



วารสารวิชาการ กัญชา กัญชง และสมุนไพร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ฉบับปีที่ 3 เดือนมกราคม – ธันวาคม 2567 Vol.3 January - December, 2024 ISSN 2985-0177 (Online)

RMUTI Sakonnakhon Campus | Journal of Cannabis ,Hemp and Herbs

- สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านออกซิเดชันในหอมแดงและเปลือกหอมแดง
ศรีสะเกษ
จิรนนต์ รัดสีวอ กู้เกียรติ เวียงหญ่ชัย ขนิษฐา นิมาพัลล
- การศึกษารวบรวมสมุนไพรที่มีสรรพคุณแก้ไข้ในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป
ศศิเจริญ เจริญสุข ศิริวรรณ เกตุเพชร จักรกฤษณ์ คณารักษ์ วณิชชา ปันฟ้า
- การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารสกัดจากตำรับ
ยาเบญจโกศด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมทรี
วิไลวรรณ ไชยะวงษ์ จิรณัฐยา พรหมเชียง อารียา ช่างทอง ปราณี ศรีราช รัชฎาวรรณ อรรถนิมาตย์
- การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก
เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์
วุฒิพงษ์ ฮามวงศ์ ณตวรรษ อินทวงษ์ เวียงงาม อินทวงษ์

🔊 ข่าวประกาศจากวารสาร 🔊

วารสารยังเปิดรับบทความเพื่อตีพิมพ์สำหรับฉบับถัดไป ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป มีการพิจารณา
บทความที่รวดเร็วจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายในการตีพิมพ์



คำนำ

วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพร เป็นวารสารที่จัดทำขึ้นเพื่อตีพิมพ์บทความและเผยแพร่ความรู้ของนักวิชาการ คณาจารย์ นักวิจัย และผู้ที่มีความสนใจที่เป็นประโยชน์ต่อวงการวิชาการ โดยมีกลุ่มผลงาน 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพร 2) ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ที่มีการบูรณาการความรู้กับงานด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพร 3) ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีการบูรณาการความรู้กับงานด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพร โดยวารสารฉบับนี้ได้เผยแพร่ผลงานที่มีเนื้อหาด้านวิชาการ การบูรณาการองค์ความรู้ ซึ่งถือเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่มีความสนใจและเชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยมีบทความ 4 เรื่อง คือ 1) สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การด้านออกซิเดชันในหอมแดงและเปลือกหอมแดงศรีสะเกษ 2) การศึกษารวบรวมสมุนไพรที่มีสรรพคุณแก้ไข้ในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป 3) การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารสกัดจากตำรับยาเบญจโกศด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี 4) การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ บทความนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย

กองบรรณาธิการขอขอบพระคุณนักวิจัยทุก ๆ ท่านที่ได้ส่งบทความเข้ามาขอรับการตีพิมพ์ในวารสาร และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าบทความในวารสารฉบับนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ทางวิชาการต่อไป

กองบรรณาธิการ
วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพร

วารสารวิชาการ กัญชา กัญชงและสมุนไพร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

วัตถุประสงค์

วารสารวิชาการกัญชา กัญชงและสมุนไพร ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ดำเนินการจัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแผ่ความรู้สำหรับนักวิชาการ คณาจารย์ นักวิจัยและผู้สนใจ ให้มีแหล่งในการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ งานวิจัย และผลงานสร้างสรรค์ความรู้และวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับด้านกัญชา กัญชงและสมุนไพร

เจ้าของ/สำนักงานวารสาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร 199 ถนนพังโคน-วาริชภูมิ ตำบลพังโคน อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

E-mail: jchh.rmuti@gmail.com Website: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JCHH/index>

กองบรรณาธิการ

ที่ปรึกษาบรรณาธิการ

รศ.ดร.โฆษิต ศรีภูธร อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางนครราชสีมา

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

ผศ.น.สพ.ดร.เชวง สารคล่อง รองอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประจำวิทยาเขตสกลนคร

บรรณาธิการ

ผศ.ดร.นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รองบรรณาธิการ

ผศ.ดร.สุรเชษฐ สีขำนาญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ดร.โสภิตา สัมปัตติกร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางนครราชสีมา
อ.สยาม ประจวบทิศรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

กองบรรณาธิการผู้ทรงคุณวุฒิ

ดร.ภก.อนันต์ชัย อัสวเมธิน มหาวิทยาลัยมหิดล
ศ.ดร.เมธา วรรณพัฒน์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.ธานี ศรีวงศ์ชัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.ธัญญา ปรเมธฐานวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขต
ปราชญ์บุรี
ผศ.ดร.ภก.บรรลือ สังข์ทอง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รศ.ดร.วัชรพงษ์ เรือนคำ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย

กองบรรณาธิการประจำวารสาร

รศ.ดร.วิวัฒน์ หาญวงวงศ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ข้าราชการบำนาญ)
ผศ.ดร.วิยะดา มงคลธนาธิกร มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รศ.ดร.ลือชัย บุตุคุป มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผศ.ดร.คณางค์ รัตนานิคม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ดร.ปัญญศึกษา ชารีรักษ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผศ.ดร.ปริญดา แข็งขัน มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ดร.อรรถชัย คงปั้น มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผศ.ดร.ปณิกา ฉายเสมอแสง มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
อ.ธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
ผศ.ดร.ฐิติมา นรโศก มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
รศ.ดร.นิพนธ์ ภูวเกียรติกำจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วิทยาเขตปราชญ์บุรี
รศ.ดร.สกุลตลา วรรณปะเช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วิทยาเขตปราชญ์บุรี

กองบรรณาธิการประจำวารสาร (ต่อ)

ดร.กรวิชัย สมคิด นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ สถาบันวิจัยสมุญไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ดร.รัตญา ยานะพันธ์ สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)

ดร.วีรวัตร นามานุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางนครราชสีมา

ผศ.อัมพร ภูศรีฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.พิเชษฐ เวชวิฐาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.สุริยา แก้วอาษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รศ.น.สพ.ดร.ชำนาญวิทย์ พรหมโคตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

วิทยาเขตสกลนคร

ดร.เพ็ญแข วงศ์สุริยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.จารุวรรณ ดรเถื่อน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.ไกรศรี ศรีทัพไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.จกมล พูลสวัสดิ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.จันทิมา พรหมเกษ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.เพชรไพรริน อุปิง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ดร.อนุชาวดี ไชยทองศรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

อ.ศิริวงศ์ บุตรเพ็ง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.พรเทพ ปัญญาแก้ว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

พิมพ์เผยแพร่ปีละ 1 ฉบับ ระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม

พิมพ์ที่

คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ต้นฉบับที่ได้รับการตีพิมพ์ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพรรักษาโรค และบทความในวารสารเป็นแนวคิดของผู้แต่ง มิใช่เป็นความคิดของคณะกรรมการจัดทำวารสาร และมีใช่เป็นความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทความปีที่ 3 เดือนมกราคม – ธันวาคม 2567

ดร.วีรวัตร นามานุศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางนครราชสีมา

ผศ.ดร.ภก.บรรลือ สังข์ทอง คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผศ.ดร.คณางค์ รัตนานิคม สาขานวัตกรรมและเทคโนโลยีสุขภาพ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

อ.ดร.อนุชาติ ไชยทองศรี โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.จันทิมา พรหมเกษ หัวหน้าศูนย์ความเป็นเลิศด้านพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ และธุรกิจดิจิทัล คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.ดร.จารุวรรณ ดรเถื่อน สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

ผศ.จกมล พูลสวัสดิ์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

อ.กนกวรรณ แสนสุภา สาขาการแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

อ.ดาวิกา ศักดิ์กำปัง สาขาศิลปศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร (ประเมินในส่วนของประโยคที่เป็นภาษาอังกฤษ)

อ.ดร.เพ็ญแข วงศ์สุริยา สาขาศิลปศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร (ประเมินในส่วนของประโยคที่เป็นภาษาอังกฤษ)

อ.ศิริวงศ์ บุตรเพ็ง สาขาศิลปศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร (ประเมินในส่วนของประโยคที่เป็นภาษาอังกฤษ)

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพร (Journal of Cannabis, Hemp and Herbs) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร เป็นวารสารที่มีผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้และผลงานวิชาการทางด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพร รวมทั้งเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ความรู้ของนักวิชาการ คณาจารย์ นักวิจัยและผู้ที่มีความสนใจ ทำการเผยแพร่ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ฐานข้อมูลระบบออนไลน์ จำนวนปีละ 1 ฉบับต่อปีระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม เปิดรับบทความที่เกี่ยวข้องกับ โดยมีกลุ่มและขอบเขตของงานที่เปิดรับแบ่งเป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1) ด้านกัญชา กัญชง และสมุนไพร กลุ่มที่ 2) ด้านวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกัญชา กัญชงและสมุนไพร กลุ่มที่ 3) ด้านบริหารธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ การค้า และเชิงพาณิชย์ที่เกี่ยวข้องกับกัญชา กัญชงและสมุนไพร ให้เป็นไปตามรูปแบบของวารสาร

กองบรรณาธิการขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะสำหรับในแต่ละบทความ ขอขอบคุณผู้เขียนทุกท่านที่ได้ส่งบทความอันเป็นประโยชน์ เผยแพร่สู่สาธารณะเพื่อพัฒนางานวิจัยต่อไป

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์
บรรณาธิการ

สารบัญ

วารสารวิชาการกัญชา กัญชง และสมุนไพร ฉบับปีที่ 3 เดือนมกราคม – ธันวาคม 2567
Journal of Cannabis, Hemp and Herbs Vol.3 January - December, 2024

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านออกซิเดชันในหอมแดงและเปลือกหอมแดง ศรีสะเกษ	1
การศึกษารวบรวมสมุนไพรที่มีสรรพคุณแก้ไข้ในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป	9
การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการวิเคราะห์องค์ประกอบของสารสกัดจาก ตำรับยาเบญจโกศด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี	17
การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์ ทางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์	34

บทความวิจัย

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านออกซิเดชันในหอมแดงและเปลือกหอมแดงศรีสะเกษ

Bioactive compounds and anti-oxidation activities of Sisaket shallot and shallot peel (*Allium ascalonicum* L.)

จิรนนท์ รัตสีโว^{1*} กุ้เกียรติ เวียงหญทัย² ขนิษฐา ฉิมพาลี³

¹สาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000

²สาขาอุตสาหกรรมบริการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ถนนศรีอยุธยา แขวงวรวิหาร เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

³สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ 33000

Jiranan Ratsewo^{1*} Kookiet Wiengharuetai² and Khanittha Chimpali³

¹Division of Food Technology and Innovation, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University, Mueang, Sisaket 33000

²Food service industry department, Faculty of Home Economic Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Si Ayutthaya road Wachira-Phayabaan subdistrict Dusit district Bangkok 10300

³Division of Sports Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University, Mueang, Sisaket 33000

* Corresponding author. E-mail address: jiranan.r@gmail.com ; Telephone: 091-8670915

วันที่รับบทความ 25/ธันวาคม/2566; วันที่แก้ไขบทความ 25/มีนาคม/2567; วันที่ตอบรับบทความ 31/มีนาคม/2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในหอมแดง (*Allium ascalonicum* L.) และเปลือกหอมแดงศรีสะเกษ นำมาวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด รวมถึงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างเปลือกหอมแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (99.68 mg GAE/g dry basis และ 67.97±0.85 mg RE/g dry basis ตามลำดับ) สูงกว่าในตัวอย่างหอมแดง (p <0.05) ตัวอย่างเปลือกหอมแดงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (365.23±4.78 mg TE/g dry basis) และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP (103.42 ±3.94 mg FeSO₄/g dry basis) สูงกว่าในตัวอย่างหอมแดง (p <0.05) ดังนั้นข้อมูลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าหอมแดงและเปลือกหอมแดงสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพต่อไป

คำสำคัญ ; หอมแดงศรีสะเกษ เปลือกหอมแดง ฤทธิ์การต้านออกซิเดชัน สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

Abstract

This study investigated the bioactive compounds and antioxidant activities in shallot (*Allium ascalonicum* L.) and shallot peel from Sisaket province. Total phenolic and flavonoid contents were analyzed including antioxidant activities

by DPPH and FRAP methods. The results showed that shallot peel samples contained higher amounts of total phenolic and total flavonoid ($p < 0.05$) ($99.68 \text{ mg GAE/g dry basis}$ and $67.97 \pm 0.85 \text{ mg RE/g dry basis}$, respectively) than those in shallot samples. The values of antioxidant activities by DPPH ($365.23 \pm 4.78 \text{ mg TE/g dry basis}$) and FRAP ($103.42 \pm 3.94 \text{ mg FeSO}_4/\text{g dry basis}$) had higher than those in the shallot samples ($p < 0.05$). Therefore, the data of shallot and shallot peel from this study can be used as a basis for further application in the development of healthy food.

Keywords; Sisaket Shallot peel, Anti-oxidation activities, Bioactive compounds

1. บทนำ

หอมแดง (*Allium ascalonicum* L.) เป็นพืชในวงศ์พลับพลึง (Amaryllidaceae) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย เวียดนาม ลาว และ กัมพูชา ความนิยมในการปลูกหอมของประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ และภาคตะวันตก ปัจจุบันประกาศเขตเศรษฐกิจสำหรับปลูกหอมแดงใน 3 ภาค คือ ภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย พะเยา ลำปาง ลำพูน อุตรดิตถ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดชัยภูมิ บุรีรัมย์ นครราชสีมา ศรีสะเกษ อุบลราชธานี ภาคตะวันตก จังหวัดราชบุรี โดยหอมแดงที่มีชื่อเสียงว่าเป็นหอมแดงคุณภาพดี ได้แก่ หอมแดงจากจังหวัดศรีสะเกษ (กลุ่มสารสนเทศการเกษตร, 2563) จังหวัดศรีสะเกษเป็นแหล่งผลิตหอมแดงรายใหญ่อันดับ 1 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเนื้อที่เพาะปลูก 23,748 ไร่ ผลผลิตรวม 68,370 ตัน (Office of Agricultural Economics, 2020) ซึ่งรัฐบาลมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในรูปแบบเกษตรแปลงใหญ่ เนื้อที่เพาะปลูกเพิ่มขึ้น ประกอบกับราคาในปีที่ผ่านมาอยู่ในเกณฑ์ดี เกษตรกรจึงขยายพื้นที่ปลูกในหลายอำเภอ ได้แก่ ราชสีห์ ไชยชุมพล และ เมืองจันทร์ จึงส่งผลให้พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น จากสภาพอากาศหนาวเย็นเป็นเวลานาน ส่งผลให้หอมแดงเจริญเติบโตได้เต็มที่ มีขนาดใหญ่ น้ำหนักหัวดี ขายได้ราคาดี หอมแดงเป็นพืชที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปเพื่อเพิ่มกลิ่นรสในอาหารและเพื่อเป็นอาหารเพื่อสุขภาพ จากการศึกษาพบว่าหอมแดงมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ เช่น สารประกอบฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และมีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ ต้านมะเร็ง ลดคอเลสเตอรอล และมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Anh et al., 2023) หอมแดงมีการใช้ประโยชน์ที่หลากหลายและได้รับความนิยมในการบริโภคทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ มีการนำหอมแดงมาประกอบในอาหารเพื่อเพิ่มกลิ่นและรสชาติในอาหาร เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกผัดสมุนไพร (Phugan et al., 2020) รวมถึงมีการนำเปลือกหอมแดงซึ่งเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากการเตรียมวัตถุดิบหอมแดงก่อนการจำหน่าย การบริโภคหรือก่อนแปรรูปมาใช้ประโยชน์ เช่น สดุดาพรและ สามารถ (Tangkawanit, 2018; Jaitae, 2022) ได้ศึกษาการผลิตผ้าฝ้ายนาโนคาร์บอนและไทเทเนียมไดออกไซด์ด้วยสีจากเปลือกหอมแดง และได้ทำวัสดุปลูกผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊ค จากเปลือกหอมแดง จากนั้นศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊ค นอกจากนี้ในส่วนของการนำหอมแดงศรีสะเกษมีการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ชาหอมแดงศรีสะเกษซึ่งมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Musika and Musika, 2021) นอกจากนี้ยังมีการนำเปลือกหอมแดงจากประเทศเวียดนามมาสกัด พบว่ามีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูง $224.34 \pm 5.66 \text{ mg GAE/g DW}$ และ $255.11 \pm 4.35 \text{ mg QE/g}$ ตามลำดับ แล้วนำไปผสมเป็นวัตถุกันเสีย (preservatives) ในปลา พบว่าช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* ได้ (Anh et al., 2023) อย่างไรก็ตามยัง

ไม่มีงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเปลือกหอมแดงศรีสะเกษ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด รวมถึงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ในหอมแดงและเปลือกหอมแดง เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำไปใช้ในการพัฒนาด้านอาหารเพื่อสุขภาพ ด้านการแข่งขันนวัตกรรมอาหารจากพืชท้องถิ่นและสนับสนุนนโยบายของรัฐบาลประเทศไทยในการสร้างมูลค่าเพิ่ม การเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรและชุมชน ประโยชน์เชิงเศรษฐกิจของประเทศต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างหอมแดงพันธุ์ศรีสะเกษ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้มาจาก ตำบลลิ้นฟ้า อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ ที่แก่พร้อมเก็บเกี่ยวอายุ 90 วัน นำมาตากในโรงเก็บหอม 1 วัน นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้งจากนั้นแกะเปลือกด้านนอกที่เป็นสีแดงเข้มบางและแห้งออก แยกส่วนหัวหอมสดและเปลือกหอม เก็บใส่ถุงซิปล็อกที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

2.2 การสกัดตัวอย่าง

ตัวอย่างหอมแดงจากอำเภอยางชุมน้อยจังหวัดศรีสะเกษ อายุการเก็บเกี่ยว 90 วัน นำหอมแดงมาทำความสะอาด แยกส่วนหัวหอมสดและเปลือกหอม นำเปลือกและหัวหอมมาปั่นให้ละเอียด ชั่งตัวอย่างมาอย่างละ 5 กรัมของน้ำหนักแห้ง นำมาผสมกับสารละลายเมทานอลความเข้มข้นร้อยละ 80 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1 กรัม ต่อตัวทำละลาย 10 มิลลิลิตร) สกัดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปกรองเอาส่วนใสแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูงที่ความเร็วรอบ 1400 X g เป็นเวลา 20 นาที ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ เก็บรักษาตัวอย่างที่สกัดแล้วที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ต่อไป (Ratseewo, et al., 2022)

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์การต้านออกซิเดชัน

2.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด

ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดวิเคราะห์โดยวิธี Folin- Ciocalteus method (ศิริลักษณ์ และคณะ, 2566) ปิเปตสารสกัดตัวอย่าง อย่างละ 1 มิลลิลิตร ผสมกับสารมาตรฐาน Folin- Ciocalteus reagent 2.25 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 6 นาที จากนั้นนำมาเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตร้อยละ 20 (น้ำหนักต่อปริมาตร) 2.25 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 90 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 725 นาโนเมตร แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกที่จุดสมมูล (gallic acid equivalent หรือ GAE) รายงานผลในหน่วยของมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อตัวอย่าง 1 กรัม (mg GAE/g dry basis หรือ db) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

โดยวิธี colorimetric (Ratseewo, et al., 2022) ปิเปตสารสกัดตัวอย่าง อย่างละ 0.5 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 2.25 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไนไตรท์ ร้อยละ 5 ปริมาตร 0.15 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองแต่ละหลอด ผสมให้เข้ากัน แล้วตั้งทิ้งไว้ 6

นาที่ จากนั้นนำมาเติมสารละลายอลูมิเนียมคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ร้อยละ 10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) 0.3 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที่ จากนั้นเติม 1.0 มิลลิลิตร ของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 โมลาร์ เขย่าให้เข้ากันแล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 510 นาโนเมตร แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้มาเทียบกับมาตรฐานสารรูทีนที่จุดสมมูล (rutin equivalent หรือ RE) รายงานผล ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของสารรูทีนตัวอย่าง 1 กรัม (mg RE/g db) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

2.3.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านออกซิเดชันวิธี DPPH• radical-scavenging activity

การต้านอนุมูลอิสระด้วยสารต้านอนุมูลอิสระเสถียร DPPH โดยใช้วิธี DPPH radical scavenging assay (Ratseewo, et al., 2022) เตรียม 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl radical (DPPH) ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ทดสอบตัวอย่างสารสกัดโดยดูดสาร สกัดอย่างละ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง อย่างละ 3 หลอด จากนั้นดูดสารละลาย DPPH ที่เตรียมไว้ใส่หลอดสารสกัดตัวอย่าง หลอดละ 3 มิลลิลิตร เพื่อให้ทำปฏิกิริยากัน แล้วทำการเขย่า ทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที่ จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยทำ 3 ซ้ำ คำนวณค่าเฉลี่ยของค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ในแต่ละความเข้มข้น แล้วนำค่าการ ดูดกลืนแสงที่ได้มาเทียบกับกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำไปคำนวณหาความสามารถของการต้านออกซิเดชันในตัวอย่างเทียบกับปริมาณ สารมาตรฐาน Trolox Equivalent หรือ TE ในหน่วย mg TE/g db

2.3.4 การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านออกซิเดชันวิธี Ferric reducing/antioxidant power (FRAP)

การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ferric reducing/antioxidant power (FRAP) (Ratseewo, et al., 2022) การ วิเคราะห์เริ่มจากการนำสารละลาย FRAP reagent จำนวน 1.8 มิลลิลิตร น้ำกลั่นจำนวน 180 ไมโครลิตร และสารสกัดจำนวน 60 ไมโครลิตร หรือ สารละลายมาตรฐาน ใส่ในหลอดทดลองนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 นาที่ นำไปวัดค่าการ ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร โดยทำ 3 ซ้ำ โดยใช้สารละลาย FRAP reagent เป็น blank แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงที่ ได้มาเทียบกับกราฟมาตรฐาน $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ เพื่อหาความสามารถในการออกฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ในหน่วย mg $\text{FeSO}_4/\text{g db}$

2.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน แสดงผลในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบ ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยสถิติ t-test

3. ผลลัพธ์และการอภิปราย

3.1 ปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

จากตารางที่ 1 การศึกษาปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่างของหอมแดงและเปลือกหอมแดง พบว่าตัวอย่าง เปลือกหอมแดงมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (99.68 mg GAE/g db) มีปริมาณสูงกว่าหอมแดงสด (5.85 mg GAE/g db) ($p < 0.05$) ประมาณ 11 เท่า ของตัวอย่างหอมแดงสด ผลการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในเปลือกหอมแดงมี แนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด คือ พบว่าตัวอย่างเปลือกหอมแดงมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ทั้งหมด 67.97 mg RE/g db ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าหอมแดงสด 4.28 mg RE/g db คิดเป็นปริมาณที่สูงกว่า 15.9 เท่า ของตัวอย่าง หอมแดงสด ($p < 0.05$)

ตารางที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในหอมแดงและเปลือกหอมแดง

ตัวอย่าง	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด	ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด
	(mg GAE/g db)	(mg RE/g db)
หอมแดง	5.85±0.44 ^b	4.28±0.22 ^b
เปลือกหอมแดง	99.68±0.92 ^a	67.97±0.85 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

3.2ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ในหอมแดงและเปลือกหอมแดง

ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ในหอมแดงและเปลือกหอมแดงแสดงในตารางที่ 2 พบว่าตัวอย่างเปลือกหอมแดงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ทั้งหมดสูงที่สุด 365.23 mg TE/g db ขณะที่ตัวอย่างหอมแดงสดมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 54.03 mg TE/g db เปลือกหอมแดงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH มีสูงกว่าหัวหอมแดงสดประมาณ 7 เท่า การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ในเปลือกหอมแดงและหัวหอมแดงสดมีแนวโน้มเช่นเดียวกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH คือ ตัวอย่างเปลือกหอมแดงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP สูงสุด 103.42 mg FeSO₄/g db และสูงกว่าในหัวหอมแดงสด 24.82 FeSO₄/g db ประมาณ 5 เท่า

ตารางที่ 2 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ในหอมแดงและเปลือกหอมแดง

ตัวอย่าง	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (mg TE/g db)	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP (mg FeSO ₄ /g db)
หอมแดง	54.03±1.83 ^b	24.82 ±0.18 ^b
เปลือกหอมแดง	365.23±4.78 ^a	103.42 ±3.94 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

การศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่างของหอมแดงและเปลือกหอมแดง พบว่าตัวอย่างเปลือกหอมแดงมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีปริมาณสูงกว่าหอมแดงสดประมาณ 11 เท่า ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในเปลือกหอมแดงมีแนวโน้มเช่นเดียวกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ตัวอย่างเปลือกหอมแดงมีปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงกว่าหอมแดงสด 15.9 เท่า ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าเปลือกหอมแดงเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในเปลือกหอมหัวใหญ่และหอมแดงเวียดนามที่เป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเช่นกัน โดย Duan et al. (2015) ได้ศึกษาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในเปลือกหอมหัวใหญ่ที่ผ่านการสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น ร้อยละ 70 พบว่ามีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด 113.56±0.86 mg CAE/g ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 49.63 mg Quercetin Equivalent (QE)/g และยังพบว่าเปลือกหอมหัวใหญ่มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ที่ความเข้มข้น 0.6 mg/mL 2.12±0.10 นอกจากนี้มีการศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

จากเปลือกหอมแดงในประเทศเวียดนาม (Anh et al., 2023) พบว่าเปลือกหอมแดงมีปริมาณ ฟีนอลิก 224.34 ± 5.66 mg GAE/g dry weight (DW) และปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 255.11 ± 4.35 mg QE/g DW ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเปลือกหอมแดงมีสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ที่มีปริมาณมากกว่าในหอมแดง โดยสารฟลาโวนอยด์ในธรรมชาติสามารถพบได้เป็นจำนวนมากในพืชผักและผลไม้โดยเฉพาะในหอมแดง เช่น เควอร์ซีติน (quercetin) ไมริซิทิน (myricetin) และแคมป์เฟอร์อล (keampferal) เป็นต้น (Halliwell, 2007) สารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์เป็นสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่สำคัญเนื่องจากมีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์ ทางชีวภาพต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Procházková et al., 2011)

จากผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP ในหอมแดงและเปลือกหอมแดง พบว่าตัวอย่างเปลือกหอมแดงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ทั้งหมดสูงกว่าหอมแดงสดประมาณ 7 เท่า ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP ในเปลือกหอมแดงสูงกว่าในหัวหอมแดงสด ประมาณ 5 เท่า จากการศึกษาพบว่าเปลือกหอมแดงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP 103.42 ± 3.94 mg FeSO₄/g db ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Duan et al. (2015) ที่พบว่าเปลือกหอมหัวใหญ่สกัดโดยสารละลายเอทานอลร้อยละ 70 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี FRAP 2.12 ± 0.13 mg FeSO₄/g และมีการยับยั้งอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ประมาณร้อยละ 90 เช่นกัน นอกจากนี้มีการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP จากเปลือกหอมแดงในประเทศเวียดนาม (Anh et al., 2023) พบว่าเปลือกหอมที่สกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 70 ที่ความเข้มข้น 20 µg/mL มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 16.77 ± 0.23 µg/mL ซึ่งมีปริมาณมากกว่าในสารมาตรฐานวิตามินซี (IC₅₀ 18.87 ± 0.43 µg/mL) แต่ต่ำกว่าสารมาตรฐาน BHT (IC₅₀ 10.65 ± 0.31 µg/mL) เล็กน้อย จากการศึกษาพบว่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเปลือกหอมแดงที่สูงกว่าในหัวหอมแดง การที่เปลือกหอมแดงมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าในหัวหอมแดงนี้สอดคล้องกับปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในตัวอย่างเปลือกและหัวหอมแดงเช่นกัน เนื่องจากเมื่อปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นส่งผลให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นไปด้วย การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเปลือกและหัวหอมแดงมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ เปลือกและหัวหอมแดงมีสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ งานวิจัยนี้สามารถต่อยอดการศึกษาชนิดและปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คุณค่าทางโภชนาการของหอมแดงและเปลือกหอมแดง รวมทั้งสามารถศึกษาเพิ่มเติมผลของการแปรรูปด้วยวิธีอื่นๆ ในตัวอย่างหอมแดงและเปลือกหอมแดงชนิดและปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลของหอมแดงและเปลือกหอมแดงต่อไป

4. บทสรุป

ดังนั้นผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าตัวอย่างเปลือกหอมแดงมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงกว่าหอมแดงสด นอกจากนั้นตัวอย่างเปลือกหอมแดงยังมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และ FRAP สูงกว่าในตัวอย่างหอมแดงสด ดังนั้นข้อมูลในการศึกษานี้สามารถเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้หอมแดงและเปลือกหอมแดงในการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพและเพิ่ม

มูลค่าส่วนเหลือทิ้งจากการเกษตร เปลือกหอมแดงแม้เป็นส่วนเหลือทิ้งจากการบริโภคและแปรรูปอาหารแต่เป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ชีวภาพ ที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับจัดสรรงบประมาณจากมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ โดยผ่านความเห็นชอบจากจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2565 และขอขอบคุณสาขาเทคโนโลยีและนวัตกรรมอาหาร คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มสารสนเทศการเกษตร สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดศรีสะเกษ. (2563). ฐานข้อมูลรายสินค้า หอมแดงศรีสะเกษ (GI). สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์: ค้นเมื่อ 2 ธันวาคม 2566. <https://www.opsmoac.go.th/sisaket-dwl-files-421591791303>
- ศิริลักษณ์ ศรีสันต์, พิกุลทอง สืบศรี, ขนิษฐา ฉิมพาลี และจิรนนท์ รัตสีโว. (2023). ผลของการนึ่งต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในผลเปลือกทุเรียนภูเขาไฟศรีสะเกษ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ. 3(1), 68-76.
- Anh P.T.H., Truc L.T.G. and An T.T.T. (2023). Shallot peel (*Allium ascalonicum* L.) extract, the antioxidative, antibacterial properties and fish preservation capacity. *Vietnam Journal of Chemistry*. 61(2), 253-261.
- Duan Y., Jin D.H., Kim H.S., Seong J.H., Lee Y.G., Kim D.S., Kim H.S., Chung and Jang S.H. (2015). Analysis of total phenol, flavonoid content and antioxidant activity of various extraction solvents extract from onion (*Allium cepa* L.) peels. *Journal of the Korean Applied Science and Technology*. 32(3), 418-426.
- Jaitae S. (2022). Effects of Growing Media from Agricultural Waste on Growth of Green Oak (*Lactuca sativa* var. *crispa* L.. *Journal of Agricultural Production*, 4(3), 13-21. (In Thai)
- Office of Agricultural Economic [Internat]. Agricultural product production data; 2020 [updated 2023 May 31]. Available from: <http://www.oae.go.th>. [Accessed May 31, 2023] (In Thai).
- Halliwel B. (2007). Dietary polyphenols: good, bad, or indifferent for your health. *Cardiovascular Research Journal*, 73(2), 341-347.
- Musika J. and Musika T. (2021). Development of Healthy Shallot Herbal Tea (*Allium ascalonicum* L.) with Antioxidant Activities. *Journal of Food Technology, Siam University*, 16(2), 148–159. (In Thai)

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Phugan P., Inket S., Pramai P. and Singsom S. (2020). Development of Stir-Fried Chilli Paste From Herb. Rajabhat Rambhai Research journal, 14(1), 131-138. (In Thai)

Procházková D., Boušová I. and Wilhelmová N. (2011). Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. Fitoterapia, 82(4), 513-523.

Ratseewo J., Warren F.J., Meeso N. and Siriamornpun S. (2022). Effects of far-infrared radiation drying on starch digestibility and the content of bioactive compounds in differently pigmented rice varieties. Foods Journal, 11(24); 4079.

Tangkawanit S. (2018). Nano Carbon and Tithanuim Dioxide Cotton Fabrics Dyeing with Allium ascalonicum Linn. Skin. Journal of Industrial Technology Ubon Ratchathani Rajabhat University, 8(1), 63–73. (In Thai)

บทความวิจัย

การศึกษารวบรวมสมุนไพรที่มีสรรพคุณแก้ไข้ในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป

A Study on Compilation of Antipyretic Medicinal Plants in General Ancient Medicine Textbooks

ศศิเจริญ เจริญสุข^{1*}, ศิริวรรณ เกตุเพชร¹, จักรกฤษณ์ คณารีย์¹, วนิษา ปันฟ้า¹

¹สาขากาพย์แผนไทย วิทยาลัยการแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57100

Sasicharoen Charoensuk^{1*}, Siriwan Ketpet¹, Chakkrit Khanaree¹ and Wanisa Punfa¹

¹Program in Thai Traditional Medicine, School of Traditional and Alternative Medicine, Chiang Rai Rajabhat University, Mueang Chiang Rai district, Chiang Rai, 57100

* Corresponding author. E-mail address: Enoopor1234@gmail.com ; Telephone: 095-601-5827

วันที่รับบทความ 8/มกราคม/2567; วันที่แก้ไขบทความ 16/มกราคม/2567; วันที่ตอบรับบทความ 21/มกราคม/2567

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและจัดหมวดหมู่ข้อมูลสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ที่ปรากฏในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไปของกองการประกอบโรคศิลปะ โดยรวบรวมชื่อและสรรพคุณของพืชสมุนไพร จากนั้นนำมาตรวจสอบความซ้ำซ้อนของชนิดสมุนไพร และสรุปจำนวนสมุนไพร พร้อมทั้งจัดหมวดหมู่สมุนไพรตามสรรพคุณการแก้ไข้ ซึ่งการศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไปของกองการประกอบโรคศิลปะ ประกอบด้วย ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเวชกรรม เล่ม 1-3 ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขากาพย์แผนโบราณ และหนังสือตำรับยาแผนโบราณ ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ สามารถพบได้ในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเวชกรรม และตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม โดยตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเวชกรรม พบสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้จำนวน 35 ชนิด และ ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม พบสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ จำนวน 238 ชนิด เมื่อนำข้อมูลทั้ง 2 แหล่งมารวมกัน และตรวจสอบความซ้ำซ้อนของสมุนไพร พบสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ จำนวน 255 ชนิด และสามารถจัดกลุ่มในการแก้ไข้ตามสรรพคุณได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ใช้บรรเทาที่เกิดจากความร้อน 2) ใช้ที่มีความร้อนสูงที่รักษาต้องด้วยการกระตุ้นพิษไข้ และ 3) ใช้ที่มีความเฉพาะ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไปของกองการประกอบโรคศิลปะ โดยผลการศึกษานี้มีประโยชน์ต่อการพัฒนาแก้ไข้ด้วยสมุนไพรของแพทย์แผนไทยในอนาคต

คำสำคัญ: สมุนไพร แก้ไข้ แพทย์แผนไทย ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป

Abstract

This study aimed to compile and categorize antipyretic medicinal plants in General Ancient Medicine Textbooks of the Department of Thai Traditional and Alternative Medicine, Ministry of Public Health, Thailand, by collecting the names and

properties of medicinal plants. Then, the redundancy and the number of antipyretic medicinal plants were analyzed and categorized. The study compiled the antipyretic medicinal plants in General Ancient Medicine Textbooks, including General Ancient Medicine Textbooks in Thai Medicine, Thai Pharmacy, Thai Midwifery, and Ancient Medicine Recipes Textbooks. The results found that the antipyretic medicinal plants in General Ancient Medicine Textbooks in Thai Medicine and Thai Pharmacy were 238 and 35 antipyretic medicinal plants, respectively. After compilation and rechecking, the results showed 255 types of antipyretic medicinal plants. Moreover, these antipyretic medicinal plants were divided into three groups by properties as follows: 1) antipyretic medicinal plants by reducing the heat in the body, 2) antipyretic medicinal plants by Kha Thung Phis Khai process, and 3) antipyretic medicinal plants in specific fever. The results represented antipyretic medicinal plants in General Ancient Medicine Textbooks of the Department of Thai Traditional and Alternative Medicine, Ministry of Public Health, Thailand. These data were useful in continuing the development of antipyretic medicinal plants of Thai traditional medicine in the future.

Keywords; Medicinal plants, Antipyretic, Thai traditional medicine, General ancient medicine textbooks

1. บทนำ

อาการไข้ (Fever) คือ การที่อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นมากกว่าอุณหภูมิปกติ โดยอุณหภูมิปกติ คือ 37 องศาเซลเซียส โดยไข้เป็นอาการไม่ใช่โรค ซึ่งจะเป็นอาการที่ร่างกายตอบสนองเมื่อมีการเจ็บป่วยจากสาเหตุบางอย่างซึ่งเกิดขึ้น ได้จากหลายสาเหตุ เช่น การติดเชื้อ ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย โรคเกี่ยวกับการอักเสบ การตากแดดเป็นเวลานาน เป็นต้น โดยอาการที่พบได้ทั่วไปเมื่อเป็นไข้ คือ ปวดศีรษะ หนาวสั่น ครั่นเนื้อครั่นตัว ปวดเมื่อยตามเนื้อตัว ซึ่งความรุนแรง ของอาการจะขึ้นอยู่กับสาเหตุของโรค ซึ่งไข้อาจจำแนกตามระดับอุณหภูมิได้เป็น 3 ระดับ คือ ไข้ต่ำ อุณหภูมิร่างกายอยู่ระหว่าง 37.0 - 38.9 องศาเซลเซียส ไข้ปานกลาง อุณหภูมิร่างกายอยู่ระหว่าง 38.9 - 39.5 องศาเซลเซียส และไข้สูง อุณหภูมิร่างกายอยู่ระหว่าง 39.5 - 40.0 องศาเซลเซียส ซึ่งการรักษาไข้โดยทั่วไปจะเป็นการรักษาตามอาการ เช่น การเช็ดตัวการให้ยาพาราเซตามอล (Paracetamol) เพื่อลดไข้และปวดศีรษะ หรือรักษาโรคที่เป็นสาเหตุของการทำให้เกิดไข้ เป็นต้น (สำนักโรคติดต่อทั่วไป, 2555) โดยในปัจจุบันได้มีการนำสมุนไพรมาใช้ในการรักษาอาการไข้ด้วย เช่น ยาจันทร์ลีลา ซึ่งพบในบัญชียาหลักแห่งชาติ หรือแม้กระทั่งการนำสมุนไพรมาใช้รักษาอาการไข้จากเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้ปัจจุบันยาสมุนไพรจึงเป็นที่ได้รับความสนใจในการนำมาใช้เป็นยารักษาโรคโดยเฉพาะโรคไข้

การแพทย์แผนไทยเป็นระบบการแพทย์ที่ให้บริการดูแลสุขภาพที่เป็นทางเลือกของประชาชนไทย อีกระบบหนึ่ง ซึ่งมีกรรมวิธีการรักษาที่หลากหลาย ได้แก่ กรรมวิธีเภสัชเวช กรรมวิธีหัตถเวช กรรมวิธีโภชนเวชและกรรมวิธีจิตเวช โดยหนึ่งในกรรมวิธีที่แพทย์แผนไทยใช้เป็นหลัก คือ กรรมวิธีเภสัชเวช ที่มีการใช้สมุนไพรในการดูแลรักษาโรค หรือส่งเสริมด้านสุขภาพ โดยมาจากแหล่งองค์ความรู้ในตำราการแพทย์แผนไทยที่บันทึกเกี่ยวกับอาการของโรคและการรักษาโรค ด้วยสมุนไพรที่มีปรากฏทั้งรูปแบบที่เป็นยาสมุนไพรเดี่ยว และตำรับยาที่มาจากการลองผิดลองถูกและสั่งสมภูมิปัญญาของคนไทยมาอย่างช้านาน ตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทยในภาวะปกติ ธาตุทั้ง 4 ได้แก่ ธาตุดิน น้ำ ลม และไฟ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของร่างกายจะอยู่ในสภาวะสมดุล อาการไข้เกิดจากภาวะที่ธาตุไฟกำเริบ ซึ่งการที่ธาตุไฟกำเริบ นั้นเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น การอยู่ในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศร้อน การตากแดดเป็นเวลานาน

นอกจากนี้ในคัมภีร์ธาตุวิวัฒน์ ได้กล่าวถึงไข้ 3 ประเภท ได้แก่ ไข้เอกโทษ ซึ่งเกิดจากหนึ่งสมุฏฐานไข้ทุวันโทษซึ่งเกิดจากสองสมุฏฐาน และไข้ตรีโทษ ซึ่งเกิดจากสามสมุฏฐานระคนกัน หรือเรียกว่า “ไข้สันนิบาต” โดยสมุฏฐานที่ทำให้เกิดไข้มี 3 สมุฏฐาน คือ สมุฏฐานปิตตะ สมุฏฐานวาตะ และสมุฏฐานเสมหะ ไข้ที่เกิดขึ้นจากทั้ง 3 สมุฏฐานนี้ จะทำให้เกิดโทษรุนแรงขึ้นกระทบธาตุอื่นๆ สำหรับความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการแก้ไข้ที่มีการบันทึกตามตำราทางการแพทย์แผนไทยในตำราต่างๆ เช่น บอระเพ็ด (เถา) สรรพคุณ แก้ไข้เหนือ ไข้พิษ พบในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขา เกษตรกรรม หน้า 66 และหอมแดง (ใบ) พบในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขา เวชกรรม เล่ม 2 หน้า 79 ซึ่งสมุนไพรเดี่ยวทั้ง 2 ชนิด เป็นที่รู้จักของคนทั่วไปเป็นอย่างดีแต่อย่างไรก็ตามยังพบข้อจำกัดในการนำความรู้เกี่ยวกับสมุนไพรมาใช้ในการแก้ไข้ในปัจจุบัน เนื่องจากความรู้ดังกล่าวยังกระจัดกระจายตามตำราต่างๆ ยังไม่มีการรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ ดังนั้นสมุนไพรไทยจึงมีโอกาสในการรักษาอาการไข้เหล่านี้ได้ แต่ยังพบปัญหาคือยังไม่มี การรวบรวมและจัดหมวดหมู่ในการนำสมุนไพรเดี่ยวมาใช้ในการรักษาอาการไข้

จากปัญหาข้างต้นการศึกษานี้จึงสนใจที่จะรวบรวมสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ที่ปรากฏในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไปของ กองการประกอบโรคศิลปะ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพร่วมกับคณะอนุกรรมการแผนโบราณทั่วไป ซึ่งเป็นตำราที่มีการนำความรู้ดั้งเดิมจากตำราเวชศาสตร์ฉบับหลวง รัชกาลที่ 5 และตำราแพทย์ศาสตร์สงเคราะห์ของพระยาพิศณุประสาทเวช ร่วมกับความรู้ทางด้านการแพทย์แผนไทยจากตำราอื่นๆ ที่กระทรวงสาธารณสุขรับรองมาเรียบเรียงใหม่ให้เป็นตำรามาตรฐานในการเรียนการสอน และสอบขึ้นทะเบียนของแพทย์แผนไทยวิชาชีพในปัจจุบัน เพื่อให้ทราบถึงสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้และจัดเป็นหมวดหมู่ ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ต่อแพทย์แผนไทยในปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง ในการนำมาใช้รักษาอาการไข้ อีกทั้งยังสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดเป็นยาตำรับที่ใช้รักษาอาการไข้ต่างๆ เพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วยในปัจจุบันได้อีกด้วย

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบบันทึกข้อมูลพืชสมุนไพร ประกอบด้วย ชื่อสมุนไพร ชื่ออื่นๆ ส่วนที่ใช้ และสรรพคุณ โดยมีวิธีการวิจัย ดังนี้

2.1 ขั้นตอนที่ 1

การศึกษานี้เป็นการศึกษาจากเอกสารโดยมีแหล่งข้อมูลคือ กลุ่มตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไปของกองการประกอบโรคศิลปะโดย ได้มีการนำองค์ความรู้การแพทย์แผนไทยจากตำราแพทย์ศาสตร์สงเคราะห์และตำราอื่นๆ มาจัดทำเป็นตำราขึ้นมาสสำหรับเป็น แนวทางการศึกษาทางการแพทย์แผนไทยและเป็นความรู้ที่ใช้ทดสอบแพทย์แผนไทยที่ต้องการขอขึ้นทะเบียนรับใบอนุญาตเป็นผู้ ประกอบวิชาชีพการแพทย์แผนไทยซึ่งประกอบด้วย 6 เล่ม ดังนี้

2.1.1 ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเวชกรรม เล่ม 1-3 โดยกองการประกอบโรคศิลปะ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพร่วมกับ คณะอนุกรรมการแผนโบราณทั่วไป จัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2541 โดยรวบรวมจากตำราที่กระทรวงสาธารณสุขรับรองและตำราอื่นๆ ที่มี อยู่นำมาเรียบเรียงเนื้อหาเกี่ยวกับโรคหรืออาการเจ็บป่วยและการรักษาเพื่อให้ศึกษาได้ง่าย และให้เป็นตำรามาตรฐานการเรียน การสอนแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขา เวชกรรมของกระทรวงสาธารณสุข (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองการประกอบโรค

ศิลปะ, 2549 ข, กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองการประกอบโรคศิลปะ, 2549 ค, กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองการประกอบโรคศิลปะ, 2549 ง)

2.1.2 ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม โดยกองการประกอบโรคศิลปะ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขร่วมกับคณะอนุกรรมการแผนโบราณทั่วไป จัดทำขึ้น ในปี พ.ศ. 2541 โดยรวบรวมจากตำราที่กระทรวงสาธารณสุขรับรองและตำราอื่น ๆ ที่มีอยู่นำมาเรียบเรียงเนื้อหาเกี่ยวกับการรักษาโรคหรืออาการเจ็บป่วยด้วยยาสมุนไพรและให้เป็นตำรามาตรฐานการเรียนการสอนแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรมของกระทรวงสาธารณสุข (สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. กองการประกอบโรคศิลปะ, มปป. ก)

2.1.3 ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาการผดุงครรภ์ โดยกองการประกอบโรคศิลปะ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพร่วมกับคณะอนุกรรมการแผนโบราณทั่วไป จัดทำขึ้นโดยรวบรวมจากตำราที่กระทรวงสาธารณสุขรับรองและตำราอื่น ๆ ที่มีอยู่นำมาเรียบเรียงเนื้อหาเกี่ยวกับการดูแลสตรีมีครรภ์และทารก เพื่อให้ศึกษาได้ง่ายและให้เป็นตำรามาตรฐานการเรียนการสอนแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาการผดุงครรภ์ ของกระทรวงสาธารณสุข (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองการประกอบโรคศิลปะ, 2549 ก)

2.1.4 หนังสือตำรับยาแผนโบราณ โดยกองการประกอบโรคศิลปะสำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุขร่วมกับคณะอนุกรรมการแผนโบราณทั่วไป ได้จัดทำหลักสูตรมาตรฐานการเรียนการสอนแผนโบราณทั่วไป พร้อมทั้งได้รวบรวมเนื้อหาจากตำราที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดและตำราอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาโรคด้วยยาตำรับต่างๆ เพื่อให้ศึกษาได้ง่ายและให้เป็นตำรามาตรฐานการเรียนการสอน โดยกองการประกอบโรคศิลปะและคณะอนุกรรมการแพทย์แผนโบราณทั่วไป ได้เล็งเห็นว่าตำรับยาต่างๆ ที่ใช้กันอยู่มีความหลากหลายไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน จึงได้รวบรวมตำรับยาต่างๆ ที่มีอยู่มาพิจารณาตรวจสอบให้ถูกต้องตามตำราที่กระทรวงสาธารณสุขได้ประกาศรับรอง ซึ่งตำราดังที่กล่าวมาถูกใช้เป็นตำราหลัก (สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. กองการประกอบโรคศิลปะ, มปป. ข)

จากนั้นรวบรวมข้อมูลสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ที่ปรากฏในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไปของกองการประกอบโรคศิลปะทั้งหมด 6 เล่ม ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยใช้คำสำคัญในการตรวจสอบและรวบรวม ได้แก่ คำว่า “ไข้” แล้วสรุปจำนวนที่รวบรวมได้ทั้งหมด

2.2 ขั้นตอนที่ 2

ตรวจสอบความซ้ำซ้อนของชื่อสมุนไพร เนื่องจากพืชสมุนไพรหนึ่งชนิดสามารถมีได้หลายชื่อ

2.3 ขั้นตอนที่ 3

จัดหมวดหมู่สมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ โดยใช้สรรพคุณของไข้เป็นเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่

3. ผลลัพธ์และการอภิปราย

การศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไปของกองการประกอบโรคศิลปะทั้งหมด 6 เล่ม ประกอบด้วย ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเวชกรรม เล่ม 1-3 ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขากายวิภาคศาสตร์ และหนังสือตำรับยาแผนโบราณซึ่งจากการรวบรวมข้อมูล พบสมุนไพรเดี่ยวที่มี

3.1 กลุ่มที่ 1 คือ ใช้ธรรมชาติที่เกิดจากความร้อน

โดยใช้ในกลุ่มนี้จะรักษาด้วยวิธีการลดไข้ด้วยการระบายความร้อนออกจากร่างกายในรูปแบบของเหงื่อ ซึ่งพบสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณรักษาไข้กลุ่มนี้จำนวน 177 ชนิด ได้แก่ 1) กรรณิการ (ดอก) 2) กันเกรา (แก่น) 3) กะพังอาด (แก่นและเนื้อไม้) 4) กระแจะ (เปลือกต้น) 5) กระพี้เขาควาย (เนื้อไม้) 6) กาสามปึก (ใบ) 7) โกฐก้านพร้าว (ราก) 8) โกฐสอ (ราก) 9) กอมขม (เนื้อไม้) 10) ขี้ครอก (ราก, เปลือกต้น) 11) คราม (ใบ) 12) ควินิน (ก้าน, ใบ, เปลือกต้น) 13) แค (ใบ) 14) จั้วป่า (ดอกแห้ง) 15) หงอนไก่ดอกกลม (ราก) 16) จันทร์กระพ้อ (แก่น, ดอก) 17) จันทร์เกราะ (เนื้อไม้) 18) จันทร์เทศ (เนื้อไม้, แก่น) 19) จันทร์ลูกหอม (เนื้อไม้) 20) จันทร์โอ (เนื้อไม้) 21) จันทนา (เนื้อไม้, แก่น) 22) จาก (นมจาก) 23) จุกโรหิณี (ราก) 24) เฉียงพ้านางแอ (เปลือกต้น) 25) ชะมวง (ใบ, ผล, ราก) 26) ชุมเห็ดไทย (ใช้ทั้ง 5) 27) ช้อยนางรำ (ใบ) 28) ตะเคียนทอง (เนื้อไม้, แก่น) 29) ตับเต่าน้อย (ราก, ต้น) 30) ตีนเป็ดต้น (เปลือกต้น, ใบ, ดอก) 31) ตีนเป็ดน้ำ (เปลือกต้น, ใบ) 32) เตยหอม (ใบ, ใบอ่อน) 33) ทองพันชั่ง (ใบ) 34) ทองหลางใบมนต่าง (ใบสด) 35) ทองโหลง (ใบ, เปลือกต้น) 36) เทียนขม (เมล็ด) 37) ธรณีสาร (ราก) 38) นุ่น (เปลือกต้น) 39) เบญจมาศบ้าน (ดอก) 40) ใบเงิน (ใบ) 41) ใบทอง (ใบ) 42) ประดู่ส้ม (แก่น, เนื้อไม้) 43) ประดู่เสน (แก่น) 44) ประทัดจีน (ราก) 45) ปลาไหลเผือก (ราก) 46) เปล้าน้ำเงิน (เปลือก, ลูก, ราก) 47) ฝางส้ม (เนื้อไม้) 48) ฝางเสน (แก่น) 49) พญาไก่เถื่อน (เนื้อไม้, ราก) 50) พญารากดำ (ดอก) 51) พญารากเดียว (ราก) 52) พริกป่า (ราก) 53) พิมเสนต้น (ใบ) 54) พุดตาน (ราก) 55) พุ่มเรียงบ้าน (ราก) 56) พุ่มเรียงป่า (ราก) 57) เพกา (ราก) 58) มะกล่ำตาช้าง (ราก) 59) มะกอกเผือก (ผล) 60) มะตูม (ราก, เปลือก, ลำต้น, ใบสด) 61) มะปราง (รากมะปรางหวาน) 62) มะปริง (ราก) 63) มะเฟือง (ใบ, ราก) 64) มะยมตัวผู้ (เปลือกต้น, ใบ) 65) มะแว้งต้น (ราก) 66) มะแอ๊คโกนี (เมล็ดใน) 67) มะฮอกกานี (เมล็ดใน) 68) ราชดัด (ราก) 69) เร่วใหญ่ (ผล) 70) ละหุ่ง (ราก) 71) ลาน (ราก) 72) เลี่ยน (ยาง) 73) ลำโพง (ราก) 74) ลำดวน (ดอก) 75) สน (แก่น) 76) สนสร้อย (ใบ) 77) ส้มเช้า (ยาง) 78) เสนียด (ใบ, ดอก) 79) สมอพิเภก (ผลอ่อน, ผลแก่) 80) สละ (ไม้ระบู่) 81) โกฐกะกลิ้ง (เปลือกต้น, เนื้อไม้, เมล็ด) 82) สะแกแสง (ใช้ทั้ง 5) 83) สะเดา (ก้าน, ยาง) 84) สารพัดพิษ (ลูก) 85) อ้อย (ต้นอ้อยแดง, ตาอ้อยแดง) 86) กระตัง (เถา) 87) กระทกรก (ราก) 88) กระทงลาย (ราก) 89) กรุงเขมา (ราก) 90) กำแพง 7 ชั้น (เถา) 91) ขี้กาแดง (ราก) 92) คัดเค้า (ราก) 93) คุคะ (เถา) 94) โคกกระออม (เถา) 95) คอเบ็ด (เถา) 96) ชะลูดขาว (ใบ, ลูก) 97) ชะลูดแดง (ราก) 98) ชิงช้าชาลี (เถา) 99) ของแมว (ราก) 100) หนุ่ยนางใหญ่ (เถา) 101) ตุมกาเครือ (เถา, ราก) 102) แดงไทย (ใบ, ดอก) 103) แดงหนู (ใบ, ลูก) 104) แดงร้าน (ใบ) 105) ตำลึง (ใบ) 106) นมวัว (เนื้อไม้, เถา) 107) น้ำเต้า (ใบ) 108) น้ำเต้าขม (ใบ) 109) บอระเพ็ด (เถา, ลูก, ราก) 110) บวบหอม (ราก) 111) เพชรกะล่ำ (ต้น) 112) เพชรหึง (เถา) 113) พักข้าว (ใบ) 114) มะระขี้นก (ใบ, เถา) 115) มะระจีน (ใบ) 116) มะลิวัลย์ (ดอก, ราก) 117) รางจืด (ราก) 118) เล็บลอก (เถา) 119) สะบ้าดำ (เมล็ด)

120) หวายโป่ง (เถา) 121) หวายลิง (เหง้า) 122) อัญชันป่า (ราก) 123) อุโลกเครือ (ต้น) 124) กะทือ (ราก, ดอก) 125) กระทือป่า (ราก) 126) กระวาน (ใบ) 127) ขมิ้นชัน (หัว) 128) ข้าวเย็นเหนือ (ต้น, ใบ) 129) ชิงแครง (เหง้า) 130) คุณ (หัว) 131) ง่อนต่า (หัว) 132) เปราะป่า (หัว) 133) ว่านมหากาฬ (หัว) 134) มหาสแดง (หัว) 135) ผักกระชับ (ราก) 136) ผักกระเฉด (ใบ, นม) 137) ผักกูด (ใบ) 138) ผักโขมหนาม (ราก) 139) ผักโขมหัด (ราก) 140) ผักตบเต้าน้ำ (ทั้งต้น) 141) ผักเบี้ย (ใบ) 142) ผักหวานบ้าน (ราก) 143) ผักหวานป่า (ราก) 144) กล้วยกระเทียมยอด (ต้น) 145) กล้วยเกล็ดหอย (ทั้งต้น) 146) กล้วยางช้าง (ทั้งต้น) 147) กล้วยาตินน (ต้น) 148) กล้วยาไต้ (ทั้งต้น) 149) กล้วยาหวดปลาต (ทั้งต้น) 150) กล้วยาปราบ (ทั้งต้น) 151) กล้วยาฝรั่ง (เถา) 152) กล้วยาพันธุ์ขาว (ทั้งต้น) 153) กล้วยาพันธุ์แดง (ทั้งต้น) 154) กล้วยาพันธุ์นา (ทั้งต้น) 155) กล้วยาพองลม (ต้น) 156) ว่านกลีบแสด (ไม่ระบุ) 157) เห็ดขี้ควาย (ไม่ระบุ) 158) เห็ดขี้วัว (ไม่ระบุ) 159) เห็ดมะพร้าว (ไม่ระบุ) 160) เห็ดหมาก (ไม่ระบุ) 161) เห็ดไม้รวก (ไม่ระบุ) 162) ต้นกระชับ (ไม่ระบุ) 163) มะแว้งเครือ (ไม่ระบุ) 164) มะขามเครือ (ไม่ระบุ) 165) ชิงชีเครือ (ไม่ระบุ) 166) ผักพังพวย (ไม่ระบุ) 167) ว่านร้อนทอง (ไม่ระบุ) 168) ดอกอังกาบ (ดอก) 169) ชิงแห้ง (ไม่ระบุ) 170) หัวถั่วพู (ไม่ระบุ) 171) รากแฝกหอม (ราก) 172) กฤษณา (ไม่ระบุ) 173) ขอนดอก (ไม่ระบุ) 174) หอมแดง (ใบ) 175) ต้นจันทน์แดง (แก่น, เนื้อไม้) 176) นมพิลิต (เถา) 177) ดีหมี (เนื้อไม้)

3.2 กลุ่มที่ 2 คือ ไม้ที่มีความร้อนสูง

โดยใช้ในกลุ่มนี้จะรักษาด้วยวิธีการลดไข้ร่วมกับการกระตุ้นพิษไข้ด้วยการระบายความร้อน เพื่อลดไข้ออกจากร่างกายผ่านทางผิวหนังทำให้เกิดการผุดของตุ่ม ผื่นและการถ่ายพิษร้อนออกจากร่างกายด้วยการขับปัสสาวะและการถ่ายอุจจาระ ซึ่งพบสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณรักษาไข้กลุ่มนี้จำนวน 71 ชนิด ได้แก่ 1) กระดังใบ (ราก) 2) กระถินไข่ (ราก) 3) กระถินพิมาน (เห็ดที่เกิดจากไม้กระถินพิมาน) 4) กระท้อนป่า (ราก) 5) กรวยป่า (ดอก) 6) กล้วยตบ (ราก) 7) กวาวตัน (ดอก) 8) ก้างปลาแดง (ราก) 9) ก้างปลาทะเล (ราก) 10) โกฎจุฬาลัมภา (ทั้งต้น) 11) ขี้เหล็กบ้าน (ใบ, กระพี้, ราก) 12) เขยตาย (ราก) 13) คนทา (รากอ่อน, ต้น) 14) คุณ (ดอก) 15) ไคร้เครือ (ราก) 16) เหงือกปลาหมอ (ราก) 17) ชาก (เถา) 18) ท้ายายม่อม (ต้น) 19) นมนาง (เนื้อไม้, ราก) 20) เนระพูสี (ต้น, เหง้า) 21) ประดู่ขาว (ใช้ทั้ง 5) 22) ฝ้ายแดง (ใบ) 23) พญาปล้องทอง (ต้น) 24) พุงดอ (ราก) 25) มะกรูด (ราก) 26) มะเดื่อชุมพร (ราก) 27) มะพร้าว (ราก, รากอากาศ) 28) มหาละลาย (เนื้อไม้) 29) มหาสดำ (เนื้อไม้) 30) มะอึก (ราก) 31) หมาก (ใบ, ทลายหมาก) 32) หมากผู้ (ใบ) 33) เหมือดคน (เนื้อไม้, ราก) 34) ยาดำ (ไม่ระบุ) 35) ระวัง (ใบ) 36) เร่วน้อย (ต้น, ดอก, ผล) 37) สมิ (ใบ) 38) สมอไทย (ผล) 39) อุโลก (แก่น, เปลือกไม้, ราก) 40) กระทุงหมาบ้า (เถา) 41) กล้วยานาง (ราก) 42) กล้วยานางแดง (ราก) 43) สลอดน้ำ (ราก) 44) หวายตะค้า (เถา, ต้น) 45) คล้า (หัว) 46) บัวหลวง (เหง้า, ดอก, เถา, ใบ) 47) หวายตะมอย (กาบกำกัที่พองโต) 48) ผักกาดนา (ทั้งต้น) 49) ผักชีลา (ลูก, ราก) 50) ขัดมอน (ราก) 51) กล้วยาชันกาด (หัว) 52) กล้วยาตินกา (ต้น) 53) กล้วยาปากควาย (ทั้งต้น) 54) กล้วยาแพรก (ทั้งต้น) 55) ว่านดักแด้ (ไม่ระบุ) 56) เห็ดงูเห่า (ไม่ระบุ) 57) เห็ดกล้วยาแพรก (ไม่ระบุ) 58) เห็ดกล้วยาหวาย (ไม่ระบุ) 59) เห็ดตาล (ไม่ระบุ) 60) เห็ดเตย (ไม่ระบุ) 61) เห็ดมะขาม (ไม่ระบุ) 62) เห็ดไม้แดง (ไม่ระบุ) 63) เห็ดไม้ตบเต้า (ไม่ระบุ) 64) เห็ดรางแห (ไม่ระบุ) 65) ถอบแถบเครือ (ไม่ระบุ) 66) เห็ดไม้รัง (ไม่ระบุ) 67) เล็บครุฑ (ราก) 68) ชิงชี (ราก, ใบ) 69) ทรงบาดาล (ราก) 70) หนามไก่ (ราก) 71) หนาวเดือนห้า (เถา)

3.3 กลุ่มที่ 3 คือ ใช้ที่มีความเฉพาะ

ซึ่งพบสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณรักษาไข้กลุ่มนี้จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ 1) ครอบสีฟัน (ราก) สรรพคุณ แก้ไข้ผอมเหลือง 2) ส้มกบ (ใบ) สรรพคุณ แก้ไข้คอตัน 3) เอื้อง (ต้น, ราก, ใบ) สรรพคุณ แก้ไข้เนื่องจากการอักเสบในช่องคลอดสตรีหลังการคลอดบุตร 4) คนที สอขาว (ดอก) สรรพคุณ แก้ไข้ในหญิงตั้งครรภ์ 5) นมแมว (เนื้อไม้, ราก) สรรพคุณ ไข้ที่ประทุ 6) หนามหัน (ราก) สรรพคุณ กล่อมโลหิต แก้ไข้พระดู 7) ขันทองพยาบาท (เนื้อไม้) สรรพคุณ แก้ลมพิษ แก้ไข้ แก้กามโรค การจัดกลุ่มสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณในการแก้ไข้ตามสรรพคุณได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ไข้ธรรมดาที่เกิดจากความร้อน 2) ไข้ที่มีความร้อนสูงที่รักษาด้วยการกระตุ้นพิษไข้ และ 3) ไข้ที่มีความเฉพาะ โดยสมุนไพรเดี่ยวที่มีการนำมาใช้รักษาอาการไข้ตาม 3 กลุ่ม ในปัจจุบันและได้มีผลการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของสมุนไพรหลายชนิด เช่น บอระเพ็ด ซึ่งมีการศึกษาของ บุญเยี่ยม คงศักดิ์ตระกูล และคณะ ได้มีการศึกษาฤทธิ์ในการลดไข้ของบอระเพ็ด พบว่า สารสกัดจากบอระเพ็ด ขนาด 300, 200, 100 มก./กก. ตามน้ำหนักตัวสามารถใช้ลดไข้ได้ และการศึกษาวิจัยฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของย่านาง พบว่า ย่านางมีฤทธิ์ลดไข้ และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรียได้ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2554) จากข้อมูลข้างต้นเป็นเพียงการยกตัวอย่างสมุนไพรเดี่ยวบางชนิดที่มีผลการวิจัยรองรับในการรักษาอาการไข้เท่านั้น ซึ่งในการรักษาอาการไข้ตามตำราการแพทย์แผนไทย ยังสามารถรักษาได้ด้วยตำรับยา ซึ่งเป็นการรวมกลุ่มสมุนไพรตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมาปรุงรวมกันออกมาเป็นตำรับยา โดยมีหลักการในการปรุงยาตามโครงสร้างของยาไทย คือ 1. ตัวยาตรง 2. ตัวยาช่วย 3. ตัวยาประกอบ ซึ่งในแต่ละตำรับอาจมีตัวยาครบทั้ง 3 กลุ่ม หรือมีกลุ่มยาเพียง 2 ใน 3 กลุ่ม ก็ได้ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการแก้อาการเจ็บป่วยนั้นๆ การนำตัวยามาปรุงรวมกันเป็นตำรับ มีข้อดีคือ ทำให้มีความปลอดภัยและเห็นผลการรักษาได้ดีกว่าการใช้สมุนไพรเดี่ยว เนื่องจากการเข้าตำรับจะช่วยให้การออกฤทธิ์เป็นองค์รวม ในปัจจุบันแพทย์แผนไทยได้มีการนำตำรับยาจันทน์ลีลามายใช้ในการรักษาอาการไข้ ซึ่งมีผลของการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา พบว่าสารสกัดตำรับยาจันทน์ลีลา มีฤทธิ์แก้ไข้ แก้ปวด และต้านการอักเสบได้ (นพมาศ สุนทรเจริญนนท์, 2556) ซึ่งมีความปลอดภัยต่อคนไข้ อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังเป็นการสร้างมาตรฐานในการผลิตและพิสูจน์สรรพคุณตามหลักสากลซึ่งจะช่วยเพิ่มศักยภาพของตำรับยาจันทน์ลีลา และสามารถพัฒนารูปแบบยาแผนโบราณให้นำใช้และสะดวกแก่ผู้บริโภคอีกด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้ยารักษาอาการไข้ไม่เพียงมีแค่สมุนไพรเดี่ยวเท่านั้น แต่ยังพบการนำยาในรูปแบบตำรับมาใช้ในการรักษาอาการไข้อีกด้วย เช่น ตำรับยาจันทน์ลีลา ตำรับยาเขียวหอม ตำรับยาประสะจันทน์แดง ตำรับยาประสะเปราะใหญ่ ตำรับยาหาราก และตำรับยามหานิลแห่งทอง ซึ่งยาทั้ง 6 ตำรับนี้ ได้ประกาศไว้ในบัญชียาหลักแห่งชาติให้มีการนำมาใช้รักษาไข้ในปัจจุบันตามสถานบริการสุขภาพต่างๆ ทางแพทย์แผนไทยอีกด้วย

4. บทสรุป

ผลการศึกษาในครั้งนี้เป็นการรวบรวมสมุนไพรเดี่ยวที่มีสรรพคุณแก้ไข้ในตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไปของกองการประกอบโรคศิลปะ ซึ่งตรวจสอบความซ้ำซ้อนของชื่อสมุนไพรแล้ว พบจำนวนทั้งหมด 255 ชนิด โดยสามารถจัดกลุ่มในการแก้ไข้ตามสรรพคุณได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) ไข้ธรรมดาที่เกิดจากความร้อน 2) ไข้ที่มีความร้อนสูงที่รักษาด้วยการกระตุ้นพิษไข้ และ 3) ไข้ที่มีความเฉพาะ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยการดูแลเอาใจใส่และความช่วยเหลือจากอาจารย์ของวิทยาลัยการแพทย์การแพทย์พื้นบ้านและการแพทย์ทางเลือก รวมไปถึงการชี้แนะและให้คำแนะนำแสดงความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่องานศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ยิ่งยง เทาประเสริฐ และอาจารย์ ดร.กัญยานุช เทาประเสริฐ ที่ให้คำปรึกษาและเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำในด้านองค์ความรู้เรื่องไข้ รวมไปถึงสมุนไพรที่ใช้ในการรักษาอาการไข้ทั้งสมุนไพรเดี่ยวและตำรับยาที่เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองการประกอบโรคศิลปะ. (2549ก). ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาการผดุงครรภ์. นนทบุรี: บริษัท ไท ภูมิ พับลิชชิ่ง จำกัด
- กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองการประกอบโรคศิลปะ. (2549ข). ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเวชกรรม เล่ม 1. นนทบุรี: บริษัท ไท ภูมิ พับลิชชิ่ง จำกัด
- กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองการประกอบโรคศิลปะ. (2549ค). ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเวชกรรม เล่ม 2. นนทบุรี: บริษัท ไท ภูมิ พับลิชชิ่ง จำกัด
- กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ. กองการประกอบโรคศิลปะ. (2549ง). ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเวชกรรม เล่ม 3. นนทบุรี: บริษัท ไท ภูมิ พับลิชชิ่ง จำกัด
- กระทรวงสาธารณสุข. (2556). บัญชียาหลักแห่งชาติ: ยาแก้ไข้. ค้นเมื่อ 27 พฤศจิกายน 2566. <https://ttm.skto.moph.go.th>
- นพมาศ สุนทรเจริญนนท์. (2556). ตำรับยาจันทน์ลีลาจากภูมิปัญญาสู่งานวิจัย. ค้นเมื่อ 29 พฤศจิกายน 2566. <https://pharmacy.mahidol.ac.th>
- บุญเทียม คงศักดิ์ตระกูล, รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล, วิสสุตา สุวิทย์วัฒน์, สมใจ นครชัย และยุวดี วงษ์กระจ่าง. (2537). การศึกษาฤทธิ์ลดไข้ของบอระเพ็ด. วารสารเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 21(1): 1-6.
- สำนักโรคติดต่อทั่วไป. กรมควบคุมโรค. กระทรวงสาธารณสุข. (2555). โรคติดต่อทั่วไปและภัยสุขภาพ. ค้นเมื่อ 9 พฤศจิกายน 2566. <https://ddc.moph.go.th>.
- สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล. (2554). ย่านางอาหารเป็นยา. ค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2566. <https://pharmacy.mahidol.ac.th>.
- สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. กองการประกอบโรคศิลปะ. (2537). ตำราแพทย์แผนโบราณทั่วไป สาขาเภสัชกรรม. กองการประกอบโรคศิลปะ. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข

บทความวิจัย

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารสกัดจากตำรับยาเบญจโกฐ ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมทรี

Antioxidant Activity and Gas Chromatography Mass Spectrometry Analysis of the Composition of Ben-Ja-Kot Recipe Extract

วิไลวรรณ ไชกะวียง^{1,2} จิรณญา พรหมเชียง¹ อารีญา ช้างทอง¹ ปราณี ศรีราช¹ รัชฎาวรรณ อรรคนิมาตย์^{1*}

¹สาขาแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร 47160

²โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านด่อน ตำบลสร้างค้อ อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร 47180

Wilaiwan kaikawing^{1,2} Jirunya promchiang¹ Areeya Changthong¹ Pranee Sriraj¹ Ratchadawan Aukkanimart^{1*}

¹Department of Thai Traditional Medicine, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus, Phang Khon District, Sakon Nakhon Province 47160

²Ban Ton Subdistrict Health Promoting Hospital, Sang Kho Subdistrict, Phu Phan District, Sakon Nakhon Province 47180

* Corresponding author. E-mail address: Ratchadawan.au@Rmuti.ac.th ; Telephone: 085 4611959

วันที่รับบทความ 10/มกราคม/2567; วันที่แก้ไขบทความ 25/มีนาคม/2567; วันที่ตอบรับบทความ 22/มิถุนายน/2567

บทคัดย่อ

ตำรับยาเบญจโกฐเป็นตำรับยาทางการแพทย์แผนไทยประกอบด้วย โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง และโกฐจุฬาลัมพา โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและวิเคราะห์หาสารสำคัญ ในสมุนไพรเดี่ยวและตำรับยาเบญจโกฐชันน้ำและเอทานอล ด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมทรี (GCMS) ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดโกฐสอชันน้ำมีปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุดเท่ากับ 32.51 ± 0.63 และสารสกัดโกฐเชียงชันเอทานอล มีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุดเท่ากับ 47.44 ± 0.43 mg GAE/g extract และการทดสอบหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมพบว่าเบญจโกฐชันน้ำมีค่ามากที่สุดคือ 40.70 ± 0.20 และสารสกัดโกศเชียงชันเอทานอลมีค่ามากที่สุดคือ 99.70 ± 0.17 mg QAE/g extract ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดย DPPH assay พบว่าสารสกัดชันน้ำของโกฐหัวบัวมีค่า IC₅₀ เท่ากับ $1,149.00 \pm 41.43$ µg/ml และสารสกัดชันเอทานอลโกฐเชียงมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 780.17 ± 12.04 , µg/ml และวิธี ABTS พบว่าสารสกัดโกฐหัวบัวชันน้ำ มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 64.14 ± 3.66 µg/ml สารสกัดชันเอทานอลพบว่าโกฐเชียง มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 391.37 ± 5.29 µg/ml และการศึกษาสารสำคัญโดย GCMS พบว่า สารสกัดโกฐสอชันน้ำพบ 11 ชนิด ชันเอทานอลพบสาร 16 ชนิด โกฐเขมาชันน้ำพบสาร 11 ชนิด ชันเอทานอลพบสาร 9 ชนิด โกฐหัวบัวชันน้ำ พบสาร 14 ชนิด ชันเอทานอลพบสาร 21 ชนิด โกฐเชียงชันน้ำพบสาร 8 ชนิด ชันเอทานอลพบ 19 ชนิด โกฐจุฬาลัมพาชันน้ำพบสาร 8 ชนิด ชันเอทานอล พบสาร 20 ชนิด และตำรับยาเบญจโกฐชันน้ำพบสาร 5 ชนิด ชันเอทานอลพบสาร 4 ชนิด ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการศึกษาต่อถึงฤทธิ์ลดไข้ของตำรับยานี้ได้

คำสำคัญ ; เบญจโกฐ ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม แก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมทรี

Abstract

Ben-Ja-Kot (BJK) recipe of Thai Traditional Medicine contains of 5 species of herb *Angelica dahurica* (AD), *Atractylodes lancea* (AL), *Ligusticum sinense* (LS), *Angelica sinensis* (AS) and *Artemisia annua* (AA) have been used for fever of mucus and asthma cough. The aims of this study were 1) to study total phenolic content and flavonoid content 2) to study antioxidant activity by DPPH and ABTS assay and 3) to study compounds was determined bioactive compound by GC-MS analysis of Ben-Ja-Kot (95% ethanol and aqueous) extract. The results of the research indicated that total phenolic content was showed highest in the aqueous extracts of AD (32.51 ± 0.63 mg GAE/g extract) and ethanolic extracts was AS (47.44 ± 0.43 mg GAE/g extract). Total flavonoid content of aqueous extracts had the highest of BJK (40.70 ± 0.20 mg QAE/g extracts) and for ethanolic extracts was AS (99.70 ± 0.17 mg QAE/g extract). The ability on antioxidant scavenging by DPPH was found the highest effective of aqueous was LS by IC₅₀ value $1,149.00 \pm 41.43$ µg/ml. For ethanolic extract of AS (780.17 ± 12.04 µg/ml). For scavenging ability by ABTS had the highest effect aqueous extract of LS as IC₅₀ values 64.14 ± 3.66 µg/ml and for ethanolic extracts was AS IC₅₀ values 391.37 ± 5.29 µg/ml. GC-MS analysis of aqueous and ethanolic extract were 11 and 16 compounds of AD. AL was detected 11 aqueous compounds and of 9 compounds ethanolic extracts. Aqueous of LS was found 14 compounds and 21 compounds in ethanolic extracts. AS aqueous and ethanolic were found 8 and 19 compounds. AA aqueous and ethanolic were 8 and 20 compounds. In addition, two solvent extracts of Ben-Ja-Kot aqueous and ethanolic were 5 and 4 compounds, respectively. Further work is progress forwards understanding this recipes role as an antipyretic activity.

Keywords; Ben-Ja-Kot, Antioxidant, Total phenolic content, Total flavonoid content, Gas Chromatography-Mass Spectrometry

1. บทนำ

ในปัจจุบันร้อยละ 80 ของประชากร องค์การอนามัยโลกสำรวจพบว่า ประชากรมีความเชื่อการรักษาโรคหรือความเจ็บป่วยเบื้องต้นไปจนถึงการเจ็บป่วยเรื้อรังที่ยากแก่การรักษา โดยใช้รูปแบบภูมิปัญญาพื้นบ้าน พืชพรรณหรือยาสมุนไพรเป็นทางเลือกแรกในการดูแลสุขภาพ (Craig et al., 1999) โรคที่เจ็บป่วยได้บ่อยคือ ไข้ เช่น ไข้หวัด ไข้หวัดใหญ่ ไข้มีผื่นหรือตุ่มขึ้น ไข้เลือดออก มาลาเรีย ไทฟอยด์ (Sitticha et al., 2020) เป็นต้น ตามทฤษฎีการแพทย์แผนไทย อาการไข้เกิดจากธาตุไฟกำเริบ ธาตุไฟมี 4 ประการ เรียกว่า จตุกาลเตโช ได้แก่ ไฟอบอุณร่างกาย (สันตปัคคี) ไฟย่อยอาหาร (ปริณามัคคี) ไฟที่ทำให้จิตใจเร่าร้อน (ปริทัยัคคี) และไฟที่เผาไหม้ทำให้ร่างกายแก่ชรา (ชิรณัคคี) ธาตุไฟกำเริบเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การอยู่ในพื้นที่ที่มีอากาศร้อน การตากแดด และสาเหตุอื่น ๆ อีกมากมาย ในปัจจุบันการแพทย์และสมุนไพร การแพทย์แผนไทย ได้รับความนิยมนำมาใช้มากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ตำรับยาจันทลีลา (Sireeratawong et al., 2012) ตำรับยาเบญจโกฐ ที่มีฤทธิ์แก้ไข้ ด้านอนุมูลอิสระได้เป็นอย่างดี โกฐทั้ง 5 เป็นพืชกัญชาในทาง การแพทย์แผนไทย ประกอบด้วยโกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง และโกฐจุฬาลัมพา มีสรรพคุณ แก้ไข้เพื่อเสมหะ หืดไอ แก้โรคปอด โรคในปากคอ แก้ลมในกองธาตุ ชูกำลัง บำรุงโลหิต สารประกอบในโกฐทั้ง 5 มีรายงานฤทธิ์ทางชีวภาพหลายอย่างเช่น

กลุ่มโพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ในโกฐเชียงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Zhuang et al., 2018) สโคโปเลติน (scopoletin) ในโกฐจุฬาลัมพามีฤทธิ์แก้ไอ และต้านการอักเสบ (Shinyuy et al., 2023) สมุนไพรจัดเป็นพืชที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต มีคุณค่าทางด้านการป้องกันและรักษาโรค ถือเป็นภูมิปัญญาพื้นบ้านที่สืบทอดกันมา (วัชรพล และธนพร, 2562) สมุนไพรหลายชนิดมีบทบาทในการป้องกันโรคเรื้อรัง ชะลอความเสื่อมของร่างกายและฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมายที่ยังไม่ได้รับการเผยแพร่เชิงประจักษ์ มีรายงานการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งกระบวนการออกซิเดชันของพืชสมุนไพรเพื่อเป็นแนวทางในการนำมาใช้ส่งเสริมการรักษาโรคอย่างแพร่หลาย (ยุพา และไมตรี, 2561) เช่น วิตามินซี เบต้าแคโรทีน (beta-carotene) สารกลุ่มโพลีฟีนอลิก (polyphenolics) เช่น ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นต้น ซึ่งสารกลุ่มนี้มีบทบาทสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ (ชมัยพรและคณะ, 2562) ดังนั้นการศึกษานี้จึงสนใจศึกษาตำรับยาเบญจโกฐ (โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง และโกฐจุฬาลัมพา) ศึกษาสารสำคัญด้วยวิธี GC-MS ศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ รวมถึงปริมาณสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวม เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำตำรับยาที่มีสมุนไพร 5 สิ่ง ไปใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์แผนไทยต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 รูปแบบการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) เป็นการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวม ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ และองค์ประกอบทางเคมีที่พบใน ตำรับยาเบญจโกฐ (โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง และโกฐจุฬาลัมพา) ซึ่งมีแหล่งที่มาจากร้านสมุนไพรแห่งหนึ่ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร

2.2 ขั้นตอนการทดลอง

การสกัดเบญจโกฐ ขั้นตอนการสกัดสารสำคัญ นำโกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง และโกฐจุฬาลัมพา ปริมาณชนิดละ 10 กรัม และพิกัดเบญจโกฐ 50 กรัม ผสมในน้ำกลั่น และ 95% เอทานอล (1:10 w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรองขนาด 0.45 μm และนำไปทำการระเหยโดยใช้เครื่อง evaporator นำสารสกัดเก็บไว้ที่ -20°C (Bai et al., 2016)

2.3 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (total phenolic content)

นำตำรับยาเบญจโกฐ (1 mg/ml) หยดลงใน 96-well plate เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 60 μl เติมสารละลาย 10% Folin-cloalateau reagent จากนั้นเติมสารละลาย Sodium carbonate ความเข้มข้น 7.5% ตั้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 nm หาปริมาณฟีนอลิกรวมหาได้จากการนำค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลาย gallic acid (ความเข้มข้น 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320 และ 640 $\mu\text{g}/\text{ml}$) ปริมาณที่ได้แสดงในหน่วย mg GAE/g extract (Aryal et al., 2019)

2.4 การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (Total Flavonoid Content)

นำตำรับยาเบญจโกฐ (1mg/ml) หยดลงใน 96-well plate และเติมสารละลาย 10% aluminium chloride ปริมาตร 50 μl ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที นำไปวัดค่าดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น 435 nm ใช้สาร quercetin เป็นสารมาตรฐาน (ความเข้มข้น 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320 และ 640 $\mu\text{g}/\text{ml}$)

ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมหาได้จากการนำค่าดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐานของสาร (quercetin) ปริมาณที่แสดงในหน่วย mg QAE/g extract (Sembiring et al., 2018)

2.5 การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดโกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐจุฬาลัมพา วิธี DPPH assay

เตรียมสารละลาย DPPH 0.4 μ M (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ละลายในเอทานอล 95% นำไปเจือจางด้วยเอทานอลให้ได้ค่าดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.6 ± 0.02 (Dumore et al., 2020) เตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox (0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, 0.03125, 0.015625 และ 0.0078125 mM) เตรียมสารสกัดสารสกัดโกฐทั้ง 5 (10, 20, 40 80, 160, 320 และ 640 μ g/ml) จากนั้นเติมเอทานอล (blank) และ เติม Trolox (positive control) และสารสกัดลงใน 96-well plate ปริมาตร 50 μ l (ทำการทดสอบอย่างละ 3 ซ้ำ) จากนั้นเติมสารละลาย DPPH 50 μ l บ่มในที่มืด 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 517 nm และนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% radical scavenging) (Zhang et al., 2020) นำค่า % radical scavenging activity ของสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆ มาสร้างกราฟ เพื่อคำนวณหาค่า IC₅₀ (ความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ค่า % radical scavenging activity ลดลง 50%)

2.6 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS 2,2'-Azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)

โดยดัดแปลงวิธีของ (Re et al., 2000) เตรียมสารละลาย ABTS ความเข้มข้น 7 mM ใน deionized water ผสมกับ K₂O₈S₂ ความเข้มข้น 2.45 mM บ่มในที่มืด อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเจือจางด้วยเอทานอลและวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 nm ให้มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.70 ± 0.02 และเตรียมสารสกัด ปริมาตร 50 μ l ผสมกับสารละลาย ABTS ปริมาตร 100 μ l ลงใน 96-well microplate บ่มในที่มืดเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง microplate reader ที่ความยาวคลื่น 734 nm การทดลองที่ได้โดยคำนวณหา % radical scavenging นำค่า % free radical Inhibition ของสารสกัดที่ความเข้มข้นต่างๆ มาสร้างกราฟ เพื่อคำนวณหาค่า IC₅₀ (ความเข้มข้นของสารสกัดที่ทำให้ค่า % ABTS free radical Inhibition ลดลง 50%)

2.7 การหาสารสำคัญในสมุนไพร โดยใช้เทคนิค Gas chromatograph mass spectrometer (GC-MS)

เตรียมสารสกัดสมุนไพรเดี่ยวและตำรับให้มีความเข้มข้น 10 μ g/ml และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS (ยี่ห้อ shimadzu GCMS-QP2020) สภาวะการวิเคราะห์ ฉีดที่ปริมาตร 1 μ l (split ratio เท่ากับ 5:1) โดยต้องอุณหภูมิส่วนที่ฉีดสาร 250 $^{\circ}$ C ใช้คอลัมน์คือ TR-5MS (30 m x 0.25 mm x 0.25 μ m) ตั้งอัตราการไหลของก๊าซฮีเลียมเข้าคอลัมน์เป็น 5.0 μ l/นาที ส่วนอุณหภูมิคอลัมน์จะตั้งโปรแกรมโดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 100 $^{\circ}$ C นาน 1 นาที จากนั้นเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็ว 20 $^{\circ}$ C/นาที ถึงอุณหภูมิ 150 $^{\circ}$ C นาน 2 นาที แล้วเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็ว 10 องศาเซลเซียสต่อนาทีจนถึงอุณหภูมิ 200 $^{\circ}$ C ปรับอัตราเร็วเป็น 10 $^{\circ}$ C/นาที จนถึงอุณหภูมิ 250 $^{\circ}$ C ส่วนของ MS (ยี่ห้อ agilent technology, รุ่น 5973N mass selective detector, EIMS, electron energy, 70 eV, USA) เป็น MS quadruple ที่ต่อกับ GC โดยตรง) และอุณหภูมิของ ion source เป็น 230 $^{\circ}$ C ในระบบ electron impact ionization (EI) โดยให้ผลการแยกองค์ประกอบของเป็น total ion chromatogram (TIC) ใน ระบบ scan mode ใช้ช่วงของ mass 35 ถึง 500 AMU (atomic mass unit) ประมวลผลด้วย Agilent chem station data system การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

พิสูจน์เอกลักษณ์ขององค์ประกอบทางเคมีโดยเปรียบเทียบสเปกตรัมกับสเปกตรัมมาตรฐานใน Wiley version 5 NIST 5 library แสดงผลเป็นร้อยละของพื้นที่ใต้พีคสัมพัทธ์ (% relative peak area) (จันคณา และคณะ, 2559)

2.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมปริมาณ ฟลาโวนอยด์รวม รายงานผลการทดสอบเป็นค่าเฉลี่ย (means)±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรเดี่ยว 5 ชนิด และตำรับเบญจโกฐ โดยใช้การวิเคราะห์ One-way ANOVA จากนั้นเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรเดี่ยว 5 ชนิด และตำรับเบญจโกฐที่การสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกันใช้ Independent t-test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

3. ผลลัพธ์และการอภิปราย

3.1 ผลการวิจัย

3.1.1 ผลการศึกษาร้อยละผลผลิตของสมุนไพร พบว่า โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐจุฬาลัมพา และตำรับยาเบญจโกฐ ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล พบว่ามี %yield เท่ากับ 5.30, 10.50, 12.20, 11.20, 13.20, 28.64 ตามลำดับ และสารสกัดขึ้นน้ำ พบว่ามี %yield เท่ากับ 29.50, 11.30, 30.00, 42.30, 15.20, 30.80 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา (Liyana et al., 2005) ได้ศึกษาวิจัยของผลผลิตของ โกฐสอ โกฐเขมา โกฐหัวบัว โกฐเชียง โกฐจุฬาลัมพา สกัดด้วยเอทานอล 95% พบว่ามี %yield เท่ากับ 5.12, 16.18, 12.19, 15.05, 9.27 ตามลำดับ และการสกัดด้วยน้ำมี %yield เท่ากับ 9.78, 19.29, 17.83, 7.94, 11.16 ตามลำดับ ซึ่งการศึกษานี้พบว่ามีค่ามากกว่าการศึกษาที่ผ่านมา

3.1.2 ผลการศึกษาปริมาณฟีนอลิกรวม พบว่าสารสกัดโกฐเชียงขึ้นเอทานอล มีปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุด ค่าเท่ากับ 47.44 ± 0.43 mg GAE/g extract ซึ่งมีค่ามากกว่าการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Wang et al., (2017) คือ 30.00 ± 0.13 mg GAE/g extract รองลงมาคือ เบญจโกฐขึ้นเอทานอล และโกฐจุฬาลัมพาขึ้นเอทานอล ซึ่งมีค่ามากกว่าการศึกษาก่อนหน้าของ Makchuchit et al. (2010) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณวัตถุดิบตั้งต้นและวิธีการสกัด สัดส่วนตัวทำละลาย ระยะเวลาในการสกัดต่างกัน ส่วนสารสกัดขึ้นน้ำพบว่า โกฐสอขึ้นน้ำมีปริมาณฟีนอลิกมากที่สุด 32.51 ± 0.63 mg GAE/g extract extract ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Nalinratana et al. (2014) (29.54 ± 3.09 mg GAE/g extract) รองลงมาคือโกฐจุฬาลัมพาและเบญจโกฐ แสดงในตารางที่ 1

3.1.3 ผลการศึกษาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม พบว่าสารสกัดว่าโกฐเชียงขึ้นเอทานอล มีปริมาณฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 99.70 ± 0.17 mg QAE/g extract ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการศึกษาที่ผ่านมาของ Filipiak-Szok et al. (2014) เนื่องจากแหล่งที่มาของสมุนไพรและการสกัดต่างกัน รองลงมาคือ พิกัดเบญจโกฐขึ้นเอทานอล ส่วนปริมาณฟลาโวนอยด์ของสารสกัดขึ้นน้ำ พบว่าสารสกัดพิกัดเบญจโกฐมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 40.70 ± 0.20 mg QAE/g extract เนื่องจากไม่มีรายงานปริมาณฟลาโวนอยด์ของพิกัดเบญจโกฐ แต่มีรายงานของตำรับยาสมุนไพรพบว่าปริมาณฟลาโวนอยด์ใกล้เคียงกันของ Tuekaew et al. (2014) ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในยาหอมอินทจักร์ เท่ากับ 8.41 ± 0.36 mg QAE/g extract รองลงมาคือโกฐหัวบัวขึ้นน้ำ (23.60 ± 0.45 mg QAE/g extract) มีค่า

มากกว่าการศึกษาก่อนหน้านี้ของ (Song et al., 2010) ดังแสดงในตารางที่ 2 สรุปได้ว่าโกฐเชียงชั้นเอทานอล มีปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงสุด

ตารางที่ 1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในหอมแดงและเปลือกหอมแดง

Sample extract	Total phenolic content (TPC) mg GAE/g extract	
	95 % ethanol	Aqueous
โกฐสอ (<i>Angelica dahurica</i>)	021.35±0.30 ^b	32.51±0.63 ^{*d}
โกฐเขมา (<i>Atractylodes lancea</i>)	07.51±0.29 ^{*a}	03.50±0.34 ^a
โกฐหัวบัว (<i>Ligusticum sinense</i>)	02.41±0.38 ^a	011.46±0.08 ^b
โกฐเชียง (<i>Angelica sinensis</i>)	47.44±0.43 ^{*c}	13.55±0.27 ^b
โกฐจุฬาลัมพา (<i>Artemisia annua</i>)	20.76± 0.13 ^b	24.32±0.32 ^{*c}
เบญจโกฐ (<i>Ben-Ja-Kot</i>)	38.66±0.41 ^c	14.21±0.11 ^b

หมายเหตุ เปรียบเทียบสมุนไพรชนิดเดียวกันระหว่างชั้นเอทานอล กับชั้นน้ำ และ a,b,c,d ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.1.4 ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าโกฐหัวบัวชั้นน้ำมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดมีค่า IC50 เท่ากับ 1,149.00±41.43 µg/ml แต่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการศึกษาที่ผ่านมาของ Wang et al. (2011) สารสกัดโกฐเชียงชั้นเอทานอลมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีค่า IC50 เท่ากับ 780.17±12. µg/ml มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการศึกษาที่ผ่านมาของ Nalinratana et al. (2014) ทั้งนี้เนื่องจากการเตรียมสารสกัดด้วยวิธีที่ต่างกันทั้งระยะเวลาการสกัด สัดส่วนของตัวทำละลาย ซึ่งโกฐเชียงและโกฐหัวบัว มีสาร Ethyl Oleate, Linoleic acid ethyl ester ที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้

3.1.5 ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS พบว่าโกฐหัวบัวชั้นน้ำ มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดมีค่า IC50 เท่ากับ 64.14±3.66 µg /ml มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดซึ่งดีกว่าการศึกษาที่ผ่านมาของ (Senizza et al., 2021) ผลการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ในสารสกัดชั้นเอทานอล พบว่าสารสกัดโกฐเชียงมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีค่า IC50 เท่ากับ 391.37±5.29 µg/ml ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพดีกว่ากับการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Li et al. (2009) และการศึกษาครั้งนี้พบว่าสารสกัดเบญจโกฐชั้นเอทานอล มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดค่า IC50 เท่ากับ 890±32.98 µg/ml จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวิธี DPPH พบว่าสารสกัดของโกฐเชียงชั้นเอทานอล มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าที่สุด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวิธี ABTS พบว่าสารสกัดของโกฐหัวบัวชั้นน้ำมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ทั้งนี้ศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระของสมุนไพรยังพบว่าน้อยกว่าสารมาตรฐาน Trolox (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 2 ปริมาณปริมาณฟลาโวนอยด์สารสกัด

Sample extract	Total flavonoid content (TFC) mg QAE/g extract	
	95 % ethanol	Aqueous
โกฐสอ (<i>Angelica dahurica</i>)	39.93±0.31 ^a	15.90±0.30 ^b
โกฐเขมา (<i>Atractylodes lancea</i>)	91.90±0.26 ^{*b}	4.30±0.36 ^a
โกฐหัวบัว (<i>Ligusticum sinense</i>)	90.67±0.47 ^{*b}	23.60±0.45 ^c
โกฐเชียง (<i>Angelica sinensis</i>)	99.70±0.17 ^{*c}	17.53±0.41 ^b
โกฐจุฬาลัมพา (<i>Artemisia annua</i>)	99.00±0.26 ^{*c}	22.83±0.25 ^c
เบญจโกฐ (<i>Ben-Ja-Kot</i>)	99.50±0.36 ^{*c}	40.70±0.20 ^d

หมายเหตุ * เปรียบเทียบสมุนไพรชนิดเดียวกันระหว่างชั้นเอทานอล กับชั้นน้ำ และ ^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 3 การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเบญจโกฐ (DPPH assay)

Sample extract	DPPH assay (µg/ml) IC50	
	95 % ethanol	Aqueous
โกฐสอ (<i>Angelica dahurica</i>)	1,197.20±13.81 ^d	1,312.29±17.11 ^{*c}
โกฐเขมา (<i>Atractylodes lancea</i>)	1,268.28±20.55 ^e	1,503.04±22.81 ^{*e}
โกฐหัวบัว (<i>Ligusticum sinense</i>)	872.28±7.48 ^c	1,149.00±41.43 ^{*b}
โกฐเชียง (<i>Angelica sinensis</i>)	780.17±12.04 ^b	1,540.74±24.79 ^{*e}
โกฐจุฬาลัมพา (<i>Artemisia annua</i>)	1,356.43±38.81 ^f	1,490.68±34.98 ^{*d}
เบญจโกฐ (<i>Ben-Ja-Kot</i>)	1,242.02±7.16 ^e	1,308.22±17.27 ^{*c}
Trolox	0.06±0.00 ^a	0.06±0.00 ^a

หมายเหตุ * เปรียบเทียบสมุนไพรชนิดเดียวกันระหว่างชั้นเอทานอล กับชั้นน้ำ และ ^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

3.1.6 ผลการศึกษาองค์ประกอบของสมุนไพรโดย GC-MS โกฐสอชั้นน้ำ พบองค์ประกอบทั้งหมด 11 ชนิด พบมากที่สุด คือ Agarospirol 38.18% ชั้นเอทานอล พบ 15 ชนิด พบมากที่สุด คือ Linoleic acid ethyl ester 37.85% สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Chen et al. (2018) ได้ศึกษาองค์ประกอบของโกฐสอ พบว่ามีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1-Dodecanol, 1-Hexadecanol, Linoleic acid ethyl ester, Hexadecanoic acid, Agarospirol และ Linoleic acid ethyl ester เป็นต้น โกฐเขมา พบองค์ประกอบทั้งหมดชั้นน้ำ 11 ชนิด พบมากที่สุด คือ Agarospirol 21.69% ส่วนชั้นเอทานอลพบ 8 ชนิด พบมากที่สุดคือ Hinesol 43.45% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Chen et al. (2009) พบว่ามี Hinesol, Arospirol และ Guaiol เป็นต้น โกฐหัวบัวชั้นน้ำ พบองค์ประกอบทั้งหมด 14 ชนิด พบมากที่สุด คือ Linoleic acid ethyl ester 17.85 % ชั้นเอทานอลพบ 22 ชนิด พบมากที่สุด คือ Hinesol 35.81% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Sanghong et al. (2015) ซึ่งพบ Linoleic acid ใน

โกศหัวบัว โกงฐเชียงขึ้นน้ำ พบองค์ประกอบทั้งหมด 8 ชนิด สารที่พบมากที่สุด คือ Ethyl Oleate 32.08% ส่วนขึ้นเอทานอล พบ 19 ชนิด สารที่พบมากที่สุด คือ (E)-3-Butylidene-4,5-dihydroisobenzofuran-1(3H)-one 48.09% ซึ่งเป็นสารกลุ่ม (Z)-ligustilide สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของ Wedge et al. (2009) ที่พบ (Z)-ligustilide 61-69% ในโกงฐเชียง

องค์ประกอบของสารสำคัญในโกงฐจุฬาลัมพา พบว่า สารสกัดขึ้นน้ำมีสาร 8 ชนิด พบมากที่สุด คือ 2,4-Di-tert-butylphenol 28.14% ส่วนสารสกัดขึ้นเอทานอล มีสาร 20 ชนิด พบมากที่สุด คือ 4-Epipallensin 6.22% สอดคล้องกับการศึกษาโกงฐจุฬาลัมพา ในปี 2016 Imad et al. (2016) พบสาร 1-Heptacotanol 17.26% เช่นเดียวกัน ซึ่งสารนี้มีฤทธิ์ในการต้านมะเร็ง และป้องกันการเกิดเบาหวาน และในตำรับยาเบญจโกงฐ พบว่า มีองค์ประกอบดังนี้ สารสกัดขึ้นน้ำ พบ 3 ชนิด สารที่มากที่สุดคือ 2-Propanol-1-methoxy 92.99% ส่วนสารสกัดขึ้นเอทานอล พบ 4 ชนิด พบมากที่สุดคือ Ethane, fluoro 87.16% เป็นต้น (ดังแสดงในตารางที่ 5) ซึ่งรายงานการศึกษาตำรับยาเบญจโกงฐในด้านการหาองค์ประกอบของสารสำคัญในตำรับ โดยใช้การวิเคราะห์ GC-MS ยังไม่พบการรายงาน

ตารางที่ 4 การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเบญจโกงฐ (วิธี ABTS)

Sample extract	DPPH assay ($\mu\text{g/ml}$) IC50	
	95 % ethanol	Aqueous
โกงฐสอ (<i>Angelica dahurica</i>)	1,651.89 $\pm$ 42.99 ^d	1,666.50 $\pm$ 51.93 ^e
โกงฐเขมา (<i>Atractylodes lancea</i>)	1,223.96 $\pm$ 31.91 ^{*g}	933.95 $\pm$ 15.24 ^f
โกงฐหัวบัว (<i>Ligusticum sinense</i>)	1,313.12 $\pm$ 12.21 ^{*e}	64.14 $\pm$ 3.66 ^d
โกงฐเชียง (<i>Angelica sinensis</i>)	391.37 $\pm$ 5.29 ^{*f}	92.39 $\pm$ 1.94 ^b
โกงฐจุฬาลัมพา (<i>Artemisia annua</i>)	567.89 $\pm$ 6.01 ^{*b}	362.57 $\pm$ 10.18 ^b
เบญจโกงฐ (Ben-Ja-Kot)	890.00 $\pm$ 32.98 ^{*c}	1,064.00 $\pm$ 11.45 ^c
Trolox	0.00 $\pm$ 0.00 ^a	0.00 $\pm$ 0.00 ^a

หมายเหตุ * เปรียบเทียบสมุนไพรชนิดเดียวกันระหว่างขึ้นเอทานอล กับขึ้นน้ำ และ ^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการแยกองค์ประกอบของสมุนไพรเดี่ยวและตำรับด้วยวิธี GC-MS ในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน พบสารตั้งแต่ 4-21 ชนิด ที่มีความเหมือนและแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของสมุนไพร เช่น Hexadecane พบใน โกงฐเขมา โกงฐหัวบัว โกงฐเชียง โกงฐจุฬาลัมพา และ 2,4-Di-tert-butylphenol พบใน โกงฐเขมา โกงฐหัวบัว โกงฐเชียง โกงฐจุฬาลัมพา (ตารางที่ 5-6) Agarospirol สารกลุ่ม Beta-Eudesmol, Linoleic acid ethyl ester, Hexadecanoic acid พบในสมุนไพรเดี่ยวทั้งหมด ซึ่งแตกต่างกันที่ปริมาณร้อยละพื้นที่ใต้กราฟ จากการศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบของสมุนไพรเดี่ยวและตำรับด้วยวิธี GC-MS พบว่าสมุนไพรเดี่ยวพบสารตั้งแต่ 4 ถึง 21 ชนิด มีการแยกองค์ประกอบของสารได้ดีกว่าตำรับ ซึ่งในตำรับพบสารสำคัญเพียง 4-5 ชนิด เนื่องจากหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการแยกองค์ประกอบของสาร ได้แก่ ขนาดตัวอย่าง (sample size) หากขนาดของตัวอย่างมากเกินไปจะทำให้การล้นของตัวอย่างภายในคอลัมน์ (overload) ทำให้ไม่สามารถแยกสารผสมออกจากกันได้ และอุณหภูมิของตู้อบคอลัมน์ (column oven temperature)

โดยอาศัยหลักการอุณหภูมิตำสารออกช้า และอุณหภูมิสูงสารออกเร็วแต่ในบางครั้งหากใช้อุณหภูมิต่ำตลอดช่วงการวิเคราะห์ในกรณีที่มีสารผสมหลากหลายจะยากต่อการประมวลผล ดังนั้นการปรับอุณหภูมิของตู้บคอลัมน์จึงส่งผลต่อการแยกสารผสมอย่างเห็นได้ชัด และอัตราเร็วหรือความดันของแก๊สพา (carrier gas flow rate or pressure) แก๊สพาทำหน้าที่ในการพาไอระเหยของสารผสมผ่านเข้าสู่คอลัมน์เพื่อให้เกิดการแยกซึ่งหากความเร็วหรือความดันที่ใช้สูงมากเกินไปก็จะทำให้การแยกเกิดขึ้นได้ไม่ดีเช่นเดียวกัน อีกทั้งเมื่อเกิดการให้ความร้อนที่สูงขึ้นโดยการแยกองค์ประกอบของสารสำคัญด้วยวิธี GC-MS หากมีการใช้สมุนไพรผสมหลายชนิด อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารประกอบดังกล่าว และรวมถึงสารบางชนิดที่ระเหยได้ง่ายในอุณหภูมิสูงอาจสูญเสียโครงสร้างทางเคมีได้ ซึ่งวิธี GC-MS นิยมหาสารสำคัญสามารถบ่งชี้ถึงชนิดขององค์ประกอบที่มีอยู่ใน สารตัวอย่างได้โดยกว้างเทียบกับฐานข้อมูล และวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC) จะเหมาะสมกว่าการศึกษาครั้งนี้หากทราบสารสำคัญที่เป็นสารมาตรฐาน เนื่องจากสามารถคำนวณปริมาณสารสำคัญที่พบในตัวอย่างเทียบกับสารมาตรฐานได้ อีกทั้งยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์สารหลากหลายชนิด เนื่องจาก HPLC ไม่มีข้อจำกัดว่าสารสำคัญที่ต้องการตรวจวัด ต้องเป็นสารที่ระเหยได้ ทำให้สามารถใช้ HPLC วิเคราะห์สารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงได้ (เกศินีศรี และคณะ, 2553) ในการศึกษาครั้งนี้ GC-MS แยกสารสำคัญของตำรับเบญจโกฐได้เพียง 4-5 ชนิด เนื่องจากสารสกัดตำรับเบญจโกฐ เป็นการนำสมุนไพร 5 ชนิดรวมกัน ทำให้น้ำหนักโมเลกุลสูงขึ้น การใช้ GC-MS จึงมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์สารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ทั้งนี้การใช้เทคนิค HPLC ในการแยกตำรับยาเบญจโกฐนั้นยังไม่พบรายงานการศึกษา จึงเป็นข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้

องค์ประกอบของสารสำคัญในโกฐจุฬาลัมพา พบว่า สารสกัดชั้นน้ำมีสาร 8 ชนิด พบมากที่สุด คือ 2,4-Di-tert-butylphenol 28.14% ส่วนสารสกัดชั้นเอทานอล มีสาร 20 ชนิด พบมากที่สุด คือ 4-Epipallensin 6.22% สอดคล้องกับการศึกษาโกฐจุฬาลัมพา ในปี 2016 Imad et al. (2016) พบสาร 1-Heptacotanol 17.26% เช่นเดียวกัน ซึ่งสารนี้มีฤทธิ์ในการต้านมะเร็ง และป้องกันการเกิดเบาหวาน และในตำรับยาเบญจโกฐ พบว่า มีองค์ประกอบดังนี้ สารสกัดชั้นน้ำ พบ 3 ชนิด สารที่มากที่สุดคือ 2-Propanol-1-methoxy 92.99% ส่วนสารสกัดชั้นเอทานอล พบ 4 ชนิด พบมากที่สุดคือ Ethane, fluoro 87.16% เป็นต้น (ดังแสดงในตารางที่ 5) ซึ่งรายงานการศึกษาตำรับยาเบญจโกฐในด้านการหาองค์ประกอบของสารสำคัญในตำรับ โดยใช้การวิเคราะห์ GC-MS ยังไม่พบการรายงาน

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากสมุนไพรเดี่ยวและตำรับเบญจโกฐ (ชั้นน้ำ) ด้วยวิธี GC-MS

ลำดับ	สารสำคัญที่พบ	% Peak area						
		RetIndex	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐจุฬาลัมพา	เบญจโกฐ
1	Ethane, fluoro	193						87.16
2	2-Propanol-1-methoxy	657						7.06
3	Bicyclo [5.2.0] nonane 2-methylene-4,8,8-trimethyl-4-vinyl	1,407	6.21					
4	Cyclohexanemethanol4-ethenyl -alpha. alpha.,4-trimethyl-3- (1-methylethenyl)-, [1R-(1.2-(2,8R,8aS) -8,8a-Dimethyl-1,2,3,4,6,7,8,8a- octahydronaphthalen-2-yl) propan-2-ol	1,522						0.10
5	Phenol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-	1,555	2.81					
6	2,4-Di-tert-butylphenol	1555		7.50	9.97	22.21	28.14	
7	Senkyunolide	1,587			5.52			
8	Hinesol	1,598			10.71			0.18
9	2-Naphthalenemethanol, decahydro- alpha.,. alpha., 4a-trimethyl-8-methylene-, [2R-(2. Alpha.,7.al	1,598	34.60	19.18	8.87	6.07		
10	Naphthalene,decahydro-4a- methyl-methylene-7-(1-methylethenyl) -, [4aR-(4a.alpha.,7.al	1,598	2.99					
11	Agarospirol	1,598	38.18	21.69	5.24			
12	1,5-Cyclodecadiene,1,5- dimethyl-8 (1-methylethylidene)-, (E,E)-	1,603	4.61					
13	Hexadecane	1,612		2.35	3.71	7.16	11.93	
14	Guaiol	1,614	5.12					
15	3-Butylisobenzofuran-1(3H)-one	1,631			3.57			
16	3,7-Cyclodecadiene-1-methanol,. alpha.,.alpha.,4,8-tetramethyl-, [s-(Z,Z)]	1,694	1.72					
17	Heptadecane, 2,6,10, 15-tetramethyl-	1,852				0.96	10.64	
18	1-Hexadecanol	1,854			2.94			
19	Hexadecanoic acid, ethyl ester	1,878	1.72		10.42	7.07	10.42	5.97

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากสมุนไพรเดี่ยวและตำรับเบญจโกฐ (ชั้นน้ำ) ด้วยวิธี GC-MS (ต่อ)

ลำดับ	สารสำคัญที่พบ	% Peak area					
		RetIndex	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐจุฬาลัมพา เบญจโกฐ
20	Lidocaine	1,966			3.05	7.07	
21	Pentadecanoic acid, ethyl ester	1,978				1.65	
22	Isopropyl palmitate	2,077	0.97			6.89	
23	(E)-9-Octadecenoic acid ethyl ester	2,185		0.85			16.51
24	Ethyl Oleate	2,185		19.37		32.08	
25	Octadecanoic acid, ethyl ester	2,185	1.52		17.85		
26	9-Octadecenoic acid, ethyl ester	2,185					
27	Linoleic acid ethyl ester	2,193		4.95	2.98		
28	Docosane	2,208		9.11			

หมายเหตุ * เปรียบเทียบสมุนไพรชนิดเดียวกันระหว่างชั้นเอทานอล กับชั้นน้ำ และ ^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจาก สมุนไพรเดี่ยวและตำรับเบญจโกฐ (ชั้นเอทานอล) ด้วยวิธี GC-MS

ลำดับ	สารสำคัญที่พบ	% Peak area					
		RetIndex	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐจุฬาลัมพา เบญจโกฐ
1	Ethane, fluoro						
2	2-Propanol-1-methoxy						
3	Lilac alcohol D	1,251					3.98
4	2-Methoxy-4-vinylphenol	1,293				3.35	
5	1-Dodecanol	1,457	3.35				
6	Beta. -Bisabolene	1,500				1.90	
7	Pentadecane	1,512	1.41				
8	Cyclohexanemethanol4-ethenyl-	1,522					0.10
	alpha..alpha.,4-trimethyl-3-						
	(1-methylethenyl)-,						
9	[1R-(1,2-(2,8R,8aS)-8,8a-						
	Dimethyl-1,2,3,4,6,7,8,8a-octahydronaphthalen-2-yl) propan-2-ol						
	1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol,	1,536			0.51	0.89	
9	decahydro-1, 1,7-trimethyl-4-methylene-,						
	[1ar-(1a. alpha.,4a. a						
10	2,4-Di-tert-butylphenol	1,555	3.80				

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจาก สมุนไพรเดี่ยวและตำรับเบญจโกฐ (ชั้นเอทานอล) ด้วยวิธี GC-MS (ต่อ)

ลำดับ	สารสำคัญที่พบ	% Peak area					
		RetIndex	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐจุฬาลัมพา เบญจโกฐ
11	(3S,3aS)-3-Butyl-3a,4,5,6-tetrahydroisobenzofuran-1(3H)-one	1,577			0.94		
12	Senkyunolide	1,587			2.36		
13	3-Butylisobenzofuran-1(3H)-one	1,593			1.62	3.57	2.41
14	Hinesol	1,598		43.45	35.81		1.70
15	Agarospinol	1,598	4.13		4.95	0.83	2.72
16	2-Naphthalenemethanol,decahydro -. alpha.,. alpha.,4a-trimethyl-8 -methylene-, [2R-(2. alpha	1,598	3.91	37.59	31.88	1.01	4.84
17	(E)-3-Butylidene-4,5-dihydroisobenzofuran-1(3H)-one	1,611			4.41	48.09	
18	Guaiol	1,614		4.54			
19	Davana ether	1,620					
20	Alpha. -Bisabolol	1,625					
21	Solongifolol	1,635					
22	1(3H)-Isobenzofuranone, 3-butylidene-	1,655					
23	1,1'-Biphenyl]-4-carboxaldehyde	1,669					
24	(E)-2-(Hepta-2,4-diy-1-ylidene)-1,6-dioxaspiro[4.4]non-3-ene	1,670					
25	3,7-Cyclodecadiene-1-methanol, .alpha.,.alpha.,4,8-tetramethyl-, [s-(Z,Z)]	1,694					
26	Hexadecane	1,711	1.96				0.35
27	(1R,4aR,7R,8aR)-7-(2-Hydroxypropan-2-yl)-1,4a-dimethyldecahydronaphthalen-1-ol	1,738		1.13	0.58		
28	(S,E)-6-Hydroxy-6-methyl-2-((2S,5R)-5-methyl-5-vinyltetrahydrofuran-2-yl)hept-4-en-3-	1,741			0.74		13.96
29	n-Pentadecanol	1,755				0.81	
30	Isopropyl myristate	1,814	1.72				

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีที่ตรวจพบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจาก สมุนไพรเดี่ยวและตำรับเบญจโกฐ (ชันเอทานอล) ด้วยวิธี GC-MS (ต่อ)

ลำดับ	สารสำคัญที่พบ	% Peak area						
		RetIndex	โกฐสอ	โกฐเขมา	โกฐหัวบัว	โกฐเชียง	โกฐจุฬาฬัมพา	เบญจโกฐ
31	1-Hexadecanol	1,854	4.14					
32	Pentadecanoic acid	1,878						0.54
33	Lidocaine	1,966				0.71		
34	Phytol	2,045			0.21		4.87	
35	1-Octadecanol	2,053				0.65		
36	9-Octadecen-1-ol, (Z)-	2,061	2.15					
37	4-Epipallensin	2,088					6.22	
38	9,12-Octadecadienoic acid,	2,093			0.20	0.93		
	methyl ester							
39	Hexadecanoic acid, ethyl ester	2,077	21.18	0.9	2.11	6.79	3.63	
40	Cyclohexane,1-ethenyl-1-methyl- 2-(1-methylethenyl)-4-(1-methylethylidene)-	1,431					4.25	

หมายเหตุ * เปรียบเทียบสมุนไพรชนิดเดียวกันระหว่างชันเอทานอล กับชันน้ำ และ ^{a,b,c,d} ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. บทสรุป

จากผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารสกัดจากตำรับยาเบญจโกฐ ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี พบว่า โกฐเชียงชันเอทานอลและโกฐหัวบัวชันน้ำมีปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวมสูงสุด มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด การตรวจหาสารประกอบสมุนไพรเชิงคุณภาพ พบสารสำคัญในตำรับยาเบญจโกฐ เช่น Linoleic acid ethyl ester, Agarospirol, Hinesol, Ethyl Oleate พบสารกลุ่ม Ligustilide พบสารกลุ่ม Phenols และพบสารกลุ่ม Sesquiterpene lactones, 2-Propanol-1-methoxy, Ethane, fluoro ซึ่งสารบางชนิดมีรายงานออกฤทธิ์ด้านการอักเสบและสามารถลดไข้ได้ จากการศึกษาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ปริมาณฟีนอลิกรวม และองค์ประกอบของสารสกัดตำรับยาเบญจโกฐครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ที่พบสารสำคัญหลายชนิด มีประสิทธิภาพต้านอนุมูลอิสระ ลดการอักเสบ ต้านมะเร็ง ซึ่งจะเป็นแนวทางในการศึกษาต่อไปทั้งในสัตว์ทดลอง และงานวิจัยทางคลินิก ของตำรับยาเบญจโกฐ ซึ่งสรรพคุณยาไทย แก้ไข้ แก้ไข้เพื่อเสมหะ แก้หืดไอ และ แก้ลมในกองธาตุ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างยิ่ง สาขาวิชาการแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ที่อำนวยความสะดวกสำหรับการอนุญาตให้ใช้อาคารสถานที่ และขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ คำปรึกษา เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และเมตตาความช่วยเหลือระหว่างการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้คำชี้แนะต่าง ๆ และแนะนำการแก้ไขปัญหาในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย ขอขอบคุณงามความดีและประโยชน์ที่ได้รับการศึกษาในครั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยครั้งต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- เกศินีศรี สุภกรกุล, ภัทรวดี พงษ์ระวีวงศ์, วีระวรรณ เรืองยุทธการณ. (2553). การตรวจวัดปริมาณไดอะซีแพมในซีรัมด้วยวิธีโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง. เทคนิคการแพทย์เชียงใหม่. 32(3): 150.
- จันคณา บุณยะโอสถ, ปณิดา พัฒนาศิน, ภัทรวดี เหลืองธวัชปราณี, ปกรณ์ ความวุฒิ, อุทัย โสธนะพันธ์. (2559). การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารหอมระเหยจากเครื่องยาในพิกัดเนาวโกฐด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบแก๊สแมสสเปกโตรเมตรี. วารสารไทยเภสัชวิทยนิพนธ์. 11(2): 45-60.
- ชัยพร รอดกลิ่น, เอกรัฐ ศรีสุข, กล่าวขวัญ ศรีสุข. (2562). ผลของสภาวะการสกัดต่อปริมาณ สารประกอบฟีนอลิกสารประกอบฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของส่วนต่าง ๆ ของส้มซ่า. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 22(1): 211-225.
- วัชรพล พรหมสุด, ธนพร อัครพัฒนากุล. (2562). การศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในสมุนไพรไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 38(6): 81-88.
- ยุพา ชาญวิกรัย, ไมตรี สุทธจิตต์. (2561). พืชผักสมุนไพรเพิ่มรสชาติคุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของอาหารพื้นบ้าน. วารสารโภชนาบำบัด. 26(2): 20-26.
- Aryal, S., Baniya, M.K., Danekhu, K., Kunwar, P., Gurung, R., & Koirala, N. (2019). Total phenolic content, flavonoid content and antioxidant potential of wild vegetables from Western Nepal. *Plants*. 8(4): 96.
- Bai, Y., Li, D., Zhou, T., Qin, N., Li, Z., Yu, Z., & Hua, H. (2016). Coumarins from the roots of *Angelica dahurica* with antioxidant and antiproliferative activities. *Journal of Functional Foods*. 20: 453-462.
- Chen, Q., Li, P., He, J., Zhang, Z., & Liu, J. (2008). Supercritical fluid extraction for identification and determination of volatile metabolites from *Angelica dahurica* by GC-MS. *Journal of separation science*. 31(18): 3218-3224.
- Chen, Q., Li, P., Yang, H., Li, X., Zhu, J., & Chen, F. (2009). Identification of volatile compounds of *Atractylodes lancea* rhizoma using supercritical fluid extraction and GC-MS. *Journal of separation science*. 32(18): 3152-3156.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Craig, W. J. (1999). Health-promoting properties of common herbs. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 70(3), 491S-499S.
- Dumore, N.S., & Mukhopadhyay, M. (2020). Antioxidant properties of aqueous selenium nanoparticles (ASeNPs) and its catalysts activity for 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) reduction. *Journal of Molecular Structure*. 1205: 127637.
- Filipiak-Szok, A., Kurzawa, M., & Szlyk, E. (2014). Evaluation of antioxidants in Dong quai (*Angelica sinensis*) and its dietary supplements. *Chemical Papers*. 68: 493-503.
- Imad, H., Huda, A., Salah, I. (2016). *Artemisia annua*: Biochemical products analysis of methanolic aerial parts extract and anti-microbial capacity. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 7(2): 1843-1868.
- Li, X., Wu, X., & Huang, L. (2009). Correlation between antioxidant activities and phenolic contents of radix *Angelicae sinensis* (Danggui). *Molecules*. 14(12): 5349-5361.
- Liyana-Pathirana, C.M., & Shahidi, F. (2005). Antioxidant activity of commercial soft and hard wheat (*Triticum aestivum* L.) as affected by gastric pH conditions. *Journal of agricultural and food chemistry*. 53(7): 2433-2440.
- Makchuchit, S., Itharat, A., & Tewtrakul, S. (2010). Antioxidant and nitric oxide inhibition activities of Thai medicinal plants. *Journal of the Medical Association of Thailand Chotmaihet Thangphaet*. 93: S227-235.
- Nalinratana, N., Kaewprem, W., Tongumpai, S., Luechapudiporn, R., Sotanaphun, U., & Meksuriyen, D. (2014). Synergistic antioxidant action of Phikud Navakot ameliorates hydrogen peroxide-induced stress in human endothelial cells. *Integrative Medicine Research*. 3(2): 74-82.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and medicine*. 26(9-10): 1231-1237.
- Sanghong, R., Junkum, A., Chaithong, U., Jitpakdi, A., Riyong, D., Tuetun, B., & Pitasawat, B. (2015). Remarkable repellency of *Ligusticum sinense* (Umbelliferae), a herbal alternative against laboratory populations of *Anopheles minimus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Malaria Journal*, 14: 1-9.
- Senizza, B., Zhang, L., Rocchetti, G., Zengin, G., AK, G., Yildiztugay, E., Lucini, L. (2021). Metabolomic profiling and biological properties of six *Limonium* species: Novel perspectives for nutraceutical purposes. *Food & Function*. 12(8): 3443-3454.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Sembiring, E. N., Elya, B., & Sauriasari, R. (2018). Phytochemical screening, total flavonoid and total phenolic content and antioxidant activity of different parts of *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb. *Pharmacognosy Journal*. 10(1).
- Shinyuy, L.M., Loe, G.E., Jansen, O., Mamede, L., Ledoux, A., Noukimi, S.F., Frederich, M. (2023). Secondary metabolites isolated from *Artemisia afra* and *Artemisia annua* and their anti-malarial, anti-inflammatory and immunomodulating properties—pharmacokinetics and pharmacodynamics: a review. *Metabolites*. 13(5): 613.
- Sireeratawong, S., Khonsung, P., Piyabhan, P., Nanna, U., Soonthornchareonnon, N., & Jaijoy, K. (2012). Anti-inflammatory and anti-ulcerogenic activities of *Chantaleela* recipe. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. 9(4): 485-494.
- Sitticha T. (2020). Letter from Editor. *Chonburi Hospital Journal*., 45(3): 163.
- Song, F.L., Gan, R.Y., Zhang, Y., Xiao, Q., Kuang, L., & Li, H.B. (2010). Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected Chinese medicinal plants. *International Journal of Molecular Sciences*. 11(6): 2362-2372.
- Tuekaew, J., Siriwatanametanon, N., Wongkrajang, Y., Temsiririkkul, R., & Jantan, I. (2014). Evaluation of the antioxidant activities of Ya-hom Intajak, a Thai herbal formulation, and its component plants. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 13(9): 1477-1485.
- Wang, J., Xu, L., Yang, L., Liu, Z., & Zhou, L. (2011). Composition, anti bacterial and antioxidant activities of essential oils from *Ligusticum sinense* and *L. jeholense* (Umbelliferae) from China. *Records of Natural Products*. 5(4): 314.
- Wang, Y., Chen, X., Zhao, C., Miao, J., Mao, X., Li, X., & Gao, W. (2017). Effects of temperature during processing with wine on chemical composition, antioxidant capacity and enzyme inhibition activities of *Angelica sinensis* Radix. *International Journal of Food Science & Technology*. 52(6): 1324-1332.
- Wedge, D.E., Klun, J.A., Tabanca, N., Demirci, B., Ozek, T., Baser, K.H.C., Liu Z., Zhang, J. (2009). Bioactivity-guided fractionation and GC/MS fingerprinting of *Angelica sinensis* and *Angelica archangelica* root components for antifungal and mosquito deterrent activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57(2): 464-470.
- Zhuang, C., Wang, Y., Zhang, Y., & Xu, N. (2018). Oxidative stress in osteoarthritis and antioxidant effect of polysaccharide from *Angelica sinensis*. *International Journal of Biological Macromolecules*. 115: 281-286.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Zhang, X.R., Li, T.N., Ren, Y.Y., Zeng, Y. J., Lv, H.Y., Wang, J., & Huang, Q.W. (2020). The important role of volatile components from a traditional Chinese medicine Dayuan-Yin against the COVID-19 pandemic. *Frontiers in Pharmacology*. 11: 583651

บทความวิจัย

การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์

Integration of Online Teaching and Learning Case Studies of Planting Material for Thai-Stick Cannabis for Medical Use

วุฒิพงษ์ ฮามวงศ์^{1*} ณตวรรษ อินทวงษ์² เวียงงาม อินทวงษ์²

¹สาขาแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47160

²สาขานวัตกรรมเกษตรอินทรีย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47160

Wuttipong Hamvon^{1*} Natawat Intawong² Wiangngam Intawong²

¹Department of Thai Traditional Medicine, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon Province 47160

²Department of Agriculture Organic Innovation, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus, Sakon Nakhon Province 47160

* Corresponding author. E-mail address: wuttipong.ha@muti.ac.th ; Telephone: 085 4527497

วันที่รับบทความ 2/ตุลาคม/2567; วันที่แก้ไขบทความ 30/ตุลาคม/2567; วันที่ตอบรับบทความ 24/ธันวาคม/2567

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์กรณีศึกษา ที่สามารถตอบสนองต่อการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยลดบทบาทของครูผู้สอน แต่เพิ่มบทบาทของผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำและได้คิดในสิ่งที่ทำลงไปเพื่อเป็นการสร้างประสบการณ์ตรงให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน มีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มผู้เรียนและครูผู้สอน ด้วยการลงมือทำกิจกรรมร่วมกันทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (Case-based learning) บนแพลตฟอร์มออนไลน์ ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Line, Google Classroom, Meet รายงานความก้าวหน้าและเก็บข้อมูล เพื่อทำการประเมินผลในลักษณะการประเมินผลรอบทิศทาง แบบ 360 องศา (360-degree Feedback) ตามสภาพจริง (Formative Assessment) ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ครูผู้สอนตั้งคำถามที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและค้นพบศักยภาพของตนเอง การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนออนไลน์ ด้วยกิจกรรมที่หลากหลายกระบวนการคิดอยู่ตลอดเวลา ผู้เรียนเรียนรู้ได้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ หลังการเข้าร่วมกิจกรรม พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$) ผู้เรียนมีความสุขในการลงมือปฏิบัติจริงร่วมกับครอบครัว ($\bar{X} = 4.89$) ทศนคติของผู้เรียนที่สามารถกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้มากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$) และทัศนคติของผู้เรียนที่มีความสุขและอยากเข้าสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กลุ่มผู้เรียนได้นวัตกรรมใหม่ทางการเรียนรู้ ซึ่งเป็นวัสดุปลูกกัญชา ที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์เหมาะสำหรับการปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกคุณภาพเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ จากการลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียนภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์ “ภูพานซอยล์” สร้างรายได้ให้กับกลุ่มผู้เรียน 288,000 บาทต่อเดือน

คำสำคัญ ; การบูรณาการการเรียนการสอน วิธีการจัดการการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน กรณีศึกษา วัสดุสำหรับปลูก-เพาะ

Abstract

This research aims to integrate online teaching and learning through a case study that addresses 21st-century educational needs by reducing the role of the instructor and increasing the role of the learner. The focus is on hands-on activities and reflective thinking to create direct experiences for learners. Interaction among learners and instructors is facilitated through collaborative activities both inside and outside the classroom, using a case-based learning approach on online platforms such as Line, Google Classroom, and Meet. To communicate learning, progress reports, and collect data. Perform assessments 360-degree feedback of a real assessment (360-degree Feedback) in the form of morality, ethics, knowledge, and intellectual skills. in interpersonal skills Numerical analysis skills, communication computer technology. Teachers ask questions that can motivate students to become interested and discover their own potential. Creating an atmosphere in the online classroom with a variety of activities, and thought processes all the time Learners can learn both theory and practice. After joining the activity, the learning behavior of the learners was at the highest level ($\bar{X}$ = 4.69). Learners are happy to do this with their families ($\bar{X}$ = 4.89). Learners' attitudes that can stimulate their interest in learning the most ($\bar{X}$ = 4.82). And attitudes of learners who are happy and want to enter the process of proactive learning management the most ($\bar{X}$ = 4.89). Finally, Integration of Online Teaching and Learning Case studies gets new innovations in planting materials for thai-stick cannabis for medical use those rich nutrients suitable. Use the brand “Phu Phan Soil” to generate income for learner 288,000 baht per month.

Keywords; Integration of Online Teaching and Learning, Project-Base Learning, Case studies, Planting material

1. บทนำ

การศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ที่เน้นเรื่องความก้าวหน้าในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ข้อมูลข่าวสารที่สามารถสื่อสารถึงกันได้อย่างไร้พรมแดน ง่าย รวดเร็ว เกิดการเรียนรู้และแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องและต้องชวนขยายแสวงหาความรู้ตลอดเวลา ขณะเดียวกันต้องรู้จักกลั่นกรองข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ สามารถใช้วิจารณ์ญาณไตร่ตรองถึงความน่าเชื่อถือและพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของข้อมูลสารต่างๆ ได้เป็นอย่างดีด้วย ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่เน้นการรับจากครูผู้สอนอย่างเดียว อาจพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถได้อย่างพอเพียง จากสถานการณ์โรคระบาดไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 (SARS-CoV-2) ในปี พ.ศ. 2563 และมีความเป็นไปได้สูงที่จะยืดเยื้อไปอีกนานหลายปี การศึกษารูปแบบเดิมที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะต่างๆ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน กลายเป็นเพียงการมีชีวิตอย่างมีความสุขของผู้เรียนและครอบครัว แน่แน่นอนว่าเป้าหมาย ปรัชญา กรอบแนวคิด นโยบาย และกระบวนการต่างๆ ก็ต้องเปลี่ยนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของทักษะการคิดวิเคราะห์สร้างสรรค์ที่ต้องเพิ่มมากขึ้น ครูผู้สอนจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับภาวะปัจจุบัน เพื่อส่งเสริมให้สามารถวิเคราะห์ศักยภาพของตัวเอง อันนำไปสู่การสร้าง อาชีพใหม่เหมาะสมกับตนเองและบริบท รวมถึงความสามารถในการเรียนรู้ปรับตัวกับสถานการณ์ที่ผกผันได้อย่างรวดเร็ว ล้วนเป็นสมรรถนะใหม่ของผู้เรียนในปัจจุบันจำเป็นต้องมี (ธัญวิช วิเชียรพันธ์, 2563)

การจัดการเรียนรู้ที่ “ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง” บนแพลตฟอร์มออนไลน์ หรือการจัดการเรียนรู้แบบ Active learning ในห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual classroom) การจัดการศึกษาออนไลน์ แบบ Active learning ให้เป็นห้องที่มีประสิทธิภาพสูงทั้งกระบวนการและผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน (High functioning classroom) ได้ต้องคำนึงถึงธรรมชาติผู้เรียนผู้สอน และบริบท

ต่างๆ รวมถึงสภาพแวดล้อม ภูมิสังคมของผู้เรียน และสถานการณ์ของโลกปัจจุบันเพื่อการออกแบบโครงสร้างเนื้อหาที่สอดคล้องสามารถนำไปใช้ได้จริง การออกแบบรายวิชาต้องรวบรวมรายวิชาในลักษณะของการบูรณาการให้นำหนักไปกับวิชาสัมมนา วิชาค้นคว้าอิสระ วิชาวิทยาการวิจัย และวิชาการสร้างสรรค์นวัตกรรม การเรียนรู้และการมอบหมายงานให้กับผู้เรียนในแต่ละหน่วย จะเป็นการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบุคคลรอบข้างของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นผู้ปกครองหรือครอบครัวของผู้เรียน ซึ่งบุคคลรอบข้างต้องรับรู้ว่าคุณครูกำลังเรียนสิ่งใด และกำลังทำอะไร ผู้ปกครองหรือบุคคลรอบข้างจะต้องเข้ามามีส่วนร่วมเสมือนเป็นพี่เลี้ยงให้กับผู้เรียนในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังลงมือเรียนรู้ด้วยตนเอง (อัญวิษ วิเชียรพันธ์, 2563)

สาขาวิชานวัตกรรมเกษตรอินทรีย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน เป็นหลักสูตรระดับปริญญาตรี 4 ปี มุ่งผลิตบัณฑิตสู่นักปฏิบัติการเกษตรที่มี คุณธรรม จริยธรรม มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถประยุกต์ศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรอินทรีย์มาพัฒนาหรือจัดการนวัตกรรมทางการเกษตรเพื่อพัฒนาอาชีพ สร้างความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม มีการบูรณาการการเรียนการสอนระหว่างรายวิชา การบริการทางวิชาการและงานวิจัย สร้างกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติผ่านโครงการ หรือการทำกิจกรรมภายในฟาร์ม เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านทักษะการปฏิบัติจริง (คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน, 2563) การเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (Case-based learning) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางการเกษตร โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนศึกษาและวิเคราะห์กรณีตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา ผู้เรียนจะได้รับมอบหมายให้อ่านและทำความเข้าใจกับกรณีศึกษา จากนั้นทำการวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือแนวทางการแก้ไขปัญหาให้กับเพื่อนร่วมชั้นเรียน สุดท้ายผู้เรียนจะนำเสนอผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะต่อชั้นเรียน การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมถึงการสื่อสารและการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 (สถาพร พุทธิภูมิ, 2558) เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการคิดและสืบค้นข้อมูลเรียนรู้ผ่านกิจกรรม ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต และให้ผู้เรียนได้สะท้อนความคิด สามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้ มีการจัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้ร่วมกัน (เยาวเรศ รักดีจิตร, 2557)

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการบูรณาการเรียนการสอนออนไลน์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะและความรู้ของผู้เรียนในยุคดิจิทัล กิจกรรมเหล่านี้ถูกวางแผนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากหลายสาขาวิชาและประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ กรณีศึกษา วัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ของนักศึกษาสาขาวิชาวนวัฒนกรรมเกษตรอินทรีย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ กรณีศึกษาตัวอย่างวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ จากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในท้องถิ่น ที่ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ จากนั้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์สร้างกระบวนการคิด ซึ่งจะมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแนวทางการแก้ปัญหาภายในกลุ่มย่อย จากนั้นจะนำเสนอผลการอภิปรายและข้อเสนอแนะต่อผู้เรียนทั้งหมดผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์ที่กำหนด กิจกรรมนี้ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้

ร่วมกันในสภาพแวดล้อมดิจิทัล โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการสื่อสารและการนำเสนอ แล้วนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ลงมือปฏิบัติจริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอประเด็นของแนวทางการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ของนักศึกษา เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในการนำไปปฏิบัติให้เกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพได้ต่อไป

Active learning เป็นการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบหนึ่งที่มีคำจำกัดความเป็นภาษาไทยแตกต่างกันออกไป ได้แก่ การเรียนรู้เชิงรุก การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การเรียนรู้แบบใฝ่รู้ การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ การเรียนรู้จากประสบการณ์ การจัดประสบการณ์ แบบปฏิบัติการ การเรียนรู้แบบกระตือรือร้น การบูรณาการการเรียนการสอน และการเรียนรู้แบบศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ภาระหน้าที่ของครูควรมาจากกรากลึกของสำนึกและเข้าใจที่จะเสริมสร้างประสิทธิภาพ ยกระดับคุณภาพการเรียนการสอน บทบาทและลักษณะงานของครูผู้สอนต้องครอบคลุมถึงการร่วมแรงร่วมใจระหว่างผู้เรียนและผู้สอน (Collaborator) ยืดหยุ่น (Flexible) มีภาวะผู้นำ (Leadership) มีวิสัยทัศน์ (Vision) สร้างแรงบันดาลใจ (Empower) กล้าได้กล้าเสีย (Risk Taking) ต้องเรียนรู้ตลอดเวลา (Learning) เป็นผู้ที่มี “adaptive growth mindset” คือเป็นผู้ที่มีความคิดแบบเติบโตก้าวหน้าที่จะพร้อมจะปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง และเป็นต้นแบบ ให้แก่ผู้เรียนทุกขณะ (อริยา คูหา และคณะ., 2562) สำหรับปิรามิดแห่งการเรียนรู้ดังแสดงในรูปที่ 1 คือการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของมนุษย์ผ่านวิธีการต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระดับดังนี้

1.2 การเรียนรู้เชิงรับ (Passive Learning)

1.2.1 การอ่าน การท่องจำ ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ 10%

1.2.2 การฟังบรรยายอย่างเดียว ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้ทำกิจกรรม ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ 20%

1.2.3 การมีภาพประกอบการบรรยายด้วย ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ 30%

1.2.4 การจัดประสบการณ์ เช่น การสาธิต การศึกษาดูงาน ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ 50%

1.3 การเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

การให้ผู้เรียนมีบทบาทในการแสวงหาความรู้ มีปฏิสัมพันธ์ มีการร่วมมืออภิปราย ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ 70% การจำลองสถานการณ์ การเรียนรู้กรณีศึกษา การฝึกปฏิบัติ การนำเสนอ ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ 90% (เอกรัตน์ ทองประทุม, 2564) โดยลักษณะกระบวนการเรียนรู้แบบ Active learning มีดังนี้

1.3.1 การพัฒนาศักยภาพทางสมองผ่านการเรียนการสอน

1.3.2 การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการเรียนการสอน

1.3.3 การสร้างองค์ความรู้และการจัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน

1.3.4 การส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการสร้างองค์ความรู้ร่วมกันของผู้เรียน

1.3.5 การเรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกันและการมีวินัยในการทำงาน

1.3.6 การสร้างสถานการณ์เพื่อพัฒนาทักษะการอ่าน พูด ฟัง และคิดของผู้เรียน

1.3.7 เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นทักษะการคิดขั้นสูง

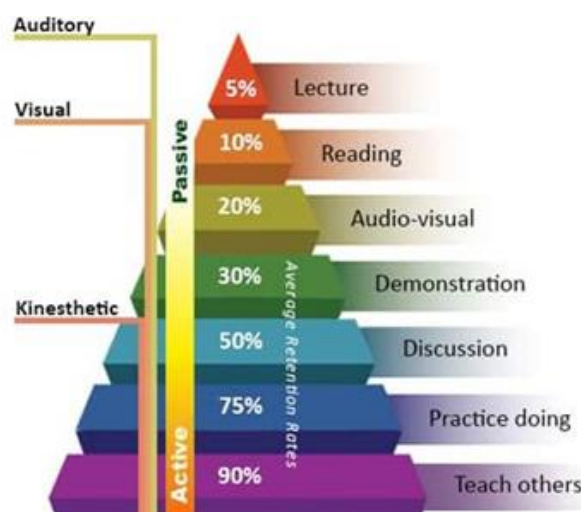
1.3.8 การบูรณาการข้อมูลและสารสนเทศเพื่อสร้างความคิดรวบยอด

1.3.9 บทบาทของผู้สอนในการอำนวยความสะดวกการเรียนรู้

1.3.10 การเกิดความรู้จากประสบการณ์และการสรุปทบทวน (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2553)

การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ในรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางการเกษตรของนักศึกษาหลักสูตรนวัตกรรมเกษตรอินทรีย์ สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ให้เป็นห้องเรียนที่มีประสิทธิภาพสูงทั้งกระบวนการและผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน (High Functioning Classroom) จะต้องคำนึงถึงธรรมชาติของผู้เรียนผู้สอน และบริบทต่างๆ รวมถึงสภาพแวดล้อม ภูมิสังคมที่ผู้เรียน

เติบโตมา และสถานการณ์ของโลกปัจจุบันเพื่อการออกแบบโครงสร้างเนื้อหาที่สอดคล้องสามารถนำไปใช้ได้จริง และการออกแบบการเรียนรู้กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ จะต้องควมรวมรายวิชาในลักษณะของการบูรณาการให้นำหนักไปกับวิชาการสัมมนา วิชาค้นคว้าอิสระ วิชาวิทยาการวิจัย และวิชาการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยการเรียนรู้และมอบหมายงานวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรในห้องเรียน



รูปที่1 พีระมิตแห่งการเรียนรู้

หมายเหตุ. จาก <https://image.dek-d.com/contentimg/2018/miew/Pyramid/learning-pyramid2.jpg>

คำถามการวิจัย

- การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างไร
- การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์มีผลต่อทัศนคติของผู้เรียนอย่างไร
- การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนได้หรือไม่
- วัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกัญชาทางการแพทย์หรือไม่

1.4 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.4.1 เพื่อจัดการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์

1.4.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าสู่กระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษา

1.4.3 เพื่อศึกษาทัศนคติของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าสู่กระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษา

2 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาผลกระทบของการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ ทัศนคติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงการพัฒนาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ โดยมีองค์ประกอบหลักดังนี้

2.1. การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์

2.1.1 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Line, Google Classroom, Google Meet

2.1.2 การประเมินผลรอบทิศทาง 360 องศา

2.1.3 การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิสัมพันธ์และการลงมือปฏิบัติจริง

2.2. พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.2.1 การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

2.2.2 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

2.2.3 การค้นคว้าข้อมูลและการลงมือปฏิบัติ

2.3. ทัศนคติของผู้เรียน

2.3.1 ความสนใจในการเรียนรู้

2.3.2 ความสุขในการเรียนรู้

2.3.3 ความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนรู้

2.4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

2.4.1 คะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการเรียนรู้

2.4.2 การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา

2.5. วัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก

2.5.1 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุปลูก

2.5.2 ความเหมาะสมในการปลูกกัญชาทางการแพทย์

2.6 สมมติฐานการวิจัย

2.6.1 การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์มีผลให้พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนดีขึ้น

2.6.2 การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์มีผลให้ทัศนคติของผู้เรียนดีขึ้น

2.6.3 การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนสูงขึ้น

2.6.4 วัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่เหมาะสมสำหรับการปลูกกัญชาทางการแพทย์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรสาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรอินทรีย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ในปีการศึกษา 1/2564

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 11 คน ซึ่งถูกเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีความสนใจและมีความพร้อมในการเข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยได้อย่างเต็มที่

3.2. ตัวแปรที่ศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ มีการศึกษาตัวแปรดังต่อไปนี้

3.2.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

3.2.1.1 การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์

3.2.1.2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Line, Google Classroom, Google Meet

3.2.1.3 การประเมินผลรอบทิศทางแบบ 360 องศา

3.2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.2.2.1 การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

3.2.2.2 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

3.2.2.3 การค้นคว้าข้อมูลและการลงมือปฏิบัติ

ทัศนคติของผู้เรียน

3.2.2.4 ความสนใจในการเรียนรู้

3.2.2.5 ความสุขในการเรียนรู้

3.2.2.6 ความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

3.2.2.7 คะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการเรียนรู้

3.2.2.8 การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา

3.2.2.9 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก

การศึกษาตัวแปรเหล่านี้จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์และประเมินผลกระทบของการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ต่อพฤติกรรม การเรียนรู้ ทักษะคิด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงการพัฒนาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์ทางกระรอกเพื่อประโยชน์ทาง การแพทย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่หนึ่ง :

3.3.1 การประชุมกลุ่มเพื่อวางแผนการทำงานและการเตรียมวัสดุ:

3.3.2 เรียนและผู้สอนร่วมกันประชุมออนไลน์ผ่านโปรแกรม Google Meet เพื่อวางแผนการทำงานและการ

3.3.3 เตรียมวัสดุที่จำเป็นสำหรับการปลูกกัญชาสายพันธุ์ทางกระรอก

3.3.4 ผู้เรียนแต่ละคนสลับกันพูดถึงวัสดุที่ใช้ในการปลูกกัญชาที่มีในท้องถิ่นของตนเอง และได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมมา

3.3.5 ผู้เรียนวิเคราะห์ศักยภาพของตนเองและแบ่งปันข้อดี ข้อด้อยของวัสดุที่ใช้ รวมถึงแนวความคิดที่อยากจะทำให้เกิดการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น

3.3.6 การนัดหมายและการสร้างกลุ่มดินปลูกกัญชา:

3.3.6.1 ใช้โปรแกรม Line สำหรับการนัดหมายและการสร้างกลุ่มดินปลูกกัญชา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารและ ประสานงานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.6.2 ผู้เรียนสามารถใช้ Line ในการแชร์ข้อมูลและอัปเดตสถานะการทำงานของตนเอง

3.3.7 การนำเสนอเนื้อหาและเอกสารวิชาการ:

3.3.7.1 ใช้ Google Classroom สำหรับการนำเสนอคำอธิบายเนื้อหา เอกสารวิชาการ ข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ของกัญชา และข้อมูล

3.3.7.2 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง และผู้เรียนสามารถเข้าถึงเอกสารและข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสะดวกผ่าน Google Classroom ดังแสดงในรูปที่ 2

3.3.8 การนำเสนองานและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

3.3.8.1 ใช้ Google Meet และ ZOOM สำหรับการนำเสนองานที่ได้รับมอบหมายให้ผู้เรียนทำ และการแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นภายในกลุ่ม

3.3.8.2 ผู้เรียนสามารถนำเสนอผลงานของตนเองและรับฟังความคิดเห็นจากเพื่อนร่วมกลุ่มและครูผู้สอนการแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ไขปัญหาพร้อมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.9 การประเมินผลและการลงมติ:

3.3.9.1 ใช้โปรแกรม Google Meet หรือ ZOOM สำหรับการประชุมและการลงมติในกระบวนการเตรียมวัสดุ การผลิต ปุ๋ยหมัก น้ำหมัก และน้ำจุลินทรีย์

3.3.9.2 ผู้เรียนใช้สัญลักษณ์ (อิโมจิ) แทนการลงมติเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยและประเมินผลด้วยคะแนนมติเสียงข้างมาก

3.3.9.3 สมาชิกภายในกลุ่มมอบหมายภาระหน้าที่กันเองในการเตรียมวัสดุ โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินการ

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวางแผนและเตรียมวัสดุได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการประเมินผลร่วมกันในกลุ่ม ทำให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพดังรูปที่ 3

ขั้นตอนที่สอง :

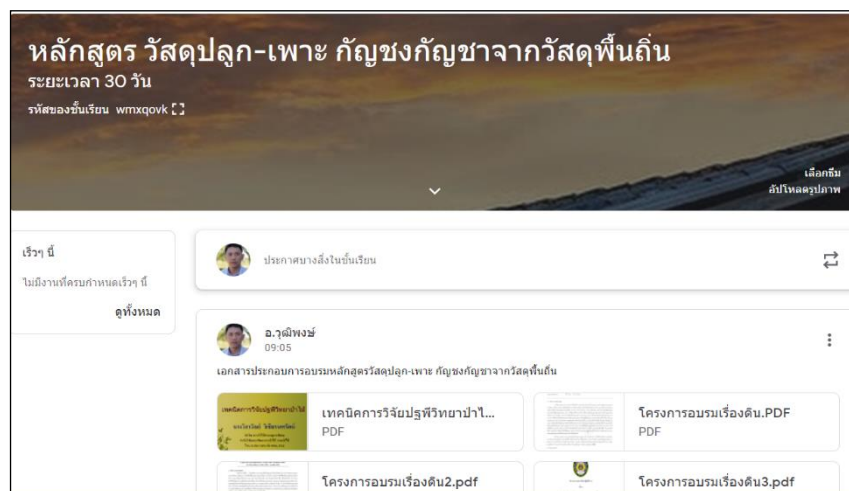
3.3.10 การพัฒนาศักยภาพของตนเอง การเข้าใจศักยภาพของนักศึกษา:

3.3.10.1 ครูผู้สอนทำการประเมินศักยภาพของนักศึกษาจากผลงานที่ได้รับมอบหมายในขั้นตอนที่หนึ่ง โดยนักศึกษานำเสนอผลงานผ่าน

3.3.10.2 ระบบออนไลน์ Google Meet หรือ ZOOM

3.3.10.3 การประเมินนี้ใช้คะแนนลงมติเสียงข้างมากในที่ประชุม เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพของนักศึกษา

3.3.11 การนำเข้าสู่เนื้อหาการเรียนรู้:



รูปที่ 2 การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ ด้วยการใช้เครื่องมือ Google Classroom



รูปที่ 3 การนำเสนองาน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการลงมติ ด้วยการใช้เครื่องมือ Google Meet

3.3.11.1 ครูผู้สอนนำสื่อมัลติมีเดียต่างๆ จากการสืบค้นด้วยโปรแกรม Google Search มาใช้ในการสร้างแรงบันดาลใจและความตระหนักให้กับนักศึกษา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอองค์ความรู้เรื่องการใช้วัสดุปลูกกัญชาของหมอพื้นบ้านการแพทย์แผนไทย จังหวัดสกลนคร โดยใช้รูปภาพผ่านโปรแกรม CANVA เพื่อแสดงให้เห็นวัสดุต่างๆ ที่มีในท้องถิ่น

3.3.12 การอธิบายหลักการและการเตรียมการ:

3.3.12.1 ครูผู้สอนอธิบายหลักการของการเตรียมดินปลูกและเพาะกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก โดยเน้นว่าดินต้องร่วนซุย ขึ้นแต่ไม่แฉะ และมีความเป็นกรดเล็กน้อย (ค่า pH 5.6-6.5) รวมถึงต้องไม่เป็นพิษ

3.3.12.2 นักศึกษานำเสนอความคิดและสิ่งที่ตัวเองมีอยู่ จากนั้นลงมือทำหรือคิดค้นด้วยตนเอง โดยใช้ใบงานและแบบฝึกปฏิบัติ

3.3.13 การนัดหมายและการนำเสนองาน:

3.3.13.1 ใช้โปรแกรม Line สำหรับการนัดหมายผู้เรียนภายใต้ชื่อกลุ่มดินปลูกกัญชา และใช้ Google Meet และ ZOOM สำหรับการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

3.3.13.2 นักศึกษาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น วิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ไขปัญหาพร้อมกันภายในกลุ่ม โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินรายการ

3.3.14 การดำเนินการทำปุ๋ยหมัก

3.3.14.1 นักศึกษาดำเนินการทำปุ๋ยหมักตามวิธีการของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยเริ่มต้นด้วยการนำเศษวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรมารวมกันและย่ำให้แน่น

3.3.14.2 โรยด้วยมูลสัตว์และสารเร่งซูปเปอร์ พด.1 แล้วทำการหมักวัสดุทั้งหมดไว้เป็นเวลา 5 เดือน โดยมีการแชร์ลิงค์ขั้นตอนการทำปุ๋ยหมักผ่านโปรแกรม Line ให้กับกลุ่มผู้เรียน

3.3.15 การดำเนินการทำน้ำหมักปลาชีวภาพ:

3.3.15.1 นักศึกษาดำเนินการทำน้ำหมักปลาชีวภาพตามวิธีการของกรมพัฒนาที่ดิน โดยนำเศษอาหารและเศษปลามาใส่ถัง

ขนาด 200 ลิตร ราดด้วยสารเร่งซูเปอร์ พด.1 แล้วหมักทิ้งไว้เป็นเวลา 5 เดือน

3.3.15.2 มีการแชร์ลิงค์ขั้นตอนการทำน้ำหมักปลาชีวภาพผ่านโปรแกรม Line ให้กับกลุ่มเรียนการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ช่วยให้นักศึกษาได้พัฒนาศักยภาพของตนเองผ่านการปฏิบัติจริง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการประเมินผลร่วมกัน ทำให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

ขั้นตอนที่สาม การลงมือปฏิบัติจริง

3.3.16 การศึกษาค้นคว้าและการประดิษฐ์คิดค้น

3.3.16.1 ผู้เรียนแลกเปลี่ยนกันลงมือศึกษาค้นคว้าและประดิษฐ์คิดค้นด้วยตนเอง โดยอาศัยเพื่อสมาชิกและคนใกล้ชิดเป็นผู้ช่วย การนัดพบปะพูดคุยกันผ่านโปรแกรม Line และ Google Meet เพื่อรายงานความก้าวหน้าและแชร์วิดีโอที่ถ่ายทำขั้นตอนการทำงานของนักศึกษาแสดงในรูปที่ 4

3.4 การเก็บข้อมูลและการประเมินผล

3.4.1 ผู้เรียนเก็บข้อมูลจากการจดบันทึกลงในโปรแกรม Excel เพื่อทำการประเมินผลในลักษณะการประเมินตามสภาพจริง (Formative Assessment)

3.4.2 การประเมินผลใช้รูปแบบการประเมินแบบ 360 องศา (360-degree review) โดยมีการทวนซ้ำการ ประเมิน 1 รอบ

3.5 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการประเมินร่วมกัน

3.5.1 เพื่อนๆ ในกลุ่มเข้าร่วมฟังและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแบบออนไลน์ ร่วมกันประเมินผลงานของแต่ละคน

3.5.2 ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินรายการทุกครั้ง เพื่อให้การประเมินผลเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นธรรม



รูปที่ 4 ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง

3.6 การเปรียบเทียบสูตรดินปลูก

3.6.1 ผู้เรียนทำการเปรียบเทียบสูตรดินปลูก 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 ของ ผศ.ดร.สมชาย แก้ววังชัย, สูตรที่ 2 ของหมอพื้นบ้าน แพทย์แผนไทยสกลนคร, สูตรที่ 3 ของอาจารย์วุฒิพงษ์ ฮามวงศ์, และสูตรที่ 4 ของกลุ่มผู้เรียน ดังรูปที่ 5

3.6.2 การเปรียบเทียบนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์และเลือกสูตรดินปลูกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก ดังตารางที่ 1



รูปที่ 5 ส่วนผสมของดินปลูกกัญชาที่ผู้เรียนหาได้ในท้องถิ่น

การวิเคราะห์สมบัติของดินปลูก

3.7.1 นำดินปลูกแต่ละสูตรไปวิเคราะห์สมบัติในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้าของดิน, ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน, ไนโตรเจนทั้งหมด, ฟอสฟอรัสทั้งหมด, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์, และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำดังรูปที่ 6

3.7.2 การวิเคราะห์นี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของดินปลูกแต่ละสูตร

ขั้นตอนที่สี่ การประเมินผล

3.7.5 การศึกษาค้นคว้าและการประดิษฐ์คิดค้น

3.7.4 การประเมินผลรอบทิศทาง 360 องศา

3.7.4.1 การประเมินผลใช้วิธีการประเมินผลรอบทิศทาง 360 องศา (360-degree feedback) เพื่อประเมินผลจากมุมมองของบุคคล

3.7.4.2 หลากหลายมิติ ทั้งด้านการทำงาน พฤติกรรม ทักษะในการสื่อสาร และทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

3.7.4.3 การประเมินนี้ช่วยให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและเป็นธรรมในการวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.7.5 เกณฑ์การประเมินผล

การประเมินผลการทำงาน (performance evaluation) ใช้เกณฑ์ 5 คะแนน โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.7.5.1 A 5 คะแนน “ดีมาก” สำหรับผู้เรียนที่ทำงานส่งตรงตามคำสั่งหรือใบงานในเวลาที่กำหนด มีการนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ และมีเอกสารประกอบการนำเสนอ

3.7.5.2 B 4 คะแนน “ดี” สำหรับผู้เรียนที่ผิดเงื่อนไข 1 ประเด็น

3.7.5.3 C 3 คะแนน “พอใช้” สำหรับผู้เรียนที่ผิดเงื่อนไข 2 ประเด็น

3.7.5.4 D 2 คะแนน “ผ่านแบบมีเงื่อนไข” สำหรับผู้เรียนที่ผิดเงื่อนไข 3 ประเด็น

3.7.5.5 E 1 คะแนน “ปรับปรุง” สำหรับผู้เรียนที่ผิดเงื่อนไขตั้งแต่ 3 ประเด็นขึ้นไป

3.7.5.6 F 0 คะแนน ไม่มีผลงาน

3.7.6 การประเมินจากกระบวนการทำงานและชิ้นงาน

ครูผู้สอนประเมินชิ้นงานจากใบงานหรือคำสั่งที่ได้มอบให้ผู้เรียนผ่าน Google Classroom ซึ่งเป็นวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก โดยกลุ่มผู้เรียนได้ใช้ชื่อ “ภูพานซอญ่ Phu Phan Soil” การประเมินนี้เน้นการตรวจสอบกระบวนการในการจัดเตรียมวัสดุที่มีในท้องถิ่นและการผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้

3.7.7 การประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรม

พบว่ากลุ่มผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้งที่มีการนัดหมายผ่านโปรแกรม Line และ Google Meet

3.7.7.1 ผู้เรียนมีพฤติกรรมการส่งงานที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง และคุณภาพของงานที่ส่งอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากการตรวจตามใบงานที่มอบหมายและการสังเกตของครูผู้สอน

3.7.8 การประเมินด้านความรู้

3.7.8.1 ผู้เรียนมีทักษะการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Line, Google Classroom, และ Google Meet โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินรายการ

3.7.8.2 ผู้เรียนมีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ได้คล่องแคล่วเหมาะสม และมีการส่งรายงานให้ครูผู้สอนได้ทราบถึงความก้าวหน้าของงานที่ได้รับมอบหมาย

3.7.9 การประเมินทักษะทางปัญญา

3.7.9.1 ผู้เรียนมีเอกสารไฟล์ Word, PDF, และ MP4 ประกอบทุกครั้งที่มีการนัดประชุมผ่านระบบออนไลน์

3.7.9.2 สื่อสไลด์ต่างๆ ที่นำเสนอให้ครูผู้สอนได้รับรู้ถูกต้องและจัดเรียงลำดับความสำคัญได้อย่างเหมาะสม

3.7.10 การประเมินทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

3.7.10.1 ผู้เรียนแต่ละคนมีผลสัมฤทธิ์กับชิ้นงานต่างๆ ที่ครูผู้สอนมอบให้ เช่น การจัดหาวัสดุเหลือจากภาคเกษตรการสืบค้นข้อมูลหากระบวนการทำปุ๋ยหมัก การทำน้ำหมัก และการทำน้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง

3.7.10.2 ผู้เรียนมีการนัดประชุมกลุ่มย่อยผ่านระบบออนไลน์ในการทำงานร่วมกัน เช่น การทำปุ๋ยหมัก การทำน้ำหมัก การทำน้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง การทำสไลด์นำเสนอ และการทำเอกสารประกอบ

3.7.11 การประเมินทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

3.7.11.1 ผู้เรียนมีการเลือกใช้สื่อนำเสนอได้อย่างเหมาะสม สามารถนำเสนอสื่อสไลด์ให้ครูผู้สอนได้รับฟังและเข้าใจง่าย

3.7.11.2 ผู้เรียนตอบคำถามได้อย่างชัดเจนและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างเหมาะสม

การเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ช่วยให้การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปอย่างครอบคลุมและเป็นธรรม ทำให้สามารถวัดผลการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ

ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
Science Center, Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University
680 ถนนนิเวศน์ ตำบลราชพฤกษ์ อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 47000
Tel : 0 4297 0060 Fax : 0 4297 0060
http://www.scc.sru.ac.th

รายงานผลการทดสอบ

เลขที่รายงาน : RQ55/2564
วันที่ออกรายงาน : 23 กรกฎาคม 2564
เลขที่คำขอส่งตัวอย่าง : RQW01-090764/008
หน้า : 1/1

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า : โรงกลั่นสุราอินทรีย์
262 หมู่ 2 ตำบลวัง อําเภอนํ้าวมอง จังหวัดสกลนคร 47140
ประเภทตัวอย่าง : ดินปลูก
วันที่รับตัวอย่าง : 9 กรกฎาคม 2564
วันที่ทดสอบ : 9 กรกฎาคม 2564 : 20 กรกฎาคม 2564

รายการทดสอบ	หน่วย	ผลการทดสอบ		วิธีทดสอบอ้างอิง ¹⁾
		ชื่อตัวอย่าง : รหัสตัวอย่าง	ดินปลูกกัญชา	
			W01-090764-126	
ความเข้มข้นของไนโตรเจน (ppm)	(ppm at 25°C)	7.81		Electrometric Method
ฟอสฟอรัส (ppm)	mg/kg	1.051		In-house method Graphite Technique based on Standard Method
แคลเซียม (ppm)	mg/kg	0.213		In-house method Graphite Technique based on Standard Method
โพแทสเซียม (ppm)	mg/kg	1.387		In-house method Gaseous Hydride Technique based on Standard Method
ปรอท (ppm)	mg/kg	0.054		In-house method Cold Vapor Technique based on Standard Method

หมายเหตุ ¹⁾ In-house method based on EPA 3052

-End of Report-

ลงชื่อ : (นายวิชาญ พันธุ์งาม) ผู้ตรวจวิเคราะห์

ลงชื่อ : (ดร.ประวิทย์ สุวรรณรงค์) ผู้ตรวจสอบการวิเคราะห์

ลงชื่อ : (นายวิชาญ พันธุ์งาม) ผู้ตรวจวิเคราะห์

23 ก.ค. 2564

รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์สมบัติของดินปลูก

3.8 การเตรียมต้นกล้ากัญชา

3.8.1 ผู้เรียนเตรียมต้นกล้ากัญชาสายพันธุ์หางกระรอก โดยนำเมล็ดมาแช่ในน้ำร้อน 70 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที แล้วเพาะในถาดหลุมจนต้นกล้ามีความสูงประมาณ 5 เซนติเมตร

3.8.2 คัดเลือกต้นกล้าที่มีขนาดเท่ากันเพื่อไปปลูกในกระถางพลาสติกในแต่ละหน่วยทดลอง

3.9 การปลูกกัญชาในกระถางพลาสติก

3.9.1 การเตรียมกระถางพลาสติกขนาด 68 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 52 ซม. มีปริมาตรประมาณ 120 ลิตร สามารถใส่ดินสำหรับปลูกได้ 80 ลิตร จำนวน 16 ใบ

3.9.2 ปลุกแบบ OUTDOOR โดยเว้นระยะห่างระหว่างต้น 1-1.5 เมตร และระยะระหว่างแถว 1.5-2 เมตร คลุมแปลงด้วยผ้าสแลน 50% ทั้งวัน เป็นเวลา 5 วัน หลังจากนั้นจึงค่อยเปิดรับแสงแดดเต็มที่ในช่วงเช้า (คลุมเฉพาะช่วงบ่าย) อีก 5 วัน ก่อนที่จะเปิดผ้าสแลนออกทั้งหมดรูปที่ 7



รูปที่ 7 การปลุกกัญชาในกระถางพลาสติกแบบ OUTDOOR

3.10 การบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของกัญชา

3.10.1 จัดเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก ด้วยโปรแกรม Excel ในดินปลูกแต่ละสูตร ได้แก่ ความสูง จำนวนใบ ความกว้างของใบ น้ำหนักต้นสด และน้ำหนักแห้ง

3.10.2 การบันทึกข้อมูลนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถติดตามและวิเคราะห์การเจริญเติบโตของกัญชาได้อย่างละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและพัฒนาทักษะการวิจัย การวิเคราะห์ และการประเมินผล ทำให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

3.11 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือหลายประเภทเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนี้

3.11.1 การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

3.11.1.1 Google Meet ใช้สำหรับการประชุมออนไลน์ การนำเสนอผลงาน และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

3.11.1.2 Line App: ใช้สำหรับการนัดหมาย การสื่อสารระหว่างกลุ่มผู้เรียนและการสร้างกลุ่มดินปลูกกัญชา

3.11.1.3 ZOOM App: ใช้สำหรับการประชุมออนไลน์และการนำเสนอผลงานที่ได้รับมอบหมาย

3.11.2 แบบสอบถามและแบบฝึกปฏิบัติ

3.11.2.1 แบบสอบถาม: ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าร่วมกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

3.11.2.2 แบบฝึกปฏิบัติและใบงาน: ใช้สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้และการปฏิบัติงานของผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้

ตารางที่ 1 แสดงสูตรดินปลูกกัญชา 4 สูตร

Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
mold 20%	mold 20%	mold 20%	mold 20%
Peat moss 20%	Perlite 10%	Earthworm soil 20%	Termite soil 20%
Coco peat 15%	Compost 5%	Perlite 20%	Compost 10%
Pumice 5%	Coco peat 10%	Peat moss 30%	Bio-fermented 10%
Husk 5%	Vermicompost 20%	Gravel 5%	Pig manure 5%
Vermicompost 5%	Bat Guano 5%	Black chaff 10%	Chicken manure 5%
Bat Guano 70 กรัม	Black chaff 5%	Compost 10%	Cow manure 5%
Water 1 liter	Water 1 liter	Dried duckweed 10%	Bat Guano 2%
		Buffalo manure 5%	Vermicompost 5%
		Vermicompost 5%	Coco peat 10%
		Bat Guano 2%	Black chaff 10%
		Chitosan 5%	Biochar 5%
		Water 1 liter	Photosynthetic
			microorganisms 5%
			Azolla 5%
			Water 1 liter

3.11.3 เอกสารประกอบการสอนออนไลน์

3.11.3.1 Google Classroom: ใช้สำหรับการจัดเก็บและแจกจ่ายเอกสารประกอบการสอน เช่น ไฟล์ Word, ไฟล์ PDF, และไฟล์ MP4

3.11.3.2 Google Form: ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.11.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการนำเสนอและการประเมินผล

3.11.4.1 CANVA ใช้สำหรับการสร้างสื่อมัลติมีเดียและการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุปลูกกัญชา

3.11.4.2 PowerPoint: ใช้สำหรับการนำเสนอผลงานและสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

3.11.4.3 Excel: ใช้สำหรับการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโตของกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก

3.11.5 เครื่องมือสำหรับการประเมินผลรอบทิศทาง 360 องศา

3.11.5.1 การประเมินผลรอบทิศทางแบบ 360 องศา (360-degree Feedback) ใช้สำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจากผู้เรียนจาก

3.11.5.2 มุมมองของบุคคลหลากหลายมิติ ทั้งด้านการทำงาน พฤติกรรม ทักษะในการสื่อสาร และทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

การใช้เครื่องมือเหล่านี้ช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลและการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์

3.12 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังนี้

3.12.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้ Google Form ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้เรียน โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมประกอบด้วย พฤติกรรมการเรียนรู้ ทักษะ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์

3.12.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐานและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.12.3 สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้สถิติพรรณนาในการวิเคราะห์ลักษณะของประชากร โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อสรุปข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่าง

3.13 การทดสอบสมมติฐาน

3.13.1 ใช้สถิติที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนตามตัวแปรก่อนและหลังการทดลอง

3.13.2 สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดน้อยกว่า 30 คน ($n < 30$) ใช้สถิติ Paired Sample t-Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังการเข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์

3.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA)

3.14.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

3.14.2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้ช่วยให้สามารถประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ ทำให้สามารถสรุปผลการวิจัยและทดสอบสมมติฐานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

4. ผลลัพธ์และการอภิปราย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ โดยมีวัตถุประสงค์หลักสามประการ ได้แก่ (1) เพื่อจัดการเรียนรู้เชิงรุกบนแพลตฟอร์มออนไลน์ (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าสู่กระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ และ (3) เพื่อศึกษาทัศนคติของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าสู่กระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลจากการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์

การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ในกรณีศึกษานี้ได้ดำเนินการผ่านการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ เช่น Line, Google Classroom, และ Google Meet โดยมีการประเมินผลรอบทิศทาง 360 องศา (360-degree Feedback) ตามสภาพจริง (Formative Assessment) ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ความรู้ ทักษะทางปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกนี้เน้นการลดบทบาทของครูผู้สอนและเพิ่มบทบาทของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือทำและคิดในสิ่งที่ทำลงไปเพื่อสร้างประสบการณ์ตรง มีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มผู้เรียนและครูผู้สอนผ่านการทำกิจกรรมร่วมกันทั้งในชั้นเรียนและนอกชั้นเรียนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (Case-based learning) บนแพลตฟอร์มออนไลน์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการเข้าสู่กระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ โดยมีการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการเรียนรู้ พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนรู้สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ในทุกด้านที่ประเมิน และนำมาซึ่งผลการศึกษาพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนเข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้แบบปกติหรือแบบเดิมที่เคยเรียนมา เปรียบเทียบกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังเข้าร่วมกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่ได้ออกแบบขึ้น การเปลี่ยนแปลง ดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ มีพฤติกรรม การเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปจากก่อนเรียนอย่างชัดเจน คือ ก่อนเรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.00$) เปลี่ยนไปเป็น พฤติกรรมการเรียนรู้ระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$) หลังเข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีมากที่สุดหลังเรียน ได้แก่ การมีความสุขในการลงมือปฏิบัติจริงร่วมกับบุคคลรอบข้าง ($\bar{X} = 4.89$) การแนะนำ ชี้แนะ อธิบายขั้นตอนการทำงานให้กับเพื่อนๆ ในกลุ่มเรียน ($\bar{X} = 4.84$) และการได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ระหว่างกันภายในชั้นเรียน ($\bar{X} = 4.82$) ตามลำดับ มีรายละเอียดดังนี้

พฤติกรรมการเรียนรู้

- 4.1.1 การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียนมากขึ้น ($\bar{X} = 4.70$)
- 4.1.2 การได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ระหว่างกันภายในชั้นเรียนมากขึ้น ($\bar{X} = 4.82$)
- 4.1.3 การได้ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลด้วยตัวเองมากขึ้น ($\bar{X} = 4.47$)
- 4.1.4 การได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเองมากขึ้น ($\bar{X} = 4.58$)
- 4.1.5 ถ้าแสดงความคิดเห็น ซักถามข้อสงสัย และนำเสนอในชั้นเรียนมากขึ้น ($\bar{X} = 4.73$)

4.1.6 การได้คิดและลงมือปฏิบัติจริงร่วมกับบุคคลรอบข้างมากขึ้น ($\bar{X}$ = 4.70)

4.1.7 การมีความสุขในการลงมือปฏิบัติจริงร่วมกับบุคคลรอบข้างมากขึ้น ($\bar{X}$ = 4.89)

4.18 การมีวินัยและรับผิดชอบในการได้ลงมือปฏิบัติจริงมากขึ้น ($\bar{X}$ = 4.60)

4.1.9 การได้ลงมือปฏิบัติจริงทุกครั้งที่ได้รับมอบหมายมากขึ้น ($\bar{X}$ = 4.58)

4.1.10 การแนะนำ ชี้แนะ และอธิบายขั้นตอนการทำงานให้กับเพื่อนๆ ในกลุ่มเรียนมากขึ้น ($\bar{X}$ = 4.84)

สำหรับผลของการศึกษาทัศนคติต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังการเข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนก่อนและหลังการเข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์

พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	$\bar{X}$	SD	แปลผล	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1. การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน	3.12	0.72	ปานกลาง	4.70	0.79	มากที่สุด
2. การได้แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ระหว่างกันภายในชั้นเรียน	3.00	0.45	ปานกลาง	4.82	0.81	มากที่สุด
3. การได้ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลด้วยตัวเอง	3.24	0.49	ปานกลาง	4.47	0.47	มาก
4. การได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	3.00	0.56	ปานกลาง	4.58	0.35	มากที่สุด
5. ถ้าแสดงความคิดเห็น ชักถามข้อสงสัย นำเสนอในชั้นเรียน	3.06	0.58	ปานกลาง	4.73	0.73	มากที่สุด
6. การได้คิดและลงมือปฏิบัติจริงร่วมกับบุคคลรอบข้าง	3.10	0.80	ปานกลาง	4.70	0.66	มากที่สุด
7. การมีความสุขในการลงมือปฏิบัติจริงร่วมกับบุคคลรอบข้าง	3.28	0.62	ปานกลาง	4.89	0.43	มากที่สุด
8. การมีวินัยและรับผิดชอบในการได้ลงมือปฏิบัติจริง	2.47	0.50	น้อย	4.60	0.67	มากที่สุด
9. การได้ลงมือปฏิบัติจริงทุกครั้งที่ได้รับมอบหมาย	2.55	0.75	น้อย	4.58	0.48	มากที่สุด
10. การแนะนำ ชี้แนะ อธิบายขั้นตอนการทำงานให้กับเพื่อนๆ ในกลุ่มเรียน	3.21	0.58	ปานกลาง	4.84	0.80	มากที่สุด
รวม	3.00	0.60	ปานกลาง	4.69	0.62	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินทัศนคติต่อการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.62) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยในด้านการจัดการเรียนรู้ กลุ่มผู้เรียนคิดว่าการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ สามารถกระตุ้นให้กลุ่มผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้มากที่สุด ($\bar{X}$ =4.82) ในด้านผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนคิดว่ามีมีความสุขและอยากเข้าสู่กระบวนการบูรณาการเรียนการสอนออนไลน์ มากที่สุด ($\bar{X}$ =4.89) มีรายละเอียดดังนี้

ทัศนคติของผู้เรียน

4.1.11 การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียนมากขึ้น ($\bar{X}$ = 4.70)

4.1.12 มีทัศนคติที่ดีต่อการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ โดยมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.62)

4.1.13 การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์สามารถกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.82)

4.1.1 มีความสุขและอยากเข้าสู่กระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์มากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.89)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

4.1.2 คะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการเรียนรู้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนรู้สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ในทุกด้านที่ประเมิน

4.1.3 มีการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

ตารางที่ 3 แสดงการประเมินทัศนคติต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังการเข้าร่วมกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกบนแพลตฟอร์มออนไลน์

ความพึงพอใจของผู้เรียน	การจัดการเรียนรู้		
	$\bar{X}$	SD	ตัวแปล
1. แบ่งเวลาได้เหมาะสมกับเนื้อหา	4.40	0.54	มาก
2. ใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา	4.65	0.64	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลาย	4.78	0.45	มากที่สุด
4. การสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนออนไลน์ได้เหมาะสม	4.35	0.77	มาก
5. การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน	4.82	0.41	มากที่สุด
ความพึงพอใจของผู้เรียน	ผู้เรียน		
	$\bar{X}$	SD	ตัวแปล
6. มีการฝึกให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับบุคคลรอบข้าง	4.82	0.51	มากที่สุด
7. มีการฝึกให้ผู้เรียนค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง	4.61	0.55	มากที่สุด
8. มีการฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์	4.55	0.49	มากที่สุด
9. มีการบูรณาการกับรายวิชาอื่นๆ	4.56	0.50	มากที่สุด
10. มีความสุขและอยากเข้าสู่กระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์	4.89	0.45	มากที่สุด
ภาพรวม	4.62	0.53	มากที่สุด

4.2 ผลจากการพัฒนาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์

การวิจัยนี้ได้พัฒนาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ โดยใช้วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรในท้องถิ่นสกลนคร เช่น ดินหัวเชื้อ, ปุ๋ยน้ำหมักอินทรีย์, มูลควาย, มูลหมู, มูลไก่ไล่ทุ่ง, มูลค้างคาว, ขุยมะพร้าว, แกลบดำ, มูลไส้เดือน, ถ่านไบโอชาร์, ดินจอมปลวก, และเปลือกหอย วัสดุปลูกที่พัฒนาขึ้นนี้มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์เหมาะสำหรับการปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกภูพานเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีชื่อว่า “ภูพานซอร์ส Phu Phan Soil” ซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับกลุ่มผู้เรียนเดือนละ 288,000 บาท (1,800 ถุง/เดือน) ดังรูปที่ 8 และ 9 ตามลำดับ



รูปที่ 8 ผลิตภัณฑ์ของกลุ่ม มีชื่อว่า “ภูพานซอยล์ Phu Phan Soil



รูปที่ 9 ต้นกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกที่ปลูกด้วยดิน “ภูพานซอยล์ Phu Phan Soil

4.3 ผลจากการประเมินการเรียนรู้

การประเมินผลการเรียนรู้ใช้วิธีการประเมินผลรอบทิศทาง 360 องศา (360-degree feedback) โดยมีการประเมินผลจากบุคคลหลากหลายมิติ ทั้งด้านการทำงาน พฤติกรรม ทักษะในการสื่อสาร และทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่นการประเมินผลการทำงาน:

4.3.1 ผู้เรียนที่ทำงานส่งตรงตามคำสั่งหรือใบงานในเวลาที่กำหนด มีการนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ และมีเอกสารประกอบการนำเสนอ ได้รับคะแนน “ดีมาก” (5 คะแนน)

4.3.2 ผู้เรียนที่ผิดเงื่อนไข 1 ประเด็น ได้รับคะแนน “ดี” (4 คะแนน)

4.3.3 ผู้เรียนที่ผิดเงื่อนไข 2 ประเด็น ได้รับคะแนน “พอใช้” (3 คะแนน)

4.3.3.1 ผู้เรียนที่ผิดเงื่อนไข 3 ประเด็น ได้รับคะแนน “ผ่านแบบมีเงื่อนไข” (2 คะแนน)

4.3.3.2 ผู้เรียนที่ผิดเงื่อนไขตั้งแต่ 3 ประเด็นขึ้นไป ได้รับคะแนน “ปรับปรุง” (1 คะแนน)

4.3.4 ผู้เรียนที่ไม่มีผลงาน ได้รับคะแนน 0 คะแนน

4.3.5 การประเมินจากกระบวนการทำงานและชิ้นงาน

4.3.5.1 ครูผู้สอนประเมินชิ้นงานจากใบงานหรือคำสั่งที่ได้มอบให้ผู้เรียนผ่าน Google Classroom ซึ่งเป็นวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอก โดยกลุ่มผู้เรียนได้ใช้ชื่อ “ภูพานซอยล์ Phu Phan Soil”

4.3.5.2 การประเมินนี้เน้นการตรวจสอบกระบวนการในการจัดเตรียมวัสดุที่มีในท้องถิ่นและการผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้

4.4 ผลการประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรม

4.4.1 พบว่ากลุ่มผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้งที่มีการนัดหมายผ่านโปรแกรม Line และ Google Meet

4.4.2 ผู้เรียนมีพฤติกรรมการส่งงานที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง และคุณภาพของงานที่ส่งอยู่ในเกณฑ์ดี เนื่องจากการตรวจตามใบงานที่มอบหมายและการสังเกตของครูผู้สอน

4.5 ผลการประเมินด้านความรู้

4.5.1 ผู้เรียนมีทักษะการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Line, Google Classroom, Google Meet โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินรายการ

4.5.2 ผู้เรียนมีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ได้คล่องแคล่วเหมาะสม มีการส่งรายงานให้ครูผู้สอนได้ทราบถึงความก้าวหน้าของงานที่ได้รับมอบหมาย

4.5.3 ผู้เรียนมีทักษะการสืบค้นข้อมูลในฐานข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการทำงาน

4.5.4 ผู้เรียนมีทักษะการใช้ภาษาไทยในการเขียนและพิมพ์เอกสารเพื่อส่งให้กับครูผู้สอนได้อย่างถูกต้อง เลือกใช้คำที่เหมาะสม

4.6 ผลการประเมินทักษะทางปัญญา

4.6.1 ผู้เรียนมีเอกสารไฟล์ Word, PDF, MP4 ประกอบทุกครั้งที่มีการนัดประชุมผ่านระบบออนไลน์

4.6.2 สื่อสไลด์ต่างๆ ที่นำเสนอให้ครูผู้สอนได้รับรู้ถูกต้องและจัดเรียงลำดับความสำคัญได้อย่างเหมาะสม

4.7 ผลการประเมินทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ

4.7.1 ผู้เรียนแต่ละคนมีผลสัมฤทธิ์กับชิ้นงานต่างๆ ที่ครูผู้สอนมอบให้ เช่น การจัดหาวัสดุเหลือจากภาคเกษตร การสืบค้นข้อมูลหากระบวนการทำปุ๋ยหมัก การทำน้ำหมัก และการทำน้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง

4.7.2 ผู้เรียนมีการนัดประชุมกลุ่มย่อยผ่านระบบออนไลน์ในการทำงานร่วมกัน เช่น การทำปุ๋ยหมัก การทำน้ำหมัก การทำน้ำจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง การทำสไลด์นำเสนอ และการทำเอกสารประกอบ

4.8 ผลการประเมินทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

4.8.1 ผู้เรียนมีการเลือกใช้สื่อนำเสนอได้อย่างเหมาะสม สามารถนำเสนอสื่อสไลด์ให้ครูผู้สอนได้รับฟังและเข้าใจง่าย

4.8.2 ผู้เรียนตอบคำถามได้อย่างชัดเจนและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างเหมาะสม

4.9 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า หลังจากที่ผู้เรียนเข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์ทางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ในการเรียนการสอน

4.9.1 การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์

การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์กรณีศึกษา เป็นแนวทางการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น โดยการลงมือปฏิบัติจริง การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bonwell และ Eison (1991) ที่พบว่า การบูรณาการการเรียนการสอนช่วยเพิ่มความเข้าใจและความจำของผู้เรียนได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบเชิงรับ (Passive Learning) นอกจากนี้ การใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ในการจัดการเรียนรู้อย่างช่วยเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลและการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Garrison และ Kanuka (2004) ที่พบว่าการใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนในประเทศไทย งานวิจัยของ ธันยวิช วิเชียรพันธ์ (2563) พบว่าการจัดการศึกษาแบบ Active Learning บน Online Platform ในยุค COVID-19 ช่วยเพิ่มความสนใจและความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ งานวิจัยของ เยาวเรศ รักดีจิตร (2557) ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของผู้เรียนในวิชาต่างๆ

4.9.2 การเพิ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สูงขึ้นหลังการเข้าร่วมกระบวนการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prince (2004) ที่พบว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านต่างๆ เช่น การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ งานวิจัยของ Freeman et al. (2014) ยังพบว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ในประเทศไทย งานวิจัยของ สถาพร พงษ์พิบูล (2558) พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (Case-based learning) ช่วยเพิ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา นอกจากนี้ งานวิจัยของ อริยา คูหา และคณะ (2562) ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านการมีส่วนร่วมและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

4.9.3 การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา

การบูรณาการการเรียนการสอนกรณีศึกษา ช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ งานวิจัยของ Hake (1998) ยังพบว่าการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของผู้เรียนในวิชาฟิสิกส์ในประเทศไทย งานวิจัยของ เอกรัตน์ หอมประทุม (2564) พบว่าการประยุกต์ใช้ Active Learning ในการเรียนการสอนช่วยเพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของผู้เรียนในวิชาต่างๆ นอกจากนี้ งานวิจัยของ ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2553) ยังพบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของผู้เรียนในวิชาต่างๆ

4.9.4 การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี

การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มพฤติกรรมการเรียนรู้และทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Dweck (2006) ที่พบว่าการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพยายามของผู้เรียนในการเรียนรู้ในประเทศไทย งานวิจัยของ ธัญวิช วิเชียรพันธ์ (2563) พบว่าการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีในห้องเรียนออนไลน์ช่วยเพิ่มความพึงพอใจและความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ งานวิจัยของ เยาวเรศ ภักดีจิตร (2557) ยังพบว่าการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีช่วยเพิ่มความพึงพอใจและความสนใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน

4.9.5 การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอน

การใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mayer (2009) ที่พบว่าการใช้เทคโนโลยีช่วยเพิ่มความเข้าใจและความจำของผู้เรียน นอกจากนี้ ในประเทศไทย งานวิจัยของ ธัญวิช วิเชียรพันธ์ (2563) พบว่าการใช้เทคโนโลยีในการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน นอกจากนี้ งานวิจัยของ สถาพร พงษ์พิบูล (2558) ยังพบว่าการใช้เทคโนโลยีในการบูรณาการการเรียนการสอนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

4.9.6 การพัฒนาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์

การพัฒนาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์เป็นนวัตกรรมใหม่ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกกัญชาและสร้างรายได้ให้กับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Russo (2007) ที่พบว่ากัญชามีประโยชน์ทางการแพทย์ในการรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคพาร์กินสัน และโรคอัลไซเมอร์ นอกจากนี้ งานวิจัยของ Hazekamp และ Grotenhermen (2010) ยังพบว่ากัญชามีประโยชน์ทางการแพทย์ในการรักษาอาการปวดและอาการคลื่นไส้ในประเทศไทย งานวิจัยของ วุฒิพงษ์ ฮามวงศ์ (2561) พบว่าการใช้วัสดุปลูกกัญชาของหมอบ้านการแพทย์แผนไทยจังหวัดสกลนครช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกกัญชาและสร้างรายได้ให้กับผู้เรียน นอกจากนี้ งานวิจัยของ สมชาย แก้ววังชัย (2564) ยังพบว่าการใช้วัสดุปลูกกัญชาที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการปลูกกัญชาและสร้างรายได้ให้กับผู้เรียน

4.9.7 ความแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ

แม้ว่าผลการวิจัยนี้จะสอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ในการเรียนการสอน แต่ก็มีมีความแตกต่างในบางประเด็น เช่น การใช้วัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ซึ่งเป็นนวัตกรรมใหม่ที่ยังไม่มีงานวิจัยอื่นๆ ที่ศึกษาในประเด็นนี้ นอกจากนี้ การใช้แพลตฟอร์มออนไลน์ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในบริบทของการปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ยังเป็นประเด็นที่ยังไม่มีงานวิจัยอื่นๆ ที่ศึกษาในลักษณะเดียวกัน

การวิจัยนี้ยังเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและการเรียนรู้เชิงรุกในบริบทของการพัฒนาวัสดุปลูกกัญชา ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างการเรียนรู้ทางทฤษฎีและการปฏิบัติจริงที่มีความเฉพาะเจาะจงและเป็นนวัตกรรมใหม่ การใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mayer (2009) และ

Clark และ Mayer (2016) ที่พบว่าการใช้เทคโนโลยีช่วยเพิ่มความเข้าใจและความจำของผู้เรียนนอกจากนี้ การวิจัยนี้ยังเน้นการประเมินผลการเรียนรู้แบบ 360 องศา ซึ่งเป็นวิธีการประเมินผลที่ครอบคลุมและเป็นธรรม โดยมีการประเมินผลจากบุคคลหลากหลายมิติ ทั้งด้านการทำงาน พฤติกรรม ทักษะในการสื่อสาร และทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bracken, Timmreck (2001) ที่พบว่าการประเมินผลรอบทิศทางแบบ 360 องศาช่วยเพิ่มความถูกต้องและความเป็นธรรมในการประเมินผลการเรียนรู้

5. สรุปผล

การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ของนักศึกษาสาขาวิชาสัตวกรรมเกษตรอินทรีย์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการสอนตามความถนัด ความสามารถ และความสนใจของผู้เรียน ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ รอบตัว เป็นประสบการณ์ตรง และเรียนรู้จากการกระทำของตนเอง สามารถหาวิธีการเรียนรู้ด้วยกระบวนการของตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มผู้เรียนและครูผู้สอน ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกรณีศึกษา (case-based study) บนแพลตฟอร์มออนไลน์ ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Line, Google Classroom, Google Meet รายงานความก้าวหน้าผ่านโปรแกรมออนไลน์ CANVA, Power Point และเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรม Excel ครูผู้สอนทำการประเมินผลการเรียนรู้ในลักษณะการประเมินผลรอบทิศทาง แบบ 360 องศา (360-degree Feedback) ตามสภาพจริง (Formative Assessment) ในด้านคุณธรรม จริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร เทคโนโลยี คอมพิวเตอร์ ครูผู้สอนเป็นผู้รอบรู้มีประสบการณ์ ได้ทำการซักถาม ตั้งคำถามที่สามารถกระตุ้นให้นักศึกษาผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอยู่ตลอดเวลา ตั้งแต่เริ่มต้น ระหว่างดำเนินกระบวนการ จนถึงสิ้นสุดกระบวนการ และหาข้อสรุปได้ ทำให้กลุ่มผู้เรียนสามารถเรียนรู้ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาฯ จึงช่วยให้ผู้เรียนและครูผู้สอนยังสามารถสร้างกระบวนการจัดการเรียนการสอนได้ตามปกติ

กลุ่มผู้เรียนเป็นนักศึกษาสาขาวิชาสัตวกรรมเกษตรอินทรีย์ อายุระหว่าง 20-70 ปี ภายหลังการเข้าสู่การบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ ได้ค้นพบนวัตกรรมใหม่ทางการเรียนรู้ซึ่งเป็นวัสดุปลูกกัญชาที่มีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์เหมาะสำหรับการปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกภูพานเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ จากการได้ลงมือปฏิบัติจริง (hand-on) ภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์ “ภูพานซอล์ Phu Phan Soil” ซึ่งใช้วัสดุปลูกที่เหลือใช้ทางเกษตรมีในท้องถิ่น สกลนคร คือ ดินหัวเชื้อ, ปุ๋ยน้ำหมักอินทรีย์, มูลควาย, มูลหมู, มูลไก่ไล่ทุ่ง, มูลค้างคาว, ขุยมะพร้าว, แกลบดำ, มูลไส้เดือน, ถ่านไบโอชาร์, ดินจอมปลวก, เปลือกหอย ผสมตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้ นำไปบรรจุถุงละ 10 กิโลกรัม จำหน่ายให้กับวิสาหกิจชุมชนเกษตรอินทรีย์ ประชาชนทั่วไป ราคาถุงละ 160 บาท สามารถสร้างรายได้ให้กลุ่มผู้เรียนเดือนละ 288,000 บาทต่อเดือน (1,800 ถุง/เดือน)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยการบูรณาการการเรียนการสอนออนไลน์ กรณีศึกษาวัสดุปลูกกัญชาสายพันธุ์หางกระรอกเพื่อประโยชน์ทางการแพทย์ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ข้าพเจ้าขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงต่อทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการทำงานวิจัยนี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ที่ให้โอกาสและสนับสนุนด้านทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวกในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณ ท่านคณบดีคณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่ให้คำปรึกษาและแนวทางในการวิจัย รวมถึงการสนับสนุนด้านวิชาการและการจัดการเรียนการสอน

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คณาจารย์และบุคลากร ทุกท่านที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในทุกขั้นตอนของการวิจัย ขอขอบคุณ นักศึกษาสาขาวิชาวนวัฒนกรรมเกษตรอินทรีย์ ที่มีส่วนร่วมในการทดลองและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวิจัยครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ผู้เชี่ยวชาญและนักวิจัย ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าในการพัฒนางานวิจัย ขอขอบคุณ ครอบครัว และเพื่อน ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนข้าพเจ้าในทุกๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ทุกท่านที่มีส่วนร่วม ในการทำงานวิจัยนี้ ไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม ความสำเร็จของงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากความร่วมมือและการสนับสนุนของทุกท่าน ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อวงการวิชาการ และสังคมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2563). รายงานผลการดำเนินงานหลักสูตรวิทยาศาสตร์

บัณฑิต สาขาวิชา พืชศาสตร์ ระดับปริญญาตรี (พิมพ์ครั้งที่ 1). สกลนคร: สำนักพิมพ์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ครุปรกรณ์ ละเอียดอ่อน. (2562). การผลิตและพัฒนาสูตรดินปลูกจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรเพื่อจำหน่าย

กรณีศึกษา กลุ่มสตรีแม่บ้านตำบลหนองลาด อำเภอเมืองบุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการ เกษตร, ปีที่ 36 ฉบับที่ 3, 66-77.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2553). Active Learning. วารสารวิชาการ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ประจำเดือน พฤศจิกายน 2553.

ธัญวิษ วิเชียรพันธ์. (2563). การจัดการศึกษาแบบ Active Learning บน Online Platform ในยุค COVID 19. สืบค้น

มิถุนายน 20, 2564, จาก <http://www.starfishlabz.com/blog/158-การจัดการศึกษาแบบ Active Learning online-platform-ในยุค-covid-19>.

เยาวเรศ รักดีจิตร. (2557). Active Learning กับการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. สืบค้น กรกฎาคม 20, 2564 ,จาก

http://apr.nsrut.ac.th/Act_learn/myfile/27022015155130_article.docx.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วุฒิพงษ์ ฮามวงศ์. (2561). องค์ความรู้หมอฟันบ้านสกลนคร (พิมพ์ครั้งที่ 1). สกลนคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
- สภาพร พงษ์พิบูล. (2558). เอกสารประกอบการฝึกอบรม “คุณภาพผู้เรียน เกิดจากกระบวนการเรียนรู้”. สืบค้น เมษายน 22, 2564, จาก https://km.buu.ac.th/article/frontend/article_detail/141.
- สมชาย แก้ววังชัย. (2564). เคล็ดลับการปลูกกัญชา กัญชง ที่ใครก็ทำได้. สืบค้น กรกฎาคม 20, 2564, จาก https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_177311.
- หมอบุญ บุตรผาพรหม. (2564, เมษายน 30). หมอฟันบ้านตำบลคำตากกล้า เลขที่ 146 ม.9 บ้านวังเวิน ตำบลคำตากกล้า อำเภอคำตากกล้า จังหวัดสกลนคร. สัมภาษณ์.
- อริยา คูหา, สรินญา ปุติ, ดร.ฮานานมูฮิบเบตุตดิน นอจิ. (2562). โลกที่เปลี่ยนแปลง การเรียนรู้ที่ผ่านสู่ Active Learning. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, ปีที่ 30, ฉบับที่ 2, 1-13
- เอกรัตน์ หอมประทุม. (2564). การประยุกต์ใช้ Active Learning ในการเรียนการสอน. สืบค้น กรกฎาคม 20, 2564, จาก <http://www.edbathai.com/Main2/แผนกวิชาการระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน/86-บทความการศึกษา>.
- Bon well, C.C.; & Eison J. A. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom. ERIC Digest. [Online] Available
- Bracken, D. W., Timmreck, C. W., Fleenor, J. W. and Summers, L., (2001). 360 Feedback from another angle. Human Resource Management, Vol 40, No.1, 3-20. John Wiley & Sons Inc.
- Bray, R. H. and L.T, Kurtz. 1945 Determination of total organic and available forms of phosphorus in soil. Soil Sci. 9: 243
- Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. In: C.A. Black (Ed.) Methods of soil analysis-chemical and microbiological properties. Agronomy. 9: 891-901 p.
- Clark, R. & Mayer, R. E. (2016). E-learning and the science of instruction (4th ed). San Francisco: Pfeiffer.
- Dweck, C. S. (2006). Mindset: The new psychology of success. New York: Random House.
- Ethan B. Russo. (2007). History of Cannabis and Its Preparations in Saga, Science, and Sobriquet. Chemistry & Biodiversity. V4, Issue 8. P.1614-1648.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 111(23), 8410-8415.
- Garrison, D.R., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. The internet and higher education, 7(2), 95-105.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses” American Journal of Physics. 61 (1): 64-74.

Hazekamp A, Grotenhermen F. Review on Clinical Studies with Cannabis and Cannabinoids 2005-2009. Cannabinoids. 2010 ;5:1–21. [Google Scholar]

Jones, J. B. Jr., 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil tests and Plant Analysis. Boca Raton: CRC Press 19.

Mayer, R. E. (2009). Multimedia Learning (2nd ed.). United Kingdom: Cambridge University Press.