

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปีที่ 4 ฉบับที่ 2
เดือนกรกฎาคม – เดือนธันวาคม 2563

Journal of Science and Technology
Vol. 4 No. 2
July – December

ISSN 1906-4713

เจ้าของ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
สำนักงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
439 ถนนจิระ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ 3100
โทรศัพท์ 044-611-221 ต่อ 6001 โทรสาร 044-612-858

บทบรรณาธิการ

วารสาร “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ได้จัดทำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแหล่งเผยแพร่ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ครอบคลุมเนื้อหาด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมอาจารย์ นักศึกษา นักวิจัย รวมถึงนักวิชาการทั่วไปได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานวิชาการและผลงานวิจัย โดยวารสาร “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กำหนดเผยแพร่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนธันวาคม 2563 มีบทความนำเสนอทั้งหมด 7 เรื่อง เป็นบทความวิจัยจากนักวิจัยซึ่งเป็นบุคคลภายในและบุคคลภายนอก ที่ผ่านการพิจารณากลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง (Peer Review) จำนวน 2 ท่าน และได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการโดยเจ้าของบทความยินยอมให้บรรณาธิการแก้ไขบทความเพื่อให้สมบูรณ์ในขั้นตอนสุดท้ายก่อนเผยแพร่

วารสารฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่าย ได้แก่ คณะที่ปรึกษาวารสารที่ให้คำแนะนำการจัดทำวารสาร คณะทำงานวารสารที่ช่วยเหลือในการจัดทำวารสารออนไลน์ กองบรรณาธิการที่ร่วมกันพิจารณาบทความ ผู้ทรงคุณวุฒิภายในและภายนอกที่ให้ความกรุณาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขบทความให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เจ้าของบทความวิจัย มหาวิทยาลัยเครือข่ายและหน่วยงานที่สนับสนุนทั้งจากภายในและภายนอก ขอกราบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

กองบรรณาธิการหวังว่า วารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ทางวิชาการสำหรับผู้อ่านทุกท่าน หากท่านมีข้อเสนอแนะประการใด กองบรรณาธิการยินดีน้อมรับคำเพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพวารสารให้มีมาตรฐานยิ่งขึ้น

บรรณาธิการ

ที่ปรึกษา

1. รองศาสตราจารย์มาลินี จุโฑปะมา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัตรา รักการศิลป์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ชื่นชูจิตร

อธิการบดี
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

บรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.ทิพย์วัลย์ แสนคำ

รองบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรารัฐ แก้วศรี

กองบรรณาธิการ

1. ศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์
2. ศาสตราจารย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง
3. ศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ประเทพา
4. ศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ ประมวล
5. รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี หีบแก้ว
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกตุจันทร์ จำปาไชยศรี
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสวี ปานซาง
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นสพ.ประยุทธ์ กุศลรัตน์
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยันต์ สกฤตไทย
10. อาจารย์ ดร.สุนันทา กลิ่นถาวร
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถิรนนท์ สอนแก้ว
12. อาจารย์ชาตวิฑูมิ ธนาจิรันธร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยนเรศวร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ผู้ทรงคุณวุฒิประจำฉบับ

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ เสี่ยงมีวิบูลย์ | มหาวิทยาลัยมหาสารคาม |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.กุลวดี โรจน์ไพศาลกิจ | มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา วงศ์ธนะบุรณ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต |
| 4. รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิดา ผาติเสนะ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| 5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หฤษฎ์สลักขันธ์ วิริยะ | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| 6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนิดา รัชเวทย์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นสพ.ประยุทธ์ กุศลรัตน์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ |
| 8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ.สมพงศ์ วงษ์มา | มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา |
| 9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรนันท์ ทวดอาจ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันทา วีระกุลเทวัญ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุธีรา สุนทรารักษ์ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 12. ดร.เขมิกา อารมณ | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 13. ดร.ดุสิต เพชรน้อย | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |
| 14. อาจารย์วิริทธิ์ชน สือออก | มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ |

สารบัญ

เรื่อง

หน้า

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.....	1
มนีรัตน์ ตากิมนอก วรณลักษณ์ เรียงความ พัทธนา สุวรรณแสน และ อนุชิต กล้าไพร่	
ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ของนักศึกษาชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ บุรีรัมย์.....	15
กิตติศักดิ์ นามวิชา มณีนุช ไชศิริกุล และ ศักดิ์ชัย ศรีกลาง	
ผลิตภัณฑ์สบู่ดาวเรือง ดินภูเขาไฟและหินภูเขาไฟ	27
รุ่งเรือง งาหอม มัณฑนา นมัสสิลา และ สุภาวดี บุญชู	
การจัดตั้งสภปรกและการฟอกขาวเส้นใยเตยหนาม.....	41
ผจญจิต เหมพนม อมรรัตน์ สุขจิตต์ สืบศักดิ์ ก้อนคำดี สาวิตรี อภินิษฐ์เสนีย์ และ บัวลอย จันผกา	
ผลการเสริมฟ้าทะลายโจรในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต ของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลือง หางขาว	53
ณัฐธยาน์ หาได้ นฤมล สมคุณ และ กันตพัฒน์ รัตนสินธุพงศ์	
ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง	65
พงษ์ศักดิ์ จิตตบุตร ศิริลักษณ์ เหลียวกลาง และ ดวงนภา บำรุงนา	
การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าในจังหวัดนครราชสีมา	81
พงษ์ศักดิ์ จิตตบุตร	

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการ
สำนักวิทยบริการและ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Exploratory Factor Analysis of Students Satisfaction on Academic
Resources and Information Technology Services in
Nakhon Ratchasima Rajabhat University

มนิรัตน์ ตากิมนอก* วรรณลักษณ์ เรียงความ พัทธนา สุวรรณแสน และ อนุชิต กล้าไพร่
Maneerat Takimnok, Wannalak Reangquam, Patchana Suwannasaen,
and Anuchit Klapairee

สาขาวิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
Applied Statistic Program, Faculty of Science and Technology at Nakhon Ratchasima
Rajabhat University
E-Mail: nonglak_pim_saithep@yahoo.com*

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และศึกษาองค์ประกอบเชิงสำรวจ ความพึงพอใจของนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 372 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัย ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis)

ผลการศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของนักศึกษา และศึกษาองค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษา ต่อการให้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา พบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาเลือกใช้บริการเมื่อต้องการทำงาน เช่น ทำการบ้าน วิจัย ฯลฯ คิดเป็นร้อยละ 38.98 ส่วนใหญ่เข้าใช้บริการในช่วงเวลาบ่าย (13.00 น. – 16.30 น.) คิดเป็นร้อยละ 52.15 อัตราความถี่ในการเข้าใช้บริการส่วนใหญ่ใช้เดือนละ 1 – 5 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 89.25 และเข้าใช้บริการครั้งละ 2 – 4 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 73.66 ความพึงพอใจต่อการให้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 3.99$) ผลการศึกษาค่าองค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการให้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เมื่อพิจารณาองค์ประกอบจากค่า Eigenvalue ที่มีค่ามากกว่า 1 จะได้ 4 องค์ประกอบ ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปร ได้ร้อยละ 56.66 โดยองค์ประกอบที่ 1 คือ องค์ประกอบ ด้านกระบวนการขั้นตอนการให้บริการ สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมด

ได้ ร้อยละ 19.96 องค์ประกอบที่ 2 ด้านทรัพยากรสารสนเทศ สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 14.01 องค์ประกอบที่ 3 ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก สามารถอธิบาย ความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 12.33 และองค์ประกอบที่ 4 ด้านการให้บริการของบุคลากรและบริการ สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 10.36

คำสำคัญ : สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา พฤติกรรม การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ

ABSTRACT

This research studied exploratory factor analysis of student's satisfaction on Academic Resources and Information Technology Office Service of Nakhon Ratchasima Rajabhat University. The purposes of this research were to study the behavior and satisfaction of students who used the service at the library and information technology office service of Nakhon Ratchasima Rajabhat University. The samples used in the research included; 372 undergraduate students, in regular 2019 academic year. The statistical data using in this research consisted of descriptive statistics and exploratory Factor Analysis.

The results showed that Nakhon Ratchasima Rajabhat University students chose to use the service at the library and information technology office service when they wanted to do homework or research at 38.98 percentages and the most popular service time was in the afternoon (01.00 pm – 04.30 pm) at 52.15 percentages. Most of students came to the library and information technology office service for 1 -5 times per month at 89.25 percentages, and stayed for 2 – 4 hours per day with 73.66 percentages of satisfaction with services of office of Academic Resource and Information Technology, Nakhon Ratchasima Rajabhat University. Overall, the satisfaction surveys results showed satisfaction of students on the Academic Resource and Information Technology Services Nakhon Ratchasima Rajabhat University was at a high level ($\bar{X} = 3.99$). Consider from the composition of the Eigenvalue was greater than 1, which consisted of 4 elements. Total variance of all variable was 56.664 percentages. These 4 elements consisted of the processes of service, information resources, locations and facilities, and service of staff and the services with the total variance at 19.96, 14.01, 12.33 and 10.362 percentages, respectively.

Keywords : Academic Resources and Information Technology Office Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Behavior, Exploratory Factor Analysis.

บทนำ

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นหน่วยงานที่สำคัญในมหาวิทยาลัยเพราะเป็นสถาบันทางสังคมที่ทำหน้าที่เก็บรวบรวมวิทยาการทั้งหลายที่มีการบันทึกไว้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ หนังสือ วารสาร หนังสือพิมพ์ สิ่งพิมพ์อื่น ๆ ตลอดจนโสตทัศนวัสดุทุกประเภท และมีการจัดทรัพยากรห้องสมุดเหล่านั้นไว้อย่างเป็นระบบเพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้และให้บริการแก่ผู้ใช้ อันที่จะส่งเสริมการศึกษาหาความรู้ ความบันเทิงและความจรรโลงใจตามความต้องการ ห้องสมุดที่เหมาะสมแก่การศึกษาทำให้สามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้ที่เข้าใช้บริการได้เป็นอย่างมากทำให้อัตราการเข้าใช้บริการห้องสมุดเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นการศึกษารองคประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จะช่วยให้ทราบถึงพฤติกรรมของผู้ใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ จะสามารถดำเนินการจัดให้บริการได้สอดคล้อง ตรงตามความต้องการของผู้ใช้บริการ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
2. เพื่อศึกษารองคประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ปีการศึกษา 2562 ซึ่งมีรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากร

นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 – 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ภาคปกติที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 11,408 คน

กลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 – 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ภาคปกติ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 372 คน กำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้ตารางของ

เครจซี่และมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970) และทำการสุ่มตัวอย่างตามระดับชั้นอย่างไม่เป็นสัดส่วน (Non-proportional Stratified Random Sampling) ทำให้ได้คณะครุศาสตร์ จำนวน 69 คน คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 86 คน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 47 คน คณะวิทยาการจัดการ จำนวน 110 คน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จำนวน 30 คน และคณะสาธารณสุขศาสตร์ จำนวน 30 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ระดับปริญญาตรี ภาคปกติที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โดยแบ่งตามลักษณะออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ คณะ ระดับชั้น ปี ที่พักอาศัย โดยลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบ

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ได้แก่ กิจกรรมที่ทำในสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ วัตถุประสงค์ที่เลือกใช้บริการช่วงเวลาที่ใช้บริการ จำนวนครั้งต่อเดือนในการใช้บริการ และจำนวนชั่วโมงต่อครั้งในการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบเลือกตอบและเป็นคำถามปลายเปิดจำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 3 ความพึงพอใจการเข้าใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาของแบบสอบถามจำนวน 30 ข้อ มีลักษณะเป็นมาตราส่วน (Rating Scale) 5 ระดับ

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะ ซึ่งเป็นคำถามในลักษณะปลายเปิด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 – 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ภาคปกติ 6 คณะ ได้แก่ คณะครุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาการจัดการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะสาธารณสุขศาสตร์ และคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 372 ชุด โดยใช้แบบสอบถามที่ส่งเคราะห์กับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและพฤติกรรมการใช้สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้สถิติพรรณนาหาค่าจำนวน ร้อยละ จำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล

2. วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย (เชนตติ สยนาพันธ์, 2555) ดังนี้

4.21 – 5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจในการเข้าใช้บริการมากที่สุด

3.41 – 4.20 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจในการเข้าใช้บริการมาก

2.61 – 3.40 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจในการเข้าใช้บริการปานกลาง

1.81 – 2.60 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจในการเข้าใช้บริการน้อย

1.00 – 1.80 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจในการเข้าใช้บริการน้อยที่สุด

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ สักต้องประกอบโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก การหมุนแกนองค์ประกอบแบบตั้งฉาก และการตั้งชื่อองค์ประกอบ ในการวิเคราะห์องค์ประกอบพิจารณา Eigen value ที่มีค่ามากกว่า 1 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยวิเคราะห์องค์ประกอบจากตัวแปร 30 ตัวแปร ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวแปรความพึงพอใจในการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ

ชื่อตัวแปร	ตัวแปร
1.การให้บริการมีขั้นตอนเป็นระบบ	X1
2.ระบบการให้บริการอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำแก่ผู้มาใช้บริการ	X2
3.ระยะเวลาในการให้บริการของแต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสม	X3
4.ความสะดวกในการใช้บริการยืมต่อหนังสือผ่านระบบออนไลน์	X4
5.ความสะดวกในการใช้บริการตู้รับคืนหนังสือ	X5
6.สถานที่ในการคืนหนังสือมีความสะดวก	X6
7.การให้บริการมีระยะเวลา เปิด - ปิดบริการที่มีความเหมาะสม	X7
8.สารสนเทศที่มีให้บริการ ตรงกับความต้องการ	X8
9.ความเพียงพอของจำนวนหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์ที่ให้บริการ	X9
10.ทรัพยากรสารสนเทศมีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการ เช่น โสตทัศนวัสดุ	X10
11.ความทันสมัยของหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์	X11
12.ความหลากหลายในการค้นคว้าของหนังสือ สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น ใช้ OPAC App หรือสอบถามบรรณารักษ์	X12
13.สถานที่ให้บริการสะอาด เป็นระเบียบ	X13

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อตัวแปร	ตัวแปร
14.แสงสว่างเหมาะสมและเพียงพอต่อสถานที่	X14
15.ห้องน้ำสะอาด/มีจำนวนเพียงพอ	X15
16.โต๊ะและเก้าอี้ในการให้บริการสะอาด/มีจำนวนเพียงพอต่อการให้บริการ	X16
17.อุปกรณ์และเครื่องมือ มีความทันสมัยในการให้บริการ	X17
18.ความเพียงพอของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ เช่น อุปกรณ์ในการให้บริการชมภาพยนตร์	X18
19.ความเพียงพอของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการให้บริการ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการพิมพ์/อินเทอร์เน็ต	X19
20.ความสะดวกในการบริการถ่ายเอกสาร	X20
21.บรรยากาศเมื่อเข้ามาใช้บริการแล้วอยากเข้ามาใช้บริการอีก	X21
22.จุดบริการอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless) มีประสิทธิภาพ/เพียงพอ	X22
23.มีป้ายบอกประเภทสิ่งพิมพ์ที่ชัดเจน สะดวกต่อการค้นหา	X23
24.บุคลากรให้บริการด้วยความสุภาพเรียบร้อย เป็นมิตรมีมนุษยสัมพันธ์/อัธยาศัยดี	X24
25.บุคลากรผู้ให้บริการ ให้ความสะดวกรวดเร็วในการให้บริการ	X25
26.บุคลากรให้บริการตามลำดับก่อนหลังอย่างยุติธรรม	X26
27.บุคลากร มีความรู้ สามารถให้คำแนะนำ คำปรึกษา หรือตอบข้อซักถามได้เป็นอย่างดี	X27
28.บุคลากรมีจำนวนเพียงพอในการให้บริการ	X28
29.เอกสาร แผ่นพับและป้ายแนะนำการให้บริการ มีความชัดเจนและเพียงพอ	X29
30.การแจ้งข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวกับบริการ กิจกรรมและทรัพยากรสารสนเทศใหม่มีความสม่ำเสมอ	X30

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 พฤติกรรมการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ตอนที่ 1 พฤติกรรมการใช้บริการสำนักวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ผลวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาจำนวนและร้อยละ ดังปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละพฤติกรรมการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

พฤติกรรม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
กิจกรรมที่ใช้บริการ		
1. อ่านหนังสือ เช่น วารสาร นิตยสาร นวนิยาย ฯลฯ	161	43.28
2. ทำงาน เช่น ทำการบ้าน วิจัย ทบทวนบทเรียน ฯลฯ	250	67.20
3. ใช้บริการห้องนิทรรศการ	51	13.71
4. ใช้บริการยืม - คืน หนังสือและทรัพยากรสารสนเทศ เช่น ตู้ Book Drop ตู้ บริการคืนหนังสือตลอด 24 ชั่วโมงยืมต่อทรัพยากรสารสนเทศออนไลน์ (Renew) และบริการยืมหนังสือใหม่อย่างรวดเร็ว Books Express	114	30.65
5. ใช้บริการสืบค้นข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต และสืบค้นฐานข้อมูลออนไลน์	170	45.70
6. ใช้บริการคอมพิวเตอร์พิมพ์งาน และเครื่องพิมพ์เอกสารสี/ขาวดำ	74	19.89
7. ใช้บริการห้องสมุดดิจิทัลสร้างสุข หมายถึง การให้บริการใช้งาน Tablet	17	4.57
8. ใช้บริการ IT Care @ Library	41	11.02
9. ใช้บริการโสตทัศนวัสดุ และวัสดุอิเล็กทรอนิกส์	39	10.48
10. ใช้บริการเครื่องชมภาพยนตร์ รายบุคคล	85	22.85
11. ใช้บริการห้องฉายภาพยนตร์ ขนาด 48 ที่นั่งรายกลุ่ม	39	10.48
12. ใช้บริการตอบคำถามและช่วยค้นคว้าให้ข้อเสนอแนะในการใช้ฐานข้อมูล ให้ คำปรึกษาในการค้นคว้างานวิจัยและงานวิชาการ)	40	10.75
การใช้บริการ		
เมื่อต้องการค้นหาข้อมูล	118	31.72
เมื่อต้องการใช้อินเทอร์เน็ต	62	16.67
เมื่อต้องการทำงาน เช่น ทำการบ้าน วิจัย ฯลฯ	145	38.98
เมื่อต้องการความบันเทิง เช่น ชมภาพยนตร์ ซีดี ดีวีดี วีซีดี ฯลฯ	46	12.37
อื่น ๆ	1	0.27
เวลาที่เข้าใช้บริการ		
ช่วงเวลาเช้า (08.00 น. – 11.00 น.)	35	9.41
ช่วงเวลากลางวัน (11.00 น. – 13.00 น.)	134	36.02
ช่วงเวลาบ่าย (13.00 น. – 16.30 น.)	194	52.15
อื่น ๆ	9	2.42
อัตราความถี่ในการเข้าใช้บริการ (ครั้ง/เดือน)		
1 – 5 ครั้ง/เดือน	332	89.25
6 – 10 ครั้ง/เดือน	31	8.33
11 – 20 ครั้ง/เดือน	9	2.42

ตารางที่ 2 (ต่อ)

พฤติกรรม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
อัตราความถี่ในการเข้าใช้บริการ (ชั่วโมง/ครั้ง)		
น้อยกว่า 2 ชั่วโมง/ครั้ง	47	12.63
2 – 4 ชั่วโมง/ครั้ง	274	73.66
5 – 7 ชั่วโมง/ครั้ง	47	12.63
มากกว่า 7 ชั่วโมง/ครั้ง	4	1.08
รวม	372	100

จากตารางที่ 2 พบว่า พฤติกรรมการเข้าใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เข้าไปทำงาน เช่น ทำการบ้าน วิจัย ทบทวนบทเรียน ฯลฯ จำนวน 250 คน คิดเป็นร้อยละ 67.20 เลือกเข้าไปใช้บริการเมื่อต้องการทำงาน เช่น ทำการบ้าน วิจัย ฯลฯ จำนวน 145 คน คิดเป็นร้อยละ 38.98 ช่วงเวลาที่เข้าใช้บริการในช่วงเวลาบ่าย (13.00 น. – 16.30 น.) จำนวน 194 คน คิดเป็นร้อยละ 52.15 อัตราความถี่ในการเข้าใช้บริการสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา คือ ใช้เดือนละ 1 – 5 ครั้ง จำนวน 332 คน คิดเป็นร้อยละ 89.25 และเข้าใช้บริการครั้งละ 2 – 4 ชั่วโมง จำนวน 274 คน คิดเป็นร้อยละ 73.66

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ความพึงพอใจต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการ	$\bar{X}$	S.D.
1.การให้บริการมีขั้นตอนเป็นระบบ	4.080	0.622
2.ระบบการให้บริการอำนวยความสะดวกให้คำแนะนำแก่ผู้มาใช้บริการ	4.030	0.684
3.ระยะเวลาในการให้บริการของแต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสม	3.940	0.692
4.ความสะดวกในการใช้บริการยืมต่อหนังสือผ่านระบบออนไลน์	4.130	0.721
5.ความสะดวกในการใช้บริการตู้รับคืนหนังสือ	4.070	0.772
6.สถานที่ในการคืนหนังสือมีความสะดวก	4.050	0.754
7.การให้บริการมีระยะเวลา เปิด – ปิดบริการที่มีความเหมาะสม	3.980	0.796
8.สารสนเทศที่มีให้บริการ ตรงกับความต้องการ	3.970	0.720
9.ความเพียงพอของจำนวนหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์ที่ให้บริการ	3.960	0.820
10.ทรัพยากรสารสนเทศมีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการ เช่น โสตทัศนวัสดุ	3.900	0.796
11.ความทันสมัยของหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์	3.830	0.854

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ความพึงพอใจต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการ	$\bar{X}$	S.D.
12.ความหลากหลายในการค้นคว้าของหนังสือ สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น ใช้ OPAC App หรือ สอบถามบรรณารักษ์	3.970	0.746
13.สถานที่ให้บริการสะอาด เป็นระเบียบ	4.210	0.738
14.แสงสว่างเหมาะสมและเพียงพอต่อสถานที่	4.170	0.737
15.ห้องน้ำสะอาด/มีจำนวนเพียงพอ	3.910	0.803
16.โต๊ะและเก้าอี้ในการให้บริการสะอาด/มีจำนวนเพียงพอต่อการให้บริการ	4.080	0.774
17.อุปกรณ์และเครื่องมือ มีความทันสมัยในการให้บริการ	4.020	0.752
18.ความเพียงพอของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ เช่น อุปกรณ์ในการให้บริการชมภาพยนตร์	3.910	0.801
19.ความเพียงพอของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการให้บริการ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการพิมพ์/อินเทอร์เน็ต	4.010	0.770
20.ความสะดวกในการบริการถ่ายเอกสาร	3.920	0.741
21.บรรยากาศเมื่อเข้ามาใช้บริการแล้วอยากเข้ามาใช้บริการอีก	4.060	0.730
22.จุดบริการอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless) มีประสิทธิภาพ/เพียงพอ	3.900	0.771
23.มีป้ายบอกประเภทสิ่งพิมพ์ที่ชัดเจน สะดวกต่อการค้นหา	3.980	0.727
24.บุคลากรให้บริการด้วยความสุภาพเรียบร้อย เป็นมิตรมีมนุษยสัมพันธ์/อัธยาศัยดี	3.810	0.877
25.บุคลากรผู้ให้บริการ ให้ความสะดวกรวดเร็วในการให้บริการ	3.930	0.828
26.บุคลากรให้บริการตามลำดับก่อนหลังอย่างยุติธรรม	4.010	0.729
27.บุคลากร มีความรู้ สามารถให้คำแนะนำ คำปรึกษา หรือตอบข้อซักถามได้เป็นอย่างดี	4.040	0.769
28.บุคลากรมีจำนวนเพียงพอในการให้บริการ	3.940	0.792
29.เอกสาร แผ่นพับและป้ายแนะนำการให้บริการ มีความชัดเจนและเพียงพอ	3.950	0.770
30.การแจ้งข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวกับบริการ กิจกรรมและทรัพยากรสารสนเทศใหม่ มีความสม่ำเสมอ	4.020	0.780
รวม	3.990	0.490

จากตารางที่ 3 พบว่า นักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยภาพรวมความพึงพอใจต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ภายใต้การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่านักศึกษาที่ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.990$) โดย 3 อันดับแรก คือ สถานที่ให้บริการสะอาด เป็นระเบียบ ($\bar{X} = 4.210$, S.D.= 0.738) แสงสว่างเหมาะสมและเพียงพอต่อสถานที่ ($\bar{X} = 4.170$, S.D.= 0.737) และความสะดวกในการใช้บริการยืมต่อหนังสือผ่านระบบออนไลน์ ($\bar{X} = 4.130$, S.D.= 0.721)

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ผลการศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เมื่อพิจารณาองค์ประกอบจากค่า Eigenvalue ที่มีค่ามากกว่า 1 จะได้ 4 องค์ประกอบ และทั้ง 4 องค์ประกอบนี้สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดของตัวแปรได้ร้อยละ 56.664

องค์ประกอบที่ 1 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 19.96 ซึ่งประกอบด้วย 5 ตัวแปร คือ การให้บริการมีขั้นตอนเป็นระบบ (X1) ระบบการให้บริการอำนวยความสะดวกให้คำแนะนำแก่ผู้มาใช้บริการ (X2) ความสะดวกในการใช้บริการยืมต่อหนังสือผ่านระบบออนไลน์ (X4) ความสะดวกในการใช้บริการตู้รับคืนหนังสือ (X5) และสถานที่ในการคืนหนังสือมีความสะดวก (X6) ซึ่งผู้วิจัยจะตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 1 ว่า “องค์ประกอบด้านกระบวนการขั้นตอนการให้บริการ”

องค์ประกอบที่ 2 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 14.01 ซึ่งประกอบด้วย 6 ตัวแปร คือ การให้บริการมีระยะเวลาเปิด – ปิดบริการที่มีความเหมาะสม (X7) สารสนเทศที่มีให้บริการ ตรงกับความต้องการ (X8) ความเพียงพอของจำนวนหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์ที่ให้บริการ (X9) ทรัพยากรสารสนเทศมีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการ เช่น โสตทัศนวัสดุ (X10) ความทันสมัยของหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์ (X11) และความหลากหลายในการค้นคว้าของหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์ เช่น ใช้ OPAC App หรือสอบถามบรรณารักษ์ (X12) ซึ่งผู้วิจัยจะตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 2 ว่า “องค์ประกอบด้านทรัพยากรสารสนเทศ”

องค์ประกอบที่ 3 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 12.33 ซึ่งประกอบด้วย 6 ตัวแปร คือ สถานที่ให้บริการสะอาด เป็นระเบียบ (X13) แสงสว่างเหมาะสมและเพียงพอต่อสถานที่ (X14) ห้องน้ำสะอาด/ มีจำนวนเพียงพอ (X15) โต๊ะและเก้าอี้ในการให้บริการสะอาด/มีจำนวนเพียงพอต่อการให้บริการ (X16) อุปกรณ์และเครื่องมือ มีความทันสมัยในการให้บริการ (X17) และความเพียงพอของอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์ เช่น อุปกรณ์ในการให้บริการชมภาพยนตร์ (X18) ซึ่งผู้วิจัยจะตั้งชื่อองค์ประกอบที่ 3 ว่า “องค์ประกอบด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก”

และองค์ประกอบที่ 4 สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ร้อยละ 10.36 ซึ่งประกอบด้วย 13 ตัวแปร คือ ระยะเวลาการให้บริการของแต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสม (X3) ความเพียงพอของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการให้บริการ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการพิมพ์/อินเทอร์เน็ต (X19) ความสะดวกในการบริการถ่ายเอกสาร (X20) บรรยากาศเมื่อเข้ามาใช้บริการแล้วอยากเข้ามาใช้บริการอีก (X21) จุดบริการอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless) มีประสิทธิภาพ/เพียงพอ (X22) มีป้ายบอกประเภทสิ่งพิมพ์ที่ชัดเจน สะดวกต่อการค้นหา (X23) บุคลากรให้บริการด้วยความสุภาพเรียบร้อย เป็นมิตร มีมนุษยสัมพันธ์/อัธยาศัยดี (X24) บุคลากรผู้ให้บริการ ให้ความสะดวกรวดเร็วในการให้บริการ (X25) บุคลากรให้บริการตามลำดับก่อนหลังอย่างยุติธรรม (X26) บุคลากร มีความรู้ สามารถให้คำแนะนำ คำปรึกษา หรือตอบข้อซักถามได้เป็นอย่างดี (X27) บุคลากรมีจำนวนเพียงพอในการให้บริการ (X28)

เอกสาร แผ่นพับและป้ายแนะนำการให้บริการ มีความชัดเจนและเพียงพอ (X29) และการแจ้งข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวกับบริการ กิจกรรมและทรัพยากรสารสนเทศใหม่ มีความสม่ำเสมอ (X30) ซึ่งผู้วิจัยจะตั้งข้อองค์ประกอบที่ 4 ว่า “องค์ประกอบด้านการให้บริการของบุคลากรและการบริการ”

โดยทั้ง 4 องค์ประกอบสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปร แสงสว่างเหมาะสมและเพียงพอต่อสถานที่ (X14) ได้ร้อยละ 73.9 รองลงมาสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปร ความเพียงพอของจำนวนหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์ที่ให้บริการ (X9) ได้ร้อยละ 72.3 และสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปร ระยะเวลาการให้บริการของแต่ละกิจกรรมมีความเหมาะสม (X3) ได้น้อยที่สุดเป็นร้อยละ 40.7 ตามค่า Communality ดังปรากฏตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปัจจัยและความสามารถในการอธิบายความแปรปรวนในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

องค์ประกอบ	ร้อยละของ ความแปรปรวน ที่สามารถ อธิบายได้	ชื่อตัวแปร/ตัวแปร	Communality
1. ด้านกระบวนการขั้นตอนการให้บริการ	19.959	X1 : การให้บริการมีขั้นตอนเป็นระบบ	0.473
		X2 : ระบบการให้บริการอำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำแก่ผู้มาใช้บริการ	0.486
		X4 : ความสะดวกในการใช้บริการยืมต่อหนังสือผ่านระบบออนไลน์	0.582
		X5 : ความสะดวกในการใช้บริการตู้รับคืนหนังสือ	0.676
		X6 : สถานที่ในการคืนหนังสือมีความสะดวก	0.701
2. ด้านทรัพยากรสารสนเทศ	14.009	X7 : การให้บริการมีระยะเวลาเปิด – ปิดบริการที่มีความเหมาะสม	0.471
		X8 : สารสนเทศที่มีให้บริการ ตรงกับความต้องการ	0.597
		X9 : ความเพียงพอของจำนวนหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์ที่ให้บริการ	0.723
		X10 : ทรัพยากรสารสนเทศมีจำนวนเพียงพอต่อความต้องการ เช่น โสตทัศนวัสดุ	0.576
		X11 : ความทันสมัยของหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์	0.653
		X12 : ความหลากหลายในการค้นคว้าของหนังสือ สื่อ สิ่งพิมพ์ เช่น ใช้ OPAC App หรือสอบถามบรรณารักษ์	0.471

ตารางที่ 4 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ร้อยละของ ความแปรปรวน ที่สามารถ อธิบายได้	ชื่อตัวแปร/ตัวแปร	Communi- nality
3. ด้านสถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวก	12.334	X13 : สถานที่ให้บริการสะอาด เป็นระเบียบ X14 : แสงสว่างเหมาะสมและเพียงพอต่อสถานที่ X15 : ห้องน้ำสะอาด/มีจำนวนเพียงพอ X16 : โต๊ะและเก้าอี้ในการให้บริการสะอาด/มีจำนวน เพียงพอต่อการใช้บริการ X17 : อุปกรณ์และเครื่องมือ มีความทันสมัยในการ ให้บริการ X18 : ความเพียงพอของอุปกรณ์ไฮดรอลิก/ปั๊ม เช่น อุปกรณ์ในการให้บริการชมภาพยนตร์	0.611 0.739 0.629 0.659 0.572 0.530
4. ด้านการ ให้บริการของ บุคลากรและ การบริการ	10.362	X3 : ระยะเวลาการให้บริการของแต่ละกิจกรรมมีความ เหมาะสม X19 : ความเพียงพอของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการ ให้บริการ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการพิมพ์/อินเทอร์เน็ต X20 : ความสะดวกในการบริการถ่ายเอกสาร X21 : บรรยากาศเมื่อเข้ามาใช้บริการแล้วอยากเข้ามาใช้ บริการอีก X22 : จุดบริการอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wireless) มี ประสิทธิภาพ/เพียงพอ X23 : มีป้ายบอกประเภทสิ่งพิมพ์ที่ชัดเจน สะดวกต่อ การค้นหา X24 : บุคลากรให้บริการด้วยความสุภาพเรียบร้อย เป็น มิตรมีมนุษยสัมพันธ์/อัธยาศัยดี X25 : บุคลากรผู้ให้บริการ ให้ความสะดวกรวดเร็วใน การให้บริการ X26 : บุคลากรให้บริการตามลำดับก่อนหลังอย่าง ยุติธรรม X27 : บุคลากร มีความรู้ สามารถให้คำแนะนำ คำปรึกษา หรือตอบข้อซักถามได้เป็นอย่างดี	0.407 0.521 0.506 0.480 0.437 0.525 0.625 0.629 0.542 0.591

ตารางที่ 4 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ร้อยละของ ความแปรปรวน ที่สามารถ อธิบายได้	ชื่อตัวแปร/ตัวแปร	Communi- nality
		X28 : บุคลากรมีจำนวนเพียงพอในการให้บริการ	0.541
		X29 : เอกสาร แผ่นพับและป้ายแนะนำการให้บริการ มีความชัดเจนและเพียงพอ	0.544
		X30 : การแจ้งข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวกับบริการ กิจกรรม และทรัพยากรสารสนเทศใหม่มีความสม่ำเสมอ	0.503

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษา พบว่า การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ในภาพรวม นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาเลือกใช้บริการเมื่อต้องการทำงาน เช่น ทำการบ้าน วิจัย ฯลฯ ส่วนใหญ่เข้าใช้บริการในช่วงเวลาบ่าย (13.00 น. – 16.30 น.) อัตราความถี่ในการเข้าใช้บริการส่วนใหญ่ใช้เดือนละ 1 – 5 ครั้ง และเข้าใช้บริการครั้งละ 2 – 4 ชั่วโมงส่วนใหญ่ และความพึงพอใจต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยภาพรวม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 3.990$) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ได้องค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านกระบวนการขั้นตอนการให้บริการ ด้านทรัพยากรสารสนเทศ ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านการให้บริการของบุคลากรและการบริการ

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาพฤติกรรมและความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา พบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาเลือกใช้บริการเมื่อต้องการทำงาน เช่น ทำการบ้าน วิจัย ฯลฯ ส่วนใหญ่เข้าใช้บริการในช่วงเวลาบ่าย (13.00 น. – 16.30 น.) อัตราความถี่ในการเข้าใช้บริการส่วนใหญ่ใช้เดือนละ 1 – 5 ครั้ง และเข้าใช้บริการครั้งละ 2 – 4 ชั่วโมงส่วนใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยะนุช สุจิต (2553) ได้ทำการศึกษาความพึงพอใจในการใช้บริการศูนย์วิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา สอดคล้อง

ในส่วนของช่วงเวลาที่เข้าใช้บริการ ช่วงเวลาบ่าย (13.00 น. – 16.30 น.) แต่ในส่วนอื่น ๆ ไม่สอดคล้อง อาจเนื่องมาจากนักศึกษามีเวลาว่างในการทำงานแตกต่างกัน ทำให้พฤติกรรมของนักศึกษาในการเลือกใช้บริการแตกต่างกันไปด้วย

2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้บริการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ได้องค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านกระบวนการขั้นตอนการให้บริการ ด้านทรัพยากรสารสนเทศ ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านการให้บริการของบุคลากรและการบริการ สอดคล้องกับงานวิจัยของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ (2557) ที่ดำเนินการสำรวจความพึงพอใจต่องานบริการของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ ประจำปีการศึกษา 2557 โดยศึกษาความพึงพอใจ 5 ด้าน คือ ด้านกระบวนการขั้นตอนการให้บริการ ด้านทรัพยากรสารสนเทศ ด้านอาคารสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการให้บริการของบุคลากร และด้านผลการให้บริการ งานวิจัยนี้มีความสอดคล้องในด้านกระบวนการขั้นตอนการให้บริการ ด้านทรัพยากรสารสนเทศ ด้านสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวก จากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจไม่พบด้านผลการให้บริการ อาจเนื่องมาจากในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีมากยิ่งขึ้น จึงทำให้ความพึงพอใจด้านผลการให้บริการรวมอยู่ในองค์ประกอบด้านการให้บริการของบุคลากรและการบริการ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่สนับสนุนทุนและผู้บริหาร บุคลากร สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ชนตติ สยนาทน. (2555). พฤติกรรมและปัญหาการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต).
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปิยะนุช สุจิต. (2550). ความพึงพอใจในการใช้ศูนย์วิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: (ม.ป.ท.).
- สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. (2557). รายงานความพึงพอใจต่องานบริการของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ ประจำปีการศึกษา 2557. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา.
- Krejcie, R.V. and Morgan D.W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. *Psychological Measurement*, 607-610.

ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาทะที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
ของนักศึกษาชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

The Effect of Training the Tabata Exercise Program on Muscle Strength of
Male Students Sports Science Program
Faculty of Science, Buriram Rajabhat University

กิตติศักดิ์ นามวิชา* มณีนุช ให้ศิริกุล และ ศักดิ์ชัย ศรีกลาง
Kittisak Namvicha*, Maneenuch Haisirikul, and Sakchai Sriklang
สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Public Health Program, Faculty of Science at Buriram Rajabhat University
E-Mail: Munoyku64@yahoo.com*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาทะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ปีการศึกษา 2562 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เป็นการศึกษาด้วยรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างมี จำนวน 18 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ คือ การทดสอบแรงต้านด้วยน้ำหนักตัว และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Wilcoxon Signed Rank Test ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชายกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 2) ผลการเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชายกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า ผลของการฝึกโดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาทะมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ผลจากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ฝึกให้กับนักกีฬาต่อไป

คำสำคัญ : การออกกำลังกาย ทาบาทะ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the effect of training the Tabata exercise program on muscle strength of male students sports science program in academic year 2019, Faculty of Science, Buriram Rajabhat University. This research was quasi-experimental research. The samples used in this research were 18 students. The research tool was body weight resistance test. The data were analyzed Wilcoxon signed rank test by using mean and standard deviation.

The results showed that 1) The results of comparing the muscular strength of the male students before and after the experiment showed a statistically significant difference at 0.05. and 2) The results of comparing the muscle strength of male students in the experimental group and the control group after the experiment showed a statistically significant difference at the 0.05 level. Therefore, the effect of training using the Tabata exercise program had an effect on muscle strength. The results of this research will be useful for further training in athletes.

Keywords : Exercise, Tabata, Muscle strength

บทนำ

การออกกำลังกายแบบทาบาทะถือเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีเวลาน้อย ไม่มีอุปกรณ์ในการออกกำลังกาย และคนที่กำลังเบื่อหน่ายในรูปแบบการออกกำลังกายแบบเดิม ๆ การออกกำลังกายแบบทาบาทะ ยังสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เหมาะสมในแต่ละบุคคลได้ เพราะจะทำให้การออกกำลังกายมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพร้อมกับเผาผลาญไขมันในระยะเวลาอันสั้นได้มากถึง 150 แคลอรีต่อ 12 ชั่วโมงหลังการฝึก และยังช่วยเพิ่มสมรรถภาพในการออกกำลังกายและความอดทนของร่างกาย ซึ่งการออกกำลังกายแบบทาบาทะเทคนิคนี้ถูกค้นพบโดย Dr. Izumi Tabata (เอานามสกุล มาตั้งเป็นชื่อเทคนิค) ที่ใช้เทคนิคนี้ ฝึกนักสเกตน้ำแข็งชาวญี่ปุ่น Dr. Izumi Tabata ค้นพบว่าเมื่อนักกีฬาฝึกชุดบริหาร 8 ชุด โดยแต่ละชุดประกอบไปด้วยการบริหาร 20 วินาที แล้วต่อด้วยการพัก 10 วินาที จะสามารถเพิ่มได้ทั้งความอดทน คือ ร่างกายสามารถออกกำลังกายได้นานขึ้นตามรูปแบบแอโรบิกและเพิ่มความแข็งแรง คือ ร่างกายสามารถระเบิดกำลังได้แรงขึ้น ทำให้สามารถยกน้ำหนักได้มากขึ้นตามรูปแบบแอโรบิก โดยเมื่อนำมาทดลองใช้กับท่าบริหาร Bench presses ผลปรากฏว่าผู้ที่ถูกทดลอง สามารถเพิ่มปริมาณลูกน้ำหนักที่ใช้ได้มากขึ้น และยังทำจำนวนครั้งในเซตได้เพิ่มมากขึ้นด้วยและไม่เพียงแต่ทำให้ร่างกายแข็งแรงขึ้นอย่างเดียวเท่านั้น มันยังทำให้เซลล์กล้ามเนื้อพัฒนาเติบโตขึ้นด้วย (Tabata, 2020) โปรแกรมการออกกำลังกายที่ดีจะต้องมี

การวางแผนจัดเตรียมขั้นตอนรายละเอียดของโปรแกรมการฝึกเพื่อดำเนินไปสู่เป้าหมายตามที่กำหนดไว้ อย่างมีระบบ รวมทั้งการทำความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือประกอบการฝึกอย่างถูกต้อง จะยิ่งช่วยสนับสนุนเพิ่มพูนการฝึกให้บรรลุผลตามเป้าหมายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สิ่งที่ต้องการจะออกกำลังกายประการหนึ่ง คือ การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยออกกำลังกายสัปดาห์ละ 2 – 3 ครั้ง ไม่ควรทำติดต่อกันควรจะทำวันเว้นวันหรือวันเว้น 2 วันก็ได้ ซึ่งในการออกกำลังกาย จึงจะถือว่าพอเหมาะ นอกจากนี้การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ จะต้องใช้การออกกำลังกายที่มีการปรับความหนักของการฝึกเพิ่มขึ้นตามลำดับ การปรับตัวของกล้ามเนื้อจากการฝึกความแข็งแรงเป็นประจำ จะมีผลทำให้กล้ามเนื้อและร่างกายมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลง จากสภาวะความเปลี่ยนแปลง และการปรับตัวต่าง ๆ ภายในเซลล์กล้ามเนื้อและข้อต่อที่เกิดจากการฝึกความแข็งแรง จะส่งผลต่อความสามารถทางกาย ลักษณะทางกาย หรือรูปร่างทรวดทรงที่ปรากฏ ระบบการเผาผลาญ และการผลิตพลังงานในร่างกาย และช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บอีกด้วย (เจริญ กระบวนรัตน์, 2558)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะไม่เหมาะสมกับมือใหม่ที่จะเริ่มออกกำลังกายเพราะร่างกายจะต้องมีความพร้อมรับกับความเข้มข้นกับการออกกำลังกายที่สูง ในมือใหม่อาจจะทำให้เกิดอาการบาดเจ็บ และอาจจะไม่ได้ผลลัพธ์ที่เต็มประสิทธิภาพ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเรื่อง ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เนื่องจากนักศึกษาชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาที่มีทักษะ และพื้นฐานในการออกกำลังกายอยู่เป็นประจำ จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะมีความหลากหลาย แต่การทำวิจัยเรื่องทาบาคะยังมีอยู่น้อย ผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาเพื่อทดลองใช้เป็นแนวทางหรือแบบอย่างให้เกิดการส่งเสริมการออกกำลังกายและเกิดการพัฒนาต่อไป

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชายกลุ่มทดลองก่อนและหลังการทดลอง
2. เพื่อเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชายกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมภายหลังการทดลอง

สมมติฐานการวิจัย

1. ภายหลังการทดลองนักศึกษาชายกลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงกว่าก่อนการทดลอง
2. ภายหลังการทดลองนักศึกษาชายกลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงกว่านักศึกษาชายกลุ่มควบคุม

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) แบบสองกลุ่มวัดสองครั้ง มีการกำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ประชากร

เป็นนักศึกษาชาย ชั้นปีที่ 1 ถึง ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวนทั้งหมด 287 คน ดังนี้ ปี 1 จำนวน 80 คน ปี 2 จำนวน 83 คน ปี 3 จำนวน 60 คน และ ปี 4 จำนวน 64 คน (สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, 2562)

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักศึกษาชาย ชั้นปีที่ 1 ถึง ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยผู้วิจัยได้ทำการจับฉลากจากประชากรได้นักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 60 คน และทำการคัดเลือกกลุ่มทดลอง จำนวน 9 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 9 คน ทั้งนี้ นักศึกษาชายดังกล่าวจะต้องสมัครใจเข้าร่วมโครงการและมีสมรรถภาพทางกายที่แข็งแรง คือ ดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในเกณฑ์ดี

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาหาข้อมูลงานวิจัย จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เลือกกลุ่มตัวอย่าง จากนักศึกษาชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
3. กำหนดวัน เวลา สถานที่ และข้อตกลงเบื้องต้นในการฝึก
4. สร้างโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ โดยผ่านการตรวจสอบโปรแกรมจากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ซึ่งโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ มีทั้งหมด 8 เซต ในแต่ละเซตประกอบด้วย การบริหาร 20 วินาที และต่อด้วยการพัก 10 วินาที ซึ่งมีท่าการออกกำลังกายแบบทาบาคะทั้งหมด 8 ท่า ดังต่อไปนี้

4.1 High knee (ท่ายกเข่าสูง) ยืนตรงในท่าที่สบาย ยกแขนทั้ง 2 ข้าง ขนานกับพื้น เริ่มต้นวิ่งอยู่กับที่ ขณะที่วิ่งพยายามยกเข่าสูงให้แตะกับมือที่ยื่นออกมา หรือยกเข่าให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้

4.2 Jumping Jack (กระโดดตบ) เริ่มจากยืนให้เท้าห่างกันเล็กน้อย วางแขนไว้ที่ละด้านข้างลำตัว กระโดดขึ้นโดยแยกเท้าออกให้กว้างเท่าหัวไหล่ และยกมือทั้งสองข้างขึ้นสัมผัสกันเหนือศีรษะ แล้วกลับสู่ท่าเริ่มต้น

4.3 Squat (สควอช) ยืนตัวตรง แยกขาออกประมาณช่วงหัวไหล่ ย่อตัวลงไปคล้ายๆ กับ กำลังจะนั่งบนเก้าอี้ เข้าต้องไม่เลยปลายเท้าเกร็งหน้าท้องไว้ด้วย จุดสัมผัสเป็นจุดที่รับน้ำหนัก ถ้าหาก คุณลงน้ำหนักไปที่ปลายเท้า เข้าจะเลยปลายเท้าแน่นอน ซึ่งจะไม่ถูกต้อง และจะเกิดอาการบาดเจ็บขึ้นได้

4.4 Sumo Squat (ซูโม้ สควอช) ลำตัวตั้งตรง ยืนแยกปลายเท้าห่างประมาณหัวไหล่ เปิด ปลายเท้าเล็กน้อย มือประสานกันไว้ที่หน้าอก งอเข่าและลดสะโพกลง ให้เข่าอยู่ระดับเดียวกับปลายเท้ามองตรงไปข้างหน้าเกร็งหน้าท้องเอาไว้กลับสู่ท่ายืน

4.5 Plank (แพลงก์) เริ่มต้นด้วยท่านอนคว่ำ เหยียดตัวตรง เกร็งคอ และศีรษะลอยจากพื้น ตั้งศอกทั้ง 2 ข้างกับพื้นค่อยๆ ยันตัวขึ้น โดยให้ศอกทั้ง 2 ข้างห่างกันประมาณ 1 ช่วงไหล่ ยกสะโพกขึ้น เกร็งลำตัว และคอให้อยู่ในระนาบเดียวกัน

4.6 Russian twist (รัสเซีย ทวิส) นั่งงอขา ยกเท้าให้ลอยจากพื้น เอนตัวไปข้างหลังเล็กน้อย เกร็งที่บริเวณหน้าท้อง มือประสานไว้หน้าลำตัว บิดตัวเอวสอข้างซ้าย ลงไปใกล้พื้นที่สุด บิดกลับไปทางขวาทำสลับไปจนครบจำนวนที่กำหนด

4.7 Superman (ซูเปอร์แมน) นอนคว่ำหน้าบนพื้นสี่ขา เหยียดตรง จากนั้นยียดแขน ออกมาตรงข้างหน้า แล้วดึงแขนกลับไปด้านหลัง โดยไม่ให้แขนแตะพื้น พร้อมกับยกตัว และหน้าอก ขึ้นมา

5. อธิบายขั้นตอนการทดสอบ และฝึกกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

6. นำกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มาทำการทดสอบการออกกำลังกายแบบแรงต้านด้วย น้ำหนักตัว ก่อนทำการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ

7. นำกลุ่มทดลองมาทำการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ คือ (วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์) เวลา 17.00 – 18.00 น.

8. นำกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาทำการทดสอบการออกกำลังกายแบบแรงต้านด้วยน้ำหนักตัว หลังทำการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ 6 สัปดาห์

9. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

4. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ การนับจำนวนครั้งต่อนาทีของการออกกำลังกายแบบ แรงต้านด้วยน้ำหนักตัว ได้แก่ ท่าที่ 1 วิดพื้น (Push Up) ท่าที่ 2 ซิทอัพ (Sit Up) ท่าที่ 3 ยืนย่อ และ ท่าที่ 4 แชรด์ิป (Chair Dip)

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ นาฬิกาจับเวลา และ เบาะรองนั่ง

6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หาค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ด้วยสถิติ Wilcoxon Signed Rank Test

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการฝึกทาบตะที่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย ทำการฝึก ระยะ 6 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ผลการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของ นักศึกษาชายของกลุ่มควบคุมก่อนการฝึกสัปดาห์ที่ 6 รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมก่อนการใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบตะ

จำนวนคน	ท่าที่ 1	ท่าที่ 2	ท่าที่ 3	ท่าที่ 4	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1	18	25	27	30	25.00	5.10	ต่ำ
2	30	40	39	47	39.00	6.98	สูง
3	37	37	34	25	33.25	5.68	ปานกลาง
4	45	26	33	52	39.00	11.69	สูง
5	27	34	35	30	31.50	3.69	ปานกลาง
6	36	47	40	36	39.75	5.18	สูง
7	40	40	30	30	35.00	5.77	ปานกลาง
8	37	39	44	38	39.50	3.11	สูง
9	39	39	44	61	45.75	10.44	สูง
$\bar{X}$	34.33	36.33	36.22	38.78	36.42	1.82	ปานกลาง
S.D.	8.09	7.03	5.95	12.07			

เกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1. ระดับต่ำ (25.00 – 31.07 ครั้ง/นาที)
2. ระดับปานกลาง (31.08 – 37.40 ครั้ง/นาที)
3. ระดับสูง (37.41 – 45.75 ครั้ง/นาที)

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการเปรียบเทียบค่าคะแนนของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ก่อนใช้โปรแกรมของนักศึกษาชายกลุ่มควบคุม โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นท่า พบว่า ท่าที่ 4 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 38.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.07 รองลงมาคือท่าที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.03 ท่าที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.95 และท่าที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.09 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย ของกลุ่มควบคุมหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ

จำนวนคน	ท่าที่ 1	ท่าที่ 2	ท่าที่ 3	ท่าที่ 4	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1	20	25	28	32	26.25	5.59	ต่ำ
2	35	40	45	50	42.50	4.32	สูง
3	37	36	34	26	33.25	11.38	ปานกลาง
4	49	27	30	53	39.75	3.67	สูง
5	27	35	36	30	32.00	4.91	ปานกลาง
6	37	49	40	37	40.75	5.12	สูง
7	40	41	32	29	35.50	2.54	ปานกลาง
8	37	40	44	39	40.00	2.94	สูง
9	40	39	41	60	45.00	8.68	สูง
$\bar{x}$	35.78	36.89	36.67	39.56	37.22	2.73	สูง
S.D.	8.22	7.33	6.14	12.03			

เกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1. ระดับต่ำ (26.25 – 31.92 ครั้ง/นาทีก)
2. ระดับปานกลาง (31.93 – 37.21 ครั้ง/นาทีก)
3. ระดับสูง (37.22 – 45.00 ครั้ง/นาทีก)

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการเปรียบเทียบค่าคะแนนของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หลังการเข้าร่วมโปรแกรมของนักศึกษาชายกลุ่มควบคุม โดยรวมอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นท่า พบว่า ท่าที่ 4 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 39.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.03 รองลงมาคือ ท่าที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.33 ท่าที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.14 และท่าที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.22 ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย ของกลุ่มทดลองก่อนการฝึกสัปดาห์ที่ 6 รายละเอียดดังตารางที่

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองก่อนการใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ

จำนวนคน	ท่าที่ 1	ท่าที่ 2	ท่าที่ 3	ท่าที่ 4	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1	33	23	45	43	36.00	10.13	ปานกลาง
2	42	45	40	36	40.75	3.77	สูง
3	42	44	33	40	39.75	4.79	สูง
4	32	33	36	40	35.25	3.59	ปานกลาง
5	42	38	34	35	37.25	3.59	ปานกลาง
6	45	45	34	55	44.75	8.58	สูง
7	17	33	37	32	29.75	8.77	ต่ำ
8	26	30	28	31	28.75	2.21	ต่ำ
9	26	32	22	28	27.00	4.16	ต่ำ
$\bar{x}$	33.89	35.89	34.33	37.78	35.47	2.85	ปานกลาง
S.D.	9.58	7.65	7.65	8.05			

เกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนของท่าการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1. ระดับต่ำ (27.00 – 32.86 ครั้ง/นาที)
2. ระดับปานกลาง (32.87 – 38.49 ครั้ง/นาที)
3. ระดับสูง (38.50 – 44.75 ครั้ง/นาที)

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการเปรียบเทียบค่าคะแนนของท่าการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ก่อนใช้โปรแกรมของนักศึกษาชายกลุ่มทดลอง โดยรวมอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นท่าพบว่า ท่าที่ 4 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 37.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.05 รองลงมาคือ ท่าที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.65 ท่าที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.65 และท่าที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.58 ตามลำดับ

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย ของกลุ่มทดลองหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ

จำนวนคน	ท่าที่ 1	ท่าที่ 2	ท่าที่ 3	ท่าที่ 4	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
1	45	40	55	60	50.00	9.13	สูง
2	70	55	48	60	58.25	9.25	สูง
3	65	50	52	69	59.00	9.42	สูง
4	42	45	43	55	46.25	5.96	ปานกลาง
5	50	59	45	50	51.00	5.83	สูง
6	50	55	50	64	54.75	6.61	สูง
7	30	45	50	46	42.75	8.77	ต่ำ
8	35	40	38	49	40.50	6.03	ต่ำ
9	40	42	35	40	39.25	2.99	ต่ำ
$\bar{x}$	47.44	47.89	46.22	54.78	49.08	2.18	สูง
S.D.	13.15	7.11	6.59	9.31			

เกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนของท่าการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1. ระดับต่ำ (39.25 – 45.6 ครั้ง/นาที)
2. ระดับปานกลาง (45.7 – 49.19 ครั้ง/นาที)
3. ระดับสูง (49.20 – 59.00 ครั้ง/นาที)

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการเปรียบเทียบค่าคะแนนของท่าการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หลังเข้าร่วมโปรแกรมของนักศึกษาชายกลุ่มควบคุม โดยรวมอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นท่า พบว่า ท่าที่ 4 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 54.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.31 รองลงมาคือ ท่าที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.11 ท่าที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 13.15 และท่าที่ 3 มีค่าเฉลี่ย 46.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.59 ตามลำดับ

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ของนักศึกษาชาย ก่อนและหลังการทดลองภายในกลุ่มทดลอง รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนทดลอง				หลังทดลอง				
	N	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	Wilcoxon	P-value
กลุ่มทดลอง	9	35.47	2.85	ปานกลาง	49.08	2.18	สูง	.035	<0.05
								.002*	

หมายเหตุ * มีความมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลคะแนนของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมของสัปดาห์ที่ 6 ของนักศึกษาชาย ด้วยสถิติ Wilcoxon Singed Ranks Test พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าคะแนนการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย หลังการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม รายละเอียดดังตารางที่ 6

จากตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบผลคะแนนของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง หลังการเข้าร่วมโปรแกรมของสัปดาห์ที่ 6 ของนักศึกษาชาย ด้วยสถิติ Wilcoxon Singed Ranks Test พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ

กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มควบคุม				กลุ่มทดลอง				
	N	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	Wilcoxon	P-value
หลังทดลอง	9	37.22	2.73	สูง	49.08	2.18	สูง	.048	<0.05
								.002*	

หมายเหตุ * มีความมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ชั้นปีที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า เมื่อเปรียบเทียบผลคะแนนของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการเข้าร่วมโปรแกรมสัปดาห์ที่ 6 พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าโปรแกรมการออกกำลังกายแบบทาบาคะ มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย ทั้งนี้เนื่องจากการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นท่าที่เหมาะสมกับคนที่มีความรู้พื้นฐานการออกกำลังกาย ซึ่งการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ และยังช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักศึกษาชาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูพงศ์ จันทร์อรุณ (2558) ที่ทำการศึกษารื่อง ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่มีต่อความสามารถในการเตะลูกฟุตบอลของนักกีฬาฟุตบอล อายุ 13 – 15 ปี เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่มีต่อความสามารถในการเตะลูกฟุตบอลของนักกีฬาฟุตบอล อายุ 13 – 15 ปี ของนักกีฬาฟุตบอลโรงเรียนวังข่อยพิทยาสรรพ์ ผลการวิจัยพบว่า ก่อนและหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 นักกีฬา กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการเตะลูกฟุตบอล ไม่แตกต่างกัน แต่หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 นักกีฬากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการเตะลูกฟุตบอล มากกว่านักกีฬา กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ภมร ปลั่งพันธ์ และคณะ (2557) ที่ทำการศึกษารื่อง ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวบนลูกบอลออกกำลังกาย และบนพื้น ที่มีต่อระยะทางในการตีกอล์ฟ เพื่อศึกษาผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวบนลูกบอลออกกำลังกาย ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเฉลี่ยระยะทางในการตีกอล์ฟด้วยหัวไม้ 1 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว บนลูกบอลออกกำลังกาย และบนพื้นที่มีต่อระยะทางในการตีกอล์ฟ มีผลต่อการพัฒนาความสามารถของกล้ามเนื้อ ลำตัวที่ใช้ในการตีกอล์ฟ ผลจากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ฝึกให้กับนักกีฬา กอล์ฟต่อไป เนื่องจากความสามารถในการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับ นิวตันและ เครเมอร์ กล่าวว่า พลังระเบิด ของกล้ามเนื้อมีผลกับการเคลื่อนไหวการพัฒนากลไกการทำงานของ กล้ามเนื้อที่สำคัญสองประการ 1) ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากภายในเวลาสั้น ซึ่ง เรียกว่า อัตราการพัฒนาแรง (Rate of Force Development) 2) ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงได้มากอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ความเร็วในการหดตัวของ กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งคุณสมบัติอื่นที่สำคัญทั้งสองประการนี้เอง เป็นแนวทางในการหาวิธีสร้างโปรแกรมการฝึก เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จะเห็นได้ว่าการที่ผู้เชี่ยวชาญในการฝึกความแข็งแรง และสมรรถภาพทางกายหลายท่านเชื่อว่า ในขณะที่ความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจะทำให้พลังกล้ามเนื้อและความสามารถในการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นนั้น เป็นเรื่องที่ถูกต้อง ถึงแม้ว่าการปรับตัวของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้นจากการฝึกด้วย อัตราความเร็วใด ๆ นั้น ความสามารถที่เปลี่ยนไปก็อาจจะเป็นไปตามหลักการนี้เสมอไป ทั้งนี้

เนื่องมาจากลักษณะทางธรรมชาติที่สลับซับซ้อนของการทำงานแบบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อ และการรวมกันระหว่างความสามารถในการออกแรงที่ช้า และเร็วภายในความสมบูรณ์ของการเคลื่อนไหวแต่ละครั้ง และยิ่งไปกว่านั้นก็ยากที่จะสังเกตผลของการปรับตัวในผู้ที่ไม่ได้รับการฝึก เนื่องจากมีตัวแปรแทรกซ้อนต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ ในการฝึกทักษะกีฬาบางประเภท เพราะบางประเภทต้องอาศัยการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วด้วยความแข็งแรง

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรมีระยะเวลาในการฝึกและเก็บข้อมูลที่มากขึ้น เพื่อให้เกิดความแตกต่างจากการฝึก เช่น เพิ่มระยะเวลาในการฝึกจาก 6 สัปดาห์ เป็น 8 สัปดาห์ เพื่อให้เห็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อชัดเจนมากยิ่งขึ้น เป็นต้น
2. ควรพัฒนารูปแบบการฝึกให้มีความหลากหลายกว่าเดิม เช่น ในแต่ละสัปดาห์ควรปรับเปลี่ยนท่าในการฝึก และนำอุปกรณ์มาประยุกต์ใช้ในแต่ละท่าของการออกกำลังกาย เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- เจริญ กระบวนรัตน์. (2558). โปรแกรมการออกกำลังกายที่ดี. สืบค้น 29 กรกฎาคม 2562. จาก <https://www.cigna.co.th>.
- ชูพงศ์ จันทรอรุณ. (2558). ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่มีต่อความสามารถ ในการเตะลูกฟุตบอลของนักกีฬาฟุตบอล อายุ 13 – 15 ปี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). นครสวรรค์: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- ภมร ปล้องพันธ์, วลัยย์ ภัทโรภาส และ สุพิตร สมานิติ. (2557). ผลของการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวบนลูกบอลออกกำลังกายและบนพื้นที่มีต่อระยะทางในการตีกอล์ฟ. วิทยาสาร กำแพงแสน. 8(2), 128-129.
- สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. (2562). ข้อมูลทั่วไปของ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. บุรีรัมย์: สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน.
- Izumi Tabata. (2020). *Tabata Exercise Program*. Retrieved 29 July 2020, from <https://sportathlon.wordpress.com>.

ผลิตภัณฑ์สบู่ดาวเรือง ดินภูเขาไฟและหินภูเขาไฟ Producing Marigold, volcanic soil, and rock soap

รุ่งเรือง งามหอม* มัณฑนา นมัสสิลา และ สุภาวดี บุญชู
Rungrueang Ngahom*, Manthana Namussika, and Supawadee Boonshoo
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Faculty of Science at Buriram Rajabhat University
E-Mail: rungreung.bs@bru.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตสบู่ดินและหินภูเขาไฟร่วมกับสารสกัดดอกดาวเรือง ดำเนินการตรวจสอบยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในดอกดาวเรืองด้วยชุดทดสอบ (MJPK) และผลิตสบู่ 6 ชุดการทดลอง ได้แก่ สบู่ น้ำมันธรรมชาติ สบู่ดาวเรือง สบู่ดินภูเขาไฟ สบู่หินภูเขาไฟ สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ โดยใช้น้ำมันมะพร้าว (ร้อยละ 41) น้ำมันรำข้าว (ร้อยละ 27) น้ำ (ร้อยละ 20) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (ร้อยละ 11) ดินภูเขาไฟ (ร้อยละ 1) หินภูเขาไฟ (ร้อยละ 1) สารสกัดดอกดาวเรือง (ร้อยละ 1) ผลการศึกษาพบว่า ดอกดาวเรืองไม่พบสารปนเปื้อนยาฆ่าแมลง ผลิตภัณฑ์สบู่ไม่พบสารปรอท ชูโตโมแนส แอรูจิโนซา และแคนดิดา อัลบีแคนส์ค่ากรดต่างระหว่าง 9.29–9.53 ความคงทนของฟอง 63.33–75.00 มิลลิลิตร การสีกร่อนร้อยละ 11.25–15.09 มีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานชุมชน มพช. 94/2552 การศึกษาสรุปได้ว่า ดอกดาวเรืองไม่ปนเปื้อนยาฆ่าแมลงและสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าโดยการแปรรูปเป็นสบู่ร่วมกับดินและหินภูเขาไฟ

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์สบู่ ดอกดาวเรือง ดินภูเขาไฟ หินภูเขาไฟ

ABSTRACT

The purposes of this research were to produce soap from marigold extract with volcanic soils and rocks. The soap products were produced with six sets of experiments: volcanic soil soap, volcanic rock soap, marigold extract, volcanic soil and marigold extract soap, volcanic rock and marigold extracts soap. Soap composed coconut oil (41%), rice bran oil (27%), water (20%), sodium hydroxide (11%), volcanic soil (1%), volcanic rock (1%) and marigold extract (1%), respectively. The results showed that marigold flowers was not found pesticide contaminants. The product does not detect

mercury, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans*. The soap pH was 9.29–9.53; the durability of bubble was 63.33–75.00 ml and the erosion was 11.25–15.09%. This was in accordance with the Standards of Local Products (SLP.94/2552). This study concluded that marigold flowers are not contaminated with pesticides and could be value-added by processing with the volcanic soils and rocks to produce the soap.

Keywords : Soap, Marigold, Volcanic soil, Volcanic rock

บทนำ

ดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจ คงทนต่อสภาพแวดล้อม มีสีสดใส ดอกมีลักษณะกลมสวยงาม กลีบดอกยึดแน่นกับฐานดอกไม่หลุดง่าย อายุการใช้งานประมาณ 7-10 วัน และยังเป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น เกิดได้ดีทุกสภาพพื้นที่ ทุกฤดูกาลของประเทศ และเป็นไม้ดอกที่สามารถทำรายได้ดี ดอกดาวเรืองที่ปลูกเพื่อการค้ามี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ดาวเรืองอเมริกัน ดาวเรืองฝรั่งเศส และดาวเรืองพันธุ์ลูกผสม (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2558) แต่สายพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ ดอกดาวเรืองลูกผสมพันธุ์เทวีซึ่งมีดอกขนาดใหญ่พิเศษ สีทองโดดเด่นตามความต้องการตลาด ตัวดอกมีขนาดใหญ่ และคุณภาพดีแม้ในสภาพอากาศแล้ง จึงเป็นที่นิยมปลูกมากที่สุด (อิสระ วงศ์อินทร์, 2559) ส่วนดอกดาวเรืองที่มีขนาดเล็กไม่ได้ตามความต้องการของตลาดเกิดจากดอกที่เกิดโรคจะเน่าเป็นสีน้ำตาล มักเกิดในระยะที่ดอกกำลังเริ่มเป็นดอกตูมจะทำให้ดอกไม่สามารถบานได้ หากเชื้อเข้าทำลายในระยะที่ดอกบานจะพบว่ากลีบดอกจะมีสีน้ำตาลลามเข้าไปทางโคนกลีบทำให้ดอกมีสีน้ำตาลดำ (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดหนองบัวลำภู, 2562; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) โรคเหี่ยวเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อราไฟทอปทอรา (*Phytophthora*) มักเกิดกับดาวเรืองที่ดอกกำลังเริ่มทยอยบาน (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

ดาวเรืองเป็นไม้ตัดดอกที่นิยมปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ซึ่งในปี 2558 พบว่า เกษตรกรปลูกดาวเรือง 42 จังหวัด 1,267 ราย พื้นที่ที่ปลูก 5,511 ไร่ ผลผลิตรวม 14,301 ตัน ราคาขายได้ต่อกิโลกรัม 33 บาท ปลูกมากในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ตาก ประจวบคีรีขันธ์ จันทบุรี บุรีรัมย์ ราชบุรี ลพบุรี ชัยนาท นครสวรรค์ เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2559) ดอกดาวเรืองที่ปลูกในจังหวัดบุรีรัมย์ส่วนใหญ่ปลูกเพื่อจำหน่ายให้กับพ่อค้าแม่ค้าที่มารับซื้อในพื้นที่ปลูก และการส่งตลาดในตัวเมืองบุรีรัมย์ การเก็บเกี่ยวผลผลิตในแต่ละครั้งจะมีการคัดดอกดาวเรืองที่ไม่ได้คุณภาพออก และดอกที่หมดรุ่น ดอกจะมีลักษณะเล็กและลายไม่สวย ซึ่งมีปริมาณมากและยังไม่มีการจัดการ ดังนั้นการเพิ่มมูลค่าดอกดาวเรืองที่ถูกคัดทิ้งสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สบู่วัสดุกับดินและหินภูเขาไฟที่มีแร่ธาตุที่จำเป็นต่อผิว รวมทั้งยังเป็นการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมจากดาวเรืองที่ไม่สามารถจำหน่ายได้

วิธีการดำเนินการวิจัย

การเก็บและเตรียมตัวอย่างดอกดาวเรือง

1. การเก็บตัวอย่างดอกดาวเรือง โดยรวบรวมดอกดาวเรืองจากสวนของกลุ่มเกษตรกรบ้านโกรกขี้หนู และบ้านพระครุน้อย อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ล้างทำความสะอาดแล้วนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม
2. การสกัดสารจากดอกดาวเรือง โดยนำดอกดาวเรืองสดแช่ในโพพิลีนไกลคอลกับน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ต่อ 3 คือ ดอกดาวเรืองสด 1 กิโลกรัม ต่อโพพิลีนไกลคอล 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 3 กิโลกรัม แช่ทิ้งไว้จนตกตะกอนใส นำส่วนใสมาใช้งาน

การทดสอบยาฆ่าแมลงในดอกไม้

การตรวจสอบยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในดอกดาวเรืองด้วยชุดทดสอบ (MJPK) มีลำดับขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. ตัดดอกไม้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ในขวดพลาสติกที่ระดับ 3 ซีด ของขวดพลาสติก
2. เติมน้ำยาสกัด 6 มิลลิลิตร ปิดฝาขวดให้แน่น แล้วเขย่าแรง ๆ ประมาณ 2 นาที
3. เทน้ำยาสกัดลงในหลอดทดลอง แล้วจุ่มหลอดทดลองลงในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำอุ่น
4. แกว่งหลอดทดลองจนน้ำยาสกัดเหลือประมาณ 1 หยด แล้วยกออกหมุนหลอดจนแห้ง
5. เติมน้ำยาทดสอบที่ 2 จำนวน 3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่ระเหยน้ำยาสกัดออก และ 3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองพลาสติกที่เป็นหลอดควบคุม แล้วเขย่าให้เข้ากัน
6. เทน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร ลงในขวดทดสอบที่ 1 แล้วเทลงในหลอดทดลองและหลอดควบคุม 2 หยด
7. เทน้ำยาจากหลอดทดลองลงในหลอดพลาสติก แล้วผสมน้ำยาทดสอบที่ 3 ด้วยน้ำกลั่น 1.5 มิลลิลิตร
8. เติมน้ำยาทดสอบที่ 3 ลงในหลอดพลาสติกและหลอดควบคุม หลอดละ 2 หยด เขย่าให้เข้ากันและสังเกตสีที่เกิดขึ้นทันที ถ้าปรากฏสีส้มแสดงว่าไม่มียาฆ่าแมลง แต่หากปรากฏและมีสีชมพู แสดงว่ามียาฆ่าแมลงตกค้าง

การเก็บและเตรียมตัวอย่างดินภูเขาไฟ

รวบรวมตัวอย่างดินจากภูเขาไฟ และตัวอย่างหินจากเขากระโดง อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จากนั้นตากตัวอย่างดินและหินให้แห้ง คัดแยกเศษหิน ใบไม้และอื่น ๆ ก่อนบดด้วยโม่บดยา บดให้ละเอียด ร่อนตัวอย่างดินด้วยตะแกรงเบอร์ 280 แล้วนำไปฆ่าเชื้อหม้อนึ่งความดันไอน้ำอุณหภูมิ 121

องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 15 นาที จากนั้นจึงนำตัวอย่างดินและหินมาละลายในน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1 : 1 แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4

การผลิตสบู่

1. ส่วนประกอบของสบู่

สบู่มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำข้าว น้ำ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ สำหรับเป็นส่วนผสมของสบู่แต่ละสูตร ได้แก่ ดินภูเขาไฟ หินภูเขาไฟ และสารสกัดดอกดาวเรือง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์สบู่

วัตถุดิบ	สบู่ดาวเรือง	สบู่ดินภูเขาไฟ	สบู่หินภูเขาไฟ	สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ	สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ
น้ำมันมะพร้าว (มล.)	420	420	420	420	420
น้ำมันรำข้าว (มล.)	280	280	280	280	280
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (กรัม)	108	108	108	108	108
น้ำ (มล.)	210	210	210	210	210
สารสกัดดอกดาวเรือง (มล.)	10	-	-	10	10
สารละลายดินภูเขาไฟ (มล.)	-	8	-	8	-
สารละลายหินภูเขาไฟ (มล.)	-	-	8	-	8

2. ขั้นตอนการผลิตสบู่

- 2.1 เปิดไฟหม้อตุ๋น ปรับความร้อนระดับสูง รอจนหม้อร้อน ใช้เวลา 10–15 นาที
- 2.2 ชั่งน้ำมันมะพร้าว 420 มิลลิลิตร และน้ำมันรำข้าว 280 มิลลิลิตร เทรวมลงในหม้อตุ๋น
- 2.3 ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 108 กรัม ในน้ำสะอาด 210 มิลลิลิตรในภาชนะพลาสติก โดยการค่อย ๆ เทโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำสะอาด จากนั้นเทลงไปรวมกับน้ำมันในหม้อตุ๋น
- 2.4 เติมดินภูเขาไฟ หินภูเขาไฟ และสารสกัดดอกดาวเรืองในแต่ละสูตรดังนี้
 - 2.4.1 สบู่ดาวเรือง เติมสารสกัดดอกดาวเรือง 10 มิลลิลิตร
 - 2.4.2 สบู่ดินภูเขาไฟ เติมสารละลายดินภูเขาไฟ 8 มิลลิลิตร
 - 2.4.3 สบู่หินภูเขาไฟ เติมสารละลายหินภูเขาไฟ 8 มิลลิลิตร
 - 2.4.4 สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ เติมสารละลายดินภูเขาไฟ 8 มิลลิลิตร และสารสกัดดอกดาวเรือง 10 มิลลิลิตร
 - 2.4.5 สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ เติมสารละลายหินภูเขาไฟ 8 มิลลิลิตรและสารสกัดดอกดาวเรือง 10 มิลลิลิตร
- 2.5 ผสมสารละลายจนมีลักษณะเป็นครีม ปิดฝาหม้อตุ๋นและปรับความร้อนระดับต่ำ

2.6 ร่อนเนื้อสบูเปลี่ยนเป็นเจลเต็มผิวหน้าของหม้อตุ๋น แล้วผสมคลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปิดฝาหม้อตุ๋น ร่อนสบูเป็นเนื้อเจลเต็มหม้อตุ๋นอีกครั้ง

2.7 เทสบูลงแม่พิมพ์ เคาะแม่พิมพ์ขึ้นลงเพื่อให้เนื้อสบูเรียบเนียน รอให้สบูแข็งตัว ตัดด้วยมีด ห่อสบูด้วยฟิล์มห่อสบู พร้อมเขียนฉลากระบุวันที่ผลิต

การทดสอบคุณสมบัติสบู

1. สีและสิ่งแปลกปลอม ทดสอบโดยการตรวจพินิจ

2. ทดสอบความเป็นกรดต่าง โดยละลายตัวอย่างสบู 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้ววัดค่ากรดต่างด้วยเครื่องพีเอช (pH meter)

3. ทดสอบปริมาตรและความคงทนของฟอง โดยละลายสบู 1 กรัม ด้วยน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เทสารละลายสบูลงในกระบอกตวงขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วปิดปากกระบอกตวงด้วยพาราฟิล์มให้สนิท เขย่ากระบอกตวงขึ้นลง จำนวน 40 ครั้ง บันทึกระดับฟองสบู และคำนวณปริมาตรฟองสบู ดังนี้

$$\text{ปริมาตรฟองสบู (มิลลิลิตร)} = \text{ระดับฟองสบู (นาท)} - \text{ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)}$$

นำกระบอกตวงที่บันทึกระดับฟองแล้ว มาวางตั้งทิ้งไว้ 5 นาที แล้วบันทึกระดับฟองสบูอีกครั้ง เพื่อคำนวณค่าความคงทนของฟอง ดังนี้

$$\text{ความคงทนของฟองสบู (มิลลิลิตร)} = \text{ระดับฟองสบู (นาท)} - \text{ปริมาตรน้ำกลั่น (มิลลิลิตร)}$$

4. ทดสอบการสีกร่อนของสบู โดยชั่งน้ำหนักสบู 10 กรัม แช่สบูลงในน้ำอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที นำสบูมาหมุนบริเวณบนฝ่ามือ 40 รอบ ล้างฟองด้วยน้ำสะอาด 1 ครั้ง จากนั้นให้ทำซ้ำ อีก 3 ครั้ง วางสบูที่อุณหภูมิห้องบนภาชนะที่สะอาด จากนั้นชั่งน้ำหนักสบูหลังการใช้ คำนวณค่าการสีกร่อนของเนื้อสบู ดังนี้

5. การทดสอบสารปนเปื้อนปรอท

การทดสอบสารปนเปื้อนปรอทในสบูด้วยชุดทดสอบ (Hg Test kit) มีลำดับขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

5.1 ชั่งน้ำหนักสบู 0.2 กรัม ใส่ในหลอดทดสอบ

5.2 หยดน้ำยาทดสอบ 0.25 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบ

5.3 ปิดฝาหลอดทดสอบคว่ำและหงายเบา ๆ ประมาณ 10-20 ครั้ง อ่านผลทันที

5.4 ถ้าน้ำยาทดสอบเปลี่ยนเป็นสีส้ม แสดงว่า พบสารปรอท แต่หากน้ำยาทดสอบไม่เปลี่ยนสี (สีเขียว) แสดงว่า พบสารปรอท

6. การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์

ตรวจชุดโมแนส แอรูจิโนซา (*Pseudomonas aeruginosa*) ด้วยวิธี SOP 39-02-374 based on ISO 22717 : 2015 (E) และแคนดิดา อัลบิแคนส์ (*Candida albicans*) ด้วยวิธี SOP 39-02-374 based on ISO 18416 : 2015 (E)

$$\text{การสีกร่อน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อน (กรัม)} - \text{น้ำหนักหลัง (กรัม)}}{\text{น้ำหนักก่อน (กรัม)}} \times 100$$

ผลการวิจัย

ยาฆ่าแมลงในดอกดาวเรือง

ดาวเรืองที่ปลูกในพื้นที่บ้านร่องหมากใหญ่ บ้านโกรกขี้หนู บ้านพระครูน้อยและบ้านสะแก ไม่พบยาฆ่าแมลง

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบยาฆ่าแมลงในดอกดาวเรือง

รายละเอียด	ยาฆ่าแมลง
สวนบ้านร่องหมากใหญ่	ไม่พบ
สวนบ้านโกรกขี้หนู	ไม่พบ
สวนบ้านพระครูน้อย	ไม่พบ
สวนบ้านสะแก	ไม่พบ

ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์สบู่

ผลิตภัณฑ์สบู่น้ำมันธรรมชาติเป็นสีครีม สบู่ดาวเรืองเป็นสีเหลืองอ่อน สบู่ดินภูเขาไฟเป็นสีส้ม สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟเป็นสีส้ม สบู่หินภูเขาไฟเป็นสีเทา สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟเป็นสีเทา ไม่มีสิ่งแปลกปลอม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 94/2552 ที่กำหนดมาตรฐานต้องไม่มีสิ่งแปลกปลอม

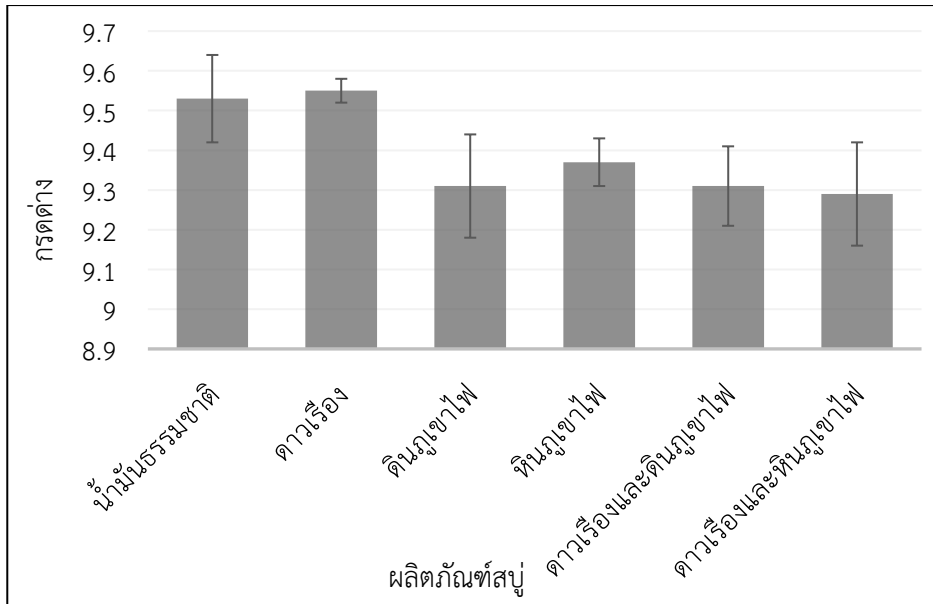
ตารางที่ 3 ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์สบู่

ผลิตภัณฑ์สบู่	ภาพประกอบ	ลักษณะทั่วไป
สบู่น้ำมันธรรมชาติ		สีครีม ไม่มีสิ่งแปลกปลอม
สบู่ดาวเรือง		สีเหลืองอ่อน ไม่มีสิ่งแปลกปลอม
สบู่ดินภูเขาไฟ		สีส้ม ไม่มีสิ่งแปลกปลอม
สบู่หินภูเขาไฟ		สีเทา ไม่มีสิ่งแปลกปลอม
สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ		สีส้ม ไม่มีสิ่งแปลกปลอม
สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ		สีเทา ไม่มีสิ่งแปลกปลอม

เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) 94/2552 ไม่มีสิ่งแปลกปลอม

กรดต่างของสบู่

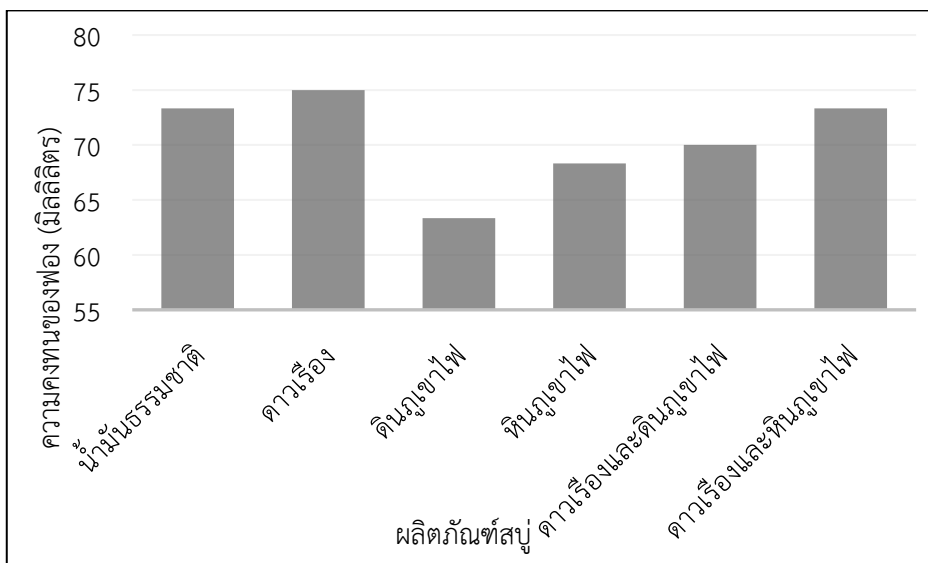
ผลิตภัณฑ์สบู่ น้ำมันธรรมชาติ สบู่ดาวเรือง สบู่ดินภูเขาไฟ สบู่หินภูเขาไฟ สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ มีค่ากรดต่าง 9.29–9.53 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 94/2552 ที่กำหนดค่ากรดต่างระหว่าง (8.00–10.00)



ภาพประกอบ 1 ค่าการต่างของผลิตภัณฑ์สบู่

ความคงทนของฟองสบู่

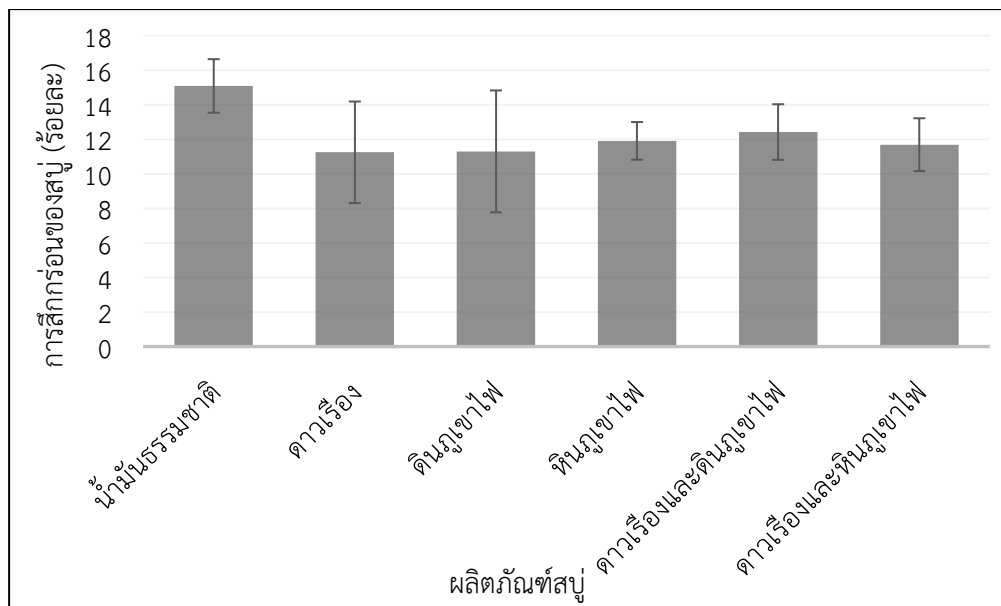
ผลิตภัณฑ์สบู่ดาวเรืองมีความคงทนของฟองสบู่มากที่สุดเท่ากับ 75.00 มิลลิลิตร รองลงมา ได้แก่ สบู่ น้ำมันธรรมชาติ สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ (73.33 มิลลิลิตร) สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ สบู่หินภูเขาไฟ (68.33 มิลลิลิตร) และสบู่ดินภูเขาไฟ (63.33 มิลลิลิตร) ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช. 94/2552 ที่กำหนดค่าความคงทนของฟองดี



ภาพประกอบ 2 ความคงทนของฟองผลิตภัณฑ์สบู่

การสีกร่อนสบู่

ผลิตภัณฑ์สบู่ น้ำมันธรรมชาติมีการสีกร่อนมากที่สุดร้อยละ 15.09 รองลงมา ได้แก่ สบู่ดาวเรือง และดินภูเขาไฟ (ร้อยละ 12.42) สบู่หินภูเขาไฟ (ร้อยละ 11.91) สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ (ร้อยละ 11.69) สบู่ดินภูเขาไฟ (ร้อยละ 11.30) และสบู่ดาวเรือง (ร้อยละ 11.25) ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 94/2552



ภาพประกอบ 3 ผลการทดสอบอัตราสีกร่อนของผลิตภัณฑ์สบู่

การปนเปื้อนสารปรอทในสบู่

ผลิตภัณฑ์สบู่ น้ำมันธรรมชาติ สบู่ดอกดาวเรือง สบู่ดินภูเขาไฟ สบู่หินภูเขาไฟ สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ และสบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ ไม่พบการปนเปื้อนของสารปรอท ซึ่งมีคุณภาพตามเกณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 1350/2554

ตารางที่ 4 สารปนเปื้อนปรอทของผลิตภัณฑ์สบู่

ผลิตภัณฑ์สบู่	สารปรอท
สบู่ น้ำมันธรรมชาติ	ไม่พบ
สบู่ดาวเรือง	ไม่พบ
สบู่ดินภูเขาไฟ	ไม่พบ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์สบู่	สารปรอท
สบู่หินภูเขาไฟ	ไม่พบ
สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ	ไม่พบ
สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ	ไม่พบ
เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1350/2554	ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การปนเปื้อนซูโดโมแนส แอรูจิโนซาและราแคนดิดา อัลบิแคนส์

ผลิตภัณฑ์สบู่ น้ำมันธรรมชาติ สบู่ดาวเรือง สบู่ดินภูเขาไฟ สบู่หินภูเขาไฟ สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ ไม่พบการปนเปื้อนของซูโดโมแนส แอรูจิโนซาและราแคนดิดา อัลบิแคนส์ ซึ่งมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 94/2552

ตารางที่ 5 ซูโดโมแนส แอรูจิโนซาและแคนดิดา อัลบิแคนส์ในผลิตภัณฑ์สบู่

ผลิตภัณฑ์สบู่	ซูโดโมแนส แอรูจิโนซา	แคนดิดา อัลบิแคนส์
สบู่ น้ำมันธรรมชาติ	ไม่พบ	ไม่พบ
สบู่ดาวเรือง	ไม่พบ	ไม่พบ
สบู่ดินภูเขาไฟ	ไม่พบ	ไม่พบ
สบู่หินภูเขาไฟ	ไม่พบ	ไม่พบ
สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ	ไม่พบ	ไม่พบ
สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ	ไม่พบ	ไม่พบ
เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) 94/2552	ต้องไม่พบ	ต้องไม่พบ

อภิปรายผลวิจัย

ผลิตภัณฑ์สบู่ น้ำมันธรรมชาติเป็นสีครีม ไม่มีสิ่งแปลกปลอม ความเป็นกรดต่างระหว่าง 9.44–9.68 ความคงทนของฟองระหว่าง 70–75 มิลลิลิตร อัตราสีกร่อนร้อยละ 12.90–16.382 ไม่พบสารปรอท ไม่พบการปนเปื้อนของซูโดโมแนส แอรูจิโนซา และแคนดิดา อัลบิแคนส์ สบู่มีสรรพคุณบำรุงผิวจากน้ำมันมะพร้าว มีสารเอสโตรเจนช่วยให้ผิวพรรณสดใสอย่างเป็นธรรมชาติ และน้ำมันรำข้าวมีสารต้านอนุมูลอิสระสบู่มีลักษณะ ขาวอมเหลือง เนื้อสบู่แน่น ฟองน้อยละเอียด ให้ความชุ่มชื้นสูง (นวพร เอี่ยมธีระกุล, 2558) ผลิตภัณฑ์สบู่ดาวเรือง เป็นสีเหลืองอ่อน ไม่มีสิ่งแปลกปลอม ความเป็นกรด ต่างระหว่าง 9.15–9.59 ความคงทนของฟองระหว่าง 70–80 มิลลิลิตร อัตราสีกร่อน 7.34–14.425

ไม่พบสารปรอท ไม่พบการปนเปื้อนซูโดโมแนส แอรูจิโนซาและแคนดิดา อัลบิแคนส์ ดอกดาวเรืองมีสารฟลาโวนอยด์ โพลีฟีนอล และฟีนอลิก ซึ่งพบสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยยับยั้งการสลายคอลลาเจน กระตุ้นการสร้างเซลล์ผิวหนัง ยับยั้งเมลานิน ช่วยลดการหมองคล้ำของผิวหนัง เชลลัวร์รอย ลดจุดด่างดำ สารแซนโทฟิลล์ มีส่วนประกอบเป็นโมเลกุลที่มีออกซิเจน ได้แก่ ลูทีนและซีแซนธิน มีคุณสมบัติช่วยป้องกันความเสื่อมของจอประสาทตาได้ (เพ็ญพิชญา เตียว, 2560) สารสกัดจากดอกดาวเรืองมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี เนื่องจากมีกรดที่สำคัญ ได้แก่ กรดแกลลิก กรดวานิลลิก กรดคาเฟอิก กรดคูมาริก และกรดไซรินจิก ทำให้ผิวพรรณดูอ่อนวัย (อนงค์ ศรีโสภา, 2553) และมีสารคาเลนคูลา ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยบรรเทาปัญหาผิวหนัง เช่น โรคผิวหนังอักเสบ แผลเป็น และผิวหนังแห้งแตก นอกจากนี้ยังพบสารกลุ่มไตรเทอปีน และซาโปนิน ซึ่งมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ มีคุณสมบัติในการสมานแผล ช่วยทำความสะอาดเนื้อเยื่อ และป้องกันการติดเชื้อบนผิวหนัง (ปานทิพย์ รัตนศิลป์ภัลลชาญ และคณะ, 2559; ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร, 2557)

ผลิตภัณฑ์สบู่ดินภูเขาไฟเป็นสีส้ม และหินภูเขาไฟเป็นสีเทา ไม่มีสิ่งแปลกปลอม ความเป็นกรดต่างระหว่าง 9.14 – 9.44 ความความคงทนของฟองระหว่าง 55 – 70 มิลลิลิตร การสึกกร่อน 6.31 – 13.96 ไม่พบสารปรอท ไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียซูโดโมแนส แอรูจิโนซา ราแคนดิดา อัลบิแคนส์ แร่ธาตุในดินและหินภูเขาไฟจังหวัดบุรีรัมย์ (ขุสีกานต์ สายเนตร และคณะ, 2561) มีหลากหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อการบำรุงผิว (ภัทรนันท์ ทวดอาจ, 2556) ธาตุเหล็กช่วยเสริมสร้างและซ่อมแซมผิวที่เสื่อมสภาพ ซิลิกาช่วยในการฟื้นฟูบำรุงผิว (จิราภรณ์ โพรคิลท์, 2560) อะลูมิเนียมช่วยฟื้นฟูบำรุงและควบคุมความชุ่มชื้นของเซลล์ผิว (จิราภรณ์ โพรคิลท์, 2560) ไทเทเนียมช่วยกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ผิวให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โพแทสเซียมช่วยปรับสภาพความสมดุลของผิว (พวงทอง ไกรพิบูลย์, 2550) แคลเซียมช่วยเสริมสร้างเซลล์ใหม่ (ชนิดาภา เรืองธนะกิจ, 2559) แมงกานีสช่วยปรับสีผิวให้เนียนใส สตรอนเซียมช่วยลดการอักเสบของผิว (ชัยวัฒน์ เจนวนิชย์, 2557) และเซอร์โคเนียมช่วยลดการอักเสบของผิว (เพชรภา บุญธิรักษ์, 2556) ซึ่งในปัจจุบันประเทศญี่ปุ่นนำหินลาวาจากภูเขาไฟฟูจิ ซึ่งมีแร่ธาตุมากกว่า 30 ชนิด เพื่อใช้เป็นส่วนประกอบของสบู่ยี่ห้อ Fuji Lava Mineral powder สบู่ถ่านลาวายี่ห้อ La va Charcoal Soap สบู่ล้างหน้า Chinju Cosmetics และสบู่ยี่ห้อ Dejavu สำหรับประเทศเกาหลีได้นำหินลาวาจากภูเขาไฟเจอ มาผลิตเป็นโฟมล้างหน้ายี่ห้อ Jeju volcanic และสบู่ Kalos Scoria Soft soap & facial Sponge และสบู่ Jeju ถ่านภูเขาไฟ

สรุปผลการวิจัย

ดอกดาวเรืองที่มีขนาดเล็กไม่เป็นที่ต้องการของตลาด แต่สามารถนำมาแปรรูปเป็นสบู่ดาวเรือง และเพิ่มสารบำรุงผิวจากแร่ธาตุดินภูเขาไฟเพื่อสร้างเอกลักษณ์ผลิตภัณฑ์ของพื้นที่ภูเขาไฟจังหวัดบุรีรัมย์ ดาวเรืองที่ปลูกในพื้นที่บ้านร่อนหมากใหญ่ บ้านโกรกขี้หนู บ้านพระครุน้อย อำเภอเมือง บ้านสะแก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ไม่พบยาฆ่าแมลง สามารถนำมาพัฒนาเป็นสารสกัดดอกดาวเรือง เพื่อใช้ผลิตสบู่ดาวเรือง สบู่ดินภูเขาไฟ สบู่หินภูเขาไฟ สบู่ดาวเรืองและดินภูเขาไฟ สบู่ดาวเรืองและหินภูเขาไฟ ที่มีค่ากรดต่างประมาณ 9.29 – 9.53 ความคงทนของฟอง 63.33 – 75.00 มิลลิลิตร การสึกกร่อน

ร้อยละ 11.25 – 15.09 ไม่พบสารปรอท ชูโดโมแนส แอรูจิโนซา และแคนดิดา อัลบิแคนส์ ซึ่งมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานชุมชน มผช. 94/2552

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่สนับสนุนทุนการวิจัย ประจำปี 2562

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2559). *ดาวเรือง*. สืบค้น 2 สิงหาคม 2563, จาก http://www.Aagriinfo.doae.go.th/year59/plant/rortor/flowers/garland/marigolds_garland.pdf.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2556). *องค์ความรู้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิต สู่การเป็น smart officer ไม้ดอกไม้ประดับ*. สืบค้น 2 สิงหาคม 2563, จาก <http://www.khuanpanarae.go.th/files/dynamiccontent/file-76072-15020708821276453584.pdf>.
- กรมวิชาการเกษตร. (2552). *การปลูกดาวเรืองเป็นอาชีพ*. สืบค้น 12 สิงหาคม 2563, จาก www.doae.go.th.
- จิราภรณ์ โพธิ์คิลท์. (2560). *โคลนภูเขาไฟฮอกไกโดจากประเทศญี่ปุ่น*. สืบค้น 1 สิงหาคม 2563, จาก <http://www.mineral-lava.com>.
- ชนิดาภา เรืองธรรกิจ. (2559). *แคลเซียม*. สืบค้น 10 มีนาคม 2563, จาก <http://www.Healt htio.com>.
- ชัยวัฒน์ เจนวนิชย์. (2557). *สตรอนเซียม*. สืบค้น 10 มีนาคม 2563, จาก <http://www.web.ku.ac.th>.
- ชูลีกันต์ สายเนตร, รุ่งเรือง งามหอม, อติรัตน์ คิมกระโทก และ วีราพัชร ปุญญพัฒนศิริ. (2561). การบูรณาการภูมิปัญญาการย้อมผ้าภูอัคนีร่วมกับสีผงดอกบัวสดตบงกชเพื่อเพิ่ม ความหลากหลายสีเส้นของผ้าภูอัคนี ณ หมู่บ้านเจริญสุข อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดบุรีรัมย์. *การประชุมวิชาการระดับชาติ “ราชชมงคลสุรินทร์ครั้งที่ 9” “การเชื่อมโยงเครือข่ายวิชาการ ด้วยงานวิจัย”*. สุรินทร์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.
- นวพร เอี่ยมธีระกุล. (2558). *ชนิดและส่วนประกอบหลักของสบู่*. สืบค้น 1 กันยายน 2563, จาก <http://yaninbangkok.blogspot.com>.

- ปานทิพย์ รัตนศิลป์กุลชาญ และคณะ. (2559). สบู่ต้านเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดหยาดจากผลมะขามป้อม. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 8(15), 27-39.
- พวงทอง ไกรพิบูลย์. (2550). *โพแทสเซียม*. สืบค้น 16 สิงหาคม 2563, จาก <http://haamor.com>.
- เพชรญา บุญอิริรักษ์. (2556). *เซอร์โคเนียม*. สืบค้น 10 มีนาคม 2563, จาก <http://www.ss-chemistry.blogspot.com>.
- เพ็ญพิชญา เตียว. (2560). *สารสกัดไม้ดอกสีเหลือง ชะลอมแก่ ลดต่างคำ*. สืบค้น 10 สิงหาคม 2563, จาก <https://www.thairath.co.th/news/local/918227>.
- ภัทรนันท์ ทวดอาจ. (2560). แร่ดินและการประยุกต์ใช้ในด้านเครื่องสำอาง. *วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 1(2), 77-85.
- ศูนย์ข้อมูลสมุนไพร. (2560). *ดอกดาวเรือง สรรพคุณบำรุงสายตา-ผิวพรรณ บรรเทาอาการป่วยก็ได้*. สืบค้น 15 สิงหาคม 2563, จาก <https://health.kapook.com>.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2558). *ชนิดของดาวเรือง*. สืบค้น 10 สิงหาคม 2563, จาก <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=18937>.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดหนองบัวลำภู. (2562). *แจ้งเตือนภัย "โรคดอกเน่า" (ดาวเรือง)*. สืบค้น 10 สิงหาคม 2563, จาก <https://www.opsmoac.go.th/nongbualamphu-warning-preview-411591791157>.
- อนงค์ ศรีโสภณ. (2553). *สารสกัดดอกดาวเรืองจากภูมิปัญญาท้องถิ่นสู่นวัตกรรมลดริ้วรอย*. กรุงเทพฯ : ฐานข้อมูลโครงสร้างพื้นฐานภาครัฐด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- อิสระ วงศ์อินทร์. (2559). *ร่ายด้วยดาวเรือง ปลุก 20 ไร่กำไร 4 ล้าน*. สืบค้น 10 สิงหาคม 2563, จาก <https://www.komchadluek.net/news/agricultural/234323>.

การขจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวเส้นใยเตยหนาม Scouring and Bleaching of Screw Pine Fiber

ผจงจิต เหมพนม¹ อมรรัตน์ สุขจิตต์¹ สืบศักดิ์ ก้อนคำดี¹

สาวิตรี อกนิษฐ์เสนีย์¹ และ บัวลอย จันผกา²

Phajongjit Hempanom^{*1}, Amornrat Sukjit¹, Seubsuk Khonkhamdee¹,

Sawittree Akanitsenee¹, and Bualoy Chanpaka²

สาขาวิชานวัตกรรมสิ่งทอและการออกแบบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์¹

Textile Innovation and Design Program, Faculty of Science at Buriram Rajabhat University¹

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์²

Chemistry Program, Faculty of Science at Buriram Rajabhat University²

E-Mail: phajongjit.hp@bru.ac.th^{*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการขจัดสิ่งสกปรกและฟอกขาวเส้นใยเตยหนาม สำหรับการขจัดสิ่งสกปรก เส้นใยเตยหนามแช่ในสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 4%, 6%, 8% และ 10% (w/v) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30-60 นาที ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเส้นใยเตยหนามต่อสารละลายเท่ากับ 1:50 สำหรับการฟอกขาว เส้นใยเตยหนามต้มด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 4%, 6%, 8% และ 10% (v/v) อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเส้นใยเตยหนามต่อสารละลายเท่ากับ 1:50 จากนั้นนำไปทดสอบหาค่าความสว่างของเส้นใย (Lightness) ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และทดสอบความสามารถในย้อมติดสี จากผลการทดลองพบว่าเส้นใยเตยหนามที่มีความสว่างมากที่สุด คือเส้นใยเตยหนามที่ผ่านการฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10% (v/v) เป็นเวลา 60 นาที ได้ค่าความสว่างเท่ากับ 87.96 แต่หลังจากนำไปผ่านการทดลองย้อม พบว่า ย้อมไม่ติดสี เนื่องจากเส้นใยยังไม่ผ่านกระบวนการขจัดสิ่งสกปรก สำหรับเส้นใยใบเตยหนามที่ผ่านการขจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวที่ให้ค่าความสว่างมากที่สุด คือเส้นใยเตยหนามที่ผ่านการขจัดสิ่งสกปรกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10% (w/v) เป็นเวลา 60 นาที และผ่านการฟอกขาวเส้นใยเตยหนามด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10% (v/v) เป็นเวลา 60 นาที ได้ค่าความสว่างเท่ากับ 78.39 ซึ่งได้ผลดีที่สุด และเมื่อนำไปย้อมสีพบว่าย้อมติดสีได้ดีที่สุด สีมี่ความคงทนและสม่ำเสมอ

คำสำคัญ : การขจัดสิ่งสกปรก การฟอกขาว เตยหนาม

ABSTRACT

This research study scouring and bleaching process of screw pine fiber. For scouring, the fiber was incubated in 4%, 6%, 8% and 10% (w/v) of sodium carbonate and sodium hydroxide at room temperature for 30-60 minutes. For bleaching, the fiber was incubated in 4%, 6%, 8% and 10% (w/v) of hydrogen peroxide at 90°C for 30-60 minutes and liquor ratio of 1:50. Treated fibers were tested lightness by spectrophotometer and dyeability. The results found that the highest lightness is bleached fiber using 10% (v/v) of hydrogen peroxide for 60 minutes. The lightness is 87.96 and dyeability is poor due to the fiber was not scouring. The highest lightness of scouring and bleaching process is treated fiber using 10% (w/v) of sodium carbonate and sodium hydroxide for 60 minutes and 10% (w/v) of hydrogen peroxide for 60 minutes. The lightness is 78.39 and dyeability is good fastness and leveling.

Keywords : Scouring, Bleaching, Screw Pine

บทนำ

เตยหนาม (*Pandanus tectorius*) เป็นพืชไม้ถิ่นที่พบได้ทั่วไป นิยมนำมาทอเป็นเสื่อ เพื่อใช้งานในบ้าน ต่อมามีการพัฒนารูปแบบเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นกระเป๋า รองเท้า หมอน และตะกร้า เตยหนามเป็นวัชพืชธรรมชาติที่มีคุณสมบัติโดดเด่น เหมาะแก่การนำมาจักสานหรือทอ ซึ่งคุณสมบัติ ได้แก่ มีความยืดหยุ่น เหนียว ทนแดด ไม่ขึ้นรา สามารถพับและบิดม้วนได้อย่างอิสระ ส่งผลให้สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ง่าย กระบวนการผลิตเสื่อ เริ่มจากนำใบเตยหนามมาซอยเป็นเส้นเล็ก ๆ เรียกว่า เส้นตอก ผึ่งแดดประมาณ 5-10 นาที จากนั้นนำมารีดด้วยเครื่องรีด เพื่อให้เส้นตอกแบนเรียบและนิ่ม ขั้นตอนที่สองนำเส้นตอกมาแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 2 คืน เพื่อให้สีและสารที่อยู่ในเตยหนามหลุดออกไป จากเส้นสีเขียวจะกลายเป็นสีขาวเหลือง จากนั้นนำไปตากแดดเป็นเวลา 1 วัน ขั้นตอนที่สาม การย้อมสี ก่อนย้อมจะแช่น้ำเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก จากนั้นย้อมด้วยสีเคมี เป็นเวลา 3-5 นาที แล้วแช่ด้วยน้ำเย็น ล้างจนสะอาด และนำไปตากแดดให้แห้งประมาณ 1 วัน (นัชชา สวัสดิชัย, 2558) จากกระบวนการผลิตเสื่อดังกล่าว จะเห็นได้ว่ามีหลายขั้นตอนและใช้เวลานาน รวมถึงเส้นใยเตยหนามอาจมีการย้อมติดสีที่ไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากใบเตยหนามเป็นเซลลูโลส มีเฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และเพกติน เป็นองค์ประกอบซึ่งไม่ละลายน้ำ เมื่อองค์ประกอบดังกล่าวถูกกำจัดออกไม่หมด ส่งผลให้เตยหนามมีการดูดซึมน้ำ สารเคมี และสีได้ไม่ดี ส่งผลให้เมื่อนำไปย้อมสีอาจติดสีได้ไม่สม่ำเสมอ (Raza *et al.*, 2014) โดยทั่วไปกระบวนการจัดสิ่งสกปรกเส้นใย นิยมใช้สารโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมคาร์บอเนต ในการทำปฏิกิริยากับกรดไขมันในเซลลูโลส เรียกว่า ปฏิกิริยา Saponification ที่เปลี่ยน

กรดไขมันให้กลายเป็นเกล็ดและสบู่ ทำให้กรดไขมันละลายออกจากเซลล์และช่วยให้สามารถดูดซึม น้ำได้ดีขึ้น สำหรับการฟอกสีเส้นใยก่อนการย้อม เป็นการกำจัดสีธรรมชาติที่อยู่ในเส้นใยออก เหมาะ สำหรับเตรียมเส้นใยที่ต้องการย้อมสีในเฉดที่อ่อน เพื่อให้ได้ตามสีที่ต้องการ เฉดสีไม่เปลี่ยน โดยทั่วไป นิยมใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในกระบวนการฟอกขาว (Yin, 2015) จากกระบวนการเตรียมเส้นใย ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษากระบวนการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวเส้นใยเตยหนาม เพื่อให้ เส้นใยเตยหนามสามารถย้อมติดสีได้อย่างสม่ำเสมอและลดระยะเวลาในกระบวนการผลิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษากระบวนการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวเส้นใยเตยหนาม

ขอบเขตของการวิจัย

1. การกำจัดสิ่งสกปรก ใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในอัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้มข้น 4%, 6%, 8% และ 10% (w/v) แช่ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30-60 นาที ใช้อัตราส่วน ระหว่างน้ำหนักเส้นใยเตยหนามต่อสารละลายเท่ากับ 1:50
2. การฟอกขาว ใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 4%, 6%, 8% และ 10% (v/v) ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเส้นใย เตยหนามต่อสารละลายเท่ากับ 1:50
3. ทดสอบเส้นใยเตยหนามหลังผ่านกระบวนการกำจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาว ได้แก่ ค่า ความสว่างของเส้นใย (Lightness) วัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ และทดสอบความสามารถใน ย้อมติดสี

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการทดลอง

1. การกำจัดสิ่งสกปรกเส้นใยเตยหนาม ตัดใบเตยหนามกว้าง 0.3 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร นำไปตากแดดเป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก 2 กรัม แช่เส้นใยเตยหนามในสารละลาย โซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ในอัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้มข้น 4%, 6%, 8% และ 10% (w/v) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30-60 นาที ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเส้นใยเตยหนามต่อ สารละลายเท่ากับ 1:50 จากนั้นล้างออกด้วยน้ำให้สะอาด
2. การฟอกขาวเส้นใยเตยหนาม ใช้เส้นใยเตยหนามน้ำหนัก 2 กรัม แช่ในสารละลายไฮโดรเจน- เปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 4%, 6%, 8% และ 10% (v/v) ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 30-60 นาที ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเส้นใยเตยหนามต่อสารละลายเท่ากับ 1:50 ทำความ สะอาดด้วยน้ำสบู่ ที่ความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร และล้างด้วยน้ำเปล่าจนสะอาด จากนั้นนำไปตากแดด ให้แห้ง

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ค่าความสว่าง (Lightness) วัดด้วยเครื่อง spectrophotometer ด้วยระบบของ L^* , a^* , b^* โดยค่าความสว่าง มีค่า 0-100 ถ้าค่าความสว่างที่เข้าใกล้ 0 แสดงว่า เส้นใยเตยหนามมีการดูดกลืนแสงมาก ส่งผลให้การสะท้อนแสงน้อย เส้นใยจะเป็นสีทึบ และถ้าค่าความสว่างที่เข้าใกล้ 100 แสดงว่า เส้นใยเตยหนามมีการดูดกลืนแสงน้อย ส่งผลให้การสะท้อนแสงมาก เส้นใยจะมีความสว่างของสีสูง

2. ความสามารถในการย้อมติดสี ทดสอบโดยนำเส้นใยเตยหนามหลังผ่านกระบวนการขจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวในภาวะต่าง ๆ มาย้อมสีธรรมชาติจากเปลือกประดู่ ย้อมที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเส้นใยเตยหนามต่อสีย้อมเท่ากับ 1:50

ผลการวิจัย

การทดลองในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยการศึกษากระบวนการขจัดสิ่งสกปรกเส้นใยเตยหนามด้วยโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ และการฟอกขาวเส้นใยเตยหนามด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ภาวะต่าง ๆ สำหรับผลการทดลองและผลการวิเคราะห์ ได้แก่ การหาค่าความสว่าง และการทดสอบความสามารถในการย้อมติดสีของเส้นใยเตยหนาม ซึ่งมีผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความสว่างและความสามารถในการย้อมติดสีของเส้นใยเตยหนาม ที่ผ่านการขจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวในสภาวะต่าง ๆ

ภาวะ	การขจัดสิ่งสกปรก			การฟอกขาว		ค่าความสว่าง (L^*)	การย้อมสี
	Na_2CO_3 (% w/v)	NaOH (% w/v)	เวลา (นาที)	H_2O_2 (% v/v)	เวลา (นาที)		
Std.	-	-	-	-	-	67.99	ไม่ติดสี
1	4	4	30	4	30	69.45	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
2	4	4	30	6	30	70.39	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
3	4	4	30	8	30	72.79	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
4	4	4	30	10	30	76.42	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
5	6	6	30	4	30	69.69	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
6	6	6	30	6	30	73.03	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
7	6	6	30	8	30	70.98	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
8	6	6	30	10	30	73.86	ติดสีไม่สม่ำเสมอ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ภาวะ	การจัดตั้งสกรปรก			การฟอกขาว		ค่าความสว่าง (L*)	การย้อมสี
	Na ₂ CO ₃ (% w/v)	NaOH (% w/v)	เวลา (นาที)	H ₂ O ₂ (% v/v)	เวลา (นาที)		
9	8	8	30	4	30	70.78	ติดสีสม่ำเสมอ
10	8	8	30	6	30	70.35	ติดสีสม่ำเสมอ
11	8	8	30	8	30	73.32	ติดสีสม่ำเสมอ
12	8	8	30	10	30	74.60	ติดสีสม่ำเสมอ
13	10	10	30	4	30	70.04	ติดสีสม่ำเสมอ
14	10	10	30	6	30	72.85	ติดสีสม่ำเสมอ
15	10	10	30	8	30	70.39	ติดสีสม่ำเสมอ
16	10	10	30	10	30	71.38	ติดสีสม่ำเสมอ
17	4	4	30	4	60	71.77	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
18	4	4	30	6	60	69.93	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
19	4	4	30	8	60	74.28	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
20	4	4	30	10	60	72.10	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
21	6	6	30	4	60	74.29	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
22	6	6	30	6	60	75.46	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
23	6	6	30	8	60	70.27	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
24	6	6	30	10	60	74.03	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
29	10	10	30	4	60	68.68	ติดสีสม่ำเสมอ
30	10	10	30	6	60	71.11	ติดสีสม่ำเสมอ
31	10	10	30	8	60	73.08	ติดสีสม่ำเสมอ
32	10	10	30	10	60	75.56	ติดสีสม่ำเสมอ
33	4	4	60	4	30	71.51	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
34	4	4	60	6	30	69.96	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
35	4	4	60	8	30	72.00	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
36	4	4	60	10	30	71.68	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
37	6	6	60	4	30	68.82	ติดสีสม่ำเสมอ
38	6	6	60	6	30	71.14	ติดสีสม่ำเสมอ
39	6	6	60	8	30	69.83	ติดสีสม่ำเสมอ
40	6	6	60	10	30	72.24	ติดสีสม่ำเสมอ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ภาวะ	การจัดตั้งสกรปรก			การฟอกขาว		ค่าความสว่าง (L*)	การย้อมสี
	Na ₂ CO ₃ (% w/v)	NaOH (% w/v)	เวลา (นาท)	H ₂ O ₂ (% v/v)	เวลา (นาท)		
41	8	8	60	4	30	69.54	ติดสีสม่ำเสมอ
42	8	8	60	6	30	68.72	ติดสีสม่ำเสมอ
43	8	8	60	8	30	68.20	ติดสีสม่ำเสมอ
44	8	8	60	10	30	71.78	ติดสีสม่ำเสมอ
45	10	10	60	4	30	71.25	ติดสีสม่ำเสมอ
46	10	10	60	6	30	69.08	ติดสีสม่ำเสมอ
47	10	10	60	8	30	71.62	ติดสีสม่ำเสมอ
48	10	10	60	10	30	68.76	ติดสีสม่ำเสมอ
49	4	4	60	4	60	74.52	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
50	4	4	60	6	60	69.14	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
51	4	4	60	8	60	72.83	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
52	4	4	60	10	60	74.18	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
53	6	6	60	4	60	74.17	ติดสีสม่ำเสมอ
54	6	6	60	6	60	69.58	ติดสีสม่ำเสมอ
55	6	6	60	8	60	75.57	ติดสีสม่ำเสมอ
56	6	6	60	10	60	74.61	ติดสีสม่ำเสมอ
57	8	8	60	4	60	68.40	ติดสีสม่ำเสมอ
58	8	8	60	6	60	75.27	ติดสีสม่ำเสมอ
59	8	8	60	8	60	68.80	ติดสีสม่ำเสมอ
60	8	8	60	10	60	71.71	ติดสีสม่ำเสมอ
61	10	10	60	4	60	69.94	ติดสีสม่ำเสมอ
62	10	10	60	6	60	72.39	ติดสีสม่ำเสมอ
63	10	10	60	8	60	72.48	ติดสีสม่ำเสมอ
64	10	10	60	10	60	78.39	ติดสีสม่ำเสมอ
65	4	4	30	-	-	40.64	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
66	6	6	30	-	-	43.09	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
67	8	8	30	-	-	47.43	ติดสีสม่ำเสมอ
68	10	10	30	-	-	46.10	ติดสีสม่ำเสมอ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ภาวะ	การจัดตั้งสิ่งสกปรก			การฟอกขาว		ค่าความสว่าง (L*)	การย้อมสี
	Na ₂ CO ₃ (% w/v)	NaOH (% w/v)	เวลา (นาท)	H ₂ O ₂ (% v/v)	เวลา (นาท)		
69	4	4	60	-	-	38.92	ติดสีไม่สม่ำเสมอ
70	6	6	60	-	-	45.33	ติดสีสม่ำเสมอ
71	8	8	60	-	-	39.85	ติดสีสม่ำเสมอ
72	10	10	60	-	-	42.26	ติดสีสม่ำเสมอ
73	-	-	-	4	30	76.82	ไม่ติดสี
74	-	-	-	6	30	71.03	ไม่ติดสี
75	-	-	-	8	30	72.19	ไม่ติดสี
76	-	-	-	10	30	72.01	ไม่ติดสี
77	-	-	-	4	60	71.37	ไม่ติดสี
78	-	-	-	6	60	78.50	ไม่ติดสี
79	-	-	-	8	60	74.04	ไม่ติดสี
80	-	-	-	10	60	87.96	ไม่ติดสี

จากผลการทดลองพบว่า เส้นใยเตยหนามที่ผ่านการจัดตั้งสิ่งสกปรกที่ภาวะการใช้สารโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 4% และ 6% (w/v) เป็นเวลา 30 นาที เส้นใยมีการย้อมติดสีไม่สม่ำเสมอ และที่ความเข้มข้น 8% และ 10% (w/v) เป็นเวลา 30 นาที เส้นใยมีการย้อมติดสีสม่ำเสมอ ในภาวะที่ความเข้มข้น 4% (w/v) เป็นเวลา 60 นาที เส้นใยมีการย้อมติดสีไม่สม่ำเสมอ ที่ความเข้มข้น 6%, 8% และ 10% (w/v) เป็นเวลา 60 นาที เส้นใยมีการย้อมติดสีสม่ำเสมอ และเส้นใยที่ไม่ผ่านการจัดตั้งสิ่งสกปรก กล่าวคือ ผ่านการฟอกขาวเพียงขั้นตอนเดียว เส้นใยมีการย้อมไม่ติดสี เนื่องจากเส้นใยยังมีส่วนประกอบของน้ำมัน ไขมัน ขี้ผึ้ง ที่เป็นองค์ประกอบในเส้นใยเซลลูโลสติดอยู่ ทำให้น้ำย้อมไม่สามารถติดเข้าไปในเส้นใยได้ เส้นใยเตยหนามที่มีความสว่างมากที่สุด คือ เส้นใยเตยหนามที่ผ่านการฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10% (v/v) เป็นเวลา 60 นาที มีค่าความสว่างเท่ากับ 87.96 แต่หลังจากนำไปผ่านการทดลองย้อมพบว่า ย้อมไม่ติดสี เนื่องจากยังไม่ผ่านกระบวนการจัดตั้งสิ่งสกปรก สำหรับเส้นใยเตยหนามที่ผ่านการจัดตั้งสิ่งสกปรกและการฟอกขาวที่มีค่าความสว่างมากที่สุด คือภาวะที่ 64 เส้นใยเตยหนามผ่านการจัดตั้งสิ่งสกปรกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10% (w/v) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 60 นาที และผ่านการฟอกขาวเส้นใยเตยหนามด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10% (w/v) ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ได้ค่าความสว่างเท่ากับ 78.39 ซึ่งได้ผลดีที่สุด และเมื่อนำไปย้อมสีพบว่าเส้นใยย้อมติดสีได้สม่ำเสมอ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย สรุปได้ว่าเส้นใยเตยหนามที่มีความสว่างมากที่สุด คือเส้นใยเตยหนามที่ผ่านการฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10% (v/v) เป็นเวลา 60 นาที ได้ค่าความสว่างเท่ากับ 87.96 แต่หลังจากนำไปผ่านการทดลองย้อม พบว่า ย้อมไม่ติดสี เนื่องจากเส้นใยยังไม่ผ่านกระบวนการขจัดสิ่งสกปรก สำหรับเส้นใยใบเตยหนามที่ผ่านการขจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวที่ให้ค่าความสว่างมากที่สุด คือเส้นใยเตยหนามที่ผ่านการขจัดสิ่งสกปรกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10% (w/v) เป็นเวลา 60 นาที และผ่านการฟอกขาวเส้นใยเตยหนามด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 10% (v/v) เป็นเวลา 60 นาที ได้ค่าความสว่างเท่ากับ 78.39 ซึ่งได้ผลดีที่สุด แสดงดังภาพประกอบ 1 และเมื่อนำไปย้อมสีพบว่าย้อมติดสีได้ดีที่สุด



ภาพประกอบ 1 เส้นใยเตยหนามก่อนและหลังกระบวนการขจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาว

อภิปรายผลการวิจัย

เส้นใยเตยหนามเป็นเส้นใยธรรมชาติจากพืช มีองค์ประกอบหลักคือเซลลูโลส เส้นใยจะคล้ายกับเส้นใยฝ้าย ซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติจากพืชเช่นกัน ดังนั้นกระบวนการเตรียมเส้นใยจะคล้ายคลึงกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Karmakar (1999) ที่กล่าวว่า การเตรียมผ้าก่อนขึ้นตอนการย้อม เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการย้อมติดสีผ้า ก่อนที่จะส่งไปยังกระบวนการย้อมสี กระบวนการเตรียมผ้าโดยทั่วไป ได้แก่ การเผาขน การขจัดสิ่งสกปรก และการฟอกขาว กระบวนการเตรียมผ้าที่เลือกใช้สำหรับผ้าชนิดใดชนิดหนึ่ง จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขอบเขตของสิ่งสกปรกที่มีอยู่บนเส้นใยหรือผ้า ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของกระบวนการย้อมสีในภายหลัง โดยเส้นใยธรรมชาติจากพืชที่นำมาทำเป็นผ้า ไม่ว่าจะเป็นผ้าฝ้าย ผ้าลินิน ผ้าใยไผ่ ผ้าใยกล้วย รวมถึงผ้าใยสับปะรด ต้องผ่านกระบวนการเตรียมผ้า ได้แก่ การขจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาว เพื่อให้สามารถนำไปย้อมสีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาสารที่ใช้ในการขจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวเส้นใยเตยหนาม พบว่าสารที่ใช้ในการขจัดสิ่งสกปรกที่เหมาะสม คือ โซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งสารทั้งสองมีฤทธิ์เป็นด่างจะทำปฏิกิริยากับสิ่งสกปรกจำพวกกรดไขมันที่ไม่ละลายน้ำ ทำให้เส้นใยสามารถดูดซึมน้ำและสารเคมีได้ดีขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Phatthalung (2012) ที่กล่าวว่า การขจัดสิ่งสกปรกด้วยโซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ช่วยทำให้สมบัติการดูดซึมน้ำดีขึ้น ส่งผลให้เมื่อนำไปย้อมสีติดได้สม่ำเสมอ ส่วนสารที่ใช้ในการฟอกขาวที่เหมาะสม คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับแนวคิดของ Campos-Martin (2006) และ Xu *et al.* (2011) ที่กล่าวว่า สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารออกซิไดซ์แบบ “Green” ที่มีผลพลอยได้เป็นออกซิเจนและน้ำ โดยสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารฟอกขาวที่ไม่ทำลายเส้นใย โดยจะกำจัดเฉพาะสีธรรมชาติที่อยู่ในเส้นใยเท่านั้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Miglbauer (2020) ที่กล่าวว่า สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะเข้าทำปฏิกิริยาโดยตรงกับลิกนิน ซึ่งเป็นสารสีธรรมชาติที่อยู่ในเซลลูโลส เมื่อลิกนินถูกเปลี่ยนโครงสร้างสีจะเปลี่ยนจากเหลืองน้ำตาลให้มีความขาวสว่างขึ้น ดังนั้นเมื่อนำไปย้อมสีจะทำให้ได้เฉดสีที่สดใส ได้สีตามที่ต้องการ

สำหรับการศึกษากระบวนการขจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวเส้นใยเตยหนาม พบว่าเส้นใยเตยหนามที่ผ่านการขจัดสิ่งสกปรกที่ภาวะการใช้สารโซเดียมคาร์บอเนตกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 8% (w/v) เป็นเวลา 30 นาที และในภาวะที่ความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 6% (w/v) เป็นเวลา 60 นาที จะทำให้เส้นใยมีการย้อมติดสีสม่ำเสมอ และเส้นใยที่ไม่ผ่านการขจัดสิ่งสกปรก กล่าวคือผ่านการฟอกขาวเพียงขั้นตอนเดียว เส้นใยจะย้อมไม่ติดสี จะเห็นว่าความเข้มข้นของสารที่ใช้เป็นความเข้มข้นที่ต่ำ และระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการ ประมาณ 1-2 ชั่วโมง โดยงานวิจัยนี้ช่วยลดเวลาในกระบวนการลงมาจากกระบวนการผลิตแบบดั้งเดิมที่มีกระบวนการเตรียมเส้นใยเตยหนามเป็นเวลา 2-3 วัน นัชชา สวัสดิชัย (2558) และในงานวิจัยนี้มีกระบวนการขจัดสิ่งสกปรกที่ใช้สารที่มีความเข้มข้นน้อยและระยะเวลาน้อย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ บุญศรี คู่สุพรรณ (2556) ที่กล่าวว่า ภาวะที่

เหมาะสมสำหรับการเตรียมเส้นใย คือ การสกัดด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 20 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จึงจะได้เส้นใยที่เหมาะสมสำหรับการเข้าสู่กระบวนการต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์จากเส้นใยเตยหนาม มีการใช้เส้นใยเตยหนามเป็นวัสดุ ซึ่งปริมาณการใช้จะมีจำนวนมากกว่าในการทดลองวิจัย ดังนั้นควรมีการปรับเปลี่ยนปริมาณอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเส้นใยเตยหนามต่อสารละลายจาก 1:50 เป็น 1:20 ถึง 1:30 ตามความเหมาะสม โดยคำนึงถึงปริมาณสารและน้ำที่ใช้ควรแช่เส้นใยเตยหนามอย่างทั่วถึง

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ระยะเวลาที่ใช้ทดลองในกระบวนการจัดสิ่งสกปรกและการฟอกขาวควรมีช่วงที่แคบลง เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลได้ดีขึ้น เช่น ใช้ระยะเวลา 15, 30, 45 และ 60 นาที เป็นต้น
2. สารที่ใช้ในกระบวนการจัดสิ่งสกปรก คือ โซเดียมคาร์บอเนตและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ควรทดลองใช้สารแยกกันทีละสาร เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการจัดสิ่งสกปรก เนื่องจากสารทั้งสองมีหน้าที่คล้ายคลึงกัน อาจได้ผลใกล้เคียงกับการใช้สารคู่กัน

เอกสารอ้างอิง

- นัชชา สวัสดิชัย. (2558). โครงการออกแบบชุดเครื่องเรือนสาธารณะ เพื่อการพักผ่อนริมชายหาดจากวัสดุใบเตยปาดหน้น : กรณีศึกษา เพื่อการใช้งานที่ ชายหาดเกาะกระดาน ในความรับผิดชอบดูแลอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม. (ปริญาศิลปบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บุญศรี คู่สุธรรม. (2556). *การผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยปอสา*. โครงการวิจัยทุนสนับสนุน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- Campos-Martin, J.M., Blanco-Brieva, G. and Fierro, J. L.G. (2006). Hydrogen peroxide synthesis: an outlook beyond the anthraquinone process. *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.* 45, 6962-6984.
- Karmakar, S. (1999). Chemical technology in the pre-treatment processes of textiles. *Textile science and technology. Elsevier Science*, 12.

- Miglbauer, E., Gryszel, M., and Głowacki, E.D. (2020). *Photochemical evolution of hydrogenperoxide on lignins*. *Green Chemistry*, 3. 673-677.
Retrieved 30 October 2020, from [https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/gc/c9gc04324a#!div Abstract](https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/gc/c9gc04324a#!divAbstract).
- Mojsov, K. (2016). Bioscouring and bleaching process of cotton fabrics – an opportunity of saving water and energy. *The Journal of The Textile Institute*, 7(107), 905-911.
- Phatthalung, I. S., Sae-be, P., Suesat, J., Suwanruji, P. and Soonsinpai, N. (2012). Investigation of the Optimum Pretreatment Conditions for the Knitted Fabric Derived from PLA/Cotton Blend. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(3), 179-182.
- Raza Z.A., Rehman, A., Hussain, M. T., Masood, R., Ul Haq, A., Saddique, M. T., ... & Ahmad, N. (2014). Production of rhamnolipid surfactant and its application in bioscouring of cotton fabric. *Carbohydrate Research*, 391, 97–105.
- Xu C., Hinks, D., El-Shafei, A., Hauser, P., Li, M., Ankeny, M., & Lee, K. (2011). Review of bleach activators for environmentally efficient bleaching of textiles. *J. Fiber Bioeng*, 4, 209–219.
- Yin C., Huang Y., Zhang L., Xu H., Zhong Y. and Mao Z. (2015). Low-temperature bleaching of cotton fabric using a copper-based catalyst for hydrogen peroxide. *Coloration Technoogy*, 131(1), 66–71.

ผลการเสริมฟ้ายะลวยโจรในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต
ของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว
Effect of Dietary Supplementation of King of Bitter (*Andrographis
Paniculata* (Burm.f) Wall.ex Nees) on Productive Performance of
White Tail-yellow Native Chicken

ณัฐธยาน์ หาได้ นฤมล สมคุณา* และ กันตพัฒน์ รัตนสินธุพงษ์

Nattaya Hadai, Narumon Somkuna, and Kantapat Rattanasinphong

สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

Animal Science Program, Faculty of Agricultural Technology at Buriram Rajabhat University

E-Mail: narumon.sk@bru.ac.th*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเสริมฟ้ายะลวยโจรในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว ทำการศึกษาในไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว คณะเพศ จำนวน 144 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 137.82 ± 3.02 กรัมต่อตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 7 ตัว ให้ได้รับอาหารทดลองประกอบด้วยทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารไม่เสริมฟ้ายะลวยโจร (สูตรควบคุม) ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารเสริมฟ้ายะลวยโจรร้อยละ 0.2 ทรีทเมนต์ที่ 3 อาหารเสริมฟ้ายะลวยโจรร้อยละ 0.4 และทรีทเมนต์ที่ 4 อาหารเสริมฟ้ายะลวยโจรร้อยละ 0.6 เก็บข้อมูลน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ปริมาณการกินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหาร การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม และเปอร์เซ็นต์ซาก ทำการทดลองเป็นเวลา 105 วัน (ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ผลการวิจัยพบว่า ไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยฟ้ายะลวยโจรร้อยละ 0.6 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด คือ $1,045.58 \pm 77.26$ กรัมต่อตัว มีอัตราการเปลี่ยนอาหารต่ำที่สุด คือ 4.63 แต่มีปริมาณการกินอาหารได้ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ซากและต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ สรุปได้ว่า ไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยฟ้ายะลวยโจรมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่ากลุ่มควบคุม และระดับที่เหมาะสมในการเสริมในอาหาร คือ ร้อยละ 0.6

คำสำคัญ : ฟ้ายะลวยโจร สมรรถภาพการผลิต ไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว

Abstracts

The objective of this study was to study the effect of dietary supplementation of King of bitter (*Andrographis Paniculata* (Burm.f) Wall.ex Nees) on productive performance of White tail-yellow native chickens. One hundred and forty-four White tail-yellow native chickens, mixed sex with initial weight as 137.82 ± 3.02 grams per chick were used in this study. The experimental design was completely randomized design (CRD) by divided into 4 treatments, each treatment was consisted of 4 replications and each replication consisted of 7 birds. The experimental diets were; T1 was no supplementation of King of bitter, T2 was supplemented with King of bitter at 0.2 percent, T3 was supplemented with King of bitter at 0.4 percent, and T4 was supplemented with King of bitter at 0.6 percent. The experiment was carried out for 105 days. Data of daily weight gain, feed intake, growth rate, feed conversion ratio, carcass percentage, and feed cost per gain were collected through the experiment. The data was analyzed by using ANOVA and compared the average by Duncan's New Multiple Range test (DMRT). It was found that the chickens that received the dietary supplementation of King of bitter at 0.6 percent showed highest weight gain as $1,045.58 \pm 77.26$ grams per chick, feed conversion ratio was 4.63 while feed intake was lowest when compared with control group ($P < 0.05$). The data of carcass percentage and feed cost per gain was not different form the others. In conclusion, dietary supplementation of King of bitter at 0.6 percent was suitable for White-tail yellow native chickens.

Keywords: King of Bitter (*Andrographis Paniculata* (Burm.f) Wall.ex Nees), Productive Performance, White Tail-yellow or Kai Lueng Hang Khao) (*Gallus gallus*) Native Chicken

บทนำ

ไก่พื้นเมืองซึ่งเป็นสัตว์เศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่เลี้ยงง่าย ทั้งนี้เนื่องจากเป็นสายพันธุ์ไก่ที่มีความต้านทานต่อโรค และทนทานต่อสภาพแวดล้อม การเลี้ยงที่ไม่ต้องการการดูแลมากเหมือนไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้า และเนื้อของไก่พื้นเมืองมีลักษณะเฉพาะตัว คือ มีความเหนียวนุ่ม มีไขมันน้อยและมีรสชาติดี และยังได้รับความนิยมจากผู้บริโภค (บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ และมนต์ชัย ดวงจินดา, 2555) และสามารถสร้างรายได้แก่ครัวเรือนในระดับเกษตรกรรายย่อย อีกทั้งเป็นแหล่งของโปรตีนในครัวเรือนอีกด้วย ประเทศไทยมีการพัฒนาพันธุ์ไก่พื้นเมืองลูกผสมที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภคได้ คือ เป็นไก่พื้นเมืองที่ได้รับการผสมข้ามกับไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า หรือไก่ไข่ เพื่อนำเอาลักษณะที่เด่นของสายพันธุ์เหล่านั้นมาสร้างเป็นสายพันธุ์ไก่พื้นเมืองใหม่ เช่น ไก่เนื้อโคราช ไก่พื้นเมือง

ลูกผสมสามสาย ไก่พื้นเมืองลูกผสมสี่สาย ไก่เบตง และอื่น ๆ นอกจากนี้การเลี้ยงไก่พื้นเมืองในระดับเกษตรกรรายย่อยเป็นการสร้างรายได้เสริมที่ยั่งยืน เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงนัก แต่ปัญหาที่มักพบ คือ ไก่พื้นเมืองมีการเจริญเติบโตที่ช้า และอาจพบปัญหาด้านสุขภาพไม่ว่าการเป็นโรคทั้งติดต่อและไม่ติดต่อกันที่เกิดกับระบบทางเดินอาหาร หรือระบบหายใจ ทางหนึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงใช้ คือ การซื้อยาปฏิชีวนะที่มีขายในร้านขายยาสัตว์ หรือร้านขายอาหารสัตว์ ซึ่งยาปฏิชีวนะให้ผลดีต่อการป้องกันและรักษาโรค แต่ต้องกินอย่างต่อเนื่อง จึงมีการผสมในน้ำหรืออาหารให้ไก่กิน จนเมื่อถึงระยะขายหรือชำแหละ ไม่มีการหยุดยา (Withdraw) ทำให้มียาปฏิชีวนะคงค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ และส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคที่ได้รับยาปฏิชีวนะนั้นทางอ้อม ส่งผลเสียต่อสุขภาพผู้บริโภคในระยะยาว

ปัจจุบันสมุนไพรเข้ามามีบทบาทในการผลิตสัตว์อย่างมาก เนื่องจากผู้บริโภคมีความมั่นใจในสมุนไพรเพราะเป็นสารจากธรรมชาติ ไม่ทำให้มีสารตกค้างที่ก่อให้เกิดเชื้อมดหรือเป็นพิษต่อผู้บริโภค หลายปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวิจัยการนำสมุนไพรมาใช้ในการผลิตสัตว์ในหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการใช้สารสกัด การบดแห้ง ในรูปเดี่ยวหรือเชิงตำรับ ทั้งที่ผสมในอาหารน้ำ หรือการพ่นบนตัวสัตว์ โดยมีจุดประสงค์หลัก คือ เพื่อทดแทนสารปฏิชีวนะต่าง ๆ ยาถ่ายพยาธิ และยาควบคุมโรคทางการค้า หรือฆ่าจุลินทรีย์ที่ก่อโรคทั้งระบบทางเดินอาหารและทางเดินหายใจ กระตุ้นการกินและการย่อยอาหาร เร่งการเจริญเติบโต กระตุ้นภูมิคุ้มกัน ซึ่งพบว่าให้ผลดีเทียบเท่ากับสารปฏิชีวนะ โดยใช้ในลักษณะวัตถุที่เติมในอาหารสัตว์ (Feed Additives) และช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์สัตว์มีคุณภาพและมีมูลค่าเพิ่ม จากการใช้สมุนไพรเสริมเข้าไปในอาหารโดยตรง หรือ การใช้สารสกัดจากธรรมชาติ (Natural or Biological Products) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สัตว์ที่มีลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์อินทรีย์ต่าง ๆ (Organic Products) จากแนวคิดของการใช้สมุนไพรไทย เป็นทางหนึ่งในการลดการใช้ยาปฏิชีวนะในการผลิตไก่พื้นเมือง ส่งผลดีต่อผลิตภัณฑ์จากไก่พื้นเมือง ซึ่งสามารถพัฒนาเป็นการผลิต ไก่พื้นเมืองสมุนไพร เป็นการเพิ่มมูลค่าและยกระดับราคาของเนื้อไก่พื้นเมือง เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ห่วงใยสุขภาพ

ฟ้าทะลายโจร (King of Bitter) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Andrographis paniculata* (Burm.f) Wall.ex Nees) ชื่อท้องถิ่น คือ คีปั้งฮี น้ำลายพังพอน ฟ้าสา ฟ้าทะลายโจร (กรุงเทพฯ) หญ้าก้านงู (สงขลา) ฟ้าสะท้าน (พัทลุง) ฟ้าสา (พนัสนิคม) เขยตายาคูลม (โพธาราม) สามสิบดี (ร้อยเอ็ด) เมฆทะลาย (ยะลา) ฟ้าทะลายโจรเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณเป็นยา ใช้ทั้งต้นเพื่อขับเสมหะหลังผ่าตัดทอนซิลอักเสบ ใบใช้แก้ไอ แก้บิด แก้ท้องเสีย แก้ฝี แก้งูสวัด แก้เริม การแพทย์ประเทศจีนจัดเข้าไว้ในยาตำราหลวง ใช้เป็นยารักษาโรคติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจตอนบน เช่น คอ ต่อมทอนซิลอักเสบ แก้ฝี แก้บิด ในประเทศอินเดีย ใช้เป็นยาขมเจริญอาหาร ใช้รากและใบ แก้ไข้ แก้ปวดท้อง ประเทศอินโดนีเซียใช้ใบแก้ไอและแก้โรคผิวหนัง (ชาตรี ชาญประเสริฐ และดร. เพ็ชรพลายม, 2531) ฟ้าทะลายโจรเป็นพืชที่เจริญได้ดีในประเทศแถบเอเชีย ซึ่งเป็นเขตอากาศร้อนชื้น พบว่า ขึ้นทั่วไปตามป่าดงดิบ ป่าสน ป่าเต็งรัง หรืออาจจะปลูกตามบ้าน ขึ้นได้ดีในดินทุกชนิด แต่จะเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วนซุยที่มีการระบายน้ำดี ปลูกได้ทุกฤดูกาลสามารถขึ้นได้ทั้งในที่ร่มและที่โล่งแจ้ง ถ้าขึ้นในที่โล่งต้นจะเตี้ยใบจะเล็กหนา หากขึ้นในที่ร่มต้นจะสูงใบใหญ่แต่บาง สามารถขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดซึ่งอยู่ในฝักแบบแคปซูล (Capsule) เมื่อแก่แล้วฝักจะแตกออก เมล็ดพันธุ์ที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์ต้องได้มาจากฝัก

แก้เมล็ดสึ้นน้ำตาลเข้ม ซึ่งจะมีอัตราการงอกที่ดี การเก็บเกี่ยว ควรทำการเก็บเกี่ยวในช่วงที่พืชเจริญเติบโตเต็มที่ คือ เริ่มออกดอกจนกระทั่งดอกบานระยะดอกบาน (อายุประมาณ 110 – 120 วัน) เป็นระยะที่ให้ปริมาณรวมของสารไดเทอร์พีน เลคโตน (Diterpene Lactones) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางเภสัชสูงสุด อาจมีปริมาณสูงสุดถึงร้อยละ 12.5 (คณิต สุวรรณบริรักษ์ และชัยโย ชัยชาญทิพบุตร, 2534) การทำฟ้าทะลายโจรแห้ง ทำได้โดยการให้ความร้อนด้วยการตากแดดจัดสัก 2 วัน (บุญส่ง คงคาทิพย์, 2537)

ฟ้าทะลายโจรประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ที่สำคัญประเภทแลคโตน (Lactone) ที่มีฤทธิ์ลดไข้ (Antipyretic) และฤทธิ์ต้านอักเสบ (Anti-inflammation) หลายชนิด ได้แก่ แอนโดรกราโฟไลด์ (Andrographolide) นีโอแอนโดรกราโฟไลด์ (Neoandrographolide) ไดออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (Deoxyandrographolide) ไดออกซีไดไฮโดรแอนโดรกราโฟไลด์ (Deoxy-didehydroandrographolide) นอกจากฤทธิ์ดังกล่าว ไดออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ ยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงด้วย นอกจากนี้ยังพบสารประเภทแลคโตนอื่น ๆ ในปริมาณน้อย ได้แก่ ไดออกซีออกโซแอนโดรกราโฟไลด์ (Deoxy-oxo-andrographolide) ไดไดออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (Dideoxy-andrographolide) ไดออกซีเมธอกซีแอนโดรกราโฟไลด์ (Deoxy-methoxy-andrographolide) แอนโดรกราฟไซด์ (Andrographiside) และไดออกซีแอนโดรกราฟไซด์ (Deoxyandrographiside) และสารประเภทฟลาโวน (Flavone) เช่น โอโรกซิลิน (Oroxylin) วोगอนิน (Wogonin) และแอนโดรกราฟดิน เอ (Andrographidine A) (Hossain *et al.*, 2014; ศุภยางค์ วรุณฉินชัย และสุกัลญา หลีแจ้ง, 2560) โดยสารแอนโดรกราโฟไลด์เป็นสารประกอบแลคโตนตัวแรกที่ถูกค้นพบโดย Boorsma ในปี ค.ศ. 1986 และถูกนำมาศึกษามากกว่าสารประกอบตัวอื่น นอกจากสารประกอบกลุ่มแลคโตนแล้ว ในฟ้าทะลายโจรยังพบสารประกอบกลุ่มฟลาโวน เช่น แอนโดรกราฟีน (Androglaphin) พานิคอลิน (Panicolin) โมโน-โอ-เมทิล วิกิติน (Mono-O-methyl Wightin) 5-ไฮดรอกซี-2, 3, 7, 8-เตตรา-เมโทรีซี ฟราโวน (5-Hydroxy-2, 3, 7, 8-Tetramethoxy Flavone) และ 5-ไฮดรอกซี-7, 8-เตตรา-เมโทรีซี ฟราโวน (5-Hydroxy-7,8-Dimethoxy Flavone) เป็นต้น (นันทนา ชื่นอิม และคณะ, 2549) ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของฟ้าทะลายโจรและแอนโดรกราโฟไลด์ในหลายด้านอาทิเช่น ฤทธิ์ต่อระบบทางเดินอาหาร การต้านเชื้อจุลินทรีย์ ต้านการอักเสบของเนื้อเยื่อ และฤทธิ์ในการปกป้องการถูกทำลายของตับ (เพชรรัตน์ พงศ์จรรยากุล, 2530) สารสกัดจากฟ้าทะลายโจรทั้งต้นที่สกัดด้วยเอทานอล พบว่ามีฤทธิ์ในการต้านเชื้อไวรัสของหวัดสายพันธุ์เอชวันเอ็นวัน (H1N1) ประสิทธิภาพสูง และเชื้อไวรัสสาเหตุของโรคเริ่มได้ดีมาก (ศุภยางค์ วรุณฉินชัย และสุกัลญา หลีแจ้ง, 2560) นอกจากนี้ Koul and Kapil (1994) รายงานว่า ฟ้าทะลายโจรมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน (Antioxidant) ด้วย

มีการศึกษาการใช้ฟ้าทะลายโจรในการเลี้ยงสัตว์ปีก ดังรายงานการศึกษาในไก่เนื้อและไก่ไข่ ดังนี้ กุศล คำเพราะ และวรรณพร คำเพราะ (2543) รายงานผลการนำผงฟ้าทะลายโจรมาเติมลงในอาหารไก่เนื้อสำเร็จรูปในระดับร้อยละ 1 พบว่าอัตราการเพิ่มน้ำหนัก ปริมาณอาหารที่กินและรสชาติของเนื้อไก่ไม่แตกต่างจากไก่ที่ไม่ได้รับสมุนไพร แต่ไก่มีสุขภาพดีเหมือนไก่ที่ได้รับวัคซีนหลอดลมอักเสบ และ

รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ (2543) ได้ทดลองเสริมฟัทะลายโจรในอาหารไก่ไข่ พบว่าอัตราการเลี้ยงรอดของแม่ไก่ที่ได้รับฟัทะลายโจรสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับฟัทะลายโจร นอกจากนี้ไก่ที่ได้รับฟัทะลายโจรมีความเข้มของสีไข่แดงเพิ่มขึ้นตามระดับฟัทะลายโจรที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์ และคณะ (2548) รายงานผลการเสริมสมุนไพรสารสกัดจากฟัทะลายโจรและปฏิวินะในอาหารไก่เนื้อ พบว่าการเสริมสารสกัดจากฟัทะลายโจรไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร เปอร์เซ็นต์การเลี้ยงรอด และเปอร์เซ็นต์ซาก เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอาหารที่ไม่เสริมฟัทะลายโจรและปฏิวินะ ($P>0.05$) แต่กลุ่มที่เสริมฟัทะลายโจรมีผลทำให้คุณภาพซากในด้านคุณภาพปรีโอกดีกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ($P<0.05$) โดยการเสริมฟัทะลายโจรที่ระดับร้อยละ 0.40 ในสูตรอาหาร ทำให้ผู้บริโภคพอใจในกลิ่นและความนุ่มของเนื้อไก่มากที่สุด สีนินาฏ พลแสง และคณะ (2553) รายงานผลการใช้ฟัทะลายโจรในระดับต่างกันผสมน้ำเลี้ยงไก่กระตัง พบว่าการเสริมหรือไม่เสริมฟัทะลายโจรในอาหารไม่มีผลต่อการเลี้ยงไก่เนื้อ แต่พบว่าการใช้ฟัทะลายโจรที่ร้อยละ 0.1 เป็นผลดีต่อสุขภาพไก่มากกว่าระดับอื่น ๆ Sonwane *et al.* (2017) รายงานผลการเสริมฟัทะลายโจรในอาหารไก่เนื้อที่ระดับ 5 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร หรือร้อยละ 0.5 มีผลทำให้ค่าโลหิตวิทยาของไก่เนื้อที่ได้รับเชื้อแบคทีเรียก่อโรคท้องร่วง คือ *E.coli* ดีขึ้น Chioma *et al.* (2017) รายงานผลการเสริมฟัทะลายโจรในอาหารไก่เนื้อที่ระดับร้อยละ 0.2 มีผลดีต่อโลหิตวิทยาและค่าเอนไซม์ในตับ ซึ่งส่งผลดีต่อการลดพิษในตับ เป็นการช่วยขับพิษออกทางกระแสเลือดทางหนึ่ง และผลการตรวจสอบการซึมเนื้อไก่ที่ได้รับฟัทะลายโจร พบว่าไม่ส่งผลกระทบต่อารรับรส นั่นคือ ผู้บริโภคจะไม่รับรู้รสขมของเนื้อไก่เลย แต่มีรายงานการวิจัยไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมฟัทะลายโจรในรูปตำรับร่วมกับสมุนไพรกวาวเครือขาว และขมิ้นชันมีสมรรถภาพการผลิตไข่ดีกว่าการใช้สมุนไพรเชิงเดี่ยว (เอกสิทธิ์ สมคุณา และคณะ, 2558) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในเป็ดไข่ พบว่าการใช้ฟัทะลายโจรผสมในอาหารที่ระดับร้อยละ 0.4 ทำให้สมรรถภาพการผลิตของเป็ดไข่ดีขึ้น (Yulianti *et al.* 2015)

ส่วนการศึกษาในไก่พื้นเมือง พบว่าสามารถใช้ฟัทะลายโจรผสมในอาหารร้อยละ 0.1-0.7 โดยไม่มีผลเสียต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและการผลิตของไก่พื้นเมืองเมื่อเปรียบเทียบกับไก่ที่ไม่ได้รับฟัทะลายโจรหรือไก่ที่ได้รับยาปฏิชีวนะเสริมในอาหาร และยังส่งผลดีในแง่การทำให้อัตราการรอดชีวิตสูงขึ้นด้วย (ปิ่น จันจุฬา, 2549; ไพโรจน์ มะหะหมัด, 2549) ส่วนวรรณญา ชะโนวรรณ (2558) ศึกษาการใช้สมุนไพรฟัทะลายโจรในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองระยะเล็ก พบว่าอาหารที่เสริมสมุนไพรฟัทะลายโจรสดแห้งที่ร้อยละ 0.1 ในช่วงอายุ 0-4 สัปดาห์ทำให้ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของไก่พื้นเมืองดีกว่ากลุ่มอื่น ($P<0.05$) นอกจากนี้ Somkuna *et al.* (2015; 2017) รายงานผลการใช้ฟัทะลายโจรระดับที่เหมาะสมกับการเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองลูกผสม ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์คือ ร้อยละ 0.2 โดยการใช้ในรูปใบแห้งบดผสมในอาหาร

จากรายงานดังกล่าว จะเห็นได้ว่าระดับการใช้ฟัทะลายโจรในอาหารจะอยู่ระหว่างร้อยละ 0.1-0.7 ซึ่งหากการเสริมในระดับสูงกว่านี้จะกระทบต่อปริมาณการกินได้ของอาหาร เนื่องจากฟัทะลายโจรมีรสขม แต่ให้ผลดีในแง่ของสุขภาพสัตว์ที่พบว่าอัตราการเลี้ยงรอดสูงถึงร้อยละ 100 และจากการศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่มีรายงานถึงการใช้ฟัทะลายโจรในการเลี้ยงไก่

พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจในการนำมาประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองเหลืองหางขาว ซึ่งเป็นไก่พื้นเมืองที่ได้รับความนิยมเลี้ยงในจังหวัดบุรีรัมย์และใกล้เคียง เนื่องจากมีโครงสร้างร่างกายที่ดี เหมาะกับการเลี้ยงเป็นไก่ขุน และเป็นที่ยอมรับของตลาดตามแนวชายแดนไทย-กัมพูชา เนื่องจากมีหน้าแข้งเหลือง ทำให้ขายได้ราคาดี อันจะเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรที่จะนำฟัทะเลลายโจรที่ถือเป็นสมุนไพรพื้นบ้าน หาได้ง่ายในท้องถิ่นไปใช้ในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองเพื่อทดแทนการใช้ยาปฏิชีวนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการเสริมฟัทะเลลายโจรในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว

วิธีดำเนินการวิจัย

วัสดุและอุปกรณ์

ใช้ไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว คณะเพศ จำนวน 144 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 137.82 ± 3.02 กรัมต่อตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ทรีทเมนต์ ทรีทเมนต์ละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 7 ตัว ให้ได้รับอาหารทดลองประกอบด้วย ทรีทเมนต์ที่ 1 อาหารไม่เสริมฟัทะเลลายโจร (สูตรควบคุม) ทรีทเมนต์ที่ 2 อาหารเสริมฟัทะเลลายโจรร้อยละ 0.2 ทรีทเมนต์ ที่ 3 อาหารเสริมฟัทะเลลายโจรร้อยละ 0.4 และทรีทเมนต์ที่ 4 อาหารเสริมฟัทะเลลายโจรร้อยละ 0.6 เก็บข้อมูลหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (Weight Gain) ปริมาณการกินได้ต่อวัน (Daily Feed Intake, DFI) อัตราแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio, FCR) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain, ADG) ต้นทุนอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม (Feed Cost Per Gain) และเปอร์เซ็นต์ซาก (Carcass Percentage) ทำการทดลองเป็นเวลา 105 วัน (อายุ 3-12 สัปดาห์) ให้ไก่อยู่ในคอกทดลองที่มีพื้นที่ 8 ตัวต่อตารางเมตร ได้รับอาหาร 2 เวลา คือ เช้าและเย็น มีน้ำสะอาดให้กินอย่างเต็มที่ มีการทำวัคซีนตามโปรแกรมที่กำหนด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Analysis of Variance (ANOVA) ตามแผนการทดลอง โดยใช้ Statistical Package for The Social Sciences (SPSS) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการศึกษา

จากการศึกษาผลการเสริมฟ้ายะลวยโจรที่ระดับร้อยละ 0, 0.2 , 0.4 และ 0.6 ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว อายุ 3-12 สัปดาห์ พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยฟ้ายะลวยโจรที่ระดับร้อยละ 0.6 มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหาร ดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ปริมาณการกินอาหารได้ต่ำที่สุด ส่วนเปอร์เซ็นต์ซากและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 วัตถุดิบอาหารไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว

วัตถุดิบ	ปริมาณ (กิโลกรัม)		
	สูตรอาหาร อายุ 0-6 สัปดาห์	สูตรอาหาร อายุ 6-9 สัปดาห์	สูตรอาหาร อายุ 9-12 สัปดาห์
ปลายข้าว	51.90	51.50	50.10
รำละเอียด	18.00	24.00	20.00
กากถั่วเหลือง (44% โปรตีน)	22.00	13.80	12.20
ปลาป่น (55% โปรตีน)	6.00	5.00	6.00
ไบกระถินป่น	-	4.00	4.00
เปลือกหอยบด	0.50	0.60	6.80
ไคแคลเซียม'ฟอสเฟต (P18)	1.00	0.50	0.20
ดีแอล-เมธไอโอนีน	-	-	0.10
เกลือป่น	0.35	0.35	0.35
แร่ธาตุวิตามินรวม (Premix)	0.25	0.25	0.25
รวม	100	100	100
โปรตีนในอาหาร (%)	19.64	16.20	16.00
พลังงานใช้ประโยชน์ (กิโลแคลอรี/ กิโลกรัมอาหาร)	2,850	2,770	2,650

หมายเหตุ : ฟ้ายะลวยโจรที่นำมาใช้ในการทดลอง เป็นใบฟ้ายะลวยโจรที่หาได้ในท้องถิ่นของจังหวัดบุรีรัมย์ โดยนำมาทำแห้งด้วยการให้ความร้อนด้วยการตากแดดและบดเก็บในถุงซิปล็อค ส่วนการเสริมฟ้ายะลวยโจรจะเสริมในลักษณะการโรย (Top-on) และคลุกเคล้าในอาหารให้กิน โดยไม่มีผลกระทบต่อระดับโภชนาในอาหาร

ตารางที่ 2 ผลการเสริมฟัทะลายโจรในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เหลืองหางขาว

สมรรถภาพ การผลิต	T1 (กลุ่มควบคุม)	T2 (เสริมระดับ 0.2)	T3 (เสริมระดับ 0.4)	T4 (เสริมระดับ 0.6)	%CV	P-value
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	130.08±4.55	133.20±3.64	137.42±2.69	142.87±1.22		
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	1,050.97±41.25	1,059.58±23.56	1,135.34±63.14	1,188.45±76.37		
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	920.89±41.65 ^a	926.39±20.11 ^a	997.92±64.78 ^b	1,045.58±77.26 ^b	7.50	0.02
ปริมาณการกินได้ (กรัม/ตัว/วัน)	468.18±10 ^a	468.15±06 ^b	464.20±67 ^b	416.17±67 ^b	0.05	0.000
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	8.77±39 ^a	8.82±19 ^{ab}	9.51±62 ^{ab}	9.96±73 ^b	7.50	0.02
อัตราการเปลี่ยนอาหาร	4.81±.11	4.68±.10	4.69±.06	4.63±.09	2.27	.074
เปอร์เซ็นต์ซาก (%)	79.95±1.94	83.11±5.03	79.58±1.65	82.59±3.68	4.20	.370
ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่ เพิ่มขึ้น (บาท/กิโลกรัม)	69.01±2.31	68.42±3.57	71.01±.91	68.43±2.35	3.57	.433
อัตราการเลี้ยงรอด (%)	96	100	100	100		

หมายเหตุ : ^{a,b} ตัวอักษรกำกับที่แตกต่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการเสริมฟัาทะลายโจรที่ระดับร้อยละ 0, 0.2, 0.4 และ 0.6 ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาว ช่วงอายุ 3-12 สัปดาห์ พบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยฟัาทะลายโจร ที่ระดับร้อยละ 0.6 มีปริมาณการกินอาหารได้ต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นอกจากนี้ ยังมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์ซาก ต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเลี้ยงไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง แต่ไก่ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยฟัาทะลายโจรที่ระดับร้อยละ 0.6 มีค่าที่ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิ่น จันจุฬา (2549), ไพโรจน์ มะหะหมัด (2549), นฤมล สมคุณา และคณะ (2556; 2562) และ Somkuna *et al.* (2015) ที่ได้รายงานผลการใช้ฟัาทะลายโจรระดับที่เหมาะสมกับการเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองลูกผสม โดยระดับการใช้จะอยู่ที่ร้อยละ 0.1-0.7 ในอาหาร ในขณะที่ปริมาณการกินอาหารได้ต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ แต่มีรายงานว่า ถ้าเสริมในระดับที่สูงขึ้นจะมีผลต่อการกินอาหารได้ เนื่องจากฟัาทะลายโจรมีรสขม โดยธรรมชาติสัตว์ปีก จะมีความไวต่อรสชาติของอาหารด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า การเสริมฟัาทะลายโจรทุกระดับในอาหาร ทำให้มีอัตราการเลี้ยงรอดถึงร้อยละ 100 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากฟัาทะลายโจรมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญหลายชนิด สารออกฤทธิ์หลัก คือ แอนโดรกราโฟไลด์ ที่จะออกฤทธิ์ต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายโดยเฉพาะระบบทางเดินอาหารส่วนบน นอกจากนี้ยังมีสารไดออกซีแอนโดรกราโฟไลด์ ยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง เช่น เชื้อ *E.coli* (ศุภยางค์ วรวิมลคุณชัย และสุกัลยา หลีแจ้ง, 2560) รวมไปถึงการมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านออกซิเดชันด้วย (Koul and Kapil, 1994) ซึ่งพบว่าตลอดการทดลอง ไก่ที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยฟัาทะลายโจรที่ระดับต่าง ๆ มีสุขภาพดี ไม่มีการตายจากโรค ส่วนเปอร์เซ็นต์ซากและต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักพบว่าไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าฟัาทะลายโจรมีสารออกฤทธิ์ที่มีคุณสมบัติในการช่วยเพิ่มสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวได้ดี และอาจใช้ทดแทนยาปฏิชีวนะในอาหารได้

สรุปผลการวิจัย

ไก่พื้นเมืองเหลืองหางขาวที่ได้รับอาหารที่เสริมด้วยฟัาทะลายโจรมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่ากลุ่มควบคุม และระดับที่เหมาะสมในการเสริมในอาหาร คือ ร้อยละ 0.6 แสดงให้เห็นว่าฟัาทะลายโจรช่วยเพิ่มสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองพันธุ์เหลืองหางขาวได้ดี

เอกสารอ้างอิง

- กุศล คำเพราะ และ วรณพร คำเพราะ. (2543). สมุนไพรฟ้าทะลายโจรเพื่อการเลี้ยงไก่เนื้อ (ป้องกันโรคหลอดลมอักเสบ). *สัตว์เศรษฐกิจ*, 11, 38-44.
- คณิต สุวรรณปริรักษ์ และชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ. (2534). เปิดแฟ้มวิชาการ น้ำลายพังพอน ฟ้าทะลายโจร. *วารสารสมุนไพรแห่งประเทศไทย*, 3-9.
- ชาติรี ชาญประเสริฐ และดรณ เพ็ชรพลายม. (2531). การปลูกสมุนไพรฟ้าทะลายโจรเพื่อใช้เป็นยา. *วารสารวิทยาศาสตร์การแพทย์*, 315-320.
- นฤมล สมคุณา, จรัส สว่างทัพ, ดำรง กิตติชัยศรี, นฤธิกร จันทน์นิว, อุภาพร จุมทิล และ มาร์ต ทิพย์อักษร. (2556). การใช้ประโยชน์ของสมุนไพรไทยในท้องถิ่นต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองลูกผสม. (รายงานการวิจัย). บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- นฤมล สมคุณา, เอกสิทธิ์ สมคุณา และ พิรณิธิ ราชวิชา. (2562). คู่มือการพัฒนาการผลิตไก่พื้นเมืองด้วยสมุนไพร. บุรีรัมย์: บริษัท โรงพิมพ์วินัย 2509 จำกัด.
- นันทนา ชื่นอิม, ศิริวัลย์ บุญสุข และ พัชรภรณ์ ภูไพบูลย์. (2549). การตรวจสอบปริมาณแอลกอฮอล์รวมในสมุนไพร “ฟ้าทะลายโจร” จากแหล่งปลูกต่าง ๆ. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ และ มนต์ชัย ดวงจินดา. (2555). ไก่พื้นเมืองไทย : อดีต ปัจจุบัน และอนาคต. *แก่นเกษตร*, 40, 309-312.
- บุญส่ง คงคาทิพย์. (2537). การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์จากฟ้าทะลายโจรและขมิ้นชันจากแหล่งปลูกต่าง ๆ. (วิทยานิพนธ์). กรุงเทพฯ: ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิ่น จันจุฬา. (2549). ผลของฟ้าทะลายโจรในอาหารที่มีต่อสมรรถภาพการผลิตและลักษณะซากของไก่เบตง. (วิทยานิพนธ์). ปัตตานี: แผนกวิชาเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์. (2543). ผลของการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่กระທးและไก่ไข่. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัชดาวรรณ พูนพิพัฒน์, สุภาพร อธิโยโดม, สวัสดิ์ ธรรมบุตร และ พัฒนา สุขประเสริฐ. (2548). ผลของการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่กระທး. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 หน้า 107-112.
- วรัญญา ชะโนวรรณ. (2558). การศึกษาวิธีการใช้สมุนไพรฟ้าทะลายโจรในการเลี้ยงไก่พื้นเมืองระยะเล็ก. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา*, 8(1): 73-80.
- ไพโรจน์ มะหะหมัด. (2549). การศึกษาพืชสมุนไพรฟ้าทะลายโจรเพื่อทดแทนยาปฏิชีวนะในการอนุบาลไก่แจ้สวยงาม. อยุธยา: สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

- เพชรรัตน์ พงศ์จรรยากุล. (2530). *ฤทธิ์ของแอนโดรกราโฟไลด์ต่อกล้ามเนื้อเรียบของกระเพาะและลำไส้*. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภยางค์ วรุฒิคุณชัย และ สุกัลญา หลีแจ้. (2560). *สมุนไพรไทยต้านจุลินทรีย์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เอกสิทธิ์ สมคุณา, ชาญณรงค์ ทิพย์เกียรติกุล, กนกวรรณ สายกระสุน และ นฤมล สมคุณา. (2558). ผลการเสริมกวาวเครือขาว ขมิ้นชัน และฟ้าทะลายโจรต่อสมรรถนะการผลิตของไก่กระທ. *แก่นเกษตร*, 43 (ฉบับพิเศษ 1), 84-85.
- Chioma, G.O., Nwangburuka, C.C., Akinsoyin, A.O., Tayo, G.O., Abdullah, A.O., Olumide, M.D., Akinboye, O.E., Afodu, O.J., and Ndubuisi-Ogbonna, L.C. (2017). Serum biochemistry and sensory evaluation of broiler chicken fed *Andrographis paniculata* leaf meal. *International Journal of Advance Agricultural Research*, 5, 89-94.
- Hossain, S., Urbi, Z., Sule, A., and Hafizur Rahman, K.M. (2014). *Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wall.ex Nees : A Review of Ethnobotany, Phytochemistry, and Pharmacology. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-28.
- Koul, I.B. and Kapil, A. (1994). Effect of diterpenes from *Andrographis paniculata* on antioxidant defense system and lipid peroxidation. *Indian Journal of Pharmacology*, 26(4), 296-300.
- Somkuna, N., Somkuna, E., Sawangtap, J. and Rachwicha, J. (2017). *Increasing Productive Performance of Native Chickens by Herbs in Rural Community*. In Proceedings of The 2nd International Conference on Animal Nutrition and Environment (ANI-NUE2017) November 1-4, 2017. Pullman Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand.
- Sonwane, S., Ingole, RS, Hedau, M., Rathod, P.R., Hajara, S.W., and Ingawate, M.V. (2017). Ameliorative effect of *Andrographis paniculata* on hematobiochemical parameters in Escherichia coli induced broilers. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 1284-1288.
- Somkuna, N., Sawangtap, J., Kittichaisri, D., Chantnew, N., Jumsil, U., Tip-aksorn, and Somkuna, E. (2015). Utilization of Local Thai Herbs on Productive Performances of Native Crossbred Chickens. *KHON KEAN AGRICULTURAL JOURNAL*, 43(Suppl.), 117-121
- Yulianti, D.L., Trisunuwati, P., Sjojfan, O., and Widodo, E. (2015). Effect of *Andrographis paniculata* a Phytobiotic on Consumption, Feed Conversion and Mojosari Duck Egg Production. *International Journal of Poultry Science*, 14(9), 529-532.

ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง
The System Extracting Essential Oil from Herbal Plants by
using Rice Husk as Fuel

พงษ์ศักดิ์ จิตตบุตร^{*1} ศิริลักษณ์ เหลียวกลาง² และ ดวงนภา บำรุงนา²
Pongsak Jittabut^{*1}, Sirilak Liawklang², and Duangnapha Bamrungna²

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา¹
Faculty of Science and Technology at Nakhon Ratchasima Rajabhat University¹

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา²
Faculty of Education at Nakhon Ratchasima Rajabhat University²

E-Mail: pongsak.physics@gmail.com^{*}

บทคัดย่อ

ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง และวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ โดยได้ออกแบบระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย หาประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย และวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยใช้เทคนิควิธีทางกายภาพและทางเคมี จากผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสาร มีค่า 841.39 กิโลจูล ประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลในการสกัดน้ำมันจากข้าวและตะไคร้มีค่าร้อยละ 15.01 และ ร้อยละ 14.84 ตามลำดับ ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยปริมาณน้ำมันหอมระเหยจากข้าว และ ตะไคร้ที่สกัดได้ ดังนี้ 201.67 มิลลิลิตร และ 216.67 มิลลิลิตร ตามลำดับ กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยข้าวและตะไคร้ดังนี้ กลิ่นฉุนแรงมาก และกลิ่นหอมฉุน ตามลำดับ สีของน้ำมันหอมระเหยข้าวและตะไคร้ ดังนี้ สีเหลืองทอง และสีน้ำตาลแดง ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยข้าวและตะไคร้ มีค่าพีเอชดังนี้ 5.12 และ 4.39 ตามลำดับ ซึ่งจัดว่าเป็นกรดอ่อน ตามค่ามาตรฐานของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้และข้าว และความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยข้าวและตะไคร้ มีค่าดังนี้ 0.04 และ 0.14 ตามลำดับ จากงานวิจัยจึงสรุปได้ว่าระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย และน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีประสิทธิภาพสูงสามารถนำไปใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร และสามารถนำไปต่อยอดทำเป็นผลิตภัณฑ์สมุนไพรได้

คำสำคัญ : ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ข้าว ตะไคร้ แกลบ

ABSTRACT

The system extracting essential oil from herbal plants by using rice husk as fuel have the objective is to develop a system for extracting essential oils from medicinal plants by using rice husk as fuel and to analyze the extracted essential oils. The researcher designed the essential oil extraction system to find the essential oil extraction work and analysis of essential oils extracted using physical and chemical methods. The results showed that the thermal efficiency of the extracting pot was 841.39 KJ. The thermal efficiency of the biomass burner for extracting oil from galangal and lemongrass were 15.01% and 14.84% which is considered to have a highly efficient thermal system. The extracted essential oils of galangal and lemongrass essential oils were as follows: 201.67 ml and 216.67 ml respectively. The aroma of essential oil galangal and lemongrass as follows Very strong pungent and pungent aroma, respectively, the color of the essential oils galangal and lemongrass as follows have Golden yellow and red brown respectively. Acidity-base of essential oil galangal and lemongrass PH value as follows 5.12 and 4.39 respectively. Which is considered to be a weak acid according to the standard of essential oils from lemon grass and galangal and the concentration of galangal and lemongrass essential oils were as follows: 0.04 and 0.14 respectively. From the research, it can be concluded that the essential oil extraction system and the essential oils extracted with high efficiency can be used to extract essential oils from medicinal plants. And able to be further made into herbal products.

Keywords : Essential Oil Extraction System, Essential Oil from Herbal Plants, Galangal, Lemongrass, Rice Husk

บทนำ

ประเทศไทยมีทรัพยากรที่อุดมสมบูรณ์ทั้งพืช สัตว์ และแร่ธาตุที่หลากหลายนานาพันธุ์ ภายใต้ระบบนิเวศที่แตกต่างกัน สมุนไพรเป็นพืชที่คนไทยรู้จักนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้เป็นอาหารและยา นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์สมุนไพรที่กำลังได้รับความนิยมและนำมาใช้เป็นการรักษาทางเลือกทั่วโลก พืชสมุนไพรเป็นผลผลิตจากธรรมชาติสามารถหาได้ในท้องถิ่นเพราะส่วนใหญ่ได้จากพืชที่มีอยู่ทั่วไป ทั้งในเมืองและชนบทส่วนใหญ่แล้วจะนำสมุนไพรมาใช้ในการบำบัดรักษาโรคและนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งถือได้ว่าการนำสมุนไพรมาใช้ประโยชน์เป็น

ภูมิปัญญาที่เป็นเอกลักษณ์และสะท้อนวัฒนธรรมรวมถึงเป็นรากฐานเกษตรกรรมที่มีคุณค่าของประเทศ ไทยแต่โบราณกาล น้ำมันหอมระเหยเป็นผลผลิตที่ได้จากพืชสมุนไพร ซึ่งน้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่ พืชสร้างขึ้นและเก็บไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ผล ลำต้น ราก เป็นต้น ส่วนมากจะมีกลิ่น หอม ส่วนใหญ่แล้ว น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืชสมุนไพรจะนำมาทำเป็นน้ำมันนวด ยารักษาโรค ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว น้ำหอมและเครื่องสำอาง นอกจากนี้ยังมีการใช้กลิ่นหอมจากสมุนไพรเป็นยาหอมยา ดม และเครื่องปรุงแต่งอาหารอีกด้วย ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรส่วนใหญ่จะได้จากกระบวนการ สกัด ซึ่งกระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรก็มีวิธีการที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป (สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข, 2559; สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2545)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่ทำการเกษตรกันอย่างกว้างขวางซึ่งในระหว่างการเก็บเกี่ยวและการ แปรรูปผลผลิตทางเกษตรนั้น จะก่อให้เกิดชีวมวล หรือเรียกว่า วัสดุเกษตรเหลือทิ้ง ในงานวิจัยนี้ได้เลือก แกลบเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอันเนื่องมาจากแกลบมีพลังงานชีวมวลอยู่เป็นจำนวนมากหรือคิดเป็นค่า พลังงานความร้อนที่สูง ประกอบกับชุมชนของผู้วิจัยได้ทำนาข้าวเป็นส่วนใหญ่ หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต จะมีการกะเทาะเปลือกข้าว ทำให้ได้แกลบเป็นจำนวนมาก ซึ่งชีวมวลที่เหลือจากการเกษตรนี้สามารถ นำมาผ่านกระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น การเผาไหม้โดยตรงการ ผลิตก๊าซ และการหมัก เป็นต้น หรือเรียกกันทั่วไปว่า เทคโนโลยีชีวมวล เมื่อใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม จะไม่ก่อให้เกิดมลภาวะหรือภาวะเรือนกระจก เนื่องจากเมื่อมีการปลูกพืชทดแทน จะเกิดการหมุนเวียน ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไม่มีการปลดปล่อยเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ (ไทยไบโอเทค ดอท อินโฟ, 2548)

ณ ปัจจุบันการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในอุตสาหกรรมด้วยกระบวนการ และ วิธีการต่าง ๆ มักจะใช้ความดันและอุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นวิธีการที่ต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมากในการสกัด น้ำมันหอมระเหยแต่ละครั้ง มากไปกว่านั้นยังส่งผลกระทบต่ออีกหลาย ๆ ด้านตามมา เช่น การใช้พลังงาน ที่สิ้นเปลือง การเกิดแก๊สและมลพิษต่าง ๆ ที่เกิดจากกระบวนการสกัดน้ำมันที่ต้องใช้ความดันและ อุณหภูมิสูง รวมถึงประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่ยังขาดคุณภาพ

เทคโนโลยีพลังงานเริ่มเข้ามามีบทบาทในการวิจัยและพัฒนากระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหย จากพืชสมุนไพรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตความร้อน โดยการใช้ตัวดูดซับรังสีแสงอาทิตย์ ร่วมกับหม้อผลิต ไอน้ำ ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ได้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพขึ้น ในด้านการลดต้นทุนการผลิต และลดการใช้พลังงาน มาใช้พลังงานหมุนเวียน ที่ได้จากแสงอาทิตย์แทน แต่วิธีการนี้ก็ยังมีปัญหาต่าง ๆ ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร นั่นก็คือในวันที่มีเมฆมาก หรือวันที่ไม่มีแสงแดด หรือวันที่มีแสงแดดออกน้อย รวมทั้งฤดูหนาวและฤดูฝน ช่วงเวลาเหล่านี้เป็น ช่วงเวลา ที่ไม่สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ เนื่องจากพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ ต่อการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช ดังนั้นจึงทำให้การสกัดน้ำมันหอมระเหยไม่ต่อเนื่อง (Munir, 2551)

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้พัฒนาเทคโนโลยีพลังงานเพื่อหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้แนวคิดและวิธีการที่ใหม่ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยการประยุกต์ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลบ ในการสร้างพลังงานความร้อนสำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร เพราะพลังงานชีวมวลเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ได้มาจากธรรมชาติ เช่น กลบ ขยะวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ซึ่งชีวมวลเหล่านี้มีพลังงานที่สะสมอยู่มาก จึงเป็นสิ่งที่ดีสำหรับการประยุกต์ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยพลังงาน ชีวมวลในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพราะการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช มีข้อจำกัด เช่น ในวันที่มีเมฆมาก ในวันที่ ฝนตก ในวันที่ไม่มีแสงแดด หรือในวันที่มีแสงแดดน้อยเป็นต้น ผลพลอยได้อีกประการคือ เป็นการนำชีวมวลที่เหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย งานวิจัยนี้ได้เลือกข้าวและตะไคร้มาเป็นพืชตัวอย่างในงานวิจัย อันเนื่องมาจากพืชทั้งสองชนิดนี้มีสรรพคุณทางยาที่สูงและหาง่ายในท้องถิ่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นถึงความเหมาะสมในการนำพืชทั้งสองชนิดนี้มาเป็นพืชตัวอย่าง และงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิง
2. ประเมินประสิทธิภาพของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร
3. วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่สกัดได้โดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิง

วิธีการดำเนินการวิจัย

วัสดุและเครื่องมือในการสร้างระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย

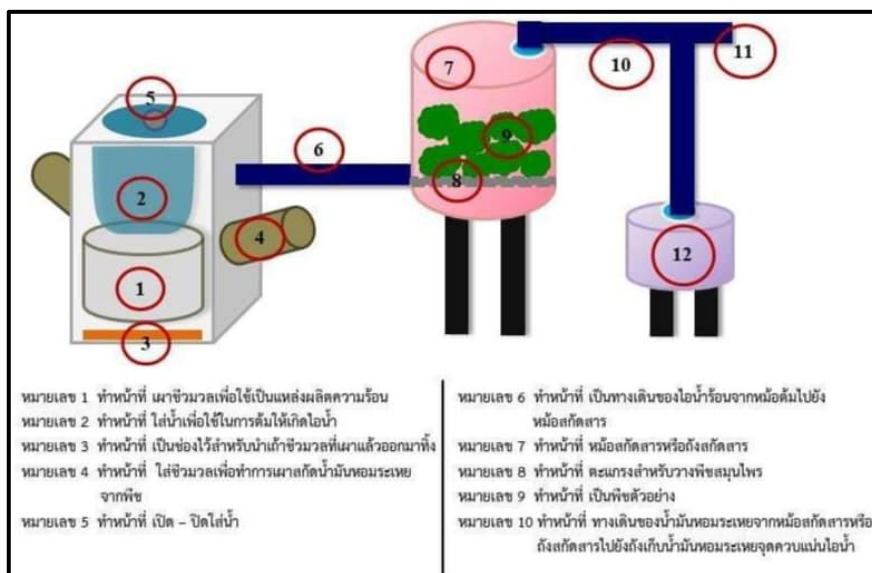
1. วัสดุที่ใช้ในการสร้างระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงมีดังนี้
 - 1.1. หม้อสกัดน้ำมันหอมระเหยเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร
 - 1.2. เตาเผาชีวมวลขนาด 30 x 30 x 50 เซนติเมตร
 - 1.3. ถังเก็บน้ำมันหอมระเหย เส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร

1.4. ท่อทางเดินไอน้ำ ซึ่งท่อทางเดินไอน้ำจากเตาเผาชีวมวลถึงหม้อสกักน้ำมันหอมระเหยยาว 100 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.08 เซนติเมตร และท่อทางเดินไอน้ำจากหม้อสกักน้ำมันหอมระเหยถึงถังเก็บน้ำมันหอมระเหยยาว 60 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 5.08 เซนติเมตร

2. เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน ได้แก่ เครื่องตัดเหล็กไฟฟ้า เครื่องเจาะ ตลับเมตร และอื่น ๆ

ออกแบบและสร้างระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลีบเป็นเชื้อเพลิง

ทำการออกแบบ โดยใช้หม้อสกักน้ำมันหอมระเหยต่อเข้ากับระบบเตาเผาชีวมวลและถังเก็บน้ำมันหอมระเหย กลไกการทำงานของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลีบเป็นเชื้อเพลิงคือ เมื่อใส่เชื้อเพลิงนั้นคือกลีบเข้าไปยังห้องเผาชีวมวลบริเวณหมายเลข 1 โดยใส่ผ่านทางปล่องใส่เชื้อเพลิงบริเวณหมายเลข 4 จากนั้นจุดไฟและปิดปล่องใส่เชื้อเพลิง ใส่ไอน้ำเปล่าไปยังหม้อต้มบริเวณหมายเลข 2 ปิดฝาหม้อ และใส่พืชตัวอย่างลงไปยังหม้อสกัดสารบริเวณหมายเลข 7 โดยนำพืชตัวอย่างไปวางไว้บนตะแกรงบริเวณหมายเลข 9 ปิดฝา โดยกลไกการทำงานของเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลีบเป็นเชื้อเพลิงจะเป็นการสกัดโดยใช้ไอน้ำ เมื่อน้ำเดือด ให้ความร้อนจะผ่านไปยังท่อทางเดินของไอน้ำบริเวณหมายเลข 6 ไปผ่านพืชตัวอย่างที่วางบนตะแกรง จากนั้นไอน้ำร้อนและไอของน้ำมันหอมระเหยจะไหลผ่านไปยังทางเดินไอน้ำบริเวณหมายเลข 10 แล้วไปพบกับจุดควบแน่นบริเวณหมายเลข 11 ซึ่งใช้อากาศเป็นจุดควบแน่น ทำให้ไอน้ำและน้ำมันหอมระเหยกลั่นตัวกลายเป็นหยดน้ำและไหลไปเก็บสะสมไว้ยังถังเก็บน้ำมันหอมระเหยบริเวณหมายเลข 12 โดยเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลีบเป็นเชื้อเพลิงที่ทำการออกแบบไว้ แสดงได้ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้พลังงานชีวมวล

ทำการสร้างระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

นำวัสดุต่าง ๆ ที่เตรียมไว้นั้นคือ ปืบสำหรับเป็นเตาเผาชีวมวล หม้อต้มน้ำ ถังสี่สำหรับเป็นห้องเผาชีวมวล กระจกอลูมิเนียมสำหรับทำปล่องใส่เชื้อเพลิง ท่อเหล็กสำหรับทำเป็นท่อทางเดินไอน้ำ หม้อสกัดสารรวมทั้งตะแกรงวางพืช และถังเก็บน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ เพื่อทำการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย

เมื่อเตรียมวัสดุสำหรับสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยครบแล้ว จากนั้นลงมือสร้างเครื่องตามที่ทำการออกแบบไว้ดังภาพประกอบ 3 โดยการสร้างเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหยใช้เครื่องมือหลักๆ ในการสร้างคือ เครื่องตัดเหล็กไฟฟ้า เครื่องเจาะ และกาวซีเมนต์

ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงมีขั้นตอนการสกัดน้ำมันหอมระเหยตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย จนได้น้ำมันหอมระเหยออกมามีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตั้งเครื่องสกัดน้ำมันหอมระเหย
2. ก่อไฟให้ติดโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิงจำนวน 3 กิโลกรัม
3. ชั่งมวลน้ำ 5 กิโลกรัม ใส่น้ำลงไปในหม้อต้มน้ำ วัดอุณหภูมิน้ำก่อนต้ม
4. สับพืชตัวอย่างให้ละเอียดชั่งมวล 1 กิโลกรัม ใส่ลงไปยังหม้อสกัดสาร
5. ปิดฝาหม้อทิ้งไว้ประมาณ 6 ชั่วโมง วัดอุณหภูมิน้ำเรื่อย ๆ เติมกลบในเตาเผา และเติมน้ำในหม้อต้มน้ำเรื่อย ๆ
6. เก็บน้ำมันหอมระเหยจากถังเก็บน้ำมัน จากนั้นนำไปใส่ขวดโหลไว้

หาประสิทธิภาพของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ในการหาประสิทธิภาพของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยใช้กลบเป็นเชื้อเพลิง โดยการหาประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสารและการหาประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล โดยแต่ละอย่างมีขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสาร มีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้
 - 1.1 ใส่น้ำลงไปในหม้อสกัดสาร 5 กิโลกรัม และใส่พืชสมุนไพรที่จะทำการสกัดน้ำมันหอมระเหย 1 กิโลกรัม วางลงไปในตะแกรงในหม้อสกัดสาร
 - 1.2 บันทึกอุณหภูมิของน้ำในสภาวะปกติก่อนเข้าสู่กระบวนการทำน้ำร้อน และบันทึกอุณหภูมิของน้ำร้อนหลังสิ้นสุดกระบวนการทำน้ำร้อน

1.3 วิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสารและประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบ สามารถพิจารณาได้ดังสมการที่ 1 และ สมการที่ 2

$$Q_s = (M_w)(C_{pw})[T_{\text{end}} - T_{\text{initial}}] \quad (1)$$

เมื่อ Q_s = ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสาร (kJ)
 M_w = มวลของน้ำรวมภายในหม้อสกัดสาร (kg)
 C_{pw} = ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ (kJ/kg. °C)
 $T_{\text{end}} - T_{\text{initial}}$ = อัตราการเพิ่มอุณหภูมิในหม้อสกัดสาร (°C)

$$\eta_t = [Q_s / H_{\text{tot}}] \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ η_t = ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบ
 Q_s = ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสาร (kJ)
 H_{tot} = พลังงานความร้อนทั้งหมดที่หม้อสกัดสารได้รับ (kJ/kg)
 ซึ่งค่า H_{tot} หาได้จาก $H_{\text{tot}} = W_{\text{husk}} \times H_{\text{husk}}$
 โดยที่ W_{husk} = น้ำหนักของแกลบที่ใช้ทั้งหมด (kg)
 H_{husk} = ค่าพลังงานความร้อนจากแกลบมีค่า 14,398 (kJ/kg)

2. การหาประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล

ในการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเตาชีวมวล สามารถนำข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง ปริมาณน้ำตอนเริ่ม และปริมาณการระเหยของน้ำมาคำนวณค่าประสิทธิภาพเชิงความร้อนดังสมการที่ 3

$$\eta = \frac{(M_{wi})(C_p)(T_b - T_i) + (M_{w,\text{evap}})(H_i)}{(M_f)(H_f)} \quad (3)$$

เมื่อ η = ประสิทธิภาพทางความร้อนเตาชีวมวล
 M_{wi} = น้ำหนักน้ำรวมก่อนต้ม (kg)
 C_p = ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่า 4.186 (kJ/kg) °C
 $M_{w,\text{evap}}$ = น้ำหนักน้ำที่ระเหย (kg)

$$\begin{aligned}
 M_f &= \text{น้ำหนักเชื้อเพลิง (kg)} \\
 T_b &= \text{อุณหภูมิขณะน้ำเดือด (°C)} \\
 T_i &= \text{อุณหภูมิน้ำก่อนต้ม (°C)} \\
 H_i &= \text{ค่าความร้อนแฝงของน้ำมีค่า 2,257 (kJ/kg)} \\
 H_f &= \text{ค่าความร้อนเชื้อเพลิง 14,398 (kJ/kg)}
 \end{aligned}$$

ทำการวิเคราะห์การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร

หลังจากได้น้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรจากกระบวนการสกัดแล้ว นำน้ำมันหอมระเหยมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้เทคนิคทางกายภาพและทางเคมีในการวิเคราะห์ได้แก่ การหาปริมาณผลผลิต ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ สี กลิ่น ค่าความเป็นกรด - เบส และ ค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย โดยแต่ละเทคนิควิธีมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

1. หาปริมาณผลผลิตที่ได้และประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหยโดยมีวิธีการดังนี้

1.1 นำพืชสมุนไพรสดน้ำหนัก 1 กิโลกรัม มาสกัดน้ำมันโดยระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยพืชสมุนไพร โดยใช้พลังงานชีวมวล

1.2 ทำการทดสอบการสกัดน้ำมันหอมระเหย 6 ชั่วโมง

1.3 ทำการทดสอบการสกัดน้ำมันหอมระเหยของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้พลังงานชีวมวล จำนวน 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

1.4 วิเคราะห์ปริมาณผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้และประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากสมการที่ 4 และ สมการที่ 5

$$V_{\text{product}} = \frac{V_E}{W_h} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 V_{\text{product}} &= \text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ (\%v/w)} \\
 V_E &= \text{ปริมาณน้ำมันที่สกัดได้ (ml)} \\
 W_h &= \text{น้ำหนักพืชตัวอย่าง (kg)}
 \end{aligned}$$

$$\eta_E = \frac{V_{\text{product}}}{T_{\text{total}}} \quad (5)$$

เมื่อ

$$\eta_E = \text{ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย (\%/hr)}$$

$$V_{\text{product}} = \text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ (\%v/w)}$$

$$T_{\text{total}} = \text{ระยะเวลาในการสกัดน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด (hr)}$$

2. วิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยโดยเทคนิควิธีทางกายภาพและทางเคมี ดังนี้

2.1 วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยมีวิธีการดังนี้

เตรียมขวด Flask เพื่อรอใส่น้ำมันหอมระเหยจากพืช จากนั้นชั่งน้ำหนักขวด Flask แล้วบันทึกค่าน้ำหนัก และนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask และน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากพืชตัวอย่าง 2 ชนิด ทำการสกัดอย่างละ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย และเตรียมขวด Flask เพื่อรอใส่น้ำมันหอมระเหยจากพืช จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask และสังเกตสีของน้ำมันหอมระเหย เทียบกับมาตรฐานสี RAL บันทึกผล

2.2 วิเคราะห์กลิ่นของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยมีวิธีการดังนี้

เตรียมขวด Flask เพื่อรอใส่น้ำมันหอมระเหยจากพืช จากนั้นนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask และทดสอบกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยใน Flask โดยให้นักศึกษาจำนวน 20 คน ดมน้ำมันหอมระเหยบันทึกผล

2.3 วิเคราะห์ความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยมีวิธีการดังนี้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask และใช้ฟิเออริเตอร์วัดค่าความเป็นกรด-เบส แล้วบันทึกผล

2.4 วิเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้โดยมีวิธีการดังนี้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชที่สกัดได้ใส่ลงใน Flask จากนั้นทำการไทเทรตน้ำมันหอมระเหยโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวอินดิเคเตอร์ และหยดฟีนอล์ฟทาลีนเพื่อดูการเปลี่ยนสีของน้ำมันหอมระเหยและคำนวณค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยจากสมการที่ 6

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad (6)$$

เมื่อ C_1 คือ ความเข้มข้นของสารสกัดน้ำมันหอมระเหย (mol/L)

C_2 คือ ความเข้มข้นของสาร NaOH 12.50 mol/L

V_1 คือ ปริมาตรของสารสกัดน้ำมันหอมระเหย (L)

V_2 คือ ปริมาตรของสาร NaOH (L)

ผลการวิจัย

การทดสอบและพัฒนาระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยให้มีประสิทธิภาพ

ในการวิจัยนี้ใช้น้ำในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากชาและตะไคร้จำนวน 5 กิโลกรัม ใช้เกลือในการให้ความร้อนปริมาณ 3 กิโลกรัม ทำการสกัดทั้งหมด 6 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งในการสกัดน้ำมันหอมระเหยแต่ละครั้งจะมีปริมาณน้ำที่ระเหยไปหรือคิดเป็นน้ำหนักน้ำที่หายไปจากการสกัดพบว่าน้ำที่หายไปหลังการสกัดน้ำมันหอมระเหยหอมระเหยจากชาเฉลี่ยได้ 2.50 กิโลกรัม และน้ำหนักน้ำที่หายไปจากการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ 2.47 กิโลกรัม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณน้ำที่หายไปหลังการสกัดน้ำมันหอมระเหย

น้ำหนักน้ำที่หายไปจากการสกัด น้ำมันหอมระเหยจากชา (kg)				น้ำหนักน้ำที่หายไปจากการสกัด น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ (kg)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
2.60	2.40	2.50	2.50	2.30	2.70	2.40	2.47

1. การหาประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสาร

1.1. วิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสาร จากผลการทดลองการวิเคราะห์ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสาร พบว่า ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสารจากการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากชาและตะไคร้ที่คำนวณได้ทั้ง 6 ครั้งมีค่าเท่ากันซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยได้ คือ 1,403.32 กิโลจูล โดยมวลของน้ำรวมภายในหม้อสกัดสารมีอยู่ 5 กิโลกรัม ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่า 4.186 กิโลจูลต่อกิโลกรัมองศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำก่อนต้มมีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำขณะเดือดมีค่าเท่ากับ 92 องศาเซลเซียส

1.2. ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย (η_t) นำค่าปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้นภายในหม้อสกัดสารที่คำนวณได้แล้ว มาแทนค่าในสมการการหาประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย (%) ซึ่งค่าพลังงานความร้อนทั้งหมดที่หม้อสกัดสารได้รับหาได้จากน้ำหนักของเกลือที่ใช้ทั้งหมด 3 กิโลกรัม คูณกับค่าพลังงานความร้อนจากเกลือมีค่า 14,398 กิโลจูลต่อกิโลกรัม โดยประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากชามีค่าเฉลี่ยเป็น 3.25 % และประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.25 % ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบ การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่า %				ประสิทธิภาพทางความร้อนของระบบ การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ %			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25	3.25

2. การหาประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล

โดยสามารถคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล (%) ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณของแกลบที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจำนวน 3 กิโลกรัม มีค่าความร้อนของแกลบอยู่ที่ 14,398 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ปริมาณน้ำตอนเริ่มหรือก่อนต้ม 5 กิโลกรัม ปริมาณการระเหยของน้ำที่หายไปหลังจากการสกัด 6 ชั่วโมง จำนวน 6 ครั้ง ซึ่งมีค่าความร้อนจำเพาะของน้ำอยู่ที่ 4.186 กิโลจูลต่อกิโลกรัม องศาเซลเซียส และค่าความร้อนแฝงของน้ำมีค่า 2,257 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ซึ่งอุณหภูมิของน้ำก่อนต้มมีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำขณะเดือดมีค่าเท่ากับ 92 องศาเซลเซียส โดยประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีค่าเฉลี่ย 16.31% และยังมีค่าประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้เฉลี่ย 16.41% ซึ่งถือได้ว่า มีระบบทางความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงถ้าเทียบกับงานวิจัยของ (วิรัตน์ เจริญบุญ, 2560) ซึ่งมีประสิทธิภาพ 10.36% ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลในการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่า %				ประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ %			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
16.83	15.79	16.31	16.31	15.27	17.36	15.79	16.14

3. วิเคราะห์ปริมาณผลผลิตที่ได้และประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ในการสกัดน้ำมันหอมระเหยจำนวนทั้งหมด 6 ครั้ง ใช้เวลาสกัดครั้งละ 6 ชั่วโมง โดยใช้ปริมาณข่าและตะไคร้จำนวน 1 กิโลกรัม พบว่า ปริมาณผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 20.17 ร้อยละโดยปริมาตรต่อมวล และปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 21.67 ร้อยละ โดยปริมาตรต่อมวล ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 % ต่อ ชั่วโมง ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 3.61 % ต่อ ชั่วโมง ซึ่งสามารถแสดงค่าที่ได้จากการคำนวณดังตารางที่ 4 และตารางที่ 5

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัด น้ำมันหอมระเหยจากข่า (% v/w)				ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการสกัด น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ (% v/w)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
20.00	19.50	21.00	20.17	22.00	21.50	21.50	21.67

ตารางที่ 5 แสดงประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย

ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย จากข่า (% /hr)				ประสิทธิภาพการสกัดน้ำมันหอมระเหย จากตะไคร้ (% /hr)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
3.33	3.25	3.50	3.36	3.67	3.58	3.58	3.61

วิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยโดยเทคนิควิธีทางกายภาพและทางเคมี

1. วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้งหมด 6 ครั้ง มาทำการตรวจเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณที่ได้ ซึ่งปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากข่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 201.67 มิลลิลิตร และปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 216.67 มิลลิลิตร สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณน้ำมันหอมระเหย

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากข่า (mL)				ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากตะไคร้ (mL)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
200	195	210	201.67	220	215	215	216.67

2. วิเคราะห์สีน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สามารถสกัดได้ทั้งหมด 6 ครั้ง มาทำการวิเคราะห์สี โดยใช้มาตรฐานสี RAL หรือที่เรียกว่า RAL Colour Standard ซึ่งเป็นระบบจับคู่สีที่ใช้ในยุโรปที่สร้างขึ้นและบริหารโดย RAL gGmbH แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงสีน้ำมันหอมระเหย

สีของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่า			สีของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้		
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
เหลืองทอง	เหลืองทอง	เหลืองทอง	น้ำตาลแดง	น้ำตาลแดง	น้ำตาลแดง

3. วิเคราะห์กลิ่นน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้งหมด 6 ครั้ง มาทำการวิเคราะห์พิสูจน์กลิ่น โดยใช้จำนวนนักศึกษา สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยนครราชสีมา 20 คนเป็นผู้ทดสอบ พบว่า คะแนนที่นักศึกษาส่วนใหญ่ให้น้ำมันหอมระเหยจากข่ามีกลิ่นฉุนมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.70 และให้คะแนนน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีกลิ่นหอม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 2.25 ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงระดับคะแนนกลิ่นของน้ำมันหอมระเหย

ความพึงพอใจ ของกลิ่นน้ำมัน หอมระเหย	ระดับคะแนนกลิ่นของน้ำมันหอม ระเหย (N=20)			ผลรวมระดับความพึงพอใจ		การแปลผล
	กลิ่นหอม	กลิ่นฉุน	กลิ่นฉุน มาก	$\bar{x}$	SD	
น้ำมันหอม ระเหยจากข่า	2	4	14	0.70	0.26	กลิ่นฉุนมาก
น้ำมันหอม ระเหยจาก ตะไคร้	15	3	2	2.25	2.90	กลิ่นหอม

4. วิเคราะห์ความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้ง 6 ครั้งมาทำการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-เบส โดยใช้เครื่อง pH meter แบบปากกา ซึ่งจะให้ค่าที่มีความละเอียดและถูกต้องแม่นยำ ซึ่งค่าความเป็นกรด - เบสของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีค่าเฉลี่ยเป็น 5.12 และค่าความเป็นกรด - เบสของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 4.93 แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงความเป็นกรด-เบสน้ำมันหอมระเหย

ค่าความเป็นกรด - เบสของสารสกัด น้ำมันหอมระเหยจากข่า				ค่าความเป็นกรด - เบสของสารสกัด น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
5.12	5.12	5.12	5.12	4.93	4.93	4.93	4.93

5. วิเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ทั้ง 6 ครั้งมาทำการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้น โดยใช้ค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้น 12.5 โมลต่อลิตร เป็นตัวอินดิเคเตอร์และใช้สารฟีนอลทาลีนเป็นตัวช่วยในการเปลี่ยนสีของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งความเข้มข้นของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากข่ามีค่าเฉลี่ยเป็น 0.04 โมลต่อลิตร และความเข้มข้นของสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.14 โมลต่อลิตร แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงความเป็นความเข้มข้นน้ำมันหอมระเหย

ความเข้มข้นของสารสกัดจากชา (mol/L)				ความเข้มข้นของสารสกัดจากตะไคร้ (mol/L)			
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0.03	0.03	0.05	0.04	0.13	0.13	0.15	0.14

อภิปรายผลการวิจัย

สมุนไพรชาและตะไคร้จำนวน 1 กิโลกรัม ใช้น้ำในการสกัดจำนวน 5 กิโลกรัม และ ใช้เวลาในการสกัด 6 ชั่วโมงต่อครั้ง สามารถสกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพในอัตรา 20.17 ร้อยละโดยปริมาตรต่อมวล และ 21.67 ร้อยละโดยปริมาตรต่อมวล ตามลำดับ โดยใช้ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยพลังงานชีวมวลที่มีแกลบเป็นเชื้อเพลิงจำนวน 3 กิโลกรัม ซึ่งจัดว่าเป็นชีวมวลที่มีค่าพลังงานความร้อนที่สูงคือ 14,398 กิโลจูลต่อกิโลกรัม ในการทดสอบประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสาร มีค่า 1,403.32 กิโลจูล และการทดสอบประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวลในการสกัดน้ำมันจากชาและตะไคร้มีค่าเป็น 16.31 % และ 16.14 %

การวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหยโดยเทคนิควิธีทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ค่าปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากชามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 201.67 มิลลิลิตร ส่วนปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากตะไคร้มีค่าเฉลี่ย 216.67 มิลลิลิตร กลิ่นน้ำมันหอมระเหยชาจะมีกลิ่นฉุนมาก ส่วนตะไคร้จะมีกลิ่นหอม สีของน้ำมันหอมระเหยของชาจะมีสีเหลืองทอง ส่วนตะไคร้จะมีสีน้ำตาลแดง ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยชาจะมีค่าพีเอช (pH) เฉลี่ยอยู่ที่ 5.12 ส่วนค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้จะมีค่าพีเอช (pH) เฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.39 ซึ่งถือได้ว่าเป็นกรดอ่อนตามค่ามาตรฐานของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้และชา และค่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยชา มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.04 โมลต่อลิตร ส่วนของตะไคร้มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.14 โมลต่อลิตร

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ว่าได้งานวิจัยเรื่อง ระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงนี้ มีความเหมาะสมหรือความเป็นไปได้ในการนำระบบการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรโดยใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงไปประยุกต์ใช้หรือไปต่อยอดได้ อันเนื่องมาจากผลการทดสอบประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อสกัดสารและผลการทดสอบประสิทธิภาพทางความร้อนของเตาชีวมวล ซึ่งถือได้ว่า มีระบบทางความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงในการสกัดน้ำมันจากชาและตะไคร้คือ 16.31 % และ 16.14 % ถ้าเทียบกับงานวิจัยของคุณวิรัตน์ เจริญบุญ (2560) ซึ่งมีประสิทธิภาพทางความร้อนอยู่ที่ 10.36 % และจากผลการวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย ปริมาณผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากชาและตะไคร้น้ำหนัก 1 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 201.67 มิลลิลิตร และ 216.67 มิลลิลิตรตามลำดับ ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีถ้าเทียบกับค่ามาตรฐานทั่วไปของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากชาและตะไคร้จะอยู่ที่ประมาณ 180 – 250 มิลลิลิตร

กิตติกรรมประกาศ

ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัย งบอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา

เอกสารอ้างอิง

- ไทยไบโอเทค ดอท อินโฟม. (2548). *พลังงานชีวมวล*. สืบค้น 1 สิงหาคม 2562.
 จาก <https://www.thaibiotech.info/biomass-energy.php>.
- วิรัตน์ เจริญบุญ. (2560). *เตาชีวมวลแลกเปลี่ยนพลังงานเพื่อเกษตรกรไทย*. สืบค้น 1 สิงหาคม 2562.
 จาก <http://www.Stoscijournal.kku.ac.th>.
- สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. (2559). *สมุนไพร*. สืบค้น 1 สิงหาคม 2562.
 จาก <https://www.hsri.or.th>.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2545). *ผลิตภัณฑ์จากพืช*. สืบค้น 1 สิงหาคม 2562.
 จาก <https://www.tisi.go.th>.
- Munir, Arjum. (2014). Potential of solar industrial process heat applications, *J. Appl Energy*, 76, 337-361.

การประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าในจังหวัดนครราชสีมา
Evaluation of Electricity Production Potential of the Small Water Sources
at Nakhon Ratchasima Province

พงษ์ศักดิ์ จิตตบุตร* ช่อผกา ศรีบุญเรือง วิลาวรรณ ฐะสุข วันวิสาข์ ธรรมวงศ์
และชาญเรืองฤทธิ์ จันทร์นอก

Pongsak Jittabut*, Chorpaka Sriboonruang, Wilawan Turasuk,
Wanwisa Dhammawong, and Chanruangrit Channok

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา1
Faculty of Science and Technology at Nakhon Ratchasima Rajabhat University1
E-Mail: pongsak.ey@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เพื่อผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ โดยการเปรียบเทียบและจำแนกศักยภาพของแหล่งน้ำตามกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ จากข้อมูลศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่รวม 10 แห่ง เพื่อประเมินศักยภาพ และจำแนกตามกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ ผลการศึกษาพบว่า น้ำตกผากล้วยไม้ 1 มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้ามากที่สุดคือ 294.178 กิโลวัตต์ และน้ำตกวังม่วงมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ 24.229 กิโลวัตต์ เมื่อนำศักยภาพของน้ำตกทั้ง 10 แห่ง มาจำแนกศักยภาพการผลิตไฟฟ้า โดยจำแนกตามขนาดกำลังผลิตของระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ โดยจำแนกเป็น 5 ขนาด เมื่อจำแนกแล้วพบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมี 4 แห่ง คือ น้ำตกวังม่วง น้ำตกสาธิตา 1 น้ำตกสาธิตา 2 และน้ำตกธารทิพย์ ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก มี 6 แห่ง คือ น้ำตกเหวสุวัต น้ำตกผากล้วยไม้ 2 น้ำตกนางรอง น้ำตกตะคร้อ น้ำตกผากล้วยไม้ 1 และน้ำตกกองแก้ว

คำสำคัญ : ไฟฟ้าพลังน้ำ ศักยภาพไฟฟ้าพลังน้ำ แหล่งน้ำขนาดเล็ก อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ABSTRACT

The evaluation of electricity production potential of the small water sources at Khao Yai National Park was conducted. The objectives were to compare and categorized this potential based on their electric output powers. We collected

the data from 10 water sources to analyze. The results were presented that Pha Kluai Mai 1 waterfall has the maximum of electricity production potential of 294.178 kW, whereas, Wang Muang waterfall has the minimum of electricity production of 24.229 kW. We can divided the water sources into 5 scales based on electric output power. Wang Muang waterfall, Sarika 1 waterfall , Sarika 2 waterfall and Than Thip waterfall were categorized to be a micro hydropower. Haew Suwat waterfall, Pha Kluai Mai 2 waterfall, Nang Rong waterfall, Takhro waterfall, Pha Kluai Mai 1 waterfall and Kong Kaew waterfall were categorized to be a mini hydropower.

Keywords : Hydropower, Electricity Production Potential, Small Water Sources, Khao Yai National Park

บทนำ

ประเทศไทยถือว่าเป็นแหล่งที่มีทรัพยากรน้ำที่อุดมสมบูรณ์และพลังน้ำเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่กำลังเป็นที่น่าสนใจในปัจจุบันเพราะประเทศไทยมีแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงของตนเองน้อยมากต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศถึงร้อยละ 60 ของความต้องการพลังงานพาณิชย์ทั้งหมด (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ, 2542) และก๊าซธรรมชาติที่มีอยู่ในประเทศก็มีอยู่ ไม่เพียงพอ กับความต้องการใช้ภายในประเทศในระยะยาว ดังนั้น การใช้ทรัพยากรพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด ควรมี การใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด พลังน้ำจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่นำมาผลิตกระแสไฟฟ้าเพราะน้ำ เป็นพลังงานที่มีอนุภาคมหาศาลหากเรารู้จักวิธีที่นำพลังน้ำมาใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมก็จะทำให้เกิดประโยชน์อย่างมาก

ปัจจุบันมีการนำเอาพลังน้ำมาผลิตกระแสไฟฟ้าเนื่องจากพลังโรงไฟฟ้าพลังน้ำเป็นระบบผลิตกระแสไฟฟ้าที่มีความสำคัญอีกชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่มีประสิทธิภาพสูงซึ่งอาศัยในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยการสร้างเขื่อนหรือฝายปิดกั้นลำน้ำให้มีระดับสูงจนมีแรงดันพอที่จะหมุน กังหันน้ำและขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซึ่งอยู่บริเวณท้ายน้ำที่ระดับต่ำกว่าการนำพลังน้ำมาใช้นั้นเป็นข้อดี คือ ไม่ต้องสูญเสียเชื้อเพลิง ซึ่งช่วยลดปัญหาการนำเข้าของเชื้อเพลิง ซึ่งมีราคาสูงในภาวะเศรษฐกิจปัจจุบัน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เป็นอุทยานแห่งชาติแห่งแรกของประเทศไทย มีอาณาเขตครอบคลุม 11 อำเภอ ของ 4 จังหวัด คือ อำเภอมวกเหล็ก อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี อำเภอปากช่อง อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา อำเภอนาดี อำเภอกบินทร์บุรีอำเภอประจันตคาม อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอปากพลี อำเภอบ้านนา อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก ได้รับสมญานามว่าเป็น

อุทยานมรดกของกลุ่มประเทศอาเซียน เป็นผืนใหญ่ตั้งอยู่ในเทือกเขาพนมดงรัก ในส่วนหนึ่งของดงพญาเย็นหรือดงพญาไฟในอดีต ประกอบด้วยขุนเขาน้อยใหญ่สลับซับซ้อนหลายลูก อุดมสมบูรณ์ไปด้วยพันธุ์ไม้และสัตว์ป่านานาชนิด เช่น ช้างป่า กวางป่า เก้ง กระต่าย เสือ ตลอดจนมีลักษณะทางธรรมชาติที่สวยงามมีเนื้อที่ 1,353,471.53 ไร่ หรือ 2,165.55 ตารางกิโลเมตร เป็นแหล่งกำเนิดของ ต้นน้ำลำธารที่สำคัญหลายสาย เช่น แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำมูล และยังมีแหล่งน้ำตกมากกว่า 30 แห่ง

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสลับซับซ้อน และมีแหล่งน้ำตกที่สามารถผลิตไฟฟ้าพลังน้ำได้ ซึ่งเป็นทางเลือกที่ดีที่จะนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากน้ำมาทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิง ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของการประเมินศักยภาพของแหล่งน้ำตกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เพื่อผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

วิธีการดำเนินการวิจัย

ศึกษาแหล่งน้ำขนาดเล็กในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ในการศึกษาแหล่งน้ำตกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เราจะศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเลือกแหล่งน้ำที่ตรงกับขอบเขตการวิจัยสถานที่ที่ตั้งไว้ โดยศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. น้ำตกทั้งหมดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่
2. ลักษณะของน้ำตก และปริมาณน้ำ
3. ที่ตั้งของน้ำตกแต่ละแห่ง
4. การเดินทางไปยังน้ำตกต่าง ๆ

เมื่อได้แหล่งน้ำตกที่ต้องการศึกษาแล้ว จึงจัดทำแผนที่แหล่งน้ำตกและแบ่งโซนