้านชำเขต

อำเภอกมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ, 15(1), 304-317.

อัปสร บุญยั้ง, รุ่งทิวา หมั่นป้า.(2562). ความชุกของการจำหน่ายยาที่ไม่เหมาะสมของร้านชำในจังหวัด

พิษณุโลกและปัจจัยที่มีผล. วารสารเภสัชกรรมไทย, 11(1), 105-118.

ประสิทธิผลหลังการสักระบายน้ำใน ต่อระดับคุณภาพชีวิต ในผู้ที่มีอาการปวด หลังส่วนล่าง ที่เข้ารับบริการที่คลินิกการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์

แผนไทยอภัยภูเบศร

พิชญา นาไชย¹, ธัญญะ พรหมศรี²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการสักระบายน้ำในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง ต่อระดับคุณภาพชีวิต เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) สุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม วัดก่อน-หลังการทดลอง (One group pre-posttest design) โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง มีอายุระหว่าง 21 – 60 ปี ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์แผนไทยประยุกต์ว่าเป็นโรคกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง 1 หลัง ที่มารับบริการที่วิทยาลัยการแพทย์แผนไทยอภัยภูเบศร จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 30 คน ทำการสักระบายน้ำในทั้งหมด 1 ครั้ง/สัปดาห์ ทั้งหมด 4 ครั้ง เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป แบบประเมินระดับความเจ็บปวด แบบประเมินระดับคุณภาพชีวิตโดยองค์การอนามัยโลกชุดย่อฉบับภาษาไทย (World Health Organization Quality of Life Brief – Thai, WHOQOL-BREF-THAI) ผลการวิจัยพบว่า การสักระบายน้ำในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างสามารถลดระดับความเจ็บปวด และเพิ่มระดับคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนรักษากับหลังการรักษา และหลังการรักษา 7 วัน โดยก่อนการรักษา มีคะแนนคุณภาพชีวิตเฉลี่ย 18.27 คุณภาพชีวิตอยู่ในระดับปานกลาง ระดับความเจ็บปวดเฉลี่ย 6.27 หลังการรักษา มีคะแนนคุณภาพชีวิต เฉลี่ย 27.90 คุณภาพชีวิตอยู่ในระดับดี ระดับความเจ็บปวดเฉลี่ย 1.53 และหลังการรักษา 7 วัน มีคะแนนคุณภาพชีวิต เฉลี่ย 27.13 คุณภาพชีวิตอยู่ในระดับดี การสักระบายน้ำในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง สามารถเพิ่มระดับคุณภาพชีวิต และลดความเจ็บปวดได้ ทั้งยังไม่พบผลข้างเคียงจากการรักษา

คำสำคัญ: การสักระบายน้ำใน, อาการปวดหลังส่วนล่าง, โรคกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง 1 หลัง

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา pitchaya@acttm.ac.th

² อาจารย์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา thanya.pr@ssru.ac.th

Effectiveness of Medical tattoos (SAK - YA) on the quality of life in individuals with lower back pain who received treatment at the Thai Traditional Medicine Clinic, Abhaibhubejhr College of Thai Traditional Medicine.

Pitchaya Nachai¹, Thanya Promsorn²

Abstract

The objective of this research is to study the effectiveness of Medical tattoos (SAK - YA) for relief Lower Back pain and improving quality of life. It is a quasi-experimental research, using accidental sampling to select one group of participants. The research design is a one group pre-posttest design, where the participants are individuals with lower back pain, aged between 21-60 years, who are working adults and have been diagnosed with “Lomplaipattakad Sanyan 1 lang” by a Thai traditional medicine doctor at Abhaibhubejhr College of Thai Traditional Medicine in Prachinburi province. They received Medical tattoos (SAK - YA) four times in total, once a week. The data collection tools included general information and assessments of pain level and quality of life using the World Health Organization Quality of Life Brief - Thai version (WHOQOL-BREF-THAI). The research findings indicate that Medical tattoos (SAK - YA) can reduce pain level and improve health-related quality of life significantly ($p < 0.05$) when comparing before treatment with after treatment and after 7 days of treatment. Before treatment, the average quality of life score was 18.27, indicating a moderate level, and the average pain level was 6.27. After treatment, the average quality of life score was 27.90, indicating a good level, and the average pain level was 1.53. After 7 days of treatment, the average quality of life score was 27.13, indicating a good level. Medical tattoos (SAK - YA) in individuals with lower back pain can improve quality of life and reduce pain level without any reported side effects.

Keywords: Medical tattoos (SAK - YA), Lower Back pain, Lomplaipattakad Sanyan 1 lang

¹ Master's degree student of Science in Apply Thai Traditional Medicine, Suan Sunandha Rajabhat University, pitchaya@acttm.ac.th

² Master of Science in Apply Thai Traditional Medicine, Suan Sunandha Rajabhat University, thanya.pr@ssru.ac.th

1. บทนำ

จากข้อมูลการเจ็บป่วยประชากรที่เป็นผู้ป่วยนอก ของสถานบริการสาธารณสุข ในปี 2564 พบว่า สัดส่วนการใช้บริการ ผู้ป่วยนอก ที่มีความผิดปกติของระบบโครงร่างและ กล้ามเนื้อ มากถึงร้อยละ 11.05 เมื่อเทียบกับโรคกลุ่มอื่นๆ (National Statistical Office, 2021) โดยโรคปวดหลังส่วนล่าง พบมาก ในกลุ่ม อาชีพรับจ้างทั่วไป ลูกจ้าง ในโรงงานอุตสาหกรรมและพนักงานเอกชน (Untimanon, 2016) ส่งผลให้ ความสามารถของร่างกายในการทำกิจกรรมลดลง และมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ส่งผลต่อ ระดับคุณภาพชีวิต ทำให้ระดับคุณภาพชีวิตลดลง เนื่องจากไม่สามารถประกอบกิจวัตรประจำวัน หรือมี ความยากลำบากในการประกอบกิจการต่าง ๆ รวมถึงการเข้าสังคม การพบปะผู้คน อาการปวดหลังทำให้เกิด ความไม่สบายทางกาย และไม่สบายทางใจ โดยมีการศึกษาคุณภาพชีวิตในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง เรื้อรังจากโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เข้ารับการรักษาที่แผนกอร์โธปิดิกส์และแผนกเวชศาสตร์ พันฟูในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ พบว่าผู้ป่วยมีคุณภาพชีวิตอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ร้อยละ 93.4 ของผู้เข้ารับ การรักษาทั้งหมด (Lertthongthai, 2014) การรักษาผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างทางแผนปัจจุบัน คือการ นอนพัก การให้ยาแก้ปวดมารับประทาน การให้ยาแก้อักเสบ ซึ่งอาจจะส่งผลข้างเคียงตามมาได้หลาย ประการ เช่น เกิดแผลในระบบทางเดินอาหาร หรืออาจติดยากลุ่มยากล่อมประสาทจากการใช้ยามากเกินไป (Associate Professor Dr. Sukhawannich., 2020)

การรักษากลุ่มอาการปวดหลังส่วนล่าง ในทางการแพทย์แผนไทย มีวิธีการรักษาหลายวิธี เช่น การ นวดไทย การนวดน้ำมัน การกดน้ำมัน การประคบสมุนไพร ยาสมุนไพร และการสักระย้าน้ำมัน ซึ่งเป็น กรรมวิธีของภูมิปัญญาไทยที่ผ่านการรับรอง ตามระเบียบกระทรวงสาธารณสุข ว่าด้วยการรับรองหมอ พ้นบ้านปี 2562 เป็นภูมิปัญญาพื้นบ้าน โดยเฉพาะภาคอีสานและภาคเหนือ ที่สืบทอดกันมาจากรุ่นสู่รุ่น ปัจจุบันนิยมใช้ในการรักษากลุ่มอาการกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อ (Kumkratok, 2015) โดยการสักระย้าน้ำมัน เพื่อลดอาการปวดเมื่อย ยังไม่มีการเก็บข้อมูลเรื่องประสิทธิผลของการสักระย้าน้ำมันอย่างชัดเจน รวมถึง การศึกษาคุณภาพชีวิตหลังจากการสักระย้าน้ำมันบริเวณหลังส่วนล่าง จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ประสิทธิภาพของการสักระย้าน้ำมัน เพื่อเป็นทางเลือกในการรักษากลุ่มอาการปวดหลังส่วนล่าง และลด ผลข้างเคียงในการใช้ยา

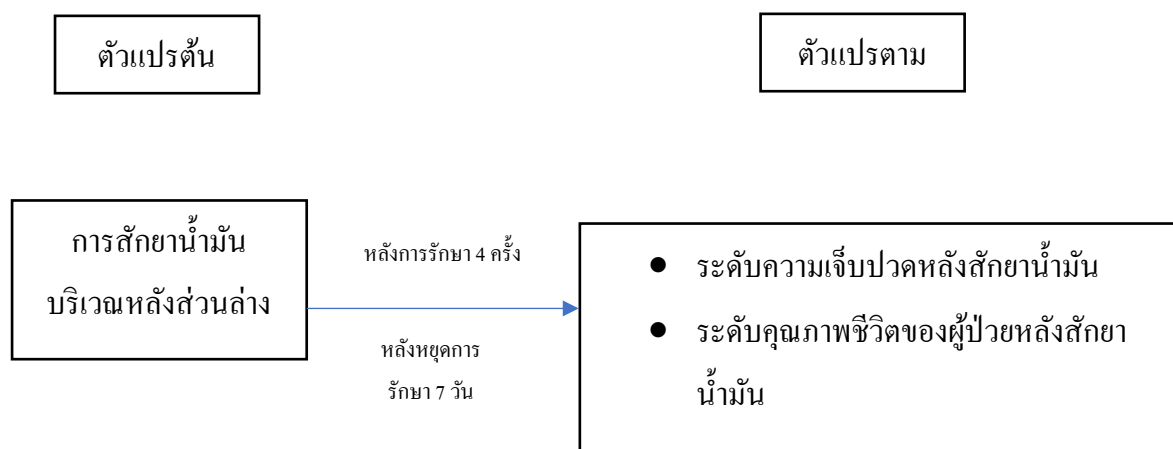
ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเรื่องประสิทธิผลของการสัณยาน้ำมันในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง เพื่อบรรเทาอาการปวดหลัง โดยมุ่งหมายว่าจะทำให้ระดับคุณภาพชีวิตของคนไข้เพิ่มมากขึ้น และเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการรักษาอาการปวดหลังส่วนล่าง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 รูปแบบการศึกษาวิจัย

วิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) สุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยผู้วิจัยพยายามเก็บตัวอย่างเท่าที่จะทำได้ตามที่มืออยู่หรือที่ได้รับความร่วมมือ ตัวอย่างที่ได้จึงเป็นกรณีที่เผอิญหรือยินดีให้ความร่วมมือหรืออยู่ในสถานที่หรือตกอยู่ในสภาวะดังกล่าวตามจำนวนที่ต้องการ กลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม วัดก่อน-หลังการทดลอง (One group pre-posttest design)

2.3 กรอบแนวคิด



2.3 กลุ่มตัวอย่าง

อาสาสมัครผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง มีอายุระหว่าง 25 – 60 ปี ที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์แผนไทยประยุกต์ว่าเป็นโรคลมปลายปัตคาคตัญญาณ 1 หลัง ที่มารับบริการที่วิทยาลัยการแพทย์แผนไทย อภัยภูเบศร จังหวัดปราจีนบุรี และมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากโปรแกรม G*Power 3.1.9.7 กำหนดค่าความผิดพลาดชนิดที่ 1 เท่ากับ 5% ($\alpha = 0.05$) กำหนดค่าอำนาจของการทดสอบทางสถิติเท่ากับ 80% ($\beta = 0.2$) และกำหนดค่า

effect size = 0.5 คำนวณได้ค่าขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 27 คน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงคิดเพิ่มจำนวนกลุ่มตัวอย่างอีกร้อยละ 10 เพื่อป้องกันกลุ่มตัวอย่างยุติการเข้าร่วมการวิจัย จึงได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้คือ 30 ราย

2.3.1 เกณฑ์การคัดเลือกเข้าศึกษา (Inclusion criteria)

- 1) อายุ 21 – 60 ปี ทั้งเพศชายและหญิง
- 2) มีระดับความเจ็บปวด (VAS) มากกว่าหรือเท่ากับ 3 ขึ้นไป
- 3) ไม่มีไข้ (อุณหภูมิร่างกายไม่เกิน 37.4 องศาเซลเซียส)
- 4) ไม่มีโรคผิวหนัง หรือ แผลเปิดบริเวณหลัง
- 5) เป็นผู้ที่สามารถอ่านและเขียนภาษาไทยได้ดี

2.3.2 เกณฑ์การคัดออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

- 1) ผู้ร่วมวิจัยมีอาการแพ้
- 2) ผู้ร่วมวิจัยมีแผลเปิดหลังจากเริ่มวิจัยจนไม่สามารถทำวิจัยต่อไปได้
- 3) ผู้ร่วมวิจัยเข้ารับการรักษาระเภทอื่นที่ส่งผลต่อการบรรเทาอาการปวดหลังส่วนล่าง

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

แบบบันทึกข้อมูลผู้ป่วย ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย โรคประจำตัว สัญญาณชีพ อาชีพ โรคประจำตัว

ตอนที่ 2 ระดับความเจ็บปวด Visual analogue scale เป็นเส้นตรงตามแนวนอนขนาด 10 เซนติเมตร ปลายด้านซ้าย เขียนเลข 0 หมายถึงไม่มีอาการปวด และปลายด้านขวาเขียนเลข 10 หมายถึง มีอาการปวดมากที่สุดจนทนไม่ได้ (Hawker, 2020)

ตอนที่ 3 แบบประเมินระดับคุณภาพชีวิต ในผู้ป่วยที่ปวดหลังส่วนล่าง โดยองค์การอนามัยโลกชุดย่อ ฉบับภาษาไทย (World Health Organization Quality of Life Brief – Thai, WHOQOL-BREF-THAI) (Mahatnirunkul, 2005) สุขภาพมีทั้งหมด 7 ข้อ โดยมีคำถามเชิงบวกมี 5 ข้อ โดยมีเกณฑ์ในการตอบคำถาม ดังนี้ ไม่เลย คิดเป็น 1 คะแนน ,เล็กน้อย คิดเป็น 2 คะแนน , ปานกลาง คิดเป็น 3 คะแนน , มาก คิดเป็น 4

คะแนน และ มากที่สุด คิดเป็น 5 คะแนน และคำถามที่มีความหมายเชิงลบ 2 คำถาม มีเกณฑ์ในการตอบคำถามดังนี้ ไม่เลย คิดเป็น 5 คะแนน ,เล็กน้อย คิดเป็น 4 คะแนน , ปานกลาง คิดเป็น 3 คะแนน , มาก คิดเป็น 2 คะแนน และ มากที่สุด คิดเป็น 1 คะแนน แปลผลดังนี้

แปลผลแบบประเมินคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพ

คะแนน 7 – 16 แปลผลว่า คุณภาพชีวิตไม่ดี

คะแนน 17 – 26 แปลผลว่า คุณภาพชีวิตปานกลาง

คะแนน 27 – 35 แปลผลว่า คุณภาพชีวิตดี

2.5 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. รวบรวมผู้ป่วยที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด อาสาสมัครทุกคนได้ทราบวัตถุประสงค์ของการวิจัย อาการข้างเคียงที่อาจจะเกิดขึ้น อาสาสมัครต้องอยู่ในโครงการ จำนวน 5 สัปดาห์ ระหว่างอยู่ในโครงการอาสาสมัครต้องไม่ได้รับการรักษาอาการปวดหลังส่วนล่างด้วยวิธีอื่น ๆ

2. ผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์ในการสัคน้ำมัน โดยการนำเข็มสัก และอุปกรณ์อื่นๆ ล้างด้วยผลิตภัณฑ์ล้างจาน จากนั้นนำเข้าเครื่อง Autoclave ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส แรงดันไอน้ำ ที่ 15 PSI ใช้เวลานึ่ง 20 นาที

3. ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัคร ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย โรคประจำตัว อาชีพ ประวัติอาการเจ็บป่วย อาการร่วมเบื้องต้น และระดับความเจ็บปวดก่อนเข้าร่วมโครงการ

4. ผู้วิจัยประเมินระดับคุณภาพชีวิต ก่อนเข้าร่วมโครงการ หลังรักษาครั้งที่ 4 และหลังเข้าร่วมโครงการ 1 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 3 ครั้ง

5. ทำการรักษาผู้ป่วยโดยการ สัคน้ำมัน บริเวณหลังของผู้ป่วย สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 4 สัปดาห์

6. สอบถามระดับความเจ็บปวด ก่อนการรักษาครั้งที่ 1 และหลังการรักษาครั้งสุดท้าย

7. ให้คำแนะนำหลังการรักษา ดังนี้

- 1) งดอาบน้ำ หรือให้บริเวณที่ทำการสักขาโดยน้ำในทันที เพราะอาจทำให้เกิดการติดเชื้อได้
- 2) หากเกิดการอักเสบบริเวณที่สักขา ให้นำน้ำเกลือ (Normal Saline Solution) ชัดทำความสะอาด หากอาการไม่ดีขึ้น ให้พบแพทย์ในทันที
- 3) หากมีอาการไม่พึงประสงค์หลังจากทำการสักขา เช่น ผื่น คัน บวมแดงร้อน หรือมีอาการแพ้ ควรพบแพทย์ในทันที

8. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ ระหว่างการรักษา ทางผู้วิจัยจะติดต่อขอรับคำปรึกษาจาก หมอช่อม ขมเพชร ผู้ที่ได้รับการถ่ายทอดวิธีการสักขาน้ำมัน และได้ติดต่อกับทางโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร กรณีที่เกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์กับผู้เข้าร่วมโครงการ

2.6 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลทั่วไป ใช้การคำนวณสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
2. เปรียบเทียบระดับคุณภาพชีวิตก่อนและหลัง โดยการใช้ Paired Sample t-test
3. เปรียบเทียบระดับความเจ็บปวดก่อนและหลัง โดยการใช้ Paired Sample t-test

2.7 ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

งานวิจัยนี้ได้รับอนุมัติจริยธรรมในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา รหัส COA.1-038/2023

3. ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป

ในการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน นำข้อมูลไปคำนวณค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย ดังนี้

เพศ เพศหญิง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 เพศชาย จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33

อายุ ช่วงอายุ 21 – 30 ปี จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาช่วงอายุ 31 - 40 ปี จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 รองลงมาช่วงอายุ 41 - 50 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และช่วงอายุ 51 - 60 ปี น้อยที่สุด จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33

ดัชนีมวลกาย สมส่วน ($18.5 - 22.9 \text{ kg/m}^2$) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 น้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน ($23.0 - 24.9 \text{ kg/m}^2$) จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์อ้วน ($25.0 - 29.9 \text{ kg/m}^2$) จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 และน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์อ้วนมาก (มากกว่า 30.0 kg/m^2) จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10

อาชีพ รับจ้าง จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33 รองลงมา ราชการ/วิสาหกิจ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67 และพนักงานโรงงาน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67

โรคประจำตัว ไม่มีโรคประจำตัว จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 รองลงมา ไขมันในเลือดสูง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10 และความดันโลหิตสูง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.67

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลทั่วไป

	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	7	23.33
	หญิง	23	76.67
อายุ	21 – 30 ปี	12	40
	31 – 40 ปี	8	26.67
	41 – 50 ปี	6	20
	51 – 60 ปี	4	13.33
อาชีพ	รับจ้าง	19	63.33
	ราชการ/วิสาหกิจ	7	23.33
	ธุรกิจส่วนตัว	2	6.67
	พนักงานโรงงาน	2	6.67

โรคประจำตัว

ไม่มีโรคประจำตัว	25	83.33
ไขมันในเลือดสูง	3	10
ความดันโลหิตสูง	2	6.67

ดัชนีมวลกาย

สมส่วน	10	33.33
น้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน	10	33.33
น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์อ้วน	7	23.33
น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์อ้วนมาก	3	10

2. ระดับความเจ็บปวด

ตารางที่ 2 แสดงระดับความเจ็บปวด

รายการ	ก่อนรักษา		หลังรักษาครั้งที่ 4		t	P-value
	($\bar{X}$)	S.D.	($\bar{X}$)	S.D.		
ระดับความเจ็บปวด	6.27	1.05	1.53	0.97	-23.99	<0.001*

* P-value < 0.05

จากตารางพบว่า ระดับความเจ็บปวดก่อนการรักษา มีค่าเฉลี่ย 6.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 1.05 และหลังจากรักษาครั้งที่ 4 พบว่ามีระดับความเจ็บปวดเฉลี่ยที่ 1.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 0.97 ซึ่งระดับความเจ็บปวดก่อนการรักษา และหลังจากรักษาครั้งที่ 4 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ระดับคุณภาพชีวิต

ก่อนรักษา พบว่า ผู้ป่วยมีระดับคุณภาพชีวิตปานกลาง จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80 และระดับคุณภาพชีวิตไม่ดี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20 ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตอยู่ที่ 18.27 คะแนน

หลังรักษาครั้งที่ 4 พบว่า ผู้ป่วยมีระดับคุณภาพชีวิตดี จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 และระดับคุณภาพชีวิตปานกลาง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 23.33 ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตอยู่ที่ 27.90 คะแนน

หลังหยุดการรักษา 7 วัน พบว่า ผู้ป่วยมีระดับคุณภาพชีวิตดี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 และระดับคุณภาพชีวิตปานกลาง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 26.67 ค่าเฉลี่ยคะแนนคุณภาพชีวิตอยู่ที่ 27.13 คะแนน

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบของระดับคุณภาพชีวิตก่อนรักษา หลังรักษาครั้งที่ 4 และหลังหยุดการรักษา 7 วัน

คะแนนระดับคุณภาพชีวิต	($\bar{X}$)	S.D.	t	P-value
ก่อนรักษา	18.27	2.12	-	-
หลังรักษาครั้งที่ 4	27.90	1.79	25.22	<0.001*
หลังหยุดการรักษา 7 วัน	27.13	1.14	23.93	<0.001*

* P-value < 0.05

จากตาราง พบว่าก่อนการรักษาผู้ป่วยมีระดับคุณภาพชีวิตเฉลี่ย 18.27 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.12 หลังรักษาครั้งที่ 4 ผู้ป่วยมีระดับคุณภาพชีวิตเฉลี่ย 27.90 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.79 และหลังหยุดการรักษา 7 วัน ผู้ป่วยมีระดับคุณภาพชีวิตเฉลี่ย 27.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.14 ซึ่งผลระดับคุณภาพชีวิตก่อนรักษา หลังรักษาครั้งที่ 4 และหลังหยุดการรักษา 7 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value < 0.05)

4. อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่า การสักระบายน้ำนม ทำให้ผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างมีระดับความเจ็บปวดลดลง และทำให้คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น กล่าวคือก่อนการรักษา ผู้ป่วยมีระดับคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพอยู่ในระดับปานกลาง หลังการรักษาทั้งสิ้น 4 ครั้ง และเมื่อหยุดการรักษา 7 วัน ผู้ป่วยที่มีคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพเพิ่มขึ้น และมีอาการปวดหลังส่วนล่างลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (<0.05) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรพรรณ คำมา ที่ศึกษาผลของการสักระบายน้ำนมในผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อม พบว่าการสักระบายน้ำนมส่งผลให้ผู้ป่วยโรคข้อเข่าเสื่อมมีระดับความเจ็บปวดลดลง และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (Komma, P., 2022) อาจกล่าวได้ว่าความเจ็บปวดทางด้านกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อของผู้ป่วย ส่งผลต่อระดับคุณภาพชีวิตได้ ดังเช่นงานวิจัยของ จันทรัตน์

เลิศจังหวัดไทย ที่ศึกษาเรื่องคุณภาพชีวิตในผู้ที่ปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังจากโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยใช้แบบสอบถาม คุณภาพชีวิตขององค์การอนามัยโลกชุดย่อฉบับภาษาไทย (WHOQOL-BREF-THAI) ในผู้ป่วยจำนวน 290 คน ที่มีอาการปวดหลังเรื้อรัง พบว่า ผู้ป่วยส่วนใหญ่ประมาณ 93% มีคุณภาพชีวิตโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ผู้ป่วยที่มีระดับความปวด 0 - 5 มีคุณภาพชีวิตสูงกว่าผู้ป่วยที่มีระดับความปวด 6 - 10 (Lertthongthai, C., 2014) กล่าวคือหากผู้ป่วยมีระดับความเจ็บปวดลดลง ก็จะส่งผลต่อระดับคุณภาพชีวิตที่มากขึ้นตามไปด้วย

อย่างไรก็ตาม คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของผู้ป่วย อาจจะไม่เกิดจากการรักษาน้ำมันเพียงอย่างเดียว ยังอาจเกิดจากการดูแลตนเองระหว่างการรักษา การทำอิริยาบถที่ถูกต้องและการหลีกเลี่ยงปัจจัยที่ทำให้มีอาการปวด ทั้งนี้หวังว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง และเป็นแนวทางให้การรักษาอาการปวดหลังส่วนล่างต่อไป

5. สรุป

การรักษาน้ำมันในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง สามารถบรรเทาอาการปวดหลังส่วนล่างได้ และเพิ่มระดับคุณภาพชีวิตด้านสุขภาพได้ทั้งหลังการรักษา และเมื่อหยุดพักการรักษาไปแล้ว 7 วัน โดยไม่พบผลข้างเคียงจากการรักษา

6. ข้อจำกัดของการวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพผลการรักษาน้ำมันเพื่อบรรเทาอาการปวดหลังส่วนล่าง ต่อระดับคุณภาพชีวิต เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง และทำงานรับจ้าง ที่ต้องใช้กำลัง หรืออยู่ในอิริยาบถเดิมนาน ๆ เป็นหลัก ทำให้กลุ่มตัวอย่างไม่หลากหลาย

7. ข้อเสนอแนะ

สำหรับการศึกษารั้งต่อไป ควรศึกษาเปรียบเทียบโดยวิธีการสุมที่มีกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม อาจจะใช้หัตถการทางการแพทย์แผนไทย เช่น นวด ประคบสมุนไพร หรือนวดน้ำมัน เป็นต้น

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้เข้าร่วมโครงการทุกท่าน คลินิกการแพทย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์แผนไทยอภัยภูเบศร โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลที่ให้ความร่วมมือ คณะอาจารย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่ให้คำปรึกษา และขอขอบคุณอาจารย์จากวิทยาลัยการแพทย์แผนไทยอภัยภูเบศรที่ให้คำปรึกษา

เอกสารอ้างอิง

Associate Professor Dr. Sukhawannich. N., (2020). Pain Relief Medications and the Occurrence of

"Peptic Ulcers": Comparing the Risks of Medications. <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/service-knowledge-article-info-old.php?id=536> (in thai)

Dr. Kumkratok, S., Wongpakham, K., Ajanhaen, A., & Klinhom, U. (2015). SAK-YA for disease

treatment. Thai Journal of Traditional and Alternative Medicine, 14(2), 212-216. (in thai)

Hawker, G. A., Mian, S., Kendzerska, T., & French, M. (2020). Measures of adult pain: Visual Analog Scale

for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36BPS), and Measure of Intermittent and Constant. Journal of Pain, 21(6), 581-585. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2020.01.002>

Komma, P., Sangvichien, S., Fakkham, S., Chinakarn, T., & Arnmanee, P. (2022).

Effectiveness of Tattoo Medicine Compare with Herbal Compress in Patients with Osteoarthritis Knee. Journal of Traditional Thai Medical Research, 8(1), 129-144 (in thai)

Lertthongthai C, Nimnuan C. Quality of life in chronic low back pain patients from orthopedic disease.

Chula Med J. 58(4), 419-431 (in thai)

Mahatnirunkul, S., Tantipiwatsakun, W., Pumphaiphansalchai, W., Wongsuwan, K., & Promanarangkul, W.

(2005). World Health Organization Quality of Life Brief - Thai (WHOQOL-BREF-THAI). A program for the development of a standardized survey of mental health in the area. <https://dmh.go.th/test/download/files/whoqol.pdf>. (in thai)

Montri, K., & Keetamool, M. (2016). Factors Affecting the Quality of Life of Thai People. Journal of Development Science, 56(1), 158-186. (in thai)

National Statistical Office. (2021) Number of Inpatients and Outpatients from Health Facilities under the Ministry of Public Health Nationwide. <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/05.aspx> (in thai)

Untimanon, O., Boonmeepong, K., Saipang, T., Sukanun, K., Promrat, A., Julraung, P., & Pornpiroonrod, S.

(2016). Burden of back pain among working populations. Disease Control Journal. 42(2), 119-129 (in thai)

การปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อแซลมอนทางเลือกจากพืช

สำหรับผู้บริโภคสูงวัย

Improvement of texture characteristics of plant-based salmon alternatives for elderly consumers

สุภาวดี ตลอดไสง¹, อัมพร แซ่เอียว², สุภวรรณ ถาวรชินสมบัติ^{3*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อแซลมอนจากพืช โดยการศึกษาชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียม (ริ้วสีขาวบนกล้ามเนื้อปลา) โดยการเติมแคลเซียมคาร์บอเนต (0.15, 0.43, 0.72 และ 1.01%) ที่มีผลต่อคุณภาพด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัสและศึกษาชั้นเนื้อสัมผัสโดยการเติมโปรตีนข้าวโพด (0, 0.5 และ 1%) ที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัส จากนั้นศึกษาความชอบทางประสาทสัมผัสและลักษณะคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อแซลมอนจากพืช ผลการศึกษาพบว่า ชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) และด้านความเหนียวหนึบ (Gumminess) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ขณะที่แคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L^*), ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$), ค่าความเป็นสีน้ำเงิน ($-b^*$) และค่าความเป็นสีขาว (WI) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ที่ความเข้มข้น 1.01% มีค่าความแตกต่างของสีอยู่ที่ 1.02 CIELAB unit ทั้งนี้ผลการเติมโปรตีนข้าวโพดเพิ่มขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสด้านค่าการเชื่อมติด (Cohesiveness) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และเมื่อพิจารณาเนื้อสัมผัสโดยรวมเทียบกับเนื้อแซลมอนแท้ จึงเลือกใช้โปรตีนข้าวโพดที่ 0.5% จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้สูงอายุ (n=55) ประเมินความชอบผลิตภัณฑ์เนื้อแซลมอนจากพืชมีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น อยู่ในช่วง 6.49-6.96 คะแนน เนื้อสัมผัสด้านความอ่อนนุ่ม ความง่ายในการเคี้ยวและความชอบโดยรวม อยู่ที่ในช่วง 7.04-7.20 คะแนน ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์มีโปรตีน 37.08% โดยน้ำหนักแห้ง มีกรดอะมิโนปริมาณมากที่สุดคือ ไลซีน (Lysine) 12.11%, ลิวซีน (Leucine) 3.59%, ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine) 3.31%, และอื่นๆ โดยน้ำหนักแห้ง

คำสำคัญ: เนื้อแซลมอนจากพืช, เนื้อปลาเทียม, อาหารทะเลเทียม, ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทางเลือก

¹นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, sphawadit@kkumail.com

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น,

sampor@kku.ac.th

³รองศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น,

suptha@kku.ac.th

Improvement of texture characteristics of plant-based salmon alternatives for elderly consumers

Suphawadi Talotthaisong¹, Amporn Sae-eaw², and Supawan Thawornchinsombut^{3*}

Abstract

The objective of this study was to investigate the impact of varying concentrations of calcium carbonate (0.15%, 0.43%, 0.72%, and 1.01%) on the color attributes and textural properties of plant-based salmon's alternative connective tissue. And then, investigate the impact of varying concentrations of corn protein (0, 0.5, and 1%) on the textural properties of plant-based salmon. Additionally, the study aims to assess the sensory preferences and chemical quality of plant-based salmon. The research investigation revealed that the incorporation of an artificial connective tissue layer with higher levels of calcium carbonate resulted in a statistically significant reduction in both hardness and gumminess of the texture ($P<0.05$). The variables L^* , green value ($-a^*$), blue value ($-b^*$), and whiteness (WI) exhibited statistically significant differences ($P<0.05$). Additionally, at a concentration of 1.01%, the color difference was measured to be 1.02 CIELAB units. The study found a statistically significant decrease in cohesiveness ($P<0.05$) when comparing the overall texture of corn protein at a concentration of 0.5% to actual salmon. The attributes of appearance, color, and aroma exhibited a range of scores between 6.49 and 6.96. The scores for ease of chewing and overall liking fell within 7.04–7.20 points. The product under consideration exhibited a protein content of 37.08% db. Among the various amino acids present, lysine held the highest proportion at 12.11% db, followed by leucine at 3.59% db and phenylalanine at 3.31% db, together with other compounds.

Keywords: plant-based salmon, fish analogue, seafood analogue, meat alternatives

¹Student, Master of Science in Food Technology, Faculty of Technology, Khon Kaen University, sphawadit@kkumail.com

² Assistant Professor, Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon Kaen University, sampor@kku.ac.th ^{3*} Associate Professor, Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon

Kaen University, suptha@kku.ac.th

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากรประเทศไทยในช่วง 30-40 ปีที่ผ่านมาทำให้ประเทศเข้าสู่การเป็นสังคมผู้สูงอายุ อายุที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (Sarcopenia) หรือ กลุ่มอาการของผู้สูงอายุที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ความสามารถในการทำหน้าที่ของร่างกาย (physical function) ลดลงและมวลกล้ามเนื้อลดลง (Wang et al., 2023) การได้รับโปรตีนในอาหารที่เพียงพอซึ่งให้กรดอะมิโนมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์มวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงสำหรับผู้สูงอายุ (Solerte et al., 2008) ผู้สูงวัยมีแนวโน้มที่จะบริโภคโปรตีนน้อยลงและการนำโปรตีนไปใช้มีประสิทธิภาพลดลง ซึ่งมีผลจากหลายปัจจัย ได้แก่ ความไม่อยากอาหาร มีปัญหาเกี่ยวกับการเคี้ยวหรือการกลืน ระบบการย่อยเปลี่ยนไป ความสามารถในการทำอาหารและการเคลื่อนไหวลดลง (Solerte et al., 2008) ปัจจุบันมีการผลักดันให้มีการหาแหล่งโปรตีนทางเลือกเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากประชากรโลกที่เพิ่มขึ้นและความตระหนักถึงผลกระทบต่างๆ หนึ่งในนั้นคือ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จากพืช หรือ Plant-based Meat ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตจากพืชนำมาเลียนแบบเป็นเนื้อสัตว์ที่รับประทาน ให้กลิ่น รสชาติ และรูปลักษณะที่เหมือนจริงทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนจากพืชต่างๆ ทั้ง ธัญพืช พืชตระกูลถั่ว เห็ด และอื่นๆ สามารถปรุงแต่งรสชาติด้วยส่วนผสมจากพืชที่หลากหลาย และยังสามารถประกอบหรือทดแทนเนื้อสัตว์ด้วยสารอาหารอื่นๆ ได้อย่างครบถ้วน ในปัจจุบันหลายบริษัทเร่งพัฒนาผลิตภัณฑ์เนื้อทางเลือกจากพืช ในรูปแบบ เนื้อ ปลา และอาหารทะเลเพื่อสนองความต้องการผู้บริโภค นอกจากนี้แหล่งโปรตีนที่สำคัญ คือ โปรตีนกลูเตนข้าวโพด (Corn gluten meal, CGM) CGM เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนสูงที่ได้จากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งข้าวโพด (corn starch) ได้นำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แชลมอนจากพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการ และมีสารอาหารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย รวมทั้งมีกรดอะมิโนที่จำเป็นซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกของกลุ่มผู้บริโภคสูงวัย โดยมีวัตถุประสงค์การศึกษามี 3 ข้อ ได้แก่ 1.) เพื่อศึกษาผลการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีต่อคุณภาพด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัสของชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมในผลิตภัณฑ์แชลมอนจากพืช 2.) เพื่อศึกษาผลการเติมโปรตีนข้าวโพดต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แชลมอนจากพืช 3.) เพื่อศึกษาความชอบทางประสาทสัมผัสและลักษณะคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์แชลมอนจากพืช

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 การศึกษาการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีผลต่อคุณภาพด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัสของชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมในผลิตภัณฑ์แชลมอนจากพืช

2.1.1 การขึ้นรูปชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมโดยใช้บุกและคากีแนนผสม ในสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตและใช้แคลเซียมคาร์บอเนตปรับความเป็นสภาวะที่ความเข้มข้น 4 ระดับ ได้แก่ 0.15, 0.43, 0.72 และ 1.01% w/w เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่เดิมไททาเนียมไดออกไซด์ที่ 0.15 %w/w ขั้นตอนการเตรียมเป็นไปตามอนุสิทธิบัตร เลขที่คำขอ 2203001174 ยื่นคำขอวันที่ 12 พฤษภาคม 2565

2.2 การศึกษาผลการเติมโปรตีนข้าวโพดต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แผลมอนจากพืช

2.2.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์เนื้อแผลมอนจากพืชโดยการเติมโปรตีนข้าวโพด 0, 0.5 และ 1.0% w/w ขั้นตอนการเตรียมเป็นไปตามอนุสิทธิบัตร เลขที่คำขอ 2203001174 ยื่นคำขอวันที่ 12 พฤษภาคม 2565

2.3 การศึกษาความชอบทางประสาทสัมผัส องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์เนื้อแผลมอนจากพืชจากโปรตีนข้าวโพด

2.3.1 การศึกษาความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แผลมอนจากพืช จากผู้ทดสอบสูงวัย (n=55) ที่มีการรับรู้กลิ่นรสปกติ และไม่ใช่ผู้แพ้ส่วนผสมอย่างใดอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ ทำการประเมินความชอบของผลิตภัณฑ์ในด้านความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสด้านความอ่อนนุ่ม ความง่ายในการเคี้ยว และความชอบโดยรวม โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-Point hedonic scale โดย 1= ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด

2.3.2 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์แผลมอนจากพืช ได้แก่ ความชื้น โปรตีน เยื่อใย ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ด้วยวิเคราะห์ตามมาตรฐานวิธี AOAC 2000

2.3.3 การศึกษาปริมาณกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์เนื้อแผลมอนจากพืช วิเคราะห์ด้วย GC-MS, AOAC official Method 994.12,988.15 (2000)

2.4 การวางแผนการทดลอง

งานวิจัยนี้วางแผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติรายงานผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมี-กายภาพ และคะแนนความชอบเป็นค่าเฉลี่ย (average) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย (ANOVA) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในกลุ่มตัวอย่าง Duncan's Multiple Range Test (DMPT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95% ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูล Microsoft Excel (2013) และ IBM SPSS Statistic version 26

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีต่อคุณภาพด้านสี ลักษณะเนื้อสัมผัสของชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมในผลิตภัณฑ์แชลมอนจากพืช

จากการศึกษาชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมโดยใช้บุกและคากีแนนผสม และใช้แคลเซียมคาร์บอเนตปรับความเป็นสีขาวที่ความเข้มข้น 4 ระดับ ได้แก่ 0.15, 0.43, 0.72 และ 1.01% w/w เทียบกับตัวอย่างควบคุมที่เติมไททานเนียมไดออกไซด์ที่ 0.15 %w/w มีรายละเอียดผลการศึกษาดังนี้

3.1.1 ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

ผลการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสแสดงผลดังตารางที่ 1 พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้นต่างๆ มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง (Hardness) และด้านความเหนียวหนึบ (Gumminess) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสด้านความแข็งและด้านความเหนียวหนึบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ด้านค่าการเชื่อมติด (Cohesiveness), ความตึง (Springiness) และความหนึบ (Chewiness) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 1 โพรไฟล์เนื้อสัมผัสชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมที่แคลเซียมคาร์บอเนตที่ระดับต่างๆ

แคลเซียมคาร์บอเนต (%w/w)	โพรไฟล์เนื้อสัมผัส (Texture profile; g. force; g. force)				
	ความแข็ง	การเชื่อมติด	ความตึง	ความเหนียวหนึบ	ความหนึบ
	(Hardness)	(Cohesiveness)	(Springiness)	(Gumminess)	(Chewiness)
0.15	53.58 ± 4.93 ^a	0.23 ± 0.01 ^{ns}	0.83 ± 0.05 ^{ns}	12.54 ± 0.92 ^{ab}	10.41 ± 1.02 ^{ns}
0.43	54.28 ± 3.90 ^a	0.24 ± 0.01 ^{ns}	0.84 ± 0.06 ^{ns}	13.04 ± 1.20 ^a	11.04 ± 1.51 ^{ns}
0.72	49.05 ± 5.69 ^b	0.25 ± 0.02 ^{ns}	0.84 ± 0.06 ^{ns}	12.04 ± 0.79 ^{bc}	10.11 ± 1.20 ^{ns}
1.01	45.78 ± 3.90 ^c	0.25 ± 0.03 ^{ns}	0.81 ± 0.13 ^{ns}	11.44 ± 1.53 ^c	9.41 ± 2.07 ^{ns}
ไททานเนียมไดออกไซด์; 0.15%	53.71 ± 5.30 ^a	0.23 ± 0.03 ^{ns}	0.81 ± 0.13 ^{ns}	12.56 ± 1.60 ^{ab}	10.30 ± 2.27 ^{ns}

หมายเหตุ : ^{a, b, ...} ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างทางสถิติของค่าที่สังเกตเมื่อเทียบกับตัวอย่างภายในกลุ่มตัวอย่างที่ใส่แคลเซียมคาร์บอเนตที่ระดับต่าง ๆ และสูตรควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 95%, ^{ns} หรือ Not significant หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.1.2 ด้านความสามารถในการอุ้มน้ำ

ผลการศึกษาความสามารถในการอุ้มน้ำแสดงผลดังตารางที่ 2 พบว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำในทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity; WHC) ของชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมที่แคลเซียมคาร์บอเนตที่ระดับต่างๆ

แคลเซียมคาร์บอเนต (%)	ความสามารถในการอุ้มน้ำ
0.15	99.65 ± 0.20 ^{ns}
0.43	99.61 ± 0.08 ^{ns}
0.72	99.08 ± 0.09 ^{ns}
1.01	98.65 ± 0.85 ^{ns}
ไททานเนียมไดออกไซด์; 0.15%	99.26 ± 0.34 ^{ns}

หมายเหตุ ^{ns} หรือ Not significant หมายถึง ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.1.3 คุณภาพด้านค่าสี

ผลการวัดค่าสีแสดงดังตารางที่ 3 พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าความสว่าง (L*), ค่าความเป็นสีเขียว (-a*), ค่าความเป็นสีน้ำเงิน (-b*), ค่าความเป็นสีขาว (WI) และค่าความแตกต่างของสี (ΔE) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) พิจารณาที่ความเข้มข้นที่เท่ากันระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนตและไททานเนียมไดออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 0.15% มีความแตกต่างของสีที่ 44.01 CIELAB unit เมื่อเพิ่มความเข้มข้นแคลเซียมคาร์บอเนต 1.01% ค่าความแตกต่างสีลดลง 1.02 CIELAB unit

ดังนั้น จึงใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 1.01% แทนการใช้ไททาเนียมไดออกไซด์ 0.15% เป็นสูตรชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมในผลิตภัณฑ์แคลมอนจากพืช

ตารางที่ 3 ค่าสีของชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมที่แคลเซียมคาร์บอเนตที่ระดับต่างๆ

แคลเซียมคาร์บอเนต (%)	L*	a*	b*	WI	ΔE^*
0.15	26.01 $\pm$ 0.39 ^d	-0.76 $\pm$ 0.17 ^{bc}	-5.24 $\pm$ 0.23 ^c	9.28 $\pm$ 0.17 ^c	44.01 $\pm$ 0.41 ^a
0.43	53.07 $\pm$ 0.78 ^c	-1.02 $\pm$ 0.10 ^d	-3.75 $\pm$ 0.11 ^d	29.62 $\pm$ 0.81 ^d	16.92 $\pm$ 0.78 ^b
0.72	63.00 $\pm$ 0.33 ^b	-0.85 $\pm$ 0.05 ^c	-2.46 $\pm$ 0.05 ^c	38.62 $\pm$ 0.33 ^b	6.92 $\pm$ 0.33 ^c
1.01	69.49 $\pm$ 0.96 ^a	-0.68 $\pm$ 0.08 ^b	-1.49 $\pm$ 0.22 ^b	45.55 $\pm$ 0.78 ^a	1.02 $\pm$ 0.56 ^d
ไททาเนียมไดออกไซด์;0.15%	69.89 $\pm$ 0.38 ^a	-0.42 $\pm$ 0.04 ^a	-2.00 $\pm$ 0.06 ^a	34.28 $\pm$ 0.58 ^c	-

หมายเหตุ : ^{a, b, ...} ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างทางสถิติของค่าที่สังเกตเมื่อเทียบกับตัวอย่างภายในกลุ่มตัวอย่างที่ใส่แคลเซียมคาร์บอเนตที่ระดับต่าง ๆ และสูตรควบคุมที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.2 ผลการศึกษาการเติมโปรตีนข้าวโพดต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แคลมอนจากพืช

การเพิ่ม CGM ที่ระดับ 0, 0.5 และ 1% w/w ในผลิตภัณฑ์แคลมอนจากพืชแสดงผลลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลดังตารางที่ 4 พบว่า การเพิ่มขึ้นของ CGM ไม่มีผลต่อเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ความเค็ง ความเหนียวหนึบ และความหนึบ ($P>0.05$) ยกเว้นค่าการเชื่อมติดมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่ม CGM 0.5 และ 1% w/w เมื่อพิจารณาลักษณะเนื้อสัมผัสของทุกตัวอย่างเทียบกับคิงแคลมอนและนอร์เวย์แคลมอน พบว่า มีค่าความแข็งไม่แตกต่างจากคิงแคลมอน ($P>0.05$) โดย CGM ทั้ง 3 ระดับ มีค่า

ความแข็ง 90.23-96.98 g. force และลักษณะเนื้อสัมผัสด้านการเชื่อมติด ค่าความแข็ง ค่าความเหนียวหนืด และความหนืดมีค่ามากกว่าแซลมอนแท้ทั้งสองชนิดอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

อย่างไรก็ตามที่ CGM 0.5% มีลักษณะเนื้อสัมผัสด้านการเชื่อมติด ค่าความแข็ง ค่าความเหนียวหนืด และหนืดที่ต่ำกว่าระดับอื่น ทั้งนี้กลิ่นรสเฉพาะและกลิ่นรสตกค้างภายในปากที่ต่ำกว่า CGM 1.0% จึงใช้ CGM 0.5% ในการศึกษาขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 4 โพรไฟล์เนื้อสัมผัสของเจล ที่ CGM 0, 0.5 และ 1.0 %

โพรไฟล์เนื้อสัมผัส (Texture profile; g. force)					
ตัวอย่าง	ความแข็ง (Hardness)	การเชื่อมติด (Cohesiveness)	ความแข็ง (Springiness)	ความเหนียว หนืด (Gumminess)	ความหนืด (Chewiness)
CGM 0 %	90.23 ± 10.20 ^{NS, b}	0.72 ± 0.02 ^{A, a}	0.91 ± 0.03 ^{NS, a}	64.62 ± 7.49 ^{NS, a}	58.93 ± 7.18 ^{NS, a}
CGM 0.5 %	91.30 ± 8.77 ^{NS, b}	0.69 ± 0.03 ^{B, a}	0.89 ± 0.05 ^{NS, a}	62.83 ± 6.10 ^{NS, a}	55.98 ± 7.43 ^{NS, a}
CGM 1.0 %	96.98 ± 12.87 ^{NS, ab}	0.69 ± 0.03 ^{B, a}	0.91 ± 0.04 ^{NS, a}	66.67 ± 10.04 ^{NS, a}	61.00 ± 10.90 ^{NS, a}
คิงแซลมอน	89.79 ± 36.19 ^b	0.36 ± 0.06 ^b	0.69 ± 0.07 ^b	31.63 ± 11.34 ^c	22.10 ± 8.91 ^b
นอร์เวย์แซลมอน	113.84 ± 37.20 ^a	0.35 ± 0.04 ^b	0.68 ± 0.05 ^b	39.24 ± 11.56 ^b	26.76 ± 8.57 ^b

หมายเหตุ ^{A, B, ...} ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างทางสถิติของค่าที่สังเกตเมื่อเทียบกับตัวอย่างภายในกลุ่มตัวอย่างที่ระดับ CGM 0, 0.5 และ 1.0% ที่ความเชื่อมั่น 95%; ^{a, b, ...} ตัวอักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ความแตกต่างของค่าที่สังเกตตัวอย่างที่ระดับ CGM 0, 0.5 และ 1.0% เทียบกับเนื้อแซลมอน 2 ชนิด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (เนื้อปลาแซลมอน 2 ชนิดทางการค้า คือ King salmon = คิงแซลมอนนำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ และ Norway salmon = นอร์เวย์แซลมอนนำเข้าจากประเทศนอร์เวย์)

3.3 ผลการศึกษาความชอบทางประสาทสัมผัส องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์เนื้อแชลมอนจากพืช

3.3.1 ผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสและการยอมรับผลิตภัณฑ์แชลมอนจากพืชที่มีโปรตีนข้าวโพด 0.5% ในผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ในเขตเทศบาลเมืองขอนแก่น จำนวน 55 คน แสดงผลดังตารางที่ 5 จากผลการสำรวจพบว่า เป็นผู้สูงอายุ (ระหว่าง 50- 79 ปี) จำนวน 94.5% เป็นผู้ที่มิภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย 9.1% และต้องการโปรตีนทดแทนจากเนื้อสัตว์ 12.7% และเป็นผู้บริโภคที่ไม่เคยซื้อและไม่เคยบริโภคอาหารฟังก์ชันกว่า 60% เคยซื้อและเคยบริโภค 30.9% ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.49-6.96 คะแนน) ในขณะที่ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสด้านอ่อนนุ่ม ความง่ายในการเคี้ยวตลอดจนความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงชอบปานกลาง (7.04-7.20 คะแนน)

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์เนื้อแชลมอนจากพืช

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ	6.89 ± 1.32
สี	6.96 ± 1.33
กลิ่น	6.49 ± 1.54
รสชาติ	6.64 ± 1.81
ความอ่อนนุ่ม	7.13 ± 1.52
ความง่ายในการเคี้ยว	7.20 ± 1.39
ความชอบโดยรวม	7.04 ± 1.58

หมายเหตุ ข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.2 ผลการศึกษาค่าคุณภาพทางเคมี

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อแชลมอนจากพืชที่พัฒนาได้ แสดงผลดังตารางที่ 6 พบว่า แชลมอนจากพืชมีความชื้นอยู่ที่ 85.75 % ซึ่งมีความชื้นสูงกว่าถึงแชลมอนสดที่มีความชื้นอยู่ที่ 63.86 % (Larsen et al., 2010) มีปริมาณโปรตีน 5.21% ซึ่งน้อยกว่าถึงแชลมอนที่มีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 7.3 % แต่มากกว่าผลิตภัณฑ์เนื้อแชลมอนจากพืชเชิงการค้าที่มีโปรตีนที่ 0.20% พิจารณาปริมาณไขมัน พบว่า แชลมอนจากพืชมีไขมัน 0.13% ในขณะที่แชลมอนทั้งสองสายพันธุ์มีไขมันอยู่ที่ 22.7% และ 16.0% ตามลำดับ และเนื้อแชลมอนจากพืชมีเส้นใย 0.02%, เถ๋า 1.73 % และมีคาร์โบไฮเดรต 7.03 % ในขณะที่เนื้อแชลมอนจากพืชเชิงการค้ามีคาร์โบไฮเดรตที่ 12.47 %

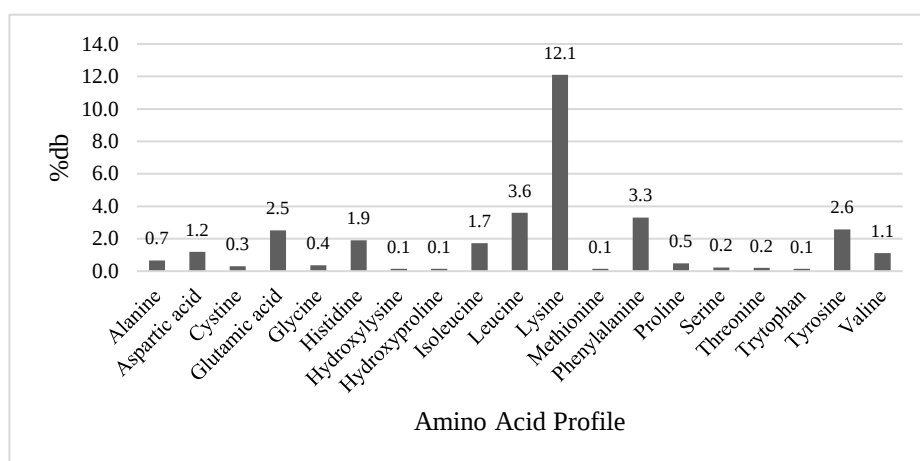
ตารางที่ 6 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อแชลมอนเทียม

องค์ประกอบทางเคมี	แชลมอนจากพืช (ผลิตภัณฑ์วิจัย)	แชลมอนจากพืช (ผลิตภัณฑ์เชิงการค้า)
ความชื้น	85.75 ± 0.22 ^{ns}	86.08 ± 0.22 ^{ns}
เส้นใย	0.02 ± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^b
โปรตีน	5.21 ± 0.14 ^a	0.20 ± 0.01 ^b
ไขมัน	0.13 ± 0.08 ^{ns}	0.04 ± 0.01 ^{ns}
เถ๋า	1.73 ± 0.03 ^a	1.21 ± 0.02 ^b
คาร์โบไฮเดรต	7.16 ± 0.28 ^b	12.47 ± 0.20 ^a
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	51.06 ± 0.86 ^{ns}	51.07 ± 0.83 ^{ns}

หมายเหตุ : ^{a, b, c, ...} ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ด้วย Independent samples t-test, ^{ns} หรือ Not- significant คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3.3 ผลการศึกษาปริมาณกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์เนื้อแชลมอนจากพืช

พิจารณาปริมาณกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์เนื้อแชลมอนจากพืช พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโปรตีนอยู่ที่ 37.08% โดยน้ำหนักแห้ง หรือ 5.21% โดยน้ำหนักเปียก ปริมาณกรดอะมิโนที่พบมากที่สุดคือไลซีน (Lysine) มีปริมาณ 12.11% รองลงมาคือ ลิวซีน (Leucine) 3.59%, ฟีนีลอะลานีน (Phenylalanine) 3.31%, ไทโรซีน (Tyrosine) 2.58%, กรดกลูตามิก (Glutamic acid) 2.51%, ฮิสทีดีน (Histidine) 1.90%, กรดแอสพาร์ติก (Aspartic acid) 1.19%, วาลีน (Valine) 1.11% โดยน้ำหนักแห้ง และกรดอะมิโนอื่นๆ แสดงผลดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ปริมาณกรดอะมิโนในผลิตภัณฑ์แชลมอนจากพืช

4. อภิปรายผลการศึกษา

ปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นในชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำให้เนื้อสัมผัสด้านความแข็งและด้านความเหนียวหนึบลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีผลต่อการเชื่อมติด (Cohesiveness), ความเคี้ยว (Springiness) ความหนึบ (Chewiness) ตลอดจนความสามารถในการอุ้มน้ำ การเติมแคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L^*), ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$), ค่าความเป็นสีน้ำเงิน ($-b^*$), ค่าความเป็นสีขาว (WI) และค่าความแตกต่างของสี (ΔE) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) การเพิ่มความเข้มข้นแคลเซียมคาร์บอเนต 1.01% มีค่าความแตกต่างสี 1.02 CIELAB unit อย่างไรก็ตามความแตกต่างของสีที่มากกว่า 5 CIELAB unit จะเห็นความแตกต่างของสีได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้การรับรู้ความแตกต่างของสีที่ต่ำกว่า 1.5 CIELAB unit อาจต้องใช้เครื่องมือที่ผ่านการฝึกฝน (Fernández-Vázquez et al., 2013) ในด้านผลการเพิ่ม CGM ในผลิตภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่าความแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) และทุกตัวอย่างมีค่าความแข็ง

ไม่แตกต่างจากคิงแซลมอน ทั้งนี้ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านการเชื่อมติด ค่าความตึง ค่าความเหนียวหนืด และ ความหนืดมีค่ามากกว่าแซลมอนแท้ทั้งสองชนิด อย่างไรก็ตามกล้ามเนื้อปลาไมโครสร้างซับซ้อน ส่วนใหญ่ ประกอบด้วย myotomes เป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของกล้ามเนื้อ ซึ่งประกอบด้วยเส้นใย กล้ามเนื้อจำนวนมากเชื่อมต่อกันด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่า myocommata (Cheng et al., 2013) ทั้งนี้ สัดส่วนกล้ามเนื้อโครงร่าง 90% เนื้อเยื่อเกี่ยวพันและไขมัน 10% (Listrat et al., 2016) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เนื้อปลาแซลมอนเทียมจากพืชให้เหมือนเนื้อปลาจริงจึงมีความท้าทายอย่างยิ่ง เนื่องจากโครงสร้างของเนื้อ ปลาประกอบไปด้วยเส้นใยที่ซับซ้อนและจัดเรียงเป็นระเบียบซึ่งยากที่จะเลียนแบบด้วยโปรตีนกลอบูลาร์ จากพืช (McClements, Grossmann, 2021) เมื่อพิจารณาความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แซลมอน จากพืช ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึง ชอบปานกลาง ในขณะที่ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความอ่อนนุ่ม ความง่ายในการเคี้ยว ตลอดจน ความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงชอบปานกลาง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันอุตสาหกรรมอาหารกำลังเผชิญปัญหา ด้านการผลิตเนื้อปลาและอาหารทะเลเทียมจากพืช แม้ว่าจะสามารถเลียนแบบคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ได้ แต่ กลับพบว่าไม่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมือนปลาและอาหารทะเล (Alcorta et al., 2021) ซึ่งจากการวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมี ผลิตภัณฑ์แซลมอนจากพืชที่พัฒนาขึ้นมีปริมาณโปรตีน 5.21% ซึ่งมากกว่าผลิตภัณฑ์ เชิงการค้า (0.20%) และมีองค์ของกรดอะมิโนได้แก่ ไลซีน (Lysine) 12.11% รองลงมาคือ ลิวซีน (Leucine) 3.59% ,ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine) 3.31%, ไทโรซีน (Tyrosine) 2.58%, กรดกลูตามิก (Glutamic acid) 2.51%, ฮิสติดีน (Histidine) 1.90% และกรดอะมิโนอื่นๆ โดยน้ำหนักแห้ง ทั้งนี้การได้รับโปรตีนในอาหารที่ เพียงพอซึ่งเป็นแหล่งกรดอะมิโนมีความสำคัญต่อการสังเคราะห์มวลกล้ามเนื้อ และมีบทบาทสำคัญในการ สร้างความแข็งแรงสำหรับผู้สูงอายุ

5. สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาการเติมแคลเซียมคาร์บอเนตในชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเทียมในผลิตภัณฑ์แซลมอนจากพืช ต่อคุณภาพลักษณะเนื้อสัมผัสและด้านสี พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตที่เพิ่มขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสด้านความแข็งแรง และด้านความเหนียวหนืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L^*), ค่าความ เป็นสีเขียว ($-a^*$), ค่าความเป็นสีน้ำเงิน ($-b^*$), ค่าความเป็นสีขาว (WI) และค่าความแตกต่างของสี (ΔE) ซึ่ง ความเข้มข้นแคลเซียมคาร์บอเนตที่เหมาะสมในชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน อยู่ที่ 1.01% แทนการใช้ไททานเนียมได ออกไซด์ 0.15% ผลการศึกษาการเติมโปรตีนข้าวโพดต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แซลมอนจากพืช

พบว่า เนื้อสัมผัสด้านการเชื่อมติดมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่ม CGM ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของทุกตัวอย่างไม่แตกต่างจากคิงแซลมอน ($P>0.05$) เมื่อพิจารณาลักษณะเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสเฉพาะ รวมทั้งกลิ่นรสตกค้างภายในปากจึงใช้ CGM 0.5% จากการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส ($n=55$) พบว่า ให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และรสชาติ อยู่ในช่วงชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง ในขณะที่ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความอ่อนนุ่ม ความง่ายในการเคี้ยว ตลอดจนความชอบโดยรวมอยู่ในช่วงชอบปานกลาง ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณโปรตีน 5.21% ซึ่งมากกว่าผลิตภัณฑ์เชิงการค้าและมีองค์ของกรดอะมิโนที่สำคัญได้แก่ ไลซีน (Lysine) 12.11% รองลงมาคือ ลิวซีน (Leucine) 3.59%db, ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine) 3.31%, ไทโรซีน (Tyrosine) 2.58%, กรดกลูตามิก (Glutamic acid) 2.51%, ฮิสทีดีน (Histidine) 1.90% และอื่นๆ โดยน้ำหนักแห้ง

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนทุนส่งเสริมการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- Alcorta, Alexandra, Adrià Porta, Amparo Tárrega, María Dolores Alvarez, and M. Pilar Vaquero. (2021). Foods for Plant- Based Diets: Challenges and Innovations. *Foods*, 10, 293. <https://doi.org/10.3390/foods10020293>.
- Calder, Philip C., Nabil Bosco, Raphaëlle Bourdet- Sicard, Lucile Capuron, Nathalie Delzenne, Joel Doré, Claudio Franceschi, et al. (2017). Health Relevance of the Modification of Low Grade Inflammation in Ageing (Inflammageing) and the Role of Nutrition. *Ageing Research Reviews*, 40, 95– 119. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.09.001>.
- Cheng, Jun-Hu, Da-Wen Sun, Zhong Han, and Xin-An Zeng. (2014). Texture and Structure Measurements and Analyses for Evaluation of Fish and Fillet Freshness Quality: A Review: Fish and Fillet Freshness

Quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13, 52– 61.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12043>.

Fernández-Vázquez, Rocío, Carla M. Stinco, Dolores Hernanz, Francisco J. Heredia, and Isabel M. Vicario. (2013). Colour Training and Colour Differences Thresholds in Orange Juice. *Food Quality and Preference*, 30, 320–27. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.05.018>.

Kazir, Meital, and Yoav D. Livney. (2021). Plant-Based Seafood Analogs. *Molecules*, 26, 1559.
<https://doi.org/10.3390/molecules26061559>.

Solerte, Sebastiano B., Carmine Gazzaruso, Roberto Bonacasa, Mariangela Rondanelli, Mauro Zamboni, Cristina Basso, Eleonora Locatelli, Nicola Schifino, Andrea Giustina, and Marisa Fioravanti. (2008). Nutritional Supplements with Oral Amino Acid Mixtures Increases Whole-Body Lean Mass and Insulin Sensitivity in Elderly Subjects with Sarcopenia. *The American Journal of Cardiology*, 101, 69– 77. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2008.03.004>.

Wiedmer, Petra, Tobias Jung, José Pedro Castro, Laura C.D. Pomatto, Patrick Y. Sun, Kelvin J.A. Davies, and Tilman Grune. (2021). Sarcopenia – Molecular Mechanisms and Open Questions. *Ageing Research Reviews*, 65, 101200. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101200>

การศึกษาอนุภาคที่เกิดจากการจราจรในเขตเมือง กรณีศึกษาจังหวัดนครราชสีมา

บุญยาพร วินดี¹, พรชิตา สดใจ¹, สาวิตรี พิมสร¹, สรวิต คำนิน¹, นวรัตน์ นามตะ², ณัฐพงษ์ ไชยคำ³,
สุดจิต ครุจิต³, อุดลย์เดช ไสลบาท⁴, พิรัชญา มุสิกะพงศ์⁵, เกียรติศักดิ์ บัตรสูงเนิน^{*}

บทคัดย่อ

การจราจรในเขตเมืองเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองในบรรยากาศ อีกทั้งยังมีความสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายลักษณะอนุภาคที่เกิดจากการจราจรในเขตเมืองจังหวัดนครราชสีมา โดยการศึกษาเชิงพรรณนา แบบภาคตัดขวาง ทำการเก็บข้อมูล การกระจายตัวของอนุภาค, ความเข้มข้นของอนุภาค, องค์ประกอบธาตุ และสถานะวิทยาของอนุภาคที่เกิดจากการจราจร

ผลการศึกษาพบว่า อนุภาคที่ทำการศึกษาในเขตเมืองจังหวัดนครราชสีมา มีการกระจายตัวของขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 0.25 – 2.53 ไมครอน โดยมีการกระจายตัวสูงสุดที่ขนาด 0.25 ไมครอน ที่ระดับความเข้มข้นของอนุภาค (Number Concentration) เท่ากับ 209,359 อนุภาค/ลิตร ในช่วงเวลา 07.00 – 09.00 น. อีกทั้งยังพบความเข้มข้นของอนุภาคเชิงมวล (Mass Concentration) สูงที่สุด คือ ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate; TSP) เท่ากับ 151 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ และ ฝุ่นที่หายใจเข้าไปได้ (Inhalable Dust) เท่ากับ 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีองค์ประกอบธาตุ ประกอบด้วยคาร์บอน (41%) ออกซิเจน (25%) ซิลิกอน (4.97%) และไนโตรเจน (4.94%) และมีลักษณะทางสถานะวิทยาที่อนุภาคมีลักษณะหลากหลาย เช่น อนุภาคการเกาะกลุ่มรวมกัน, อนุภาคที่อยู่แบบอิสระ, อนุภาครูปแท่ง และอนุภาคที่มีรูปร่างไม่แน่นอน

จึงสรุปได้ว่า อนุภาคที่เกิดจากการจราจรเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังควรติดตั้งระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศเพื่อแจ้งเตือนกรณีที่คุณภาพอากาศที่เกิดจากการจราจรสูงเกินค่ามาตรฐาน พร้อมทั้งแนะนำผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่พักอาศัยในพื้นที่เสี่ยงให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น หน้ากากประเภท N95

คำสำคัญ: อนุภาคที่เกิดจากการจราจร, การกระจายตัวของขนาดอนุภาค, ความเข้มข้นของอนุภาค, องค์ประกอบธาตุ, ลักษณะทางสถานะวิทยา

นักศึกษาปริญญาตรี สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

² นักศึกษาปริญญาโท สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

⁴ อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

⁵ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

* Corresponding author: kiattisak@sut.ac.th

Characterizations of Traffic-Generated Particles in an Urban Environment: A Case Study of Nakhon Ratchasima Province

**Boonyaporn Windee¹, Pornchita Sudjai¹, Sawitee Pimsorn¹, Sorawit Khamnin¹, Nawarat Namta²,
Natthaphong Chaiyakham², Sudjit Karuchit³, Aduldatch Sailabaht⁴, Pirutchada Musigapong⁵,
Kiattisak Batsungnoen^{5*}**

Abstract

Urban traffic contributes significantly to airborne particulate matter, which has been associated with adverse health effects and environmental degradation. This research comprehensively aims to characterize their properties of traffic-generated particles in the urban environment of Nakhon Ratchasima Province. The study design was a descriptive cross-sectional study. The purpose of this study aims to determine the particle size distribution, particle and mass concentration, elemental composition and morphology of traffic-generated particles.

The result showed that the particle size distribution varies from 0.25 to 2.53 μm , with a peak at 0.25 μm . The highest number concentration was 209,359 particles per liter during 7:00 to 9:00 AM. Total Suspended Particulate (TSP) and inhalable dust were the greatest particle mass concentration at 151 and 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. Due to characterization of elemental composition, there are carbon (41%), oxygen (25%), silicon (4.97%), and nitrogen (4.94%). Furthermore, SEM analysis performed particle shapes in flocculent aggregates, independent particle, rod-shaped particles, and irregular particles.

In conclusion, particulate matter generated from traffic is an ultrafine particle with a size of less than 10 μm . Carbon (40%) is a mainly element found in the traffic-generated particles, which potentially has an impact on human respiratory system. It is recommended that the air quality, particularly particulate matter (PM), need to be monitored under the relevant agencies and notice the warning systems when exceeds the standard. Additionally, individuals working or living in high-risk areas should also use effective respiratory protection equipment, such as N95 masks.

Keywords: Traffic-Generated Particles, Particle Size Distribution, Particle Concentration, Elemental Composition, Morphology

The Undergraduate Student, Institute of Public Health, Suranaree University of Technology

² The Postgraduate Student, Institute of Public Health, Suranaree University of Technology

³ The Assistant Professor, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology

⁴ The Lecturer in the Faculty of Science, Ubon Ratchathani University,

⁵ The Assistant Professor, Institute of Public Health, Suranaree University of Technology

* Corresponding author: kiattisak@sut.ac.th

1. บทนำ

ปัจจุบันสถานการณ์ปัญหาการจราจรของประเทศไทย เป็นปัญหาที่สร้างผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนเป็นอย่างมาก สภาพการจราจรที่หนาแน่นจึงเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ¹ โดยเฉพาะในบริเวณแยกไฟจราจรที่มีการบังคับให้หยุดหรือชะลอรถในขณะที่มีการใช้เครื่องยนต์ จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปล่อยมลพิษอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ทั้งเขม่าควัน และก๊าซพิษ โดยอนุภาคที่เกิดขึ้นมีขนาดตั้งแต่เล็ก (< 10 ไมครอน) จนถึงใหญ่ (> 100 ไมครอน) โดยมีองค์ประกอบทางเคมีที่ต่างกัน ได้แก่ ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate : TSP) ฝุ่นหยาบขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) ฝุ่นละเอียดขนาดไม่เกิน 4 ไมครอน (PM₄) ฝุ่นละเอียดขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) และฝุ่นละเอียดขนาดเล็กมาก (PM₁) และมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่หลากหลาย โดยอนุภาคที่มีขนาดเล็กจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน เนื่องจากความเร็วในการตกต่ำ และมีสารเคมีในบรรยากาศสะสมบนอนุภาคและอนุภาคอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งขนาดหรือและรูปร่าง ซึ่งหากมีการรับสัมผัสอนุภาคอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ได้แก่ การระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ โรคหอบหืด กลุ่มอาการโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคถุงลมโป่งพอง รวมถึงมะเร็งปอด²

จังหวัดนครราชสีมามีการเพิ่มขึ้นของจำนวนยานพาหนะ³ อีกทั้งมีรายงานคุณภาพอากาศของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 (นครราชสีมา) รายงานว่า ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2564 พื้นที่ตัวเมืองนครราชสีมา มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{2.5} เกินค่ามาตรฐานติดต่อกันนาน 6 วัน โดยมีความเข้มข้นสูงถึง 78 µg/m³ และฝุ่น PM₁₀ สูงถึง 114 µg/m³ แสดงเป็นพื้นที่สีส้มในเขตเมือง⁴ ซึ่งถือว่าสภาพอากาศอยู่ในเกณฑ์เริ่มส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในพื้นที่ และจำนวนยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดการจราจรติดขัด โดยเฉพาะบริเวณของไฟจราจรในเขตเมืองที่มีการหยุดชะลอรถ ทั้งในช่วงเวลาเร่งด่วนและช่วงเวลาที่ปกติ ซึ่งมลพิษที่ปล่อยออกมาสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจกับกลุ่มอาชีพที่อยู่ในพื้นที่บริเวณไฟจราจร ได้แก่ ผู้ขับขีรถจักรยานยนต์รับจ้าง กลุ่มอาชีพทำความสะอาดถนน คนขายพวงมาลัยร้านค้าริมทาง ตำรวจจราจร รวมไปถึงผู้ที่สัญจรในบริเวณนั้น

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงปัญหาของมลพิษที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพกับกลุ่มอาชีพดังกล่าวข้างต้นและผู้สัญจร ในบริเวณแยกไฟจราจรรัศมีโดยรอบระยะ 10 กิโลเมตรจากศาลากลางจังหวัดนครราชสีมา ที่เป็นใจกลางของเมืองนครราชสีมาจำนวน 6 จุด ได้แก่ แยกโรงพยาบาลกรุงเทพ แยกปั๊มปตท. เดอะมอลล์ แยกเทอมินอล แยกตลาดประปา แยกคลังปลาซ่า แยกหัวรถไฟ และแยกตลาดประปา เนื่องจาก เป็นเส้นทางสัญจรหลักของช่วงเขตเมืองนครราชสีมา ซึ่งเป็นทั้งแหล่งชุมชนศูนย์กลางด้านการค้า พื้นที่การศึกษา และพื้นที่การทำงาน มีจำนวนรถสัญจรปริมาณมาก และ

มักเกิดปัญหาด้านการจราจรหนาแน่น ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะของอนุภาคที่เกิดจากการจราจร โดยศึกษาขนาด การกระจายตัว ระดับความเข้มข้น องค์ประกอบธาตุ และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอนุภาค

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 รูปแบบการศึกษาวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนา แบบภาคตัดขวาง โดยทำการเก็บตัวอย่างอนุภาคที่เกิดจากการจราจร ณ บริเวณแยกไฟจราจร เขตในเมือง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อศึกษาการกระจายตัวของขนาดอนุภาค ระดับความเข้มข้น องค์ประกอบธาตุ และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอนุภาค โดยทำการศึกษาดังแต่วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2566 ถึง 5 กรกฎาคม พ.ศ. 2566

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

2.2.1 การตรวจวัดการกระจายตัวของขนาดอนุภาค และความเข้มข้นของอนุภาค โดยใช้เครื่อง Portable Aerosol Spectrometer Dust Detector 11-D (PAS)

2.2.2 การศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุและสัณฐานวิทยาของอนุภาค ประกอบด้วยชุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศแบบ Nano Particle Sampler (NPS), กระจายกรองชนิด Polycarbonate รูพรุนขนาด 0.8 ไมโครเมตร, ปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศแบบ Personal Air Sampling Pump, Forceps ปลายแหลม, สายยาง, ถังซีลล็อก, นาฬิกาจับเวลา, ขาดัง และตลับเมตร

2.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุและสัณฐานวิทยาของอนุภาค คือเครื่อง Field Emission Scanning Electron Microscopy (FE-SEM)

2.3 วิธีการศึกษา

ในการศึกษาอนุภาคที่เกิดจากการจราจร การเลือกพื้นที่การศึกษาพิจารณาจากขนาดของความเป็นเมืองและกิจกรรมในพื้นที่ ซึ่งเป็นลักษณะของเขตเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น ดังนั้นพื้นที่ศึกษาจึงเป็นบริเวณไฟจราจร ในเขตเมืองนครราชสีมาที่มีรถมีอยู่ห่างจากศาลากลางจังหวัดเป็นระยะทาง 10 กิโลเมตร มีลักษณะโดยทั่วไปเป็นแหล่งศูนย์กลางด้านการศึกษา การค้า และแหล่งที่อยู่อาศัย จึงมีการจราจรที่หนาแน่นที่สุดในจังหวัดนครราชสีมา ดังนั้นการจราจรจึงเป็นแหล่งกิจกรรมในพื้นที่ทำการศึกษา ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมตามรอบวัน สำหรับการเก็บตัวอย่างอนุภาคจะเก็บที่ระดับสูงจากพื้น 150 เซนติเมตร หรือที่ระดับหายใจ (Breathing Zone) โดยเก็บตามช่วงเวลา เป็นเวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมง ดังนี้

1. ชั่วโมงการบรรยายเน้นช่วงเช้า เวลา 07.00 – 09.00 น.
2. ชั่วโมงการบรรยายปกติช่วงเช้า เวลา 09.00 – 11.00 น.
3. ชั่วโมงการบรรยายปกติช่วงบ่าย เวลา 13.00 – 15.00 น.
4. ชั่วโมงการบรรยายเน้นช่วงเย็น เวลา 15.00 – 17.00 น.

โดยทำการเก็บตัวอย่างการกระจายตัวของขนาดอนุภาคและความเข้มข้นของอนุภาคที่แยกจากรถ 6 พื้นที่ ได้แก่ แยกป้อม ปตท. เดอะมอลล์, แยกโรงพยาบาลกรุงเทพ, แยกเทอมินอล, แยกคลังปลาซา, แยกหัวรถไฟ และแยกตลาดประปา

2.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.4.1 การตรวจวัดการกระจายตัวของขนาดอนุภาคและความเข้มข้นของอนุภาค

การศึกษาการกระจายตัวของขนาดอนุภาคและความเข้มข้นของอนุภาคใช้เครื่อง Portable Aerosol Spectrometer Dust Detector 11-D มีอัตราการไหล เท่ากับ 1.2 ลิตรต่อนาที ช่วงขนาดของอนุภาคที่วัดได้ เท่ากับ 0.25 – 35.15 ไมครอน ผลการตรวจวัดสามารถอ่านค่าได้จากการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะแสดงผลเป็นจำนวนอนุภาค พื้นผิวอนุภาค และการกระจายตัวมวลอนุภาค

2.4.2 การศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุและสัณฐานวิทยาของอนุภาค

การเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาองค์ประกอบธาตุและสัณฐานวิทยาของอนุภาค จะใช้ชุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศแบบ Nano Particle Sampler (NPS) โดยมีกระดาศกรองชนิด Polycarbonate รูปทรงขนาด 0.8 ไมโครเมตร อยู่ภายใน แล้วทำการต่อเข้ากับปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศ (Personal Air Sampling Pump) ที่อัตราการไหล 0.3 ลิตรต่อนาที จากนั้นนำไปวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้เครื่อง Field Emission Scanning Electron Microscopy (FE-SEM) ที่มีลำแสงอิเล็กตรอนส่องกราดไปที่ผิวของวัตถุหรืออนุภาค แล้วนำสัญญาณไปสร้างเป็นภาพ 3 มิติที่มีระยะชัดลึกสูง สามารถระบุลักษณะทางสัณฐานวิทยา โครงสร้างพื้นผิวภายนอก ขนาดรูปร่าง และองค์ประกอบธาตุ

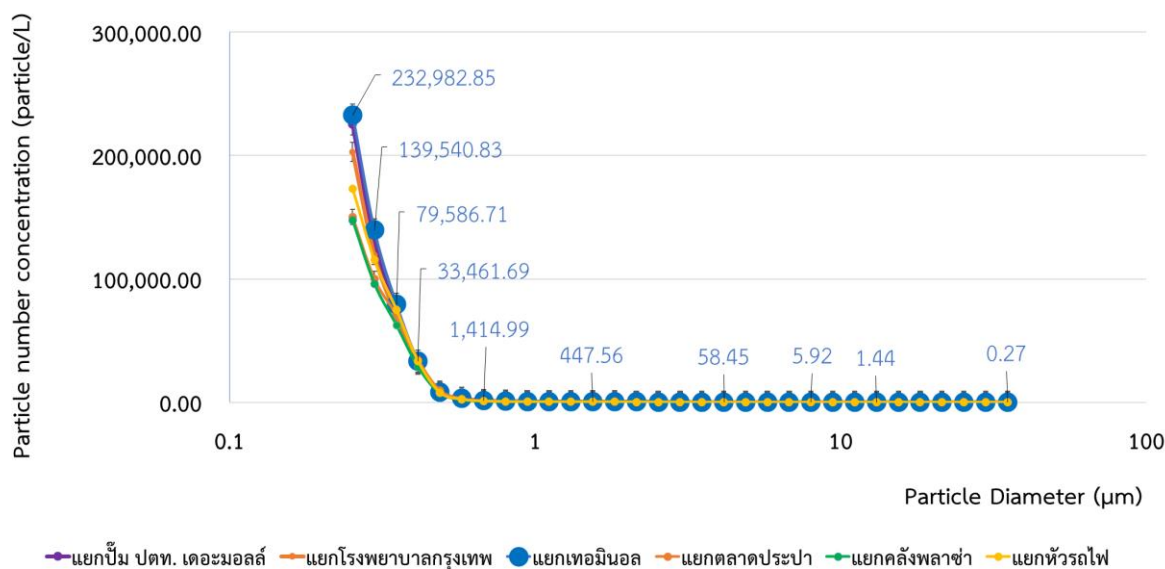
2.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) แสดงถึงคุณลักษณะของข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าร้อยละ (Percentage) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการวิเคราะห์หาการกระจายตัวของขนาดอนุภาค ความเข้มข้นอนุภาค องค์ประกอบธาตุ และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอนุภาค

3. ผลการวิจัย

3.1 การกระจายตัวของขนาดและความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Particle Number Concentration and Size Distribution

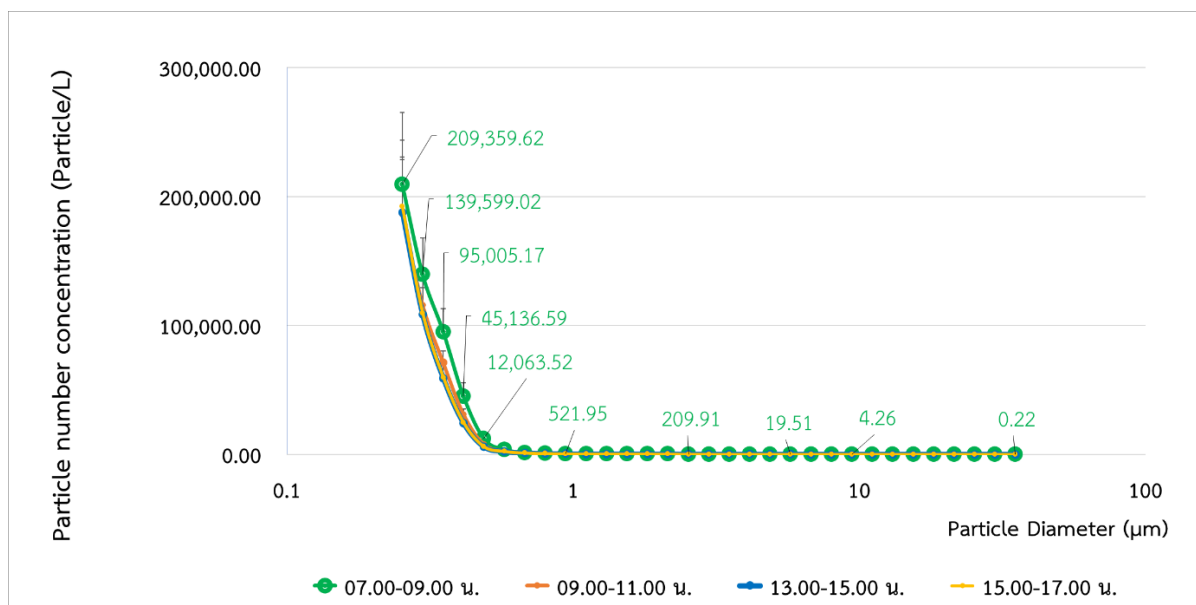
จากการศึกษาอนุภาคที่เกิดจากการกระจายตัวของขนาดอนุภาคเฉลี่ย 8 ชั่วโมง พบว่า อนุภาคส่วนใหญ่มีการกระจายตัวอยู่ในช่วง 0.25 – 9.43 μm โดยมีการกระจายตัวของอนุภาคมากที่สุดที่ขนาด 0.25 μm เมื่อทำการจำแนกตามพื้นที่ทำการศึกษา พบการกระจายตัวมากที่สุดที่แยกเทอมินอล ความเข้มข้น 232,982.85 Particle/L รองลงมา คือ แยกปั้ม ปตท. เดอะมอลล์ ความเข้มข้น 225,160.67 Particle/L แยกโรงพยาบาลกรุงเทพ ความเข้มข้น 202,850.39 Particle/L แยกห้วยรถไฟ ความเข้มข้น 173,171.86 Particle/L แยกตลาดประปา ความเข้มข้น 150,189.44 Particle/L และแยกคลังพลาซ่า ความเข้มข้น 147,449.46 Particle/L ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การกระจายตัวของขนาดและความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ

Particle Number Concentration and Size Distribution จำแนกตามพื้นที่ทำการศึกษา

และเมื่อทำการจำแนกตามช่วงเวลา พบว่า อนุภาคมีการกระจายตัวมากที่สุด ในช่วงเวลาจราจรหนาแน่นช่วงเช้า ความเข้มข้น 209,359 Particles/L รองลงมาพบในช่วงเวลาจราจรหนาแน่นช่วงเย็น ความเข้มข้น 192,354 Particles/L ช่วงเวลาจราจรปกติช่วงบ่าย ความเข้มข้น 187,917 Particles/L และช่วงเวลาจราจรปกติช่วงเช้า ความเข้มข้น 186,207 Particles/L ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 2



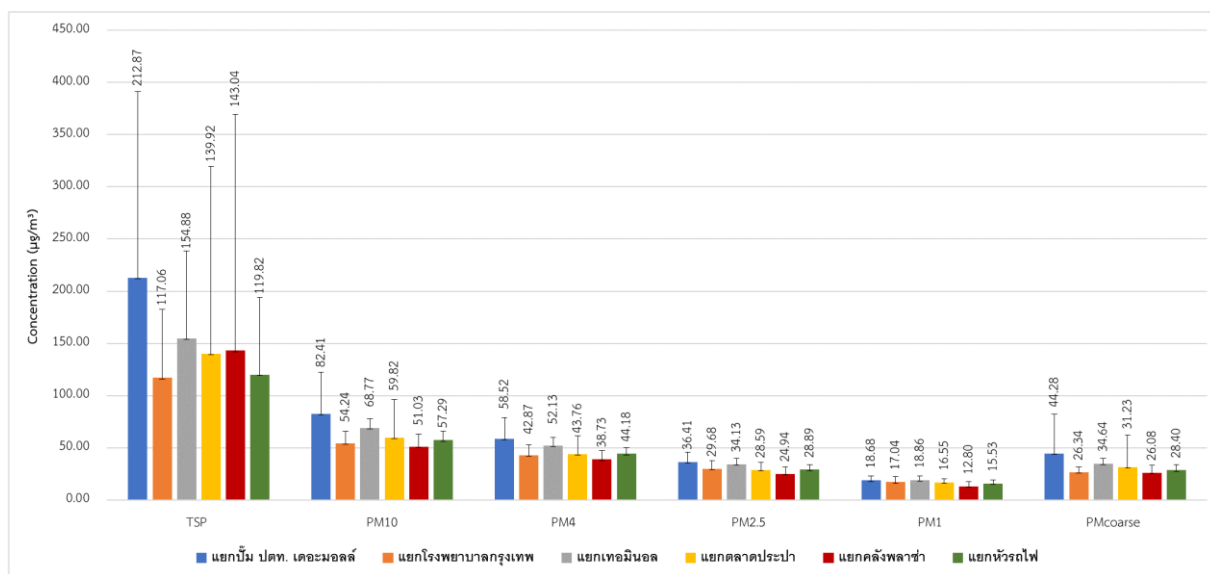
รูปที่ 2 การกระจายตัวของขนาดและความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ

Particle Number Concentration and Size Distribution จำแนกตามช่วงเวลาทำการศึกษา

3.2 ความเข้มข้นของอนุภาคแบบ Mass Concentration

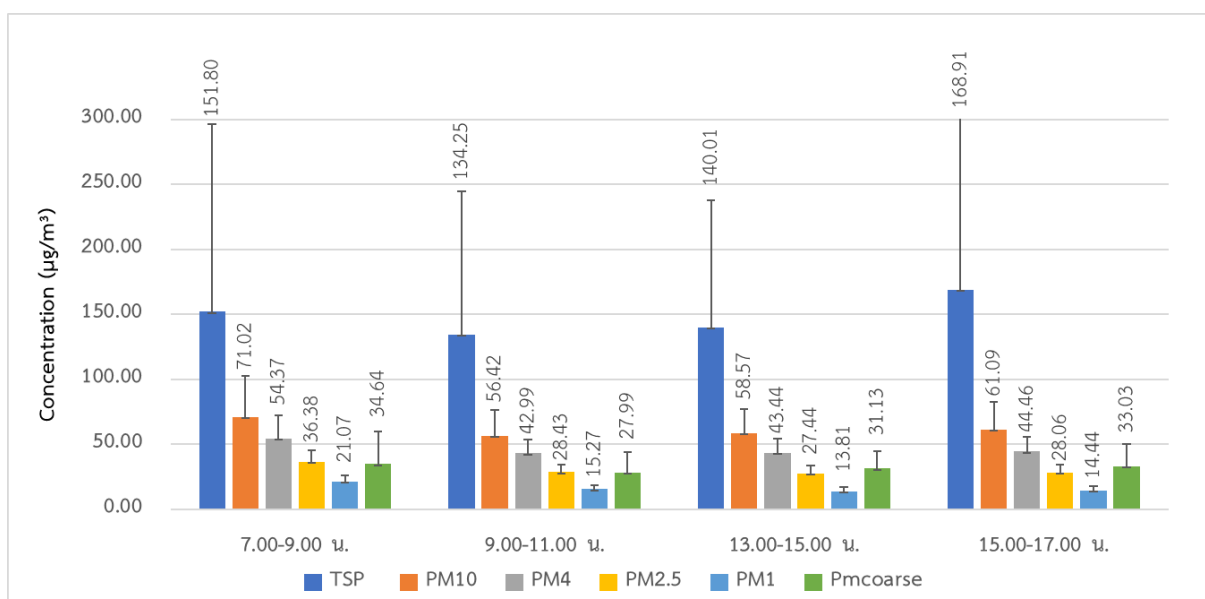
3.2.1 ความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Environmental Parameters

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของอนุภาคใน Environmental Parameters จำแนกตามพื้นที่ทำการศึกษา จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาค TSP, PM₁₀, PM₄, PM_{2.5}, PM₁ และ PM_{coarse} พบว่า มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของ TSP สูงที่สุด และพบมากที่สุดบริเวณแยกแยกปั้ม ปตท. เดอะมอลล์ ความเข้มข้น 212.87 แยกเทอมินอล ความเข้มข้น 154.88 μg/m³ แยกคลังปลาซ่า ความเข้มข้น 143.04 μg/m³ แยกตลาดประปา ความเข้มข้น 139.92 μg/m³ แยกห้วยรถไฟ ความเข้มข้น 119.82 μg/m³ และแยกโรงพยาบาลกรุงเทพ ความเข้มข้น 117.06 μg/m³ ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Environmental Parameters จำแนกตามพื้นที่ทำการศึกษา

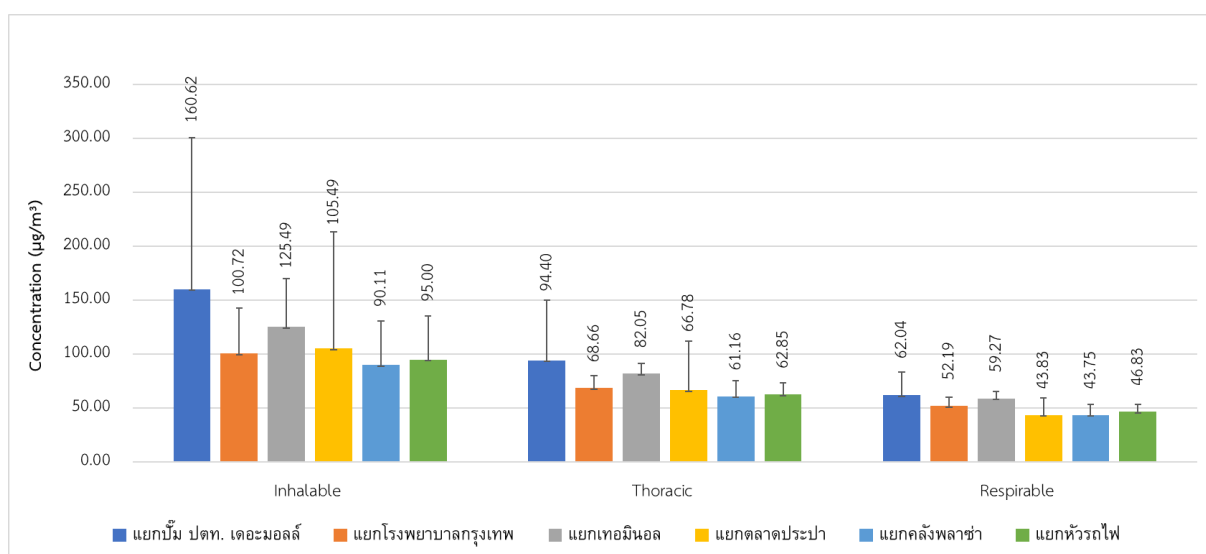
และเมื่อทำการจำแนกตามช่วงเวลาทำการศึกษา จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาค TSP, PM₁₀, PM₄, PM_{2.5}, PM₁ และ PM_{coarse} พบว่า มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของ TSP สูงที่สุด และพบมากที่สุดช่วงเช้าระหว่างเช้า ความเข้มข้น 151.80 µg/m³ รองลงมาพบที่ช่วงกลางวันระหว่างเย็น ความเข้มข้น 168.91 µg/m³ ช่วงบ่าย ความเข้มข้น 140.01 µg/m³ และช่วงเช้า ความเข้มข้น 134.25 µg/m³ ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Environmental Parameters จำแนกตามช่วงเวลาทำการศึกษา

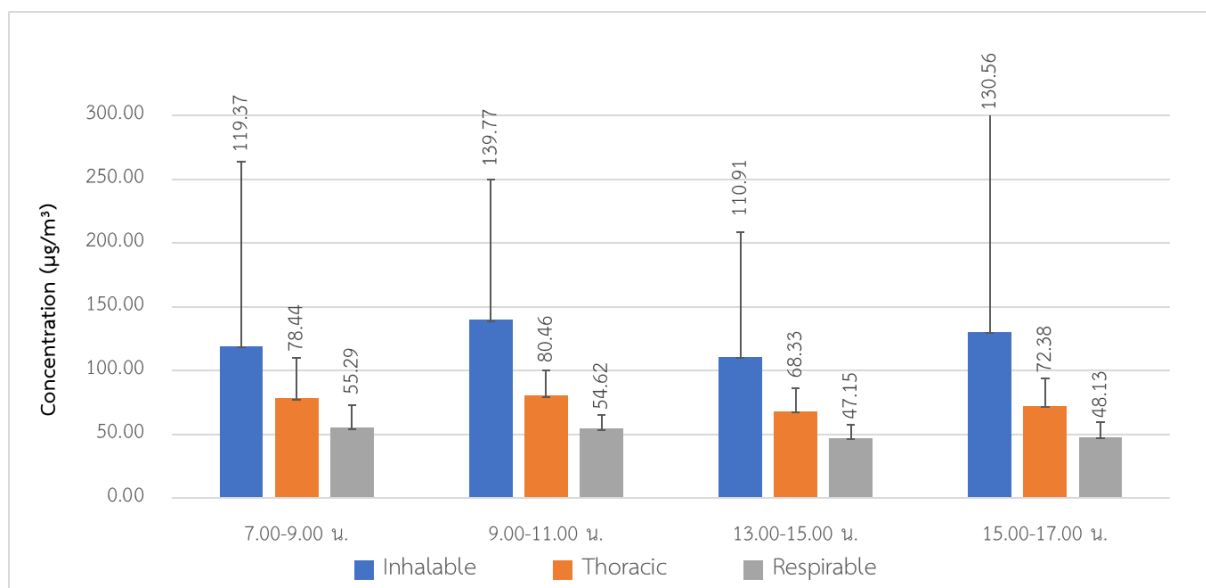
3.2.2 ความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Occupational Parameters

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Occupational Parameters จำแนกตามพื้นที่การศึกษา จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาค Inhalable dust, Thoracic dust และ Respirable dust พบว่า มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของ Inhalable dust สูงที่สุด และพบมากแยกปัม ปตท. เดอะมอลล์ ความเข้มข้น $160.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ รองลงมาพบที่แยกเทอมินอล ความเข้มข้น $125.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ แยกตลาดประปา ความเข้มข้น $105.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ แยกโรงพยาบาลกรุงเทพ ความเข้มข้น $100.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ แยกหัวรถไฟ ความเข้มข้น $95.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และแยกคลังพลาซ่า ความเข้มข้น $90.11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Occupational Parameters จำแนกตามพื้นที่การศึกษา

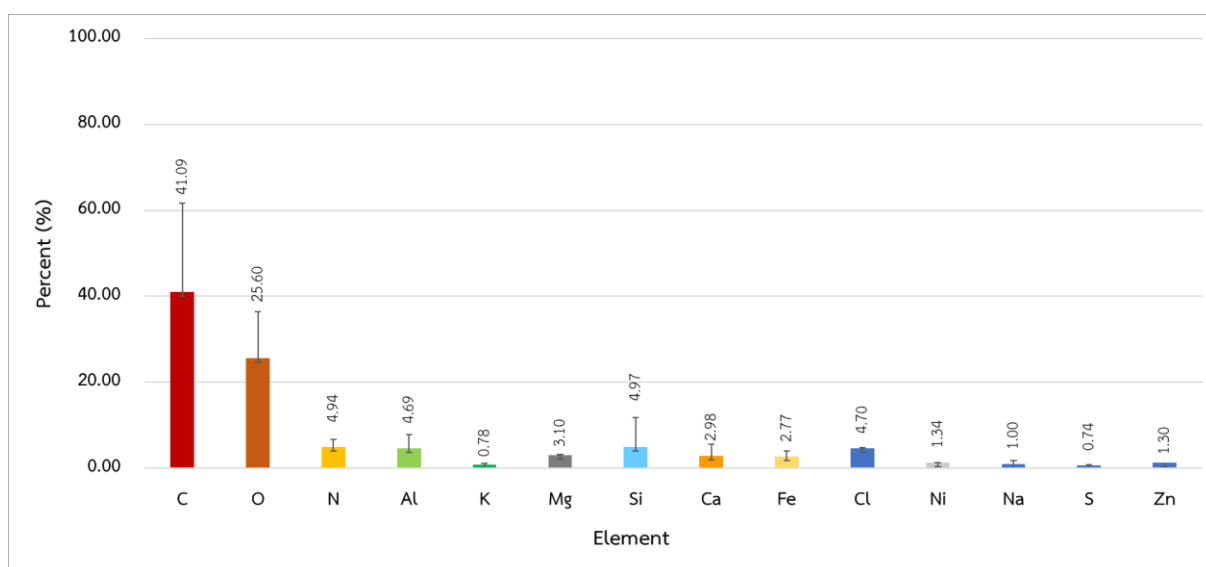
และเมื่อทำการจำแนกตามช่วงเวลาทำการการศึกษา จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาค Inhalable dust, Thoracic dust และ Respirable dust พบว่า มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของ Inhalable dust สูงที่สุด ที่ชั่วโมงการจราจรปกติช่วงเช้า ความเข้มข้น $139.77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ รองลงมาพบที่ชั่วโมงการจราจรหนาแน่นช่วงเย็น ความเข้มข้น $130.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ชั่วโมงการจราจรหนาแน่นช่วงเช้า ความเข้มข้น $119.37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และชั่วโมงการจราจรปกติช่วงบ่าย ความเข้มข้น $110.91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Occupational Parameters จำแนกตามช่วงเวลาทำการศึกษา

3.3 องค์ประกอบธาตุที่เกิดจากการจราจร

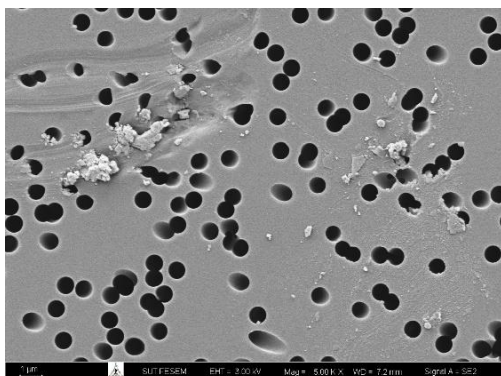
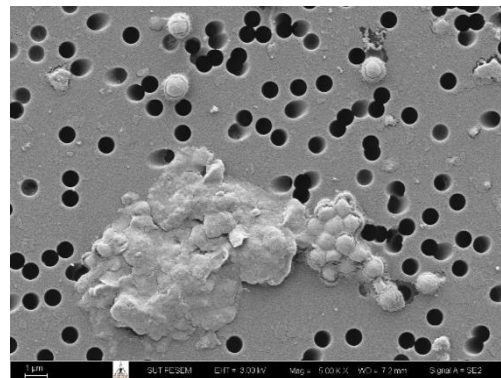
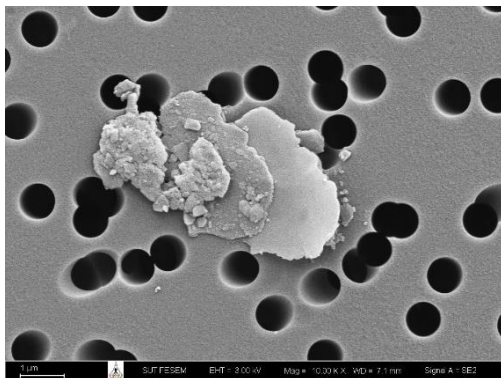
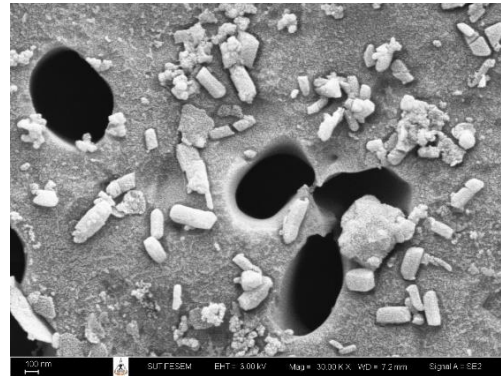
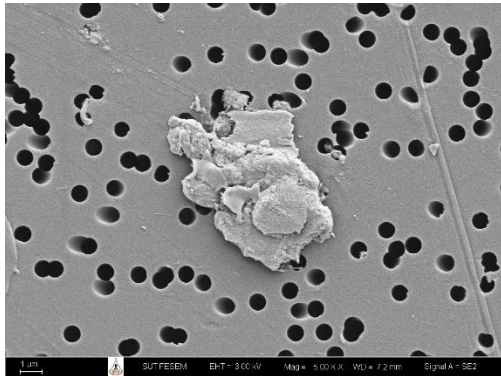
จากการศึกษาอนุภาคที่เกิดจากการจราจร บริเวณพื้นที่ทำการศึกษ พบว่า องค์ประกอบธาตุส่วนใหญ่มีธาตุคาร์บอน (C) เป็นองค์ประกอบสูงที่สุด เท่ากับ 41.09 % , ออกซิเจน (O) เท่ากับ 25.06 % , ซิลิกอน (Si) เท่ากับ 4.97 % , ไนโตรเจน (N) เท่ากับ 4.94 % , คลอรีน (Cl) เท่ากับ 4.70 % , อลูมิเนียม (Al) เท่ากับ 4.69 % , แมกนีเซียม (Mg) เท่ากับ 3.10 % , แคลเซียม (Ca) เท่ากับ 2.98 % , เหล็ก (Fe) เท่ากับ 2.77 % , นิกเกิล (Ni) เท่ากับ 1.34 % , สังกะสี (Zn) เท่ากับ 1.30 % , โซเดียม (Na) เท่ากับ 1.00 % , โพแทสเซียม (K) เท่ากับ 0.78 % และซัลเฟอร์ (S) เท่ากับ 0.58 % ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 องค์ประกอบธาตุที่เกิดจากการจราจร

3.4 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอนุภาค

เมื่อทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอนุภาคจากการจรวจ บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา ซึ่งเก็บตัวอย่างอนุภาคด้วยกระดาษกรองชนิด Polycarbonate รูพรุนขนาด $0.8\ \mu\text{m}$ และวิเคราะห์โดยเครื่อง Field Emission Scanning Electron Microscope (FE-SEM) พบว่า อนุภาคมีรูปร่างลักษณะเป็นทรงกลม ทรงแท่ง และรูปร่างที่ไม่แน่นอน มีการอยู่แยกเป็นอิสระ หรือเกาะกลุ่มรวมกันจากอนุภาคขนาดเล็กจนเป็นขนาดใหญ่ และมีการซ้อนทับกัน แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของอนุภาค

4. อภิปรายผล

4.1 การกระจายตัวของขนาดและความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Particle Number

Concentration and Size Distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า อนุภาคส่วนใหญ่ที่เกิดจากการจราจรบริเวณไฟแดง มีการกระจายตัวของอนุภาคอยู่ในช่วง 0.25 – 2.53 μm พบการกระจายตัวของอนุภาคขนาด 0.25 μm สูงที่สุด ที่บริเวณแยกเทอมินอล ในช่วงโมงการจราจรหนาแน่นช่วงเช้า ซึ่งความเข้มข้นที่สูงมีความสัมพันธ์กับปริมาณรถที่สัญจรอย่างหนาแน่น ในพื้นที่ทำการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hatzopoulou⁶ ที่พบการกระจายตัวของขนาดและความเข้มข้นของอนุภาคที่มีขนาด 0.01 - 1 μm ที่เกิดจากการจราจรในช่วงเช้าสูงที่สุด นอกจากนี้ ผลการศึกษาของ Hatzopoulou รายงานว่า ความเร็วลมและอุณหภูมิของอากาศในพื้นที่การจราจร เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการกระจายตัวของขนาดและความเข้มข้นของอนุภาคที่มีขนาด 0.01 - 1 μm

สำหรับอนุภาكدังกล่าว เป็นอนุภาคขนาดเล็กไม่เกิน 10 μm ตามสมมติฐาน ทำให้อนุภาคขนาด 0.25 μm ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 1 μm สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนปลาย ถึงระดับถุงลมปอด และส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนอากาศลดลง ทำให้มีอาการหายใจสั้นและหัวใจทำงานหนักมากขึ้น โดยเฉพาะผู้ที่มีปัญหาของโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น หอบหืด โรคถุงลมโป่งพอง โรคหัวใจ นอกจากนี้ อนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 μm สามารถเข้าสู่อวัยวะภายในร่างกาย เช่น อนุภาคที่มีขนาด 5 – 10 μm สามารถเข้าสู่หลอดเลือด และแขนงหลอดเลือด อนุภาคที่มีขนาด 1 – 5 μm สามารถเข้าสู่หลอดเลือดฝอย และถุงลม⁷

ดังนั้นผู้ประกอบการอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการจราจรบริเวณไฟแดง ซึ่งมีการรับสัมผัสอนุภาคที่เกิดจากการจราจรเป็นประจำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ควรมีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น หน้ากาก N95

4.2 ความเข้มข้นของอนุภาคในรูปแบบ Particle Mass Concentration

จากการศึกษาปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของอนุภาคที่เกิดจากการจราจรบริเวณไฟแดง ในรูปแบบ Environment Parameters ได้แก่ TSP, PM₁₀, PM₄, PM_{2.5}, PM₁ และ PM_{coarse} พบว่า มีความเข้มข้นเฉลี่ยของ TSP สูงที่สุด ในช่วงโมงการจราจรหนาแน่นทั้งช่วงเช้าและช่วงเย็น และความเข้มข้นเฉลี่ยของอนุภาคในรูปแบบ Occupational Parameters ได้แก่ Inhalable dust, Thoracic dust และ Respirable dust พบว่า มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของ Inhalable dust สูงที่สุด ในช่วงโมงการจราจรหนาแน่นทั้งช่วงเช้าและช่วงเย็น เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ เมื่อทำการจำแนกตามพื้นที่ทำการศึกษา พบว่า แยกปั้ม ปตท. เดอะมอลล์ มีความเข้มข้นเฉลี่ยของอนุภาคสูงที่สุด จึงกล่าวได้ว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของอนุภาค มีความสัมพันธ์กับปริมาณรถที่สัญจรในแต่ละช่วงเวลาและพื้นที่ทำการศึกษา

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) ได้กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองภายนอกอาคารในระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ดังนี้ ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยฝุ่นละออง TSP เท่ากับ $330 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยฝุ่นละออง PM_{10} เท่ากับ $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยฝุ่นละออง $\text{PM}_{2.5}$ เท่ากับ $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยฝุ่นละอองทั้ง TSP, PM_{10} และ $\text{PM}_{2.5}$ ในทุกแยกจราจรไฟแดง เขตเมืองนครราชสีมา ไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง จำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย พ.ศ. 2560 ได้กำหนดมาตรฐานการรับสัมผัสอนุภาคตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ดังนี้ ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยอนุภาค Inhalable dust เท่ากับ $15 \text{ mg}/\text{m}^3$ และ Respirable dust เท่ากับ $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ พบว่า ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยอนุภาค Inhalable dust และ Respirable dust ในทุกแยกจราจรไฟแดง เขตเมืองนครราชสีมา ไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด⁸

ทั้งนี้ ปริมาณความเข้มข้นของ TSP และ Inhalable dust ซึ่งเป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า $10 \mu\text{m}$ พบว่ามีความเข้มข้นที่สูงที่สุด ซึ่งไม่สัมพันธ์กับการกระจายตัวอนุภาคที่ส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่ที่ขนาด $0.25 \mu\text{m}$ เนื่องจากอนุภาค TSP และ Inhalable dust มีการสะสมตัวมาก จนเกิดการรวมกลุ่มกันของอนุภาคในบรรยากาศ ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดอ่านค่าอนุภาค TSP และ Inhalable dust ได้สูง

สำหรับการรับสัมผัสอนุภาค TSP และ Inhalable dust ถึงแม้จะพบว่ามีความเข้มข้นเฉลี่ยไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด แต่การรับสัมผัสอนุภาคเป็นประจำสามารถส่งผลกระทบต่อร่างกาย โดยทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบประสาทรับรู้ความรู้สึกของร่างกาย ส่งผลให้ตา จมูก และคอเกิดการระคายเคืองและอักเสบ รวมไปถึงอนุภาค PM_{10} ที่มีความเข้มข้นสูงรองลงมา มีความเป็นอันตรายต่อสุขภาพโดยจะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนปลายและตกสะสมอยู่ในถุงลมปอด ทำให้การทำงานของปอดลดลง หายใจลำบาก เหนื่อยง่าย และก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ⁹

4.3 องค์ประกอบธาตุของอนุภาค

จากการศึกษาองค์ประกอบธาตุของอนุภาค พบว่า ผู้ปฏิบัติงานบริเวณจราจรไฟแดงสามารถรับสัมผัสอนุภาคที่มีองค์ประกอบธาตุคาร์บอน (C) ในปริมาณสูง โดยมีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เมื่อคาร์บอนเกิดการรวมตัวกับออกซิเจน มีโอกาสทำให้เกิดโรคหลอดเลือดตีบ ภาวะขาดออกซิเจน อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ระบบหลอดเลือด และหัวใจ นอกจากนี้ยังพบองค์ประกอบธาตุชนิดอื่น ๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ที่สามารถรวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็น NO_2 ทำให้เกิดปอดอักเสบ ซิลิกอน (Si) สามารถรวมตัวกับออกซิเจนกลายเป็น SiO_2 ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อปอดและระบบทางเดินหายใจ หรือเกิดโรค

หกลดลมอีกเสบเร็วรั้ง รวมไปถึงองค์ประกอบธาตุโลหะหนัก ที่หากมีการสะสมเป็นจำนวนมากอาจทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจได้ โดยองค์ประกอบธาตุที่พบจากการศึกษา สามารถจำแนกอนุภาคที่เกิดจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ดังนี้

- ธาตุในบรรยากาศ ได้แก่ ออกซิเจน (O) และไนโตรเจน (N)
- การเผาไหม้เชื้อเพลิง ได้แก่ คาร์บอน (C), นิกเกิล (Ni), แมกนีเซียม (Mg), ซัลเฟอร์ (S)
- การเผาไหม้น้ำมันหล่อลื่น ได้แก่ สังกะสี (Zn)
- การเบรคของล้อรถและท่อไอเสีย ได้แก่ เหล็ก (Fe) และซิลิกอน (Si)

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาขององค์ประกอบของฝุ่นละอองในอากาศบนทะเลหลวง อ. เมือง จ. สงขลา¹⁰

4.4 สันฐานวิทยาของอนุภาค

ลักษณะทางสันฐานวิทยาของอนุภาคที่เกิดจากการจราจร ถึงแม้จะมีการรวมกลุ่มกันของอนุภาค แต่พบว่ามิขนาดใหญ่ที่สุดที่ประมาณ 1 μm จัดว่าเป็นอนุภาคชนิด PM_{10} ซึ่งอนุภาคชนิดดังกล่าวสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านระบบทางเดินหายใจ และเกิดการตกสะสมที่ส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจที่แตกต่างกันตามขนาดของอนุภาค โดยอนุภาคที่มีการรวมตัวกันขนาด 2.5 - 5 μm หรือไม่เกิน 10 μm สามารถเข้าสู่หลอดลมฝอย ถุงลม และอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.02 μm สามารถซึมเข้าสู่กระแสเลือดผ่านเส้นเลือดฝอยในปอดเข้าสู่ร่างกาย¹¹

5. สรุป

จากการศึกษาอนุภาคที่เกิดจากการจราจร พบว่า มีการกระจายตัวสูงที่ขนาด 0.25 μm ซึ่งจัดว่าเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก ในขณะที่พบความเข้มข้นอนุภาคของ TSP และ Inhalable dust สูงที่สุด โดยมีค่าสูงในช่วงเวลา 07.00 – 09.00 น. และในบริเวณแยกป้อม ปตท. เดอะมอลล์ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณรถที่สัญจรในช่วงเวลาและพื้นที่ดังกล่าว อีกทั้งยังพบปริมาณคาร์บอน เป็นองค์ประกอบธาตุส่วนใหญ่ของอนุภาค แสดงให้เห็นว่าอนุภาคที่เกิดขึ้นในบรรยากาศส่วนใหญ่มาจากการจราจร โดยเฉพาะช่วงที่มีการจราจรหนาแน่น ซึ่งอนุภาคดังกล่าวสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพบริเวณไฟจราจรได้

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในงานวิจัยต่อไป

7.1.1 ควรมีการเก็บตัวอย่างอากาศสะอาดภายในพื้นที่ปิด ที่ไม่มีมลพิษทางอากาศจากภายนอก เพื่อศึกษาความแตกต่างของการกระจายตัวและความเข้มข้นของอนุภาค ระหว่างอากาศสะอาดและอากาศพื้นที่เก็บตัวอย่างจราจรไฟแดง ซึ่งมีสภาพแวดล้อม และแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศแตกต่างกัน

7.1.2 ควรมีการศึกษาปัจจัยด้านความชื้นสัมพัทธ์ ทิศทางลม และความเร็วลม ซึ่งเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อลักษณะการกระจายตัว ความเข้มข้น องค์ประกอบธาตุ และสัณฐานวิทยาของอนุภาค

7.1.3 การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้พิจารณาอนุภาคที่อาจเกิดขึ้นนอกเหนือจากการจราจร เช่น ร้านอาหารตามสั่ง ตู้ซ่อมรถ รวมถึงแหล่งกำเนิดอนุภาคอื่นๆ ที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่ระหว่างการศึกษาดังนั้นปัจจัยเหล่านี้ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม

6.2 ข้อเสนอแนะจากการทดลอง

7.2.1 ผู้ประกอบอาชีพบริเวณจราจรไฟแดงควรมีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น หน้ากาก N95 ที่สามารถกรองอนุภาคขนาดเล็ก จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงรถยนต์ การสึกหรอของเบรกและยาง รวมถึงอนุภาคอื่น ๆ ที่มาจากพื้นผิวถนน

7.2.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรมีมาตรการในการควบคุมการปล่อยมลพิษทางอากาศจากยานพาหนะ เช่น การตรวจสอบรถที่ให้บริการสาธารณะ ณ บริเวณก่อนเข้าอุโมงค์หรือท่ารถ ซึ่งจะไม่ส่งผลกระทบต่อทั้งผู้โดยสารและการจราจรบนท้องถนน การตรวจวัดควันดำด้วยระบบวัดความทึบแสง และส่งเสริมนโยบายยานยนต์ที่ใช้พลังงานสะอาดทดแทน

7.2.3 ควรมีการติดตั้งจุดตรวจวัดมลพิษทางอากาศ ที่มีระบบการแจ้งเตือนในกรณีที่มีความเข้มข้นสูงเกินค่ามาตรฐานกำหนด เพื่อดำเนินการควบคุมต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

ได้รับเงินอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (รหัสโครงการ NRIS 179351)

เอกสารอ้างอิง

- [1] Pollution Control Department. (2020, May 15) . Thailand State of Pollution Report 2015. <https://www.pcd.go.th/publication/3649> (In Thai)
- [2] Department of Environmental Quality Promotion. (2015, January 16) . Air Pollution. <https://datacenter.deqp.go.th/knowledge/อากาศ/มลพิษทางอากาศ/> (In Thai)
- [3] Department of Land Transport. (2022). Number of Vehicle Registered in Nakhon Ratchasima Province 2021. <https://web.dlt.go.th/statistics/> (In Thai)

- [4] Pollution Control Department. (2022). Air Quality Index. http://air4thai.pcd.go.th/webV2/aqi_info.php
(In Thai)
- [5] Chayaporn Pheutfoo & Dr.Surat Bualert. (2015). Size Distribution of Ambient Nanosized Particulate Matters in Urban Area: Bangkok.
<https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/gskku/article/view/30956/26690> (In Thai)
- [6] Hatzopoulou, M., Weichenthal, S., Dugum, H., Pickett, G., Miranda-Moreno, L. F., Kulka, R., Andersen, R. E., & Goldberg, M. S. (2012). The impact of traffic volume, composition, and road geometry on personal air pollution exposures among cyclists in Montreal, Canada. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 23(1), 46–51. <https://doi.org/10.1038/jes.2012.85>
- [7] Martin Gerardo Rodriguez, et al. (2019). A study of dust airborne particles collected by vehicular traffic from the atmosphere of southern megalopolis Mexico City. *Journal of Wood Science* volume 66, <https://doi.org/10.1186/s40068-019-0143-3>
- [8] Metta Kengchuwong. (2021). Study on Particulate Matter in Ambient Air and Impacts to People in Urban Area of Maha Sarakham Municipality.
<http://research.rmu.ac.th/rdi-mis/upload/fullreport/1607006747.pdf> (In Thai)
- [9] Pakpong Pochanart. (2016). Air Pollution Problems in Major Cities of Thailand: A Case Study of Bangkok, Chiang Mai and Rayong. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, 12(1), 114–133. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JEM/article/view/47808> (In Thai)
- [10] Warawood Duangsiri¹, Somboon Prasongchan¹ & Nicha Prasongchan. (2018). Composition of Aerosol Particles in the Air on Thala Laung Road Muang District, Songkhla Province. *Journal of Rajamangala University of Technology Krungthep*, 12(2), 26-39.
<https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/rmutk/article/download/142468/117104/449801> (In Thai)
- [11] Zou, L. Y., & Hooper, M. A. (1997). Size-resolved airborne particles and their morphology in Central Jakarta. *Atmospheric Environment*, 31(8), 1167-1172.
[https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(96\)00307-X](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(96)00307-X)

ผลกระทบจากความแปรปรวนสภาพอากาศ และการตอบสนองของเกษตรกร

ผู้ผลิตกะหล่ำดอก

ธนโชติ ดีมีหาญ¹ กัมปนาท วิจิตรศรีกมล² สุวรรณา ประณีตวทกุล³

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นทั่วโลก เป็นสาเหตุก่อให้เกิดความแปรปรวนสภาพอากาศ ส่งผลกระทบหลายด้าน ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะประชากรกลุ่มเปราะบาง เช่น เกษตรกร ได้รับผลกระทบทางตรง ทางอ้อม จำเป็นต้องให้ความช่วยเหลืออย่างเร่งด่วนในการปรับตัวด้านการผลิต และความปลอดภัยด้านสุขภาพ งานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และความแปรปรวนสภาพอากาศ ผลกระทบการผลิตกะหล่ำดอก การตอบสนองของเกษตรกรต่อผลกระทบที่เกิดขึ้น ทำการศึกษาในอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นพื้นที่ผลิตกะหล่ำดอกสำคัญของประเทศใช้ข้อมูลอุณหภูมิจากสถานีอุตุนิยมวิทยาหล่มสัก ร่วมกับการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรในพื้นที่จำนวน 114 ครัวเรือน ผลการศึกษา พบว่า อำเภอหล่มสักมีแนวโน้มอุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น เกษตรกรร้อยละ 97 มีการรับรู้ถึงความร้อนสูงขึ้น และร้อยละ 94 ระบุว่าพบปัญหาแมลงศัตรูระบาดเพิ่มขึ้น เกษตรกรร้อยละ 89 ตอบสนองโดยเพิ่มการใช้สารกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น มีเพียงร้อยละ 3 ที่ใช้วิธีสลับสารกำจัดศัตรูพืชตามกลไกการออกฤทธิ์ เหล่านี้ทำให้มีความเสี่ยงต่อสุขภาพเกษตรกร และมีโอกาสปนเปื้อนในดิน แหล่งน้ำมากขึ้น เกษตรกรส่วนใหญ่ยังไม่มีแนวทางแก้ปัญหา หรือการปรับตัวอย่างยั่งยืนผู้มีอำนาจ หรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการส่งเสริมควรเสนอแนวทางการปรับตัวที่เหมาะสมทั้งในด้านความมั่นคงของผลผลิตซึ่งส่งผลโดยตรงต่อรายได้เกษตรกร และในด้านความปลอดภัยต่อสุขภาพเกษตรกรเช่น การส่งเสริมแนวทางการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) และส่งเสริมการฟื้นฟูทรัพยากรดิน และน้ำเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการรับมือกับผลกระทบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ

การปรับตัว, ความแปรปรวนสภาพอากาศ, เกษตรกรผู้ผลิตกะหล่ำดอก

¹*นิสิต หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์สำหรับการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

10900 thanachot.d@ku.th

²รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร และทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนน

งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 fecoknv@ku.ac.th

³รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร และทรัพยากร คณะเศรษฐศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนน

งามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 suwanna.p@ku.th

Impact of Climate Variability and Responsibility of Cauliflower Farmers

Thanachot Deemeehan¹ Kampanat Vijitsrikamol² Suwanna Praneetvatakul³

Abstract

Climate change is occurring globally. Which causes Climate Variability to negatively impact multiple sectors such as economic, social, and environmental. Particularly farmers are affected directly and indirectly. They need to enhance production adaptation and health security. This study aims to analyze climate trends and variability, impacted cauliflower production, and farmer's responses. Study in Lomsak district of Phetchabun province this cauliflower supply is mostly in Thailand. Climate data were employed from the Lomsak weather station and farmers surveyed 114 households. The result shows that Lomsak district has an increase in temperature and cauliflower farmers perceive an increase in temperature of 97 %, 94 % perceive to pest increase and 89 % of Cauliflower farmers increase pesticide use to protect their cauliflower. At least – 3 % have IPM management. These negative impacts on farmers' health and increase environmental contamination. Many farmers do not have technical or sustainable adaptation to deal with threats. Governance, stakeholders, or authors should enhance the adaptation pathway which protects the yield of this direct effect on farmers' income and health. Promote Good Agricultural Practices and extend soil and water conservation toward potential deal with climate impact in the future.

Keyword

Adaptation, Climate Variability, Cauliflower Farmers

¹* Master of Science Program in Applied Economics for Agriculture and Environment, Faculty of Economics, Kasetsart University 50 Ngam Wong Wan Road Chatuchak Bangkok 10900, thanachot.d@ku.th

²Assoc.Prof.Dr. Department of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University 50 Ngam Wong Wan Road Chatuchak Bangkok 10900, fecoknv@ku.ac.th

³Assoc.Prof.Dr. Department of Agricultural and Resource Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University 50 Ngam Wong Wan Road Chatuchak Bangkok 10900, suwanna.p@ku.th

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ส่งผลกระทบเป็นวงกว้าง และรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะภาคเกษตร จากรายงานของ IPCC ฉบับที่ 5 ปี 2014 ระบุว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติในหลายมิติ เช่น คุณภาพและปริมาณของน้ำ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558, อ้างถึงใน IPCC Fifth Assessment, 2014) และประเทศไทยถูกจัดอยู่ในประเทศที่มีความเสี่ยงในระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นอันดับที่ 9 ของโลก (German watch, 2021) เมื่อพิจารณารายจังหวัดพบว่าในปี 2564 จังหวัดเพชรบูรณ์มีพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งจากฝนทิ้งช่วง 860,620 ไร่ เป็นจังหวัดที่มีความเสี่ยงสูงสุดในภาคเหนือ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2564)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นสาเหตุของความแปรปรวนสภาพอากาศ และการเกิดเหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรงขึ้นบ่อยครั้งเมื่อเปรียบเทียบกับในอดีต เดือนกรกฎาคม 2566 พบว่า เป็นปีที่มีอุณหภูมิโลกเฉลี่ยสูงสุดเป็นประวัติการณ์ (WMO, 2023) จากสถานการณ์ที่กำลังเผชิญทำให้ภาคเกษตรได้รับผลกระทบต่อการผลิตพืช และสุขภาพของเกษตรกร ในแง่ของการผลิตพืชนั้นจะถูกกระทบทางตรง คือ ก่อให้พืชเกิดสภาวะเครียดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ (ขงยุทธ โอสดสภา, 2559) ส่วนทางอ้อม คือ เหนียวนาการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังทำลายความหลากหลายของแมลงศัตรูธรรมชาติ ในภาวะอุณหภูมิสูง และความแปรปรวนสภาพอากาศที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การถ่ายช่วงของหนอนใยผักเร็วขึ้นมีการระบุว่าในประเทศจอร์เจียฤดูหนาวหนอนใยผักจะมีเพียง 1 ช่วง ส่วนฤดูร้อนหนอนใยผักจะมีอายุสั้นลงทำให้หนอนใยผักมีถ่ายช่วงเร็วขึ้นสูงถึง 5.2 ช่วง IRAC (2017) ดังนั้นเกษตรกรต้องมีการวางแผนใช้สารกำจัดศัตรูพืชหลากหลายกลไก การจัดการมีความซับซ้อนมากขึ้น เหล่านี้เป็นอุปสรรคของเกษตรกร เพราะยังขาดความเข้าใจในหลักการจัดการ ทำได้เพียงเพิ่มอัตราการใช้สารกำจัดศัตรูพืช หรือเพิ่มความถี่ในการฉีดพ่นแต่ยังขาดประสิทธิภาพ นำมาสู่การต้านทานสารกำจัดแมลงศัตรูพืช ปัจจุบันมีการรายงานความต้านทานต่อสารกำจัดศัตรูพืชในหลายชนิด กรมวิชาการเกษตร ระบุว่า พื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์มีค่าความต้านทานสารกำจัดศัตรูพืชของหนอนใยผักในระดับมากกว่า 10 เท่า เมื่อเทียบกับประชากรแมลงอ่อนแอ (กรมวิชาการเกษตร, 2564) จากสถานการณ์ความต้านทานของแมลงศัตรูพืชร่วมกับพฤติกรรมการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ผิดวิธีของเกษตรกร การใช้สารในปริมาณมากเกินไปจนก่อให้เกิดผลกระทบระบบนิเวศเป็นต้นทุนของผลกระทบภายนอก และสุขภาพของเกษตรกร (Cavalhol, 2006) การใช้สารเคมีในอัตราที่สูงในแต่ละพื้นที่ของประเทศได้มีการประมาณการถึงต้นทุนผลกระทบภายนอกของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอยู่ ประมาณ 18.7-27.1 USD/ha (Praneetvatakul et al., 2013)

จากอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต ประชากรมีโอกาสเจ็บป่วย และเสี่ยงต่ออัตราการเสียชีวิตที่เพิ่มขึ้น (กระทรวงสาธารณสุข, 2564) ในภาคเกษตรประชากรส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุ ในปี 2556 เกษตรกรที่มีอายุมากกว่า 60 ปี เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 จากปี 2546 (โสธรศรี จันทรัตน์ และคณะ, 2561) ประชากรกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จำเป็นต้องทำงานกลางแจ้งทำให้มีความเสี่ยงที่เกิดโรคลมแดดได้มากกว่ากลุ่มอาชีพอื่น และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างรุนแรงจะยังเร่งให้แมลงพาหะนำโรคไปสู่คนมากขึ้น เช่น มาลาเรีย ไข้เลือดออก ทั้งนี้ยังก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศที่เป็นสาเหตุของโรคทางเดินหายใจ โรคระบบหัวใจ (กระทรวงสาธารณสุข, 2564) จากปัญหาที่กระทบโดยตรงทั้งในมิติของการผลิตทรัพยากร และสุขภาพของเกษตรกรมีความจำเป็นที่ต้องได้รับการช่วยเหลืออย่างเร่งด่วน

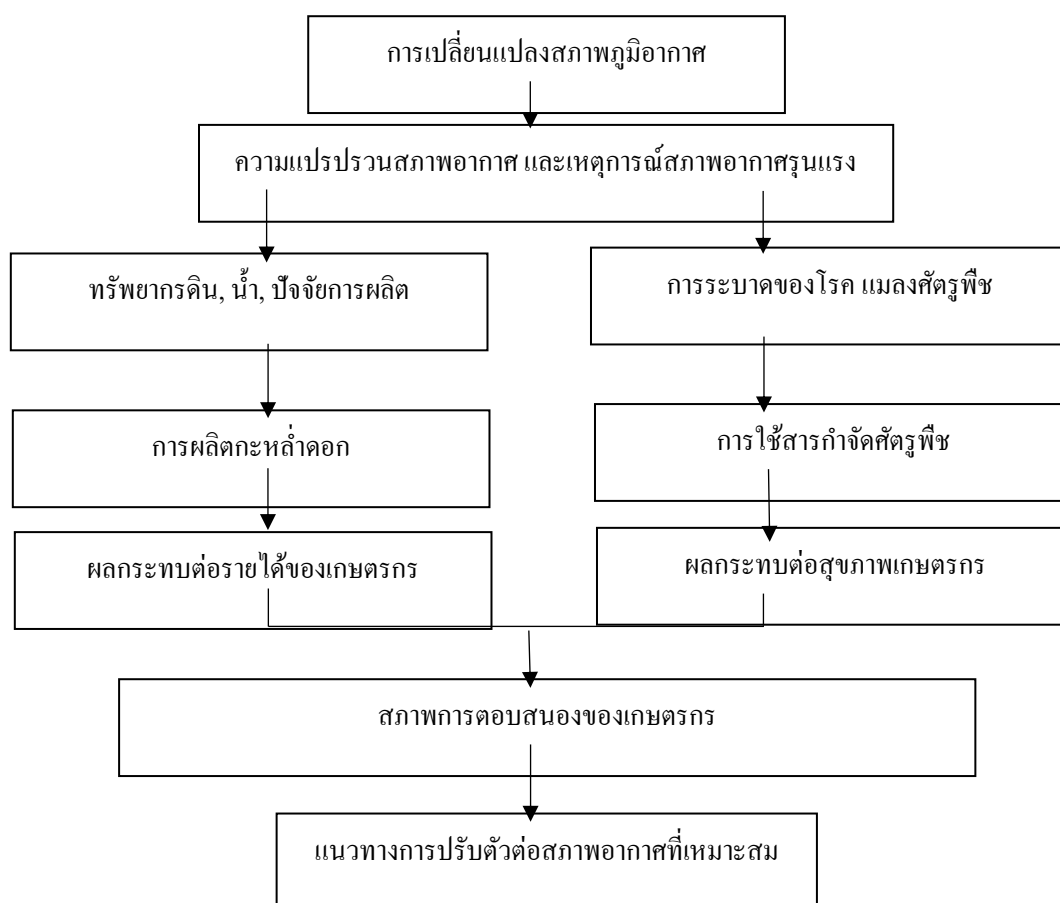
การกำหนดนโยบายหรือการกำกับดูแลของภาครัฐมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ในระดับโลกได้มีการประชุมสหประชาชาติว่าด้วยการพัฒนาที่ยั่งยืน (United Nations Conference on Sustainable Development: UNCSD) ร่วมกันระหว่างประเทศสมาชิกร่างเป้าหมายการพัฒนา ร่วมกันแก้ไขปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างจริงจังโดยเน้นมีส่วนร่วมในทุกระดับตั้งแต่ระหว่างประเทศไปจนถึงระดับบุคคล (ชล บุญนาค, 2564) รัฐบาลจึงได้ออกแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ ได้มุ่งเน้นความมั่นคงทางด้านอาหาร และความเป็นอยู่ของมนุษย์ ความมั่นคงทางด้านทรัพยากรดินและน้ำ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558)

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals : SDGs) เป้าหมายที่ 13 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างเร่งด่วน การศึกษาเชิงพื้นที่จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะเป็นแนวทางกำหนดนโยบายได้ตรงจุด บรรลุเป้าหมายได้อย่างแม่นยำ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบการผลิตกะหล่ำดอก ความเสี่ยงด้านผลผลิต ด้านรายได้ และการตอบสนองต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นของเกษตรกร

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ผลิตกะหล่ำดอกในอำเภอห่มสั จังหวัดเพชรบูรณ์ กำหนดจำนวนตัวอย่างด้วยขั้นตอน (Multistage Sampling) ร่วมกับการสุ่มแบบสโนว์บอล (Snowball sampling) กำหนดขอบเขตเข้าสำรวจจากการให้ข้อมูลพื้นที่ผลิต และทดสอบแบบสัมภาษณ์จากกลุ่มเกษตรกรแนวหน้า และประเมินพื้นที่การผลิตในแต่ละตำบลเพื่อให้ครอบคลุมฤดูกาลผลิต สภาพการผลิต และการเผชิญกับเหตุการณ์สภาพอากาศแตกต่างกันออกไป เพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดแบบสัมภาษณ์

ให้ครบถ้วน ตรวจสอบผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง จากนั้นนำไปสัมภาษณ์เกษตรกรกลุ่มตัวอย่าง กำหนดจำนวนตัวอย่างด้วยวิธีของ Krejcie & Morgan (1970) ได้เกษตรกรตัวอย่างจำนวน 114 ครัวเรือน จากประชากร 159 ครัวเรือน จากนั้นนำมาวิเคราะห์ผลกระทบ ประเมินสภาพการผลิต และแนวทางการรับมือของเกษตรกรด้วยการประยุกต์ใช้แนวทางการปรับเปลี่ยนภาคเกษตรที่นำไปสู่เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations : FAO) (FAO, 2018) ประกอบไปด้วยการพิจารณา การรับรู้ถึงเหตุการณ์สภาพอากาศ หลักการผลิตที่สามารถรับมือกับสภาพอากาศที่แปรปรวนได้ ร่วมกับแนวทางการบรรลุเป้าหมายของแผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ (Thailand National Adaptation Plan) (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561) และข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลอนุภูมิภาคเฉลี่ยในรอบ 30 ปี ตั้งแต่ปี 2536 – 2565 จากสถานีตรวจอากาศห่มสั๊ก จังหวัดเพชรบูรณ์ นำมาคำนวณหาค่าผิดปกติ(Anomaly) (ชนาพร คำวงษ์, 2553, อ้างถึงใน สุภัทธีรา โคตรศิลาภู, 2556) เพื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และความแปรปรวนสภาพอากาศ

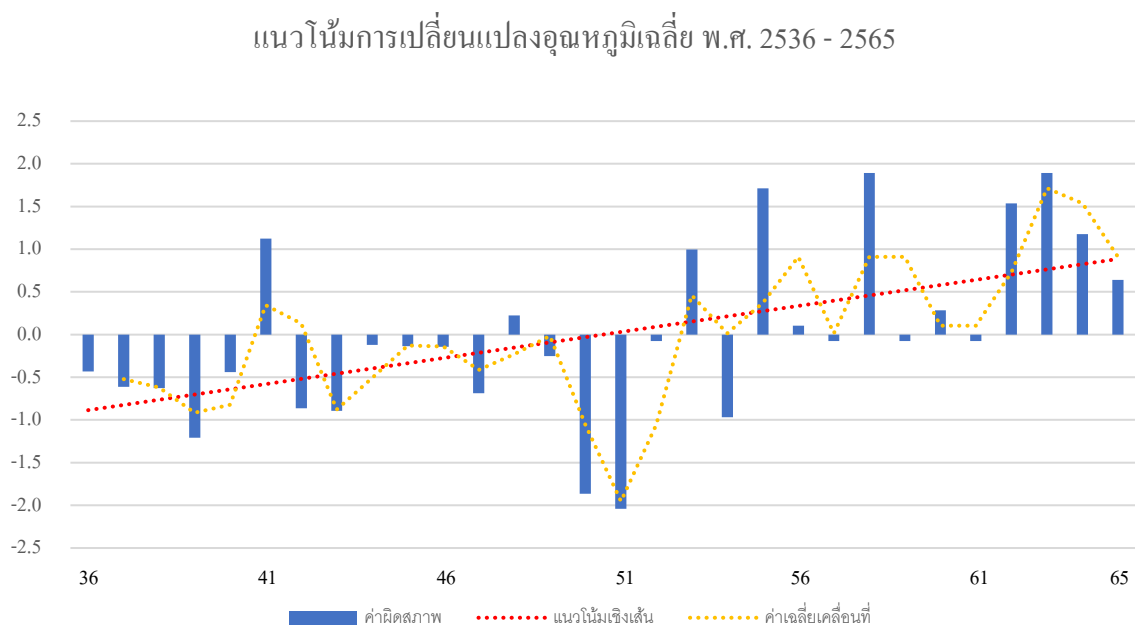


ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3. ผลการวิจัย

3.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และความแปรปรวนอุณหภูมิ

จากการวิเคราะห์ พบว่า อำเภอหล่มสักมีแนวโน้มอุณหภูมิสูงขึ้นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาเมื่อเทียบกับในคาบเวลาเดียวกัน(30 ปี) อย่างเห็นได้ชัด โดยในปี 2558 และ 2563 มีค่าผิดปกติสูงสุดอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยรายคาบ 1.9 องศาเซลเซียส รองลงมาเป็นปี 2555 มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1.7 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และความแปรปรวนอุณหภูมิเฉลี่ยจากสถานีตรวจอากาศหล่มสัก

3.2 ข้อมูลเศรษฐกิจ - สังคมของเกษตรกร

จากผลการสำรวจ พบว่า เกษตรกรผู้ผลิตกะหล่ำดอกมีอายุเฉลี่ย 51 ปี อายุมากที่สุด 70 ปี และอายุน้อยที่สุด 28 ปี ในแง่ของประสบการณ์การผลิตกะหล่ำดอกเกษตรกรมีประสบการณ์เฉลี่ย 21 ปี มากที่สุด 47 ปี น้อยที่สุด 1 ปี เกษตรกรมีระดับการศึกษาของเกษตรกรเฉลี่ย 11 ปี สูงสุด 19 ปี คือ ปริญญาตรี ต่ำสุด 6 ปี หรือชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ลักษณะขนาดฟาร์มของเกษตรกรผู้ผลิตกะหล่ำดอกมีขนาดเฉลี่ย 4 ไร่ แรงงานในครัวเรือนที่ในการผลิตเฉลี่ย 2 คน/ครัวเรือน สูงสุด 3 คน/ครัวเรือน และต่ำสุด 1 คน/ครัวเรือน มีการใช้ที่ดินเพื่อผลิตกะหล่ำดอกบนที่ดินตนเอง และที่เช่าในอัตราเฉลี่ยเท่ากัน คือ 3 ไร่ แต่หากพิจารณาจากสถิติสูงสุดพบว่า มีเกษตรกรเช่าที่ดินเพื่อผลิตกะหล่ำดอกสูงถึง 11 ไร่ ในขณะที่การผลิตบนที่ดินตนเองสูงสุด 7 ไร่ และรายได้จากการผลิตกะหล่ำดอกฤดูกาลล่าสุดเกษตรกรมีรายได้เฉลี่ย 32,000 บาท สูงสุด 93,000 บาท ต่ำสุดอยู่ที่ 8,000 บาท (ตารางที่ 1)

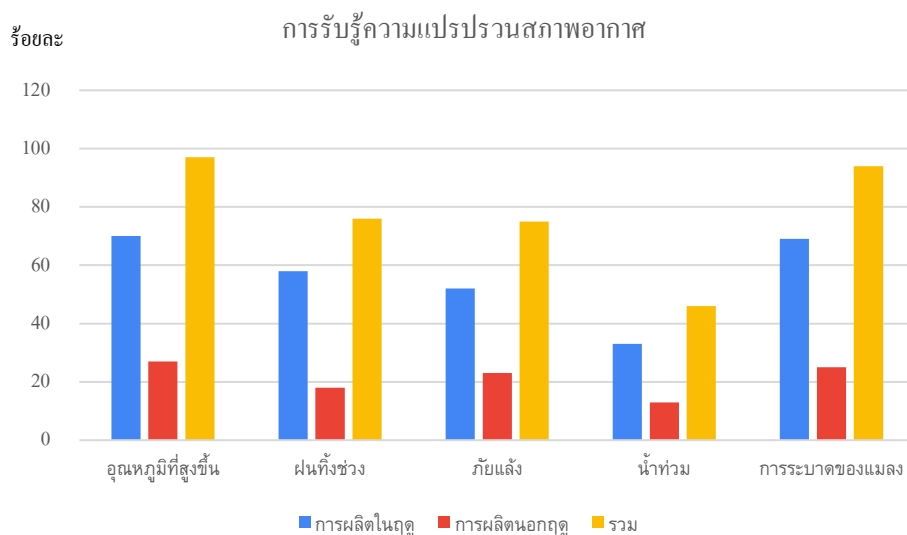
ตารางที่ 1 ข้อมูลด้านเศรษฐกิจเกษตรกรผู้ผลิตกะหล่ำดอก

OBS	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	S.D.
อายุ (ปี)	71	27	51	8.87
ประสบการณ์ผลิตกะหล่ำดอก(ปี)	47	1	21	11.32
จำนวนปีการศึกษา (ปี)	19	6	11	3.07
ขนาดฟาร์ม (ไร่)	11	1	4	2.01
แรงงานในครัวเรือน (ราย)	3	1	2	0.35
การถือครองที่ดิน(ที่ดินตนเอง)	7	1	3	1.67
การถือครองที่ดิน (ที่ดินเช่า)	11	1	3	1.64
รายได้จากกะหล่ำดอก	93,000	8,000	32,000	12622

3.3 ข้อมูลการรับรู้เหตุการณ์สภาพอากาศ และผลกระทบจากเหตุการณ์สภาพอากาศ

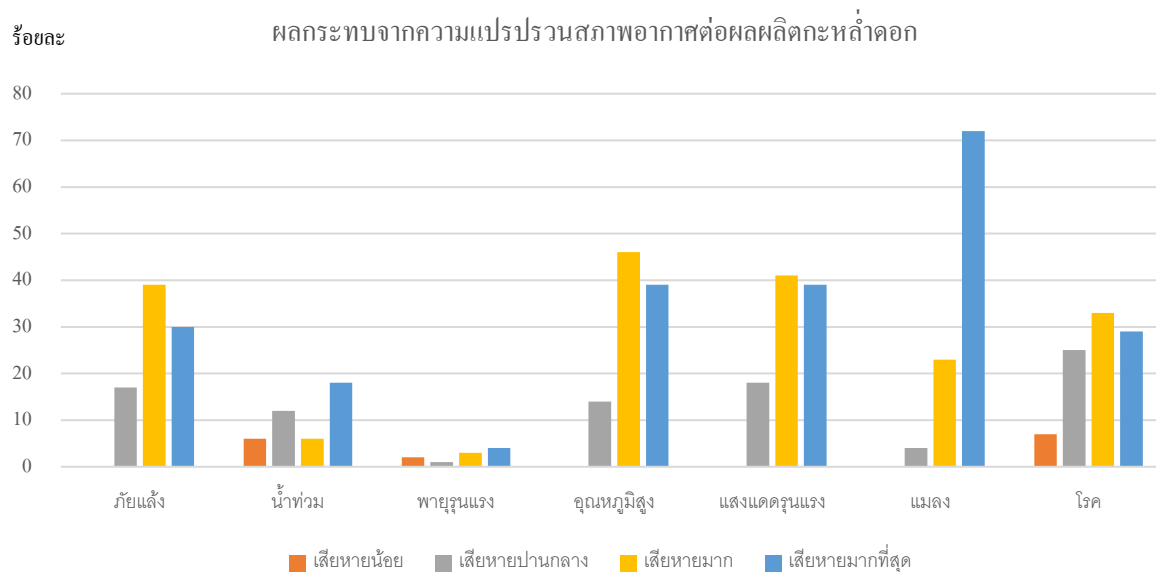
3.3.1 การรับรู้เหตุการณ์สภาพอากาศ พบว่า เกษตรกรที่ผลิตในฤดูร้อยละ 97 และร้อยละ 70 ที่ผลิตนอกฤดู ระบุว่า มีสภาพอากาศที่ร้อนขึ้น ร้อยละ 94, 69 รับรู้ถึงการระบาดของแมลงศัตรูที่เพิ่มขึ้น และร้อยละ 76, 58 ระบุว่าเกิดเหตุการณ์ฝนทิ้งช่วงไม่ตกต้องตามฤดูกาล ส่วนการรับรู้ถึงเหตุการณ์ภัยแล้งเกษตรกรมีการ

รับรู้ร้อยละ 75, 52 และเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงเกษตรกรมีการรับรู้ที่น้อยที่สุดคือ ร้อยละ 46, 33 เมื่อเทียบกับแต่ละเหตุการณ์ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 การรับรู้ความแปรปรวนสภาพอากาศของเกษตรกร

3.3.2 ผลกระทบจากความแปรปรวนสภาพอากาศ พบว่า สาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตในระดับมากที่สุด คือ การระบาดของแมลงศัตรู กระทบต่อเกษตรกรร้อยละ 72 รองลงมา คือ อุณหภูมิสูง แสงแดดรุนแรง และภัยแล้งทำให้คุณภาพ และผลผลิตของกะหล่ำดอกเสียหายในระดับมากร้อยละ 46, 41 และ 39 ตามลำดับ ส่วนการเข้าทำลายของในโรคกะหล่ำดอกเกษตรกรมีการรับรู้ถึงระดับเสียหายมาก และเสียหายมากที่สุดร้อยละ 33, 29 ตามลำดับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ผลกระทบจากความแปรปรวนสภาพอากาศต่อผลผลิตกะหล่ำดอก

3.4 ลักษณะการรับมือ - การตอบสนองกับเหตุการณ์สภาพอากาศ

จากผลการสำรวจ พบว่า เกษตรกรทั้งหมดมีการปรับเปลี่ยนพันธุ์ตามฤดูกาลผลิตเพื่อป้องกันความเสียหายจากสภาพอากาศไม่เหมาะสม รองลงมา คือ เกษตรกรร้อยละ 93 เพิ่มการรดน้ำมากขึ้นเมื่ออากาศร้อนหรือแสงแดดรุนแรง และใช้สารกำจัดศัตรูมากขึ้น โดยเฉพาะในฤดูร้อนแมลงจะระบาดมากทำให้เกษตรกรร้อยละ 89 ต้องเพิ่มอัตราการใช้สารต่อไร่มากขึ้น และฉีดพ่นบ่อยครั้งมากขึ้น แต่มีเพียงร้อยละ 3 เท่านั้นที่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกวิธีเพื่อลดการต้านทานของแมลงศัตรูกะหล่ำดอก และทำการบำรุงดินเพื่อลดความเสี่ยงผลผลิตเสียหาย เมื่อเกษตรกรเผชิญกับภาวะร้อน และแห้งแล้งทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ พบว่า เกษตรกรร้อยละ 81 มีความจำเป็นต้องเพิ่มการใช้ปุ๋ยเพื่อเร่งการเจริญเติบโต และมีเกษตรกรเพียงร้อยละ 32 ที่มีการสร้างแหล่งน้ำเพิ่มเพื่อรับมือกับภัยแล้ง

ตารางที่ 4 การตอบสนองต่อผลกระทบจากเหตุการณ์สภาพอากาศแปรปรวนของเกษตรกร (หน่วย : ร้อยละ)

การปรับตัว/กลุ่มฤดูกาล	ในฤดู	นอกฤดู	รวม
เปลี่ยนพันธุ์ปลูก	73	27	100
รดน้ำเพิ่มขึ้น	67	27	94
เลื่อนวันปลูก	15	11	26

ใช้สารกำจัดศัตรูเพิ่มขึ้น	64	25	89
ใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้น	55	25	80
ลดพื้นที่ปลูก	31	5	36
สร้างแหล่งน้ำ	21	11	32
กระจายพืชปลูก	21	11	32
สลับกลุ่มสาร	0	3	3
ฟื้นฟูทรัพยากรดิน, น้ำ	0	3	3

3.5 ข้อมูลการใช้ปุ๋ย - สารกำจัดศัตรูพืช

การใช้ปุ๋ยของเกษตรกรในตำบลปากช่อง ปากดุกมีอัตราที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับแต่ละตำบล โดยมีอัตราการใช้อยู่ที่ 250 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นต้นทุนไร่ละ 8,750 บาท และเมื่อพิจารณาต้นทุนการใช้สารกำจัดศัตรูพืชพื้นที่ตำบลปากดุกมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชสูงที่สุด รองลงมาคือตำบลปากช่อง ทำอัญญ และบ้านไร่ โดยมีต้นทุนเฉลี่ยไร่ละ 12,000 10,000 บาท ตามลำดับ ส่วนตำบลที่มีการใช้ปุ๋ย และสารกำจัดศัตรูในอัตราต่อไร่ต่ำสุดคือตำบลบ้านห้วย และตำบลบ้านโสก โดยมีอัตราการใช้ปุ๋ย 75 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเงิน 2,625 และ 3,500 บาท ส่วนต้นทุนสารกำจัดศัตรูพืชอยู่ที่ 4,000 และ 7,000 บาท ต่อไร่

ตารางที่ 5 ปริมาณการใช้ปุ๋ย และต้นทุนสารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร

ปริมาณ-ต้นทุน/พื้นที่	ต้นทุนสารกำจัดศัตรู (บาท/ไร่)	ปริมาณปุ๋ย(ก.ก./ไร่)	ต้นทุนปุ๋ย(บาท/ไร่)
ตำบลบ้านโสก	7,000	100	3,500
ตำบลบ้านห้วย	4,000	75	2,625
ตำบลทำอัญญ	10,000	200	7,000

ตารางที่ 5 ปริมาณการใช้ปุ๋ย และต้นทุนสารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร (ต่อ)

ปริมาณ-ต้นทุน/พื้นที่	ต้นทุนสารกำจัดศัตรู (บาท/ไร่)	ปริมาณปุ๋ย(ก.ก./ไร่)	ต้นทุนปุ๋ย(บาท/ไร่)
-----------------------	----------------------------------	----------------------	---------------------

ตำบลลี้กลอง	8,000	150	5,250
ตำบลปากช่อง	10,000	250	8,750
ตำบลปากดุก	12,000	250	8,750
ตำบลลานป่า	7,000	200	7,000
ตำบลตบ้านไร่	10,000	200	7,000
ตำบลตาลเดี่ยว	7,500	200	7,000
ตำบลหนองไขว่	6,000	200	7,000

4. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าเกษตรกรมีความเสี่ยงจากเหตุการณ์สภาพอากาศในหลายรูปแบบ ความพร้อม วิธีการรับมือของเกษตรกรยังไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ หรือมีความยืดหยุ่นต่อสภาพอากาศน้อย บางพื้นที่ เช่น ตำบลปากดุก ตำบลปากช่องเกษตรกรมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในอัตราสูงทำให้มีการต้านทานของหนอนใยผัก สอดคล้องกับรายงานของกรมวิชาการเกษตร (2564) และยังสอดคล้องกับรายงานของ Praneetvatakul et al. (2013) ที่ระบุว่าประเทศไทยมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ยในอัตราที่สูง สาเหตุอาจเป็นเพราะมีการปลูกกะหล่ำดอกในพื้นที่ใกล้เคียงกันอย่างหนาแน่นต่อเนื่องกันยาวนานตลอดทั้งปี ส่วนตำบลปากดุก ตำบลตาลเดี่ยวจะมีฤดูน้ำหลากจากแม่น้ำป่าสักในช่วงฤดูฝนของทุกปีอาจเป็นสาเหตุชะล้าง ความอุดมสมบูรณ์ของดิน เมื่อไม่มีการบำรุงดิน ทำให้เกษตรกรต้องใช้เพิ่มการใช้ปุ๋ยเคมี วิธีการเหล่านี้ล้วนเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า หากไม่มีการบำรุงดินระยะยาวจะส่งผลให้ดินมีความเสื่อมโทรมมากขึ้น

5. สรุป

พื้นที่อำเภอหล่มสักในรอบ 30 ปีที่ผ่านมาอุณหภูมิเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และมีค่าผิดปกติมากขึ้น ในส่วนของเกษตรกรมีการรับรู้ถึงผลกระทบที่มีลักษณะชัดเจนส่งผลกระทบโดยตรง เช่น ผลผลิตที่ได้รับความเสียหายจากแมลงศัตรู แต่ยังขาดทักษะในการปรับตัวขึ้นสูงอย่างเพียงพอที่จะเตรียมความพร้อมรับมือกับเหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรงได้อย่างแท้จริง การปรับตัวหลายอย่างก่อให้เกิดผลกระทบรุนแรงมากขึ้น และยังขาดการสนับสนุนการปรับตัวจากหน่วยงานในภาครัฐ

6. ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดในการเข้าพื้นที่บางตำบล เก็บข้อมูลได้ยากเนื่องจากเกษตรกรบางรายไม่คุ้นชินกับการให้สัมภาษณ์ มีความกังวลในการให้ข้อมูล อีกทั้งเกษตรกรส่วนใหญ่ขาดการจดบันทึกข้อมูล การเรียกข้อมูลย้อนหลังทำได้เป็นช่วงเวลาสั้นๆ เช่น ปริมาณผลผลิต หรือผลกระทบอาจจะให้ข้อมูลย้อนหลังได้เพียง 1 – 2 ฤดูกาล ข้อมูลอาจมีความคลาดเคลื่อนสูง จึงทำให้การวิเคราะห์หลักการผลิต และผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจมีข้อจำกัด

7. ข้อเสนอแนะ

หากต้องมีการเสริมสร้างทักษะการปรับตัวต่อสภาพอากาศให้กับเกษตรกรมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างความตระหนักรู้ให้กับเกษตรกร เพื่อที่จะมีความเข้าใจถึงสาเหตุของสภาพอากาศแปรปรวน และเรียนรู้รับมือกับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องมีความใกล้ชิดเกษตรกรเพื่อที่จะช่วยเหลือเกษตรกรได้ทันทั่วทั้งหรือแม้แต่การเตรียมความพร้อมก่อนเกิดเหตุการณ์

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอหล่มสักที่ให้ข้อมูลพื้นที่การผลิตกะหล่ำดอกในระดับอำเภอ ผู้นำชุมชนในแต่ละตำบลที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเข้าพื้นที่ทำให้เข้าเก็บข้อมูลได้สะดวก เกษตรกรที่ให้ความร่วมมือในการสัมภาษณ์ และขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.กัมปนาท วิจิตรศรีกมล และรศ.ดร.สุวรรณา ประณีตวาทกุล ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านองค์ความรู้ สนับสนุน และชี้แนะแนวทางในการวิจัยครั้งนี้

อ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. (2564). รายงานการคาดการณ์ภัยแล้งในพื้นที่ทำการเกษตร ปี 2564.

http://irw101.1dd.go.th/images/dro_Book64.pdf

เบญจวรรณ ธวัชสุภา, กรวิภา ปุณณศิริ, นาฏอนงค์ เจริญสันติสุข, ปราโมทย์ เสพสุข, มธุรส ครองชื่น, กุลสตรี ชัชวาลกิจกุล และ อภิญญา พึ่งประยูร. (2564). แผนปฏิบัติการด้านการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้านสาธารณสุข ระยะที่ 1 (พ.ศ.2564-2573). บริษัท ชาญชัยสัมฤทธิ์ 249 จำกัด.

ขงยุทธ โอสดสภา. (2559). ความเครียดของพืชและการบรรเทาความเครียด. *วารสารดินและปุ๋ย*, 38(1-4), 47-78.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). แผนการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศแห่งชาติ. https://climate.onep.go.th/th/national_adaptation_plan/

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (ม.ป.ป.). เป้าหมายที่ 13 ปฏิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และผลกระทบที่เกิดขึ้น.

<https://sdgs.nesdc.go.th/เกี่ยวกับ-sdgs/เป้าหมายที่-13-การรับมือ/>

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. (2564). การใช้สารกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชเพื่อแก้ไขปัญหาความต้านทานศัตรูพืช. <https://www.doa.go.th/plprotect/wp-content/uploads/2021/10/การใช้สารกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชเพื่อแก้ไขปัญหาความต้านทานศัตรูพืช-watermark.pdf>

สุภัทธีรา โคตรศิลากุล. (2556). การปรับตัวของผู้ผลิตกล้วยไม้สกุลหวายต่อความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์/กรุงเทพฯ.

โสมรัตน์ จันทรัตน์. วิษณุ อรรถวานิช. บุญธิดา เสริมเนตร.(2561,31 พฤษภาคม). จุลทรรศน์ภาคเกษตรไทยผ่านข้อมูลทะเบียนเกษตรกรและสำมะโนเกษตร. สถาบันวิจัยเศรษฐกิจป๋วย อึ๊งภากรณ์.

<https://www.pier.or.th/abridged/2018/09/>

Eckstein, D., Künzel, V., & Schäfer, L. (2021). *Global Climate Risk Index 2021*.

<https://www.germanwatch.org/en/19777>

Fernando, P. C. (2006). Agricultural, Pesticides, food security and food safety. *Environmental Science and Policy*, 9, 685-692. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2006.08.002>

FAO, (2018). *TRANSFORMING FOOD AND AGRICULTURE TO ACHIEVE THE SDGs*.

<https://www.fao.org/3/I9900EN/i9900en.pdf>

Krejcie, R.V. and Morgan. 1970. Determining Sample Size Research Activities. *Education and Psychological Measurement*, 30, 607-610.

Praneetvatakul, S., Schreinemachers, P., Pananurak, P., & Tipraqsa, P. (2013). Pesticides, external costs and policy options for Thai agriculture. *Environmental Science and Policy*, 27, 103-113.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2012.10.019>

Riley, D. G., & Sparks, A. N. (2017). *Insecticide Resistance Management Diamondback moth in Cole Crops*. https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/C%20899_5.PDF

World Meteorological Organization (WMO). (2023, July 10). *Preliminary data shows hottest week on record. Unprecedented sea surface temperatures and Antarctic sea ice loss*.

<https://public.wmo.int/en/media/news/preliminary-data-shows-hottest-week-record-unprecedented-sea-surface-temperatures-and>

การประเมินการคายระเหยในระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือผิวตัวกลาง

อุเทน ภาคสันเทียะ¹, กรรณิการ์ นามสงค์², ชลธิชา อ่อนฉิมพลี³, พนิดา พุ่มคำ⁴, สุพัตรา เจียวัก^{5*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาการคายระเหยและประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ ทำการทดลอง 3 บ่อ มีหินชะลอตัวเป็นตัวกลางที่มีความลึก 20 เซนติเมตร และระดับความลึกของน้ำเหนือผิวตัวกลาง 15 เซนติเมตร ตัวกลางมีค่าปริมาตรรวมของช่องว่างเท่ากับ 0.4 โดย บ่อที่ 1 เป็นบ่อควบคุมไม่ปลูกพืช และบ่อที่ปลูกพืช คือ บ่อที่ 2 ปลูกต้นธูปฤาษี และบ่อที่ 3 ปลูกต้นกกกลม ซึ่งแต่ละบ่อที่ปลูกพืชมีความหนาแน่นของพืช 13 ต้น/ตารางเมตร ทั้งสามบ่อทดลองทำการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบอย่างต่อเนื่อง ผลการทดลอง พบว่าบ่อที่ 1 บ่อที่ 2 และบ่อที่ 3 มีประสิทธิภาพในการกำจัดค่า BOD เท่ากับร้อยละ 4.35 26.17 และ 14.87 ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดค่า TKN เท่ากับร้อยละ 86.99 92.37 และ 91.18 ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดค่า TP เท่ากับร้อยละ 71.80 73.67 และ 72.13 ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดค่า TSS เท่ากับร้อยละ 89.26 92.95 และ 90.04 ตามลำดับ ส่วนค่าการคายระเหยของระบบพบว่า บ่อที่ปลูกต้นธูปฤาษีมีการคายระเหยมากที่สุด เท่ากับ 15.67 ลิตร/ตารางเมตรของพื้นที่บ่อ รองลงมาคือบ่อที่ปลูกต้นกกกลม 12.74 ลิตร/ตารางเมตรของพื้นที่บ่อ และบ่อควบคุมที่ไม่ปลูก 11.71 ลิตร/ตารางเมตรของพื้นที่บ่อ จากผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การคายระเหยและประสิทธิภาพการบำบัดในระบบบึงประดิษฐ์ที่แตกต่างกันในแต่ละบ่อ มีแนวโน้มว่าเกิดจากชนิดของพืชที่ปลูก

คำสำคัญ: ระบบบึงประดิษฐ์ การคายระเหย น้ำเสีย ธูปฤาษี กกกลม

¹นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา E-mail address: Phaksanthia43@gmail.com

²นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา E-mail address: Kannika123553@gmail.com

³นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา E-mail address: chonthicha.b6208462@gmail.com

⁴นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา E-mail address: Tangmo123panida@gmail.com

⁵อาจารย์ประจำสาขาวิชานามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จังหวัดนครราชสีมา *Corresponding author: E-mail: supattra.jia@sut.ac.th, ORCID number: 0000-0002-3647-4676

1. บทนำ

การสูญเสียน้ำในระบบบึงประดิษฐ์ เกิดขึ้นโดยอิทธิพลหลักร่วมกันของการระเหย (evaporation) และการคายน้ำของพืช (plant transpiration) เรียกรวมกันว่าการคายระเหย (evapotranspiration) เนื่องจากโดยทั่วไป ระบบบึงประดิษฐ์ถูกสร้างขึ้นโดยมีพื้นที่น้ำไว้เพื่อป้องกันการแทรกซึมของน้ำที่ปนเปื้อนไปยังดินที่อยู่เบื้องล่าง การคายระเหยจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญของความสมดุลของน้ำ การคายระเหยถูกขับเคลื่อนโดยการเปลี่ยนแปลงพลังงานการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ไปเป็นความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำ มีการศึกษาจำนวนมากเพื่อหาปริมาณการคายระเหยจากพื้นที่ชุ่มน้ำที่ปลูกธัญพืช แต่ผลที่ได้มีค่าแตกต่างกันเนื่องจากวิธีการวัดที่ต่างกัน การคายระเหยยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในภูมิภาค รวมถึงอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ การแผ่รังสีแสงอาทิตย์ และความเร็วลม เช่นเดียวกับคุณลักษณะการออกแบบของระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งรวมถึงความหลากหลายและความหนาแน่นของพันธุ์พืช (Allen et al., 1998) การเปลี่ยนแปลงในปริมาณที่เกิดจากการคายระเหยสามารถเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ได้โดยการนำน้ำออกจากระบบ (ซึ่งจะเป็นการเพิ่มเวลากักเก็บน้ำ) และเพิ่มความเข้มข้นขององค์ประกอบที่ละลาย ความแตกต่างในการคายระเหยที่เกิดจากขนาดของระบบบึงประดิษฐ์ ภูมิอากาศส่วนภูมิภาค และการเลือกพืช สามารถนำไปสู่การคาดการณ์ประสิทธิภาพการบำบัดที่ไม่ถูกต้องได้เมื่อใช้ค่าประสิทธิภาพการบำบัดที่ศึกษาไว้ก่อนหน้านี้ เนื่องจากข้อมูลประสิทธิภาพการบำบัดที่รวบรวมจากการศึกษาระบบบึงประดิษฐ์ขนาดเล็กในระดับนาร่องอาจนำไปใช้กับการออกแบบระบบบึงประดิษฐ์เต็มรูปแบบในภูมิอากาศส่วนภูมิภาคที่แตกต่างกัน

แต่อย่างไรก็ตามการเลือกพืชในท้องถิ่นที่เหมาะสมกับการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบบึงประดิษฐ์มีความจำเป็นอย่างยิ่ง งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างของประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียชุมชนด้วยระบบบึงประดิษฐ์ซึ่งมีสาเหตุมาจากการสูญเสียน้ำที่เกิดจากการคายระเหย การบรรจุวัตถุประสงค์นี้ทำให้เกิดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับผลของการคายระเหยต่อประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือผิวดักกลาง

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 น้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

น้ำเสียหรือน้ำเข้าระบบที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นน้ำเสียชุมชนมาจากอาคารในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำเสียได้แก่ pH BOD TKN TP และ TSS

2.2 ระบบบึงประดิษฐ์

ระบบบึงประดิษฐ์ของการทดลองนี้เป็นบ่อทดลองขนาดเล็ก ทำจากอิฐบล็อกฉาบด้วยปูน บ่อมีขนาด กว้าง 83 ซม. ยาว 279 ซม. และ ลึก 55.5 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 1 ทำการทดลอง 3 บ่อ (รูปที่ 1) มีหินปะชอลต์เป็นตัวกลางทั้งสามบ่อที่ความลึก 20 เซนติเมตร และระดับความลึกของน้ำเหนือผิวตัวกลาง 15 เซนติเมตร ตัวกลางมีค่าปริมาตรรวมของช่องว่างเท่ากับ 0.4 โดย บ่อที่ 1 เป็นบ่อควบคุมไม่ปลูกพืช บ่อที่ 2 ปลูกต้นธูปฤาษี และบ่อที่ 3 ปลูกต้นกกกลม ซึ่งพืชที่นำมาปลูกทั้งสองชนิด (กกกลม และธูปฤาษี) มีอายุ 2-3 เดือน และมีความหนาแน่นของพืช 13 ต้น/ตารางเมตร ทั้งสามบ่อทดลองทำการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบอย่างต่อเนื่อง มีอัตราการระเหยน้ำไม่เกินค่าที่แนะนำ (0.0112 กิโลกรัม BOD/ตารางเมตร-วัน) โดย U.S. EPA. (1988) ดังแสดงในตารางที่ 1

$$HRT = \frac{L*W*(d_m*n+d_w)}{Q} \quad (1)$$

เมื่อ L = ความยาวของระบบ (เมตร)

W = ความกว้างของระบบ (เมตร)

d_m = ความลึกของชั้นตัวกลาง (เมตร)

d_w = ความลึกของระดับน้ำจากผิวตัวกลาง (เมตร)

Q = อัตราการไหลเฉลี่ย = $(Q_{น้ำเสีย} + Q_{น้ำทิ้ง})/2$ = ลูกบาศก์เมตร/วัน

n = สัดส่วนระหว่างปริมาตรของช่องว่างกับปริมาตรทั้งหมด (หาได้จากการทดลอง

โดยทั่วไปช่องว่างควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.6)

$$OLR = \frac{Q*BOD}{Area} * \left(\frac{1}{1000} \right) \quad (2)$$

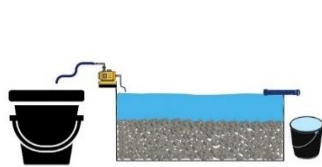
เมื่อ OLR = อัตราการอินทรีย์ (กิโลกรัม BOD/ตารางเมตร-วัน)

BOD = ค่า BOD ของน้ำเสีย (มิลลิกรัม/ลิตร)

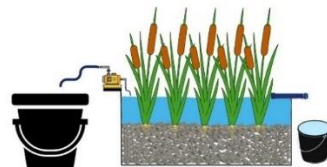
$Area$ = พื้นที่ผิวของบ่อบึงประดิษฐ์ (ตารางเมตร)



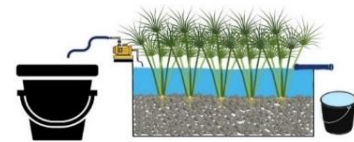
(ก) ระบบบึงประดิษฐ์ในพื้นที่จริง



บ่อที่ 1 ไม่ปลูกพืช (บ่อควบคุม)



บ่อที่ 2 ปลูกต้นธูปฤาษี



บ่อที่ 3 ปลูกต้นกกกลม

(ข) ระบบบึงประดิษฐ์ 3 บ่อ ที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 1 แสดงระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือผิวตัวกลาง

ตารางที่ 1 แสดงค่าที่ใช้ในการเดินระบบบึงประดิษฐ์ ด้วยค่าเฉลี่ยและจำนวนตัวอย่าง

ชุดทดลอง	อัตราการไหลเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตร/วัน)	ระยะเวลาเก็บ (วัน)	ภาระสารอินทรีย์ (กิโลกรัม BOD/ ตารางเมตร-วัน)	ความหนาแน่น ของพืช (ต้น/ ตารางเมตร)
บ่อที่ 1 บ่อไม่ปลูกพืช	0.0279 (30)	20 (30)	0.00008 (1)	ไม่มี
บ่อที่ 2 ปลูกต้นธูปฤาษี	0.0221 (30)	25 (30)	0.00009 (3)	13
บ่อที่ 3 ปลูกต้นกกกลม	0.0256 (30)	22 (30)	0.00008 (3)	13

2.3 การเดินระบบ และประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ทำการอนุบาลพืชเป็นเวลา 30 วัน (7 มีนาคม – 6 เมษายน 2566) แล้วเริ่มเดินระบบเริ่มจากการปล่อยน้ำเสียชุมชนเข้าระบบในอัตราร้อยละ 25 ของน้ำเสียที่ต้องบำบัดจริงในหนึ่งวัน แล้วค่อย ๆ เพิ่มอัตราการไหล โดยเปลี่ยนเป็นร้อยละ 50 75 และ 100 ของน้ำเสียที่ต้องการบำบัดจริงเพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุลระหว่างวันที่ 7 เมษายน - 4 พฤษภาคม 2566 ใช้เวลาประมาณ 27 วัน และเดินระบบเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการบำบัดระหว่างวันที่ 5 พฤษภาคม - 8 มิถุนายน พ.ศ. 2566 ใช้เวลาประมาณ 34 วัน

สังเกตการเจริญเติบโตของพืช ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเข้าระบบและน้ำทิ้งสัปดาห์ละครั้งเพื่อวิเคราะห์ค่า BOD TSS TP และ TKN ตามวิธีมาตรฐาน Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater ซึ่งกำหนดโดย American Public Health Association (APHA-AWWA-WEF, 2005) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการบำบัดตามสมการที่ 3

$$Removal = \left(\frac{C_{inf} - C_{eff}}{C_{inf}} \right) * 100 \quad (3)$$

เมื่อ Removal = ประสิทธิภาพการบำบัด หรือค่าการกำจัด (ร้อยละ)

C_{inf} = ค่าความเข้มข้นของน้ำเสียหรือคุณลักษณะของน้ำเสีย (มิลลิกรัม/ลิตร)

C_{eff} = ค่าความเข้มข้นของน้ำทิ้งหรือคุณลักษณะของน้ำทิ้ง (มิลลิกรัม/ลิตร)

2.4 การวิเคราะห์การคายระเหยของระบบ

ตรวจวัดการคายระเหยของระบบบึงประดิษฐ์ โดยใช้สมการที่ 4 (Pedescoll et al., 2013) และวัดอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศทุกวัน

$$ET_{cw} = Q_{in} + P - Q_{out} \quad (4)$$

เมื่อ

ET_{cw} คือ การคายระเหยของระบบบึงประดิษฐ์

Q_{in} คือ อัตราการไหลเข้า

Q_{out} คือ อัตราการไหลออก

P คือ ปริมาณน้ำฝน (เป็นระบบปิดแบบมีหลังคาโปร่งแสง จึงไม่มีปริมาณน้ำฝน)

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1 คุณลักษณะของน้ำเสีย และน้ำทิ้ง

คุณลักษณะของน้ำเสีย และน้ำทิ้งของระบบบึงประดิษฐ์แสดงใน ตารางที่ 2 โดยค่า pH ของน้ำทิ้งสูงกว่าค่า pH ของน้ำเสีย ค่า pH ที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการสลายและสลาย หรือ เมแทบอลิซึม (metabolism) ของซัลเฟต ฟอสเฟต และสารประกอบไนโตรเจนในระบบบึงประดิษฐ์ (Sakuma et al., 2008) ซึ่งค่า pH ของดินในระบบบึงประดิษฐ์ที่ควรควบคุมให้มากกว่า 6.0 เนื่องจากเกิดดีไนตริฟิเคชันซึ่งเป็นกระบวนการที่อำนวยความสะดวกทางจุลินทรีย์ โดยที่ไนเตรตจะลดลง (Verhoeven และ Meuleman, 1999) คุณภาพน้ำทิ้ง BOD TSS TKN และ TP มีค่า ลดลงจากค่าของน้ำเสีย ซึ่งพบได้ทั้ง 3 บ่อดทดลอง

คุณภาพน้ำทั้งด้วยค่า pH BOD TSS และ TP ของทั้ง 3 บ่อทดลอง ผ่านมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553) ยกเว้นค่า TKN ที่เกินค่ามาตรฐาน ซึ่งสืบเนื่องจากค่า TKN ของน้ำเสียเข้าระบบมีค่าค่อนข้างสูง จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำทิ้งที่ออกจากระบบ

ตารางที่ 2 แสดงคุณลักษณะของน้ำเสียและน้ำทิ้งของระบบบึงประดิษฐ์ ด้วยค่าเฉลี่ยและจำนวนตัวอย่าง

พารามิเตอร์	บ่อที่ 1 บ่อไม่ปลูกพืช		บ่อที่ 2 ปลูกต้น		บ่อที่ 3 ปลูกต้นกก		ค่ามาตรฐาน ⁽ⁿ⁾
	พืช		รูปถ่าย		กลม		
	น้ำเสีย	น้ำทิ้ง	น้ำเสีย	น้ำทิ้ง	น้ำเสีย	น้ำทิ้ง	
pH	6.97	7.51	6.88	7.73	6.90	7.68	5.5-9.0
	(33)	(30)	(33)	(30)	(33)	(30)	
BOD	7.59	7.26	8.50	6.23	7.31	6.22	< 20
(มิลลิกรัม/ลิตร)	(1)	(1)	(3)	(3)	(3)	(3)	
TKN	183.70	23.89	369.87	28.23	347.97	30.61	< 20
(มิลลิกรัม/ลิตร)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	
TP	0.55	0.15	0.51	0.13	0.54	0.15	< 2
(มิลลิกรัม/ลิตร)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	
TSS	65.57	6.67	61.52	4.33	66.67	6.67	< 30
(มิลลิกรัม/ลิตร)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	

⁽ⁿ⁾ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2553)

3.2 ประสิทธิภาพการบำบัด

ประสิทธิภาพการบำบัดค่า BOD TKN TP และ TSS (ตารางที่ 3) พบว่า บ่อที่ 2 ปลุกค้นรูปถ่ายมี ประสิทธิภาพบำบัดดีที่สุด รองลงมาคือบ่อที่ 3 ปลุกค้นกกกลม และมีประสิทธิภาพบำบัดน้อยที่สุด คือ บ่อที่ 1 บ่อไม่ปลูกพืช แสดงให้เห็นว่าบ่อที่ปลูกพืชมีประสิทธิภาพการบำบัดดีกว่าบ่อที่ไม่ปลูกพืช โดยการบำบัด ค่า BOD เกิดจากกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่เกาะติดอยู่กับพืชน้ำหรือตัวกลางในชั้นกรองและ จุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ 2547; Sehar et al., 2015) ส่วนการบำบัดค่า TKN และ TP การดูดซับ การตกตะกอน การดูดซึมของพืช การดูดซับสูงโดยตัวกลางหินบะซอลต์ (Vymazal et al., 2007; Mojiri et al., 2016; Xiao et al., 2020) และการบำบัดค่า TSS เกิดจากกระบวนการกรองผ่านชั้นของ ตัวกลาง (กรมควบคุมมลพิษ 2547)

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพการบำบัด และค่าการคายระเหยในระบบบึงประดิษฐ์ ด้วยค่าเฉลี่ยและจำนวน ตัวอย่าง

ชุดทดลอง	ประสิทธิภาพการบำบัด (ร้อยละ)				ค่าการคายระเหย
	BOD	TKN	TP	TSS	(ลิตร/ตารางเมตร)
บ่อที่ 1 บ่อไม่ปลูกพืช	4.35 (1)	86.99 (3)	71.80 (3)	89.26 (3)	11.17 (30)
บ่อที่ 2 ปลุกค้นรูปถ่าย	26.17 (3)	92.37 (3)	73.67 (3)	92.95 (3)	15.67 (30)
บ่อที่ 3 ปลุกค้นกกกลม	14.87 (3)	91.18 (3)	72.13 (3)	90.04 (3)	12.74 (30)

3.3 การคายระเหยของระบบบึงประดิษฐ์

การคายระเหยในระบบบึงประดิษฐ์ ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า บ่อที่ 3 ปลุกต้นธูปฤาษี มีการคายระเหยมากที่สุด (15.67 ลิตร/ตารางเมตรของพื้นที่บ่อ) รองลงมา คือ บ่อที่ 3 ปลุกต้นกกกลม (12.74 ลิตร/ตารางเมตรของพื้นที่บ่อ) และบ่อที่ 1 บ่อไม่ปลูกพืช (11.17 ลิตร/ตารางเมตรของพื้นที่บ่อ) ตามลำดับ และจากการตรวจวัดค่าอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศมีค่า 24 – 35 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการคายระเหยที่เกิดขึ้นในระบบบึงประดิษฐ์ ($r < 0.3$) ค่าการคายระเหย และประสิทธิภาพการบำบัดของระบบบึงประดิษฐ์ที่ได้จากการทดลอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ahmed (2014) และ Donald et al. (2014) การคายระเหยของจะช่วยในการบำบัดน้ำเสีย หากมีการคายระเหยในระบบบึงประดิษฐ์ สูงประสิทธิภาพการบำบัดจะสูงขึ้นเล็กน้อย ซึ่งค่าการคายระเหยจะแตกต่างกันเล็กน้อยในพืชทั้งสองชนิด (กกกลม และธูปฤาษี)

4. สรุปผลการวิจัย

การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบบึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลเหนือผิวตัวกลาง เกิดจากกลไกการบำบัดหลัก คือ พืช และตัวกลาง (หินปะชอลต์) โดยบ่อที่ปลุกต้นธูปฤาษีมีประสิทธิภาพการบำบัดมากที่สุด รองลงมาคือบ่อที่ปลุกต้นกกกลม และที่ไม่ปลูก และการคายระเหยในระบบบึงประดิษฐ์มีผลต่อประสิทธิภาพการบำบัด หากมีการระเหยสูงประสิทธิภาพการบำบัดจะสูงขึ้นเล็กน้อย โดยค่าการคายระเหยของพืชทั้งสองชนิดทั้งกกกลมและธูปฤาษีมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่สนับสนุนทุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553). กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน. ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2547). คู่มือวิชาการระบบบึงประดิษฐ์สำหรับบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล. โครงการพัฒนาแนวทางด้านเทคนิคและสาธิตระบบบึงประดิษฐ์. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

Ahmed A. R. (2014). Assessment of aquatic plants evapotranspiration for secondary agriculture drains (case study: Edfina drain, Egypt). The Egyptian Journal of Aquatic Research, 40(2), 117-124.

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. (1998). Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. In: Irrigation and Drainage Paper 65. United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

APHA-AWWA-WEF. (2005). Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st edition. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington, DC, USA.

Donald A. B., James W. C., Molz F.J., Rodgers Jr. J. H. (2014). Effects of evapotranspiration on treatment performance in constructed wetlands: Experimental studies and modeling. Ecological Engineering, 71, 394-400.

Mojiri A., Ziyang L., Tajuddin R.M., Farraji H., Alifar N. (2016). Co-treatment of landfill leachate and municipal wastewater using the ZELIAC/zeolite constructed wetland system. Journal of Environmental Management, 166, 124–130.

Pedescoll A., Sidrach-Cardona R., Sánchez J.C., Bécares E. (2013). Evapotranspiration affecting redox conditions in horizontal constructed wetlands under Mediterranean climate: Influence of plant species. Ecological Engineering, 58(2013), 335-343.

Sakuma T., Jinsiriwanit S., Hattori T., Deshusses M.A. (2008). Removal of ammonia from contaminated air in a biotrickling filter- denitrifying bioreactor combination system. Water Research, 42(17), 4507-4513.

Sehar S., Sumera, Naeem S., Perveen I., Ali N., Ahmed S. (2015). A comparative study of macrophytes influences on wastewater treatment through subsurface flow hybrid constructed wetland. Ecological Engineering, 81, 62-29.

U.S. EPA. (2000). Manual Constructed Wetlands for Municipal Wastewater Treatment. Ohio: United States Environmental Protection Agency.

Vymazal J. (2007). Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. Science of The Total Environment, 380(1-3), 48-65.

Xiao J., Huang J., Huang M., Chen M., Wang M. (2020). Application of basalt fiber in vertical flow constructed wetland for different pollution loads wastewater: Performance, substrate enzyme activity, and microorganism community. Bioresource Technology, 318, 124229.

ฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นของสารสกัดหยาบใบเนียมหอม

พนิดา สืบชมภู¹ มัลลิกา ชีระกุล² อนุพงษ์ ทานกระโทก³ ปิยะฉัตร วิริยะอำไพวงศ์^{4*}

บทคัดย่อ

เนียมหอม (*Strobilanthes nivea* Craib) อยู่ในวงศ์ Acanthaceae เป็นพรรณไม้พื้นบ้านที่จัดว่าเป็นพืชสมุนไพรโบราณและมีรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพค่อนข้างน้อย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินกลุ่มสารพฤกษเคมี (Phytochemicals) เบื้องต้น ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ และปริมาณฟีนอลิกรวม (Total Phenolic contents) จากสารสกัดหยาบใบเนียมหอมที่สกัดด้วยน้ำซึ่งสารสกัดถูกนำไปทดสอบหาปริมาณสารพฤกษเคมีเบื้องต้นโดยใช้วิธีมาตรฐาน วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธีดีพีพีเอช (DPPH assay) เอบีทีเอส (ABTS assay) และความสามารถในการรีดิวซ์เฟอรัริก (FRAP assay) จากผลการวิเคราะห์กลุ่มสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบใบเนียมหอมพบสาร 4 กลุ่ม ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ เทอร์ปีนอยด์ อัลคาลอยด์ และไกลโคไซด์ ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่าสารสกัดหยาบใบเนียมหอมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ในระดับดี โดยให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 15.56 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (วิธีดีพีพีเอช) และ 2.66 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (วิธีเอบีทีเอส) และให้ค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอรัริกเท่ากับ 296.95 ± 0.02 ไมโครโมลาร์สมมูลย์ของ Fe^{2+} ต่อกรัมสารสกัดหยาบ ปริมาณฟีนอลิกรวมเท่ากับ 750 ± 0.01 ไมโครกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบ รวมทั้งพบว่าสารสกัดหยาบใบเนียมหอมสามารถป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ (100 bp DNA Ladder) ได้ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรขึ้นไป

คำสำคัญ: เนียมหอม สารพฤกษเคมี ฤทธิ์ทางชีวภาพ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ ปริมาณฟีนอลิกรวม

¹นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

E-mail: panida11414@gmail.com

²อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ E-mail:

mullika.te@ksu.ac.th

³อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ E-mail:

anupong2.ta@ksu.ac.th

^{4*}อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ E-mail:

piyachat.wi@ksu.ac.th

Preliminary Biological activities of crude extract from leaves of

Strobilanthes nivea Craib

Panida Suebchompoo¹ Mullika Teerakun² Anupong Tankrathok³ Piyachat Wiriyaampaiwong^{4*}

Abstract

Niamhom (*Strobilanthes nivea* Craib) belongs to the family Acanthaceae. It is a native plant classified as an ancient medicinal plant and has been limited report about its biological activity. Therefore, this research aims to evaluate the preliminary phytochemicals, antioxidant properties, DAN damage protection and total phenolic contents from water crude extract of leaves of Niamhom. The extract was initially tested for phytochemicals using standard protocols. Analysis of antioxidant activities were investigated by DPPH assay, ABTS assay and FRAP assay. According to the preliminary analysis of the phytochemical group of crude extract, 4 groups of substances were found: flavonoids, terpenoids, alkaloids and glycosides. The crude extract of Niamhom leaves had a good level on antioxidant activities with IC₅₀ values of 15.56 mg/ml (DPPH assay) and 2.66 mg/ml (ABTS assay). The FRAP value was $296.95 \pm 0.02 \mu\text{M Fe}^{2+}/\text{g}$ and total phenolic content was $750 \pm 0.01 \mu\text{g GAE/g}$. Furthermore, at concentrations of 10 mg/ml or higher, the crude extract of Niamhom leaves might prevent DNA damage (100 bp DNA Ladder).

Keywords: *Strobilanthes nivea* Craib, phytochemicals, biological activities, antioxidant activities, DNA damage protection activity, total phenolic content

¹Graduate student, Department of Biotechnology, Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University, E-mail: panida11414@gmail.com

²Lecturer, Department of Biotechnology, Faculty of Agricultural Technology, Kalasin University, E-mail: mullika.te@ksu.ac.th

³Lecturer, Department of Biotechnology Faculty of Agricultural Technology Kalasin University, E-mail: anupong2.ta@ksu.ac.th

^{4*}Lecturer, Department of Biotechnology Faculty of Agricultural Technology Kalasin University, E-mail: piyachat.wi@ksu.ac.th

1. บทนำ

ปัจจุบันพืชสมุนไพรได้เข้ามามีบทบาทสำหรับการดูแลสุขภาพของทั้งคนและสัตว์ในหลายประเทศโดยเฉพาะแถบเอเชีย เช่น จีน อินเดีย ญี่ปุ่น ปากีสถาน ศรีลังกา และไทย โดยบางชนิดมีผลในการป้องกันและรักษาโรคต่างๆ จึงนิยมนำมาใช้แทนยาแผนปัจจุบันที่อาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงและเกิดการดื้อยา (Kekuda, 2017) ในงานวิจัยนี้มีความสนใจศึกษาพืชสมุนไพรเนียมหอมซึ่งเป็นพืชสมุนไพรโบราณที่นิยมนำมาใช้เป็นเครื่องหอม โดยเนียมหอม (*Strobilanthes nivea* Craib) อยู่ในวงศ์เหงือกปลาหมอ (Acanthaceae) พบบริเวณภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย เป็นไม้ล้มลุกอายุหลายปี ที่มีขนาดเล็กถึงกลาง ชอบที่ร่มรำไรค่อนข้างชื้น ใบมีลักษณะเป็นใบเดี่ยว ปลายขอบใบหยัก ขอบเป็นดิ่งสั้นหรือเว้าแหว่งเป็นริ้ว รูปใบมีความต่างกันจากค่อนข้างแหลมจนถึงกลมกว้าง ดอกออกเป็นช่อตามง่ามใบและปลายกิ่ง ใบเนียมมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตยแต่ให้ความหอมที่เข้มข้นกว่าและมีกลิ่นหอมยาวนาน (Susawaengsup et al., 2022) เนื่องจากความหอมที่โดดเด่นทำให้ในสมัยก่อนนิยมนำมาทำเครื่องหอมไทย ไม่ว่าจะเป็นน้ำอบ น้ำปรุง แป้งร่ำ หรือเครื่องหอมอื่น ๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการปรุงยาเส้นหรือยาสูบมวนของคนสมัยก่อนด้วย โดยเอาใบเนียมมาไฟหรือไม้นาไฟก็ได้แล้วอบยาเส้นในกระป๋องให้หอมกลมกล่อมขึ้น หรือมักใช้ในการดองเครื่องดื่มแอลกอฮอล์โดยเอาใบเนียมประมาณ 3-4 ใบ นาไฟหรือตากไฟ แล้วแช่ลงในเครื่องดื่มนั้นจะทำให้รสชาติเข้มข้นขึ้น อีกทั้งใบเนียมยังจัดเป็นยาสมุนไพรสำหรับสูดดม แก้วเวียนศีรษะ ซึ่งคนสมัยโบราณเมื่อเข้าป่าจะพกใบเนียมในกระเป๋าสตางค์และเมื่อขี้ไบดูจะได้อ่อนกลิ่นคล้ายใบเตย ในแง่ของการปรุงยาจะใช้ใบแห้งชงเป็นชาดื่มแก้หวัด แก้ไข้ แก้ไอ บรรเทาอาการหอบหืด และขับลมในลำไส้ (รัตนา เฟื่องเพราะ และคณะ, 2562)

มีรายงานการศึกษาคุณสมบัติด้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหารของสารสกัดหยาบใบเนียมหอมที่สกัดด้วยเอทานอลและชาสมุนไพร 4 สูตร ที่ประกอบด้วยใบเนียมหอม ใบเตย ใบรางจืด และตะไคร้ โดยพบว่าทั้งสารสกัดและชาสมุนไพรด้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดได้ (รัตนา เฟื่องเพราะ และคณะ, 2562) และยังมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าเนียมหอมมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในปริมาณที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาวะการปลูก เช่น การให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยมูลวัว และน้ำหมักชีวภาพ รวมทั้งการให้ร่มเงาที่ต่างกัน (Susawaengsup et al., 2022) อย่างไรก็ตาม รายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากใบเนียมหอมที่สกัดด้วยน้ำยังมีน้อย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีความสนใจที่จะศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพเบื้องต้นของสารสกัดจากใบเนียมหอม เช่น ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูล

เบื้องต้นของสารสกัดด้วยน้ำจากพืชสมุนไพรชนิดนี้ เพื่อให้สามารถต่อยอด พัฒนา แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ด้านอาหารหรือยาสมุนไพรที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมสารสกัดหยาบใบเนียมหอม

นำตัวอย่างใบเนียมหอมมาทำให้แห้งโดยอบลมร้อนในตู้อบอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จากนั้นนำส่วนที่อบแห้งไปปั่นให้ละเอียด ชั่งผงใบเนียมหอมปริมาณ 3 กรัมใส่ลงในพลาสติก เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร เขย่าที่ 150 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการสกัด 24 ชั่วโมง จากนั้นกรองผ่านกระดาษกรอง เก็บส่วนใสไว้ ทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำส่วนใสที่สกัดไว้มาเทรวมกัน จากนั้นนำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ เพื่อให้สารสกัดมีความเข้มข้น แล้วอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เพื่อระเหยตัวทำละลายที่เหลือให้ได้สารสกัดแห้ง ซึ่งน้ำหนักสารสกัดที่ได้แล้วนำไปคำนวณหาร้อยละผลผลิตของสารสกัด ดังสมการ

$$\text{ร้อยละผลผลิตของสารสกัด} = (\text{น้ำหนักของสารสกัดพืช} / \text{น้ำหนักแห้งของพืชสมุนไพร}) \times 100$$

จากนั้นละลายสารสกัดด้วยไดเมทิลซัลฟอกไซด์หรือดีเอ็มเอสโอ (Dimethyl Sulfoxide หรือ DMSO) และเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

2.2 การตรวจสอบพฤษเคมีเบื้องต้น (Phytochemical screening) (Sonam et al., 2017)

2.2.1 ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids)

ปิเปตสารสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ลงไป 1-2 หยด จะปรากฏสีเหลือง เมื่อเติมกรดซัลฟิวริกเจือจาง 1-2 หยด ลงในหลอดทดลองจะทำให้สีเหลืองหายไป แสดงว่ามีฟลาโวนอยด์

2.2.2 เทอร์ปีนอยด์ (Terpenoids)

ใช้วิธี Salkowski's test โดยปิเปตสารสกัดปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมหคลอโรฟอร์ม ปริมาตร 2 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc.H₂SO₄) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงไปด้านข้าง หลอดสังเกตสีน้ำตาลแดงที่เกิดบริเวณรอยต่อของสารสกัดถ้าพบแสดงว่ามีเทอร์ปีนอยด์

2.2.3 แทนนิน (Tannins)

ใช้วิธี Ferric chloride test โดยปิเปตสารสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร แล้วกรอง จากนั้นเติมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) เข้มข้นร้อยละ 1 ปริมาตร 1-2 มิลลิลิตร เขย่า สังเกตสีที่ปรากฏถ้ามีสีเขียวเข้ม น้ำเงิน ดำ หรือม่วง แสดงว่าพบสารกลุ่มแทนนิน

2.2.4 ซาโปนิน (Saponins)

ใช้วิธี Froth test extracts โดยปิเปตสารสกัดปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวง เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน 15 นาที สังเกตการเกิดขึ้นของฟองหรือโฟม หนา 1 เซนติเมตร ถ้าพบแสดงว่ามีซาโปนิน

2.2.5 อัลคาลอยด์ (Alkaloids)

ใช้วิธี Wagner's test เตรียมสารละลายแวกเนอร์ โดยละลายไอโอดีน 2 กรัม และโพแทสเซียมไอโอไดด์ 6 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร ปิเปตสารสกัด 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกร้อยละ 1.5 โดยปริมาตร จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าแล้วนำไปอุ่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นกรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ทิ้งไว้ให้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง หยดสารละลายแวกเนอร์ จำนวน 5 หยดลงไป เขย่า ถ้าปรากฏตะกอนสีเหลือง แสดงว่าพบสารกลุ่มอัลคาลอยด์

2.2.6 สารกลุ่มคาร์ดิแอก ไกลโคไซด์ (Cardiac glycoside)

ใช้วิธี Keller Kiani test ปิเปตสารสกัดปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมกรดอะซิติก ที่เย็นปริมาตร 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) จำนวน 2-3 หยด ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงไปด้านข้างหลอดถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นสารสกัดกับกรดซัลฟิวริกแสดงว่าพบไกลโคไซด์

2.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

2.3.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระดีฟิฟิเอซ (Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay) (Vallverdú-Queralt et al., 2012)

เตรียมสารละลายดีฟิฟิเอซในเอทานอลความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปิเปตตัวอย่างสารสกัดปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงในหลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายดีฟิฟิเอซปริมาตร 900 ไมโครลิตร ลงไปในสารสกัดแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมไว้ เขย่าให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่า

การดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-Visible spectrophotometer) จากนั้นคำนวณหาร้อยละการต้านอนุมูลอิสระจากสมการ

$$\text{ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

เมื่อ A_{control} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายดีพีพีเอช

และ A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

2.3.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยการฟอกสีอนุมูลอิสระเอบีทีเอส (ABTS radical cation decolorization assay) (ดัดแปลงจาก Thaipong et al., 2006)

เตรียมสารละลายเอบีทีเอสความเข้มข้น 7.4 โมลาร์ และเตรียมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$) ความเข้มข้น 2.6 โมลาร์ จากนั้นผสมสารละลายเอบีทีเอสกับสารละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดประมาณ 12-16 ชั่วโมงก่อนนำไปใช้ หลังจากนั้นเจือจางสารละลายผสมเอบีทีเอสด้วยน้ำกลั่นให้ได้ค่าดูดกลืนแสงอยู่ในช่วง 0.7 - 0.9 ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ปิเปตสารสกัดตัวอย่าง ปริมาตร 100 ไมโครลิตรลงในหลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายผสมเอบีทีเอส 900 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 734 nm ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงจากนั้นคำนวณหาร้อยละการต้านอนุมูลอิสระจากสมการ

$$\text{ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100$$

เมื่อ A_{control} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายเอบีทีเอส

และ A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

2.3.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านอนุมูลอิสระ (Ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) assay) (ดัดแปลงจาก Benzie and Strain, 1996)

ปิเปตสารสกัดปริมาตร 200 ไมโครลิตร ลงในหลอดขนาด 1.5 มิลลิลิตร เติมสารละลาย FRAP ปริมาตร 2.8 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 594 นาโนเมตร ทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้กับกราฟมาตรฐานของเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) แสดงค่าในรูปของไมโครโมลาร์สมมูลของ Fe^{2+} ต่อกรัมสารสกัด

2.4 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Contents, TPC) (ดัดแปลงจาก Paul and Ramasubbu., 2017)

เตรียมสารละลาย Folin-Ciocalteu's reagent ความเข้มข้นร้อยละ 10 โดยปริมาตรและเตรียมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้นร้อยละ 7.5 โดยน้ำหนัก จากนั้นเตรียมสารตัวอย่าง ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ร้อยละ 10 ปริมาตร 500 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 3 นาทีแล้วเติมโซเดียมคาร์บอเนตปริมาตร 400 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวมโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก (Gallic acid) แสดงค่าในหน่วยไมโครกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ($\mu\text{g GAE/g}$)

2.5 การทดสอบฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ (DNA-damaged protection) (ดัดแปลงจาก Verma et al., 2018)

ปิเปตสารสกัดปริมาตร 50 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดพลาสติกขนาด 200 ไมโครลิตร แล้วปิเปตดีเอ็นเอมาตรฐานขนาด 100 bp (100 bp DNA Ladder) ปริมาตร 1 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ร้อยละ 3 ปริมาตร 4 ไมโครลิตรลงไป นำหลอดสารละลายผสมไปบ่มภายใต้แสงยูวีเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นจึงนำไปหยอดลงในแผ่นอะกาโรสเจล และวิเคราะห์ด้วยวิธีเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส ระยะเวลา 45 นาที 100 โวลต์ จากนั้นแช่ในสารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ (Ethidium bromide, EtBr) เป็นเวลา 20 นาที (ทำการเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่เติมสารสกัดและไม่ได้บ่มภายใต้แสงยูวี) วิเคราะห์ผลด้วยเครื่องถ่ายและวิเคราะห์ภาพเจล (Gel Documentation)

3. ผลการวิจัย

3.1 การตรวจสอบกลุ่มสารพฤษเคมีเบื้องต้น

จากผลการศึกษาพบว่า ใบเนียมหอมที่สกัดด้วยน้ำเมื่อนำไประเหยแห้งจะได้เป็นสารสกัดหยาบของใบเนียมหอมที่มีสีน้ำตาล ลักษณะขุ่นหนืด (ภาพที่ 3.1) โดยร้อยละผลผลิตของสารสกัดเท่ากับ 16.44 กรัมต่อ 1 กรัมของตัวอย่างแห้ง



ภาพที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบใบเนียมหอม

สำหรับการตรวจสอบกลุ่มสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบใบเนียมหอมโดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอนพบกลุ่มสารพฤกษเคมี 4 กลุ่ม (ตารางที่ 3.1) ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ เทอร์ปีนอยด์ อัลคาลอยด์ และไกลโคไซด์

ตารางที่ 3.1 กลุ่มสารพฤกษเคมีของสารสกัดใบเนียมหอม

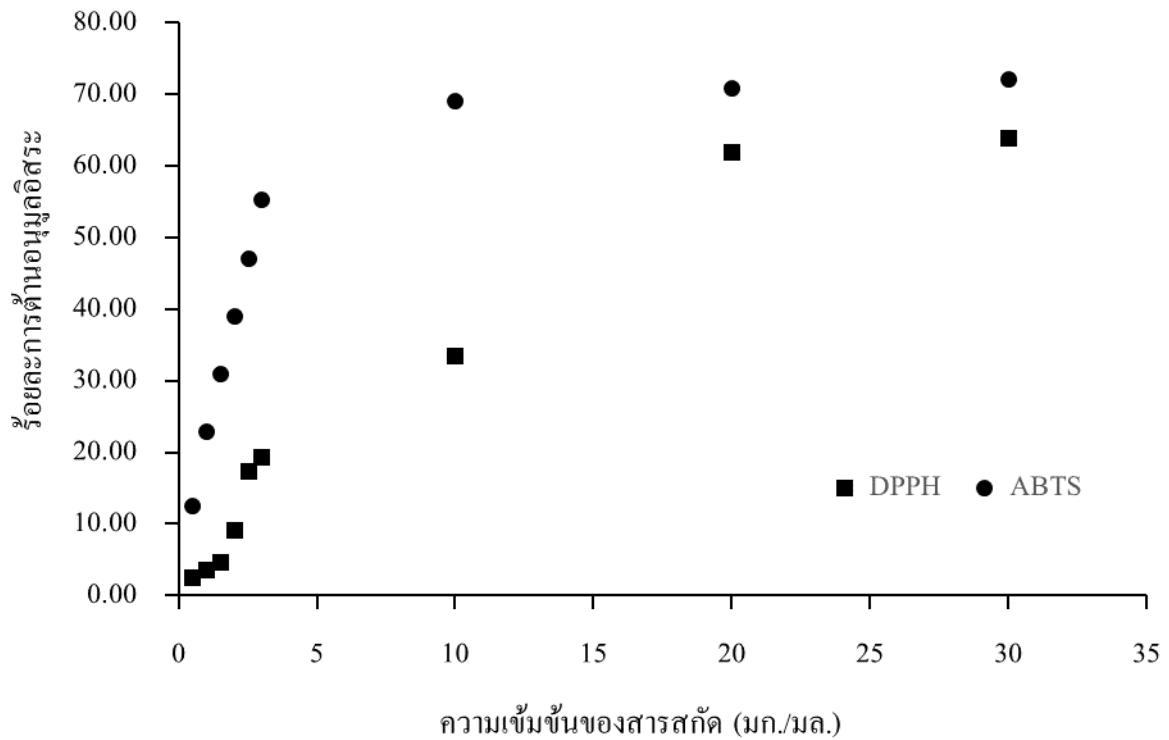
กลุ่มสารพฤกษเคมี	ผล
ฟลาโวนอยด์	+
เทอร์ปีนอยด์	+
แทนนิน	-
อัลคาลอยด์	+
ไกลโคไซด์	+
ซาโปนิน	-

หมายเหตุ (-) ไม่มี (+) มี

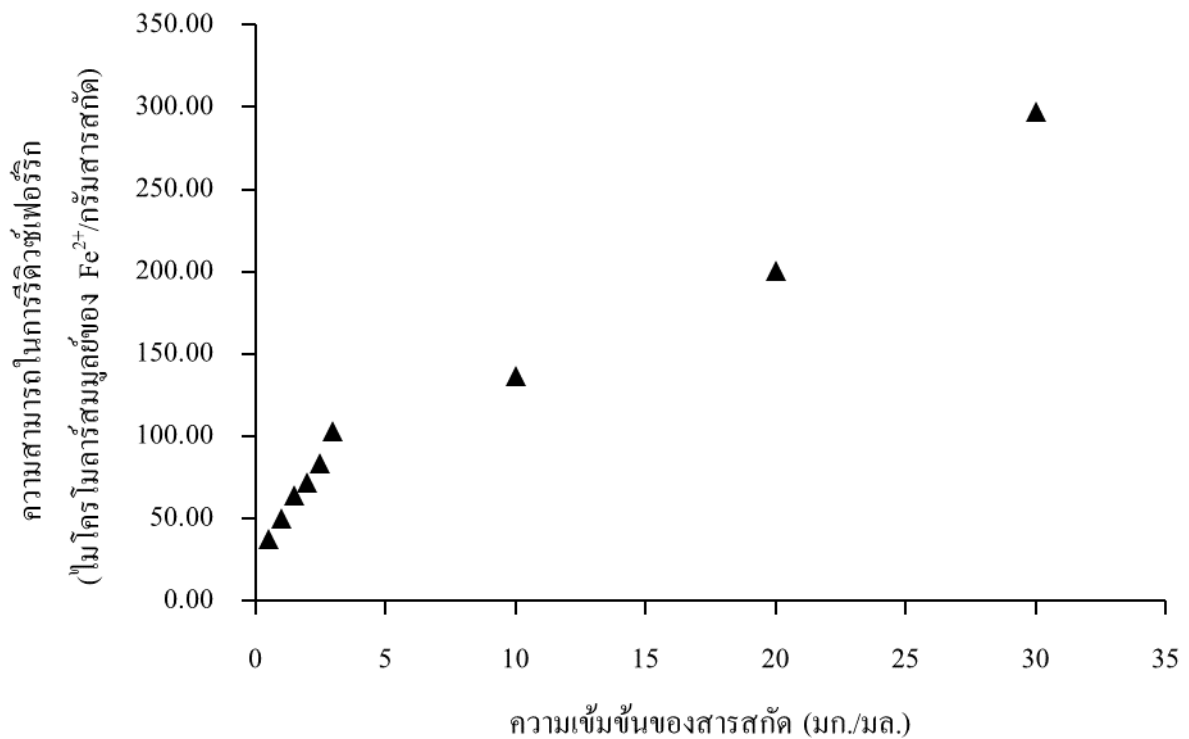
3.2 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวม

ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเบื้องต้นพบว่า ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบใบเนียมหอมเพิ่มขึ้นตามค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ โดยที่ความเข้มข้นสารสกัด 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรเป็นต้นไปมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าร้อยละ 60 เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีดีพีพีเอช และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าร้อยละ 70 เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีเอบีทีเอส ซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดที่ความเข้มข้นสารสกัด 30 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยค่า IC_{50} เท่ากับ 15.56 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (วิธีดีพีพีเอช) และ 2.66 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (วิธีเอบีทีเอส) ตามลำดับ (ภาพที่ 3.2)

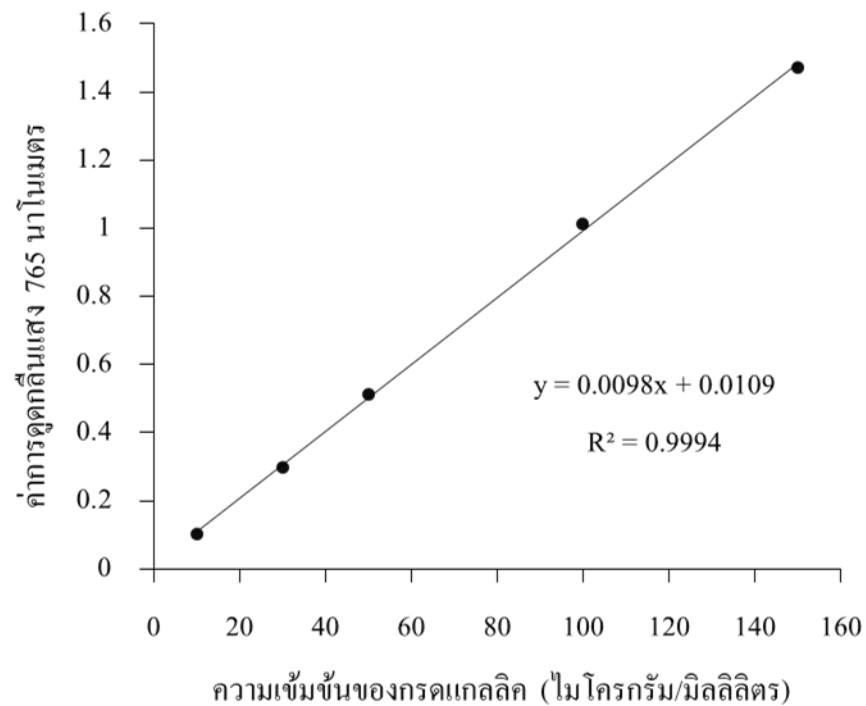
สำหรับผลการวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ โดยความเข้มข้นของสารสกัด 30 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 296.95 ± 0.02 ไมโครโมลาร์สมมูลย์ของ Fe^{2+} ต่อกรัมสารสกัดหยาบ (ภาพที่ 3.3) และการหาปริมาณฟีนอลิกรวมจากกราฟมาตรฐาน (ภาพที่ 3.4) เท่ากับ 750 ± 0.01 ไมโครกรัมสมมูลย์กรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัดหยาบ ซึ่งฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นของสารสกัดหยาบใบเนียมหอมที่สกัดด้วยน้ำในการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ดังตารางที่ 3.2



ภาพที่ 3.2ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบใบเนียมหอมที่สกัดด้วยน้ำ



ภาพที่ 3.3 ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารสกัดหยาบใบเนียมหอมที่สกัดด้วยน้ำ



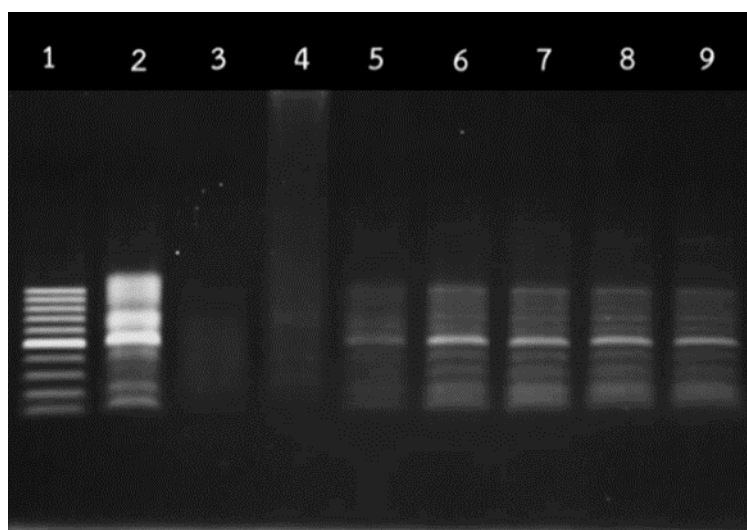
ภาพที่ 3.4 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

ตารางที่ 3.2 ทฤษฎีด้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบใบเนียมหอม

วิธีวิเคราะห์	ผล
วิธีดีพีพีเอช (ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ)	63.88 ± 0.36 (IC ₅₀ = 15.56 มก./มล.)
วิธีเอบีทีเอส (ร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ)	72.14 ± 0.51 (IC ₅₀ = 2.66 มก./มล.)
ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริก (ไมโครโมลาร์สมมูลของ Fe ²⁺ /กรัมสารสกัด)	296.95 ± 0.02
ปริมาณฟีนอลิกรวม (ไมโครกรัมสมมูลกรดแกลลิก/กรัมสารสกัด)	750 ± 0.01

3.3 ผลการทดสอบฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ

จากผลการทดสอบฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอจากอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบใบเนียมหอมที่ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20 และ 30 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 3.5) พบว่า สารสกัดหยาบใบเนียมหอมมีฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรขึ้นไป สำหรับชุดควบคุม (lane 1-4) พบว่าชุดควบคุมที่ผ่านการบ่ม UV โดยมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แต่ไม่มีสารสกัด (lane 3-4) ไม่มีฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ ดังจะเห็นได้จากแถบดีเอ็นเอที่เสียสภาพไป



ภาพที่ 3.5 ฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ (100 bp DNA Ladder) จากอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบใบเนียมหอมที่สกัดด้วยน้ำ

(Lane 1 = Control น้ำ+DNA ไม่บ่มด้วย UV; Lane 2 = Control DMSO+DNA ไม่บ่มด้วย UV; Lane 3 = Control น้ำ+DNA บ่มด้วย UV; Lane 4 = Control DMSO+DNA บ่มด้วย UV; Lane 5 = ความเข้มข้นของสารสกัด 5 มก./มล. ; Lane 6 = ความเข้มข้นสารสกัด 10 มก./มล. ; Lane 7 = ความเข้มข้นสารสกัด 15 มก./มล. ; Lane 8 = ความเข้มข้นสารสกัด 20 มก./มล. ; Lane 9 = ความเข้มข้นสารสกัด 30 มก./มล.)

4. อภิปรายผล

พืชสมุนไพรเป็นแหล่งสารพฤกษเคมี (Phytochemicals) ที่พืชสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อจุดประสงค์บางอย่าง เช่น ป้องกันตัวเองจากเชื้อโรค หรือจากแมลง และยังให้สีสันทับพืชเป็นต้น ซึ่งมีสรรพคุณทางยา มีฤทธิ์ทางชีวภาพ และให้คุณสมบัติแตกต่างกันไป เช่น การออกฤทธิ์แบบฮอร์โมนของมนุษย์ กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การออกฤทธิ์ในการจับเชื้อหุ้มเซลล์เพื่อป้องกันการจับติดของเชื้อโรค อีกทั้งยังมีฤทธิ์ในการป้องกันเซลล์ไม่ให้เสื่อมสภาพ รวมถึงการเป็นสารต้านมะเร็งในสิ่งมีชีวิต เนื่องจากมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Pham-Huy et al., 2008) การสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพรทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารในการทนต่อความร้อนและชนิดของตัวทำละลาย ซึ่งวิธีการสกัดแบบแช่หุ้ม (Maceration) เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก เหมาะกับชิ้นส่วนพืชที่บอบบาง เช่น ใบ และสารที่สกัดได้ไม่สลายตัวเพราะเป็นวิธีที่ไม่ได้ใช้ความร้อนในขั้นตอนการสกัด (เสาวลักษณ์ และอัจฉรา, 2018) อีกทั้งผลที่ได้ของสารพฤกษเคมียังขึ้นอยู่กับค่า dielectric constant โครงสร้างทางเคมีของตัวทำละลาย และคุณสมบัติทางเคมีของสารพฤกษเคมี (Felhi et al., 2017) ในปี 2014 Pranoothi และคณะ ตรวจสอบกลุ่มสารพฤกษเคมีของสารสกัดด้วยน้ำจากยอดของ *Leucas indica* พบกลุ่มสารพฤกษเคมี ได้แก่ อัลคาลอยด์ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ สเตียรอยด์ เทนิน ซาโปนิน และน้ำตาลรีดิคัล ในขณะที่งานวิจัยนี้ไม่พบเทนนินและซาโปนิน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ *Strobilanthes crispus* ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่อยู่ในจีนัสเดียวกันกับเนียมหอมโดยพบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ เทนิน คาเฟอีน อัลคาลอยด์ และคาเทชิน (Ismail et al., 2000) ทั้งนี้พืชสมุนไพรแต่ละชนิดมีปริมาณ หรือกลุ่มสารที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม การจัดเก็บของพืช และสารที่จำเป็นสำหรับพืชนั้น ๆ (พรหทัย และคณะ, 2018)

เป็นที่รู้กันโดยทั่วไปว่าอนุมูลอิสระสามารถทำให้เกิดความผิดปกติต่อร่างกายจนเป็นสาเหตุของโรค อาทิ โรคเบาหวาน มะเร็ง โรคตับ ไตวาย และโรคความเสื่อมต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้เป็นผลมาจากการขาดสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติที่จะช่วยป้องกันได้ (Parr and Bolwell, 2000) จากการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบใบเนียมหอม พบว่า เนียมหอมยังมีศักยภาพด้านนี้แม้ว่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้จะค่อนข้างสูง (30 มก./มล.) เพื่อให้ต้านอนุมูลอิสระได้มากกว่าร้อยละ 60 ขึ้นไป และให้ค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกที่ความเข้มข้นดังกล่าวมากกว่า 200 ไมโครโมลาร์สมมูลย์ของ Fe^{2+} /กรัมสารสกัด แสดงว่าในสารสกัดด้วยน้ำของใบเนียมหอมยังมีสารประกอบที่มีความสามารถในการให้ไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระเพื่อป้องกันปฏิกิริยาถูกโอโซนที่จะทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นไม่สิ้นสุดอยู่ (Aiyegeoro and Okoh, 2010) อีกทั้งจากผลการทดลองค่า IC_{50} ของสารสกัดนี้เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีเอบีทีเอส ($IC_{50} = 2.66$ มก./มล.) ยังมีค่าน้อย

กว่าวิธีดีฟีฟิเอช ($IC_{50} = 15.56$ มก./มล.) อาจเนื่องจากสารสกัดด้วยน้ำของใบเนียมหอมมีองค์ประกอบที่สามารถดักจับอนุมูลอิสระเอปิทีเอสได้ดีกว่าอนุมูลอิสระดีฟีฟิเอช ในขณะที่ Paul และ Ramasubbu (2017) พบว่า สารสกัดด้วยน้ำของราก *Acanthus ilicifolius* L. (พืชในวงศ์เดียวกัน (Acanthaceae) กับเนียมหอม) ให้ค่า IC_{50} ของสารสกัดเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีดีฟีฟิเอช ($IC_{50} = 59.85$ มก./มล.) น้อยกว่าวิธีเอปิทีเอส ($IC_{50} = 60.89$ มก./มล.) มีรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยน้ำจากใบ *Stribilanthes crispus* ซึ่งเป็นพืชในจีนัสเดียวกันกับเนียมหอม พบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงถึงร้อยละ 96 ที่ความเข้มข้นตัวอย่างร้อยละ 0.02 โดยปริมาตรเมื่อใช้วิธี Ferric thiocyanate (FTC) ในการวิเคราะห์ (Ismail et al., 2000) Ghasemzadeh และคณะ (2015) ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ *S. crispus* โดยเก็บตัวอย่างมาจาก 3 พื้นที่ในประเทศมาเลเซีย ได้แก่ ปีนัง สลังงอร์ และเกอลันตัน พบว่า เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีดีฟีฟิเอช สารสกัดด้วยน้ำของใบ *S. crispus* มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 73.8 (ตัวอย่างจากเกอลันตัน) ร้อยละ 62.4 (ตัวอย่างจากสลังงอร์) และร้อยละ 54.6 (ตัวอย่างจากปีนัง) ที่ความเข้มข้นสารสกัด 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และค่าความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของตัวอย่างสารสกัดจากเกอลันตันอยู่ในช่วง 59.8–267.5 ไมโครโมลาร์สมมูลของ Fe^{2+} /กรัมสารสกัด นอกจากนี้ยังมีรายงานสารสกัดด้วยน้ำของใบ *S. crispus* ว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 17.46 ที่ความเข้มข้นสารสกัด 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Muslim et al., 2010) และร้อยละ 28.5 ± 14.53 ที่ความเข้มข้นสารสกัด 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีดีฟีฟิเอช (Qader et al., 2011) จะเห็นว่ามียาหลายอย่างที่สามารถส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืช ได้แก่ stereoselectivity ของอนุมูลอิสระ ความสามารถในการละลายของสารสกัดในระบบสกัดที่แตกต่างกัน ขั้วของตัวทำละลาย และหมู่ฟังก์ชันที่มีอยู่ในสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อความสามารถของสารสกัดในการทำปฏิกิริยาและดักจับอนุมูลอิสระที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องพิจารณาปัจจัยเหล่านี้เมื่อประเมินคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืช (Mukherjee, 2011)

เนื่องจากสารสกัดใบเนียมหอมในงานวิจัยนี้มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ ดังนั้นในทดสอบฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ (100 bp DNA Ladder) จากอนุมูลอิสระ จึงพบว่าสารสกัดใบเนียมหอมสามารถป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอทดสอบได้ เป็นที่รู้กันว่า OH-Free radical สามารถทำลายและสร้างความเสียหายให้แก่ดีเอ็นเอภายในเซลล์ได้ ซึ่งรังสี UV เป็นตัวกระตุ้นให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการแตกตัวเป็น OH radical ทำให้สายดีเอ็นเอแตกหัก โดยน้ำตาลดีออกซีถูกแยกออกและเบสเปลี่ยนแปลงไป ยิ่งกว่านั้น OH radical ยังทำให้เกิดการออกซิเดชันของไขมันได้เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย เช่น Malondialdehyde

(MDA) และ aldehyde ที่ไม่อึดตัวที่สามารถเกาะกับดีเอ็นเอกลายเป็น mutagenic adduct (Adinortey *et al.*, 2018; Guha *et al.*, 2009) พืชสมุนไพรหลายชนิดมีความสามารถป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอได้ Guha และคณะ (2011) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดพืชสมุนไพร *Cyanthillium cinereum* ที่สกัดด้วยน้ำและเมทานอล สามารถป้องกันความเสียหายของดีเอ็นเอ (Supercoil DNA plasmid pBR 322) จาก OH radical ที่เกิดจากการสลาย H_2O_2 ด้วยแสง UV ได้ และมีรายงานว่าสารสกัดน้ำของใบ *Lantana camara*, *Lawsonia inermis*, *Phyllanthus amarus* และสารสกัดเมทานอลของ *Lawsonia inermis* และ *Launaea taraxacifolia* มีฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของ plasmid DNA ได้เช่นกัน (Kalita *et al.*, 2012 ; Guha *et al.*, 2011; Adinortey *et al.*, 2018)

สารประกอบฟีนอลิกที่พบในสารสกัดพืชสมุนไพรนั้นถือเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีส่วนช่วยส่งเสริมคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ สารสกัดพืชสมุนไพรที่มีปริมาณสารฟีนอลิกสูงมักจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดี ซึ่งการที่สารประกอบฟีนอลิกมีคุณสมบัตินี้เนื่องจากมีศักยภาพในการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ที่สามารถนิเวศไลโซอนุมูลอิสระ เช่น ขยับยั้งการทำงานของ singlet oxygen โดยการเปลี่ยน singlet oxygen ($^1O_2^*$) ให้ไปอยู่ในรูป triplet oxygen (3O_2) (Paul and Ramasubbu, 2017) Susawaengsup และคณะ (2022) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของเนียมหอม (*Strobilanthes nivea* Craib) ที่ปลูกในสภาวะการให้ร่มเงาและการให้น้ำต่างกัน พบว่า เนียมหอมมีปริมาณฟีนอลิกรวมอยู่ระหว่าง 1.41 – 1.64 มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิก/กรัมสารสกัด ซึ่งปริมาณสารประกอบฟีนอลิกนี้มีความผันแปรไปตามสภาวะการปลูก นอกจากนี้สารสกัดด้วยน้ำของใบ *S. crispus* ที่พบในแหล่งต่างกัน (ปีนัง สลังงอร์ และเกอลันตัน) มีปริมาณฟีนอลิกรวมแตกต่างกันซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 9.12 – 12.62 มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิก/กรัมสารสกัด (Ghasemzadeh *et al.*, 2015) ในขณะที่ Qader และคณะ (2011) พบว่าสารสกัดด้วยน้ำของใบ *S. crispus* จากสลังงอร์มีปริมาณฟีนอลิกรวม 8.33 มิลลิกรัมสมมูลย์กรดแกลลิก/กรัมสารสกัด และยังแสดงให้เห็นว่าตัวทำละลายที่มีขั้วสูงจะให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมากตามไปด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดใบเนียมหอมที่วิเคราะห์ได้ในงานวิจัยนี้ยังมีค่าค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับงานวิจัยอื่นข้างต้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากคุณสมบัติของตัวทำละลายที่ใช้และอุณหภูมิในการสกัด (Moure *et al.*, 2001)

5. สรุป

สารสกัดหยาบใบเนียมหอมที่สกัดด้วยน้ำได้ถูกนำมาตรวจสอบหาคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม โดยพบว่าสารสกัดหยาบใบเนียมหอมมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดี นอกจากนี้ยังมีการทดสอบฤทธิ์ป้องกันความเสียหายของดี

เอ็นเอซึ่งพบว่าสารสกัดหยาบใบเนียมหอมสามารถปกป้องดีเอ็นเอไม่ให้ถูกทำลายด้วยแสง UV ดังนั้นสารสกัดหยาบใบเนียมหอมมีแนวโน้มที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นสมุนไพรด้านอาหารและยาได้

6. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการสกัดกลุ่มสารพฤกษเคมีด้วยตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ ด้วย เช่น เมทานอล เอทิลอะซิเตต เฮกเซน เป็นต้น ซึ่งอาจทำให้ได้ฤทธิ์ทางชีวภาพที่ต่างออกไป รวมทั้งมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นเพิ่มเติม อาทิ สมบัติการต้านมะเร็ง ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ก่อโรค ฤทธิ์ด้านการอักเสบ เป็นต้น อีกทั้งควรตรวจสอบหาสารสำคัญที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในสารสกัดด้วยเทคนิคทางโครมาโทกราฟี และต่อไปควรมีการทดลองนำสารสกัดไปพัฒนาแปรรูปทางด้านอาหารและยา เช่น เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพหรือเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์บำรุงผิว

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

เอกสารอ้างอิง

1. พรหทัย พุทธรวัน, สัมฤทธิ์ รัก พนาดี, & อนันต์ ณ หอนงค์. (2018). การวิเคราะห์สารสำคัญและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของพืชสมุนไพรท้องถิ่นในภาคเหนือเพื่อพัฒนาเป็นชาสมุนไพรสำเร็จรูป. *KKU Science Journal*, 46(2), 238-247.
2. รัตนา เพ็งเพราะ, ภาวิณี ศิลาเกษ, สันธยา บุญรุ่ง, & ปกนัฏร กุศลกรรมบถ. (2019). ผลของสารต้านอนุมูลอิสระและสารสกัดหยาบเนียมหอมร่วมกับสมุนไพรพื้นบ้าน ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด. *วารสารวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 21(3), 208-224.
3. เสาวลักษณ์ แซ่ย่าง, & อัจฉรา ใจดี. (2018). การศึกษาสารพฤกษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ด้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดจากหญ้าหนวดข้าว. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร, pp. 680-689.
4. Adinortey, M. B., Ansah, C., Weremfo, A., Adinortey, C. A., Adukpo, G. E., Ameyaw, E. O., & Nyarko, A. K. (2018). DNA damage protecting activity and antioxidant potential of *Launaea taraxacifolia* leaves extract. *Journal of Natural Science, Biology, and Medicine*, 9(1), 6.

5. Aiyegoro, O. A., & Okoh, A. I. (2010). Preliminary phytochemical screening and in vitro antioxidant activities of the aqueous extract of *Helichrysum longifolium* DC. *BMC complementary and alternative medicine*, 10(1), 1-8.
6. Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
7. Felhi, S., Daoud, A., Hajlaoui, H., Mnafigui, K., Gharsallah, N., & Kadri, A. (2017). Solvent extraction effects on phytochemical constituents profiles, antioxidant and antimicrobial activities and functional group analysis of *Ecballium elaterium* seeds and peels fruits. *Food Science and Technology*, 37, 483-492.
8. Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z., & Rahmat, A. (2015). Phytochemical constituents and biological activities of different extracts of *Strobilanthes crispus* (L.) Bremek leaves grown in different locations of Malaysia. *BMC complementary and alternative medicine*, 15, 1-10.
9. Guha, G., Rajkumar, V., Mathew, L., & KUMAR, R. A. (2011). The antioxidant and DNA protection potential of Indian tribal medicinal plants. *Turkish Journal of Biology*, 35(2), 233-242.
10. Ismail, M., Manickam, E., Danial, A. M., Rahmat, A., & Yahaya, A. (2000). Chemical composition and antioxidant activity of *Strobilanthes crispus* leaf extract. *The Journal of nutritional biochemistry*, 11(11-12), 536-542.
11. Kalita, S., Kumar, G., Karthik, L., & Rao, K. V. B. (2012). In vitro antioxidant and DNA damage inhibition activity of aqueous extract of *Lantana camara* L.(Verbenaceae) leaves. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), S1675-S1679.
12. Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Dominguez, J. M., Sineiro, J., Dominguez, H., ... & Parajó, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food chemistry*, 72(2), 145-171.
13. Mukherjee, S., Pawar, N., Kulkarni, O., Nagarkar, B., Thopte, S., Bhujbal, A., & Pawar, P. (2011). Evaluation of free-radical quenching properties of standard Ayurvedic formulation Vayasthapana Rasayana. *BMC complementary and alternative medicine*, 11(1), 1-6.
14. Muslim, N. S., Ng, K. W., Itam, A., Nassar, Z. D., Ismail, Z., & Abdul Majid, A. M. S. (2010). Evaluation of cytotoxic, anti-angiogenic and antioxidant properties of standardized extracts of *Strobilanthes crispus* leaves. *IJP-International Journal of Pharmacology*, 6(5), 591-599.

15. Parr, A. J., & Bolwell, G. P. (2000). Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 985-1012.
16. Paul, T., & Ramasubbu, S. (2017). The antioxidant, anticancer and anticoagulant activities of *Acanthus ilicifolius* L. roots and *Lumnitzera racemosa* Willd. leaves, from southeast coast of India. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7(3), 081-087.
17. Pham-Huy, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International journal of biomedical science: IJBS*, 4(2), 89.
18. Pranoothi, E. K., Narendra, K., Joshi, D. S., Swathi, J., Sowjanya, K. M., Rathnakarreddi, K. V. N., ... & Satya, A. K. (2014). Studies on qualitative, quantitative, phytochemical analysis and screening of in vitro biological activities of *Leucas indica* (L) VAR. *Nagalapuramiana*. *Int J Herb Med*, 2(3), 30-6.
19. Qader, S. W., Abdulla, M. A., Chua, L. S., Najim, N., Zain, M. M., & Hamdan, S. (2011). Antioxidant, total phenolic content and cytotoxicity evaluation of selected Malaysian plants. *Molecules*, 16(4), 3433-3443.
20. Kekuda, T. P. (2017). Phytochemical analysis, antimicrobial and antioxidant activities of different parts of *Pleocaulus sessilis* (Nees) Bremek (Acanthaceae). *International Journal of Green Pharmacy (IJGP)*, 11(02).
21. Sonam, M., Singh, R. P., & Pooja, S. (2017). Phytochemical screening and TLC profiling of various extracts of *Reinwardtia indica*. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9(4), 523-527.
22. Susawaengsup, C., Jaradrattanapaiboon, A., Sornsakdanuphap, J., Choengpanya, K., Jaradrattanapaiboon, Y., Tongkoom, K., & Bhuyar, P. (2022). Effect of Fertilization Combined with Shading on Growth and Aromatic Constituents of *Niamhom* (*Strobilanthes nivea* Craib) Using an Internet of Things (IoT) Controlled Irrigation System. *Horticulturae*, 8(12), 1130.
23. Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D. H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of food composition and analysis*, 19(6-7), 669-675.

24. Vallverdú-Queralt, A., Medina-Remón, A., Casals-Ribes, I., & Lamuela-Raventos, R. M. (2012). Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices?. *Food chemistry*, 130(1), 222-227.
25. Verma, P., Dilley, R. L., Gyparaki, M. T., & Greenberg, R. A. (2018). Direct quantitative monitoring of homology-directed DNA repair of damaged telomeres. In *Methods in enzymology* (Vol. 600, pp. 107-134). Academic Press.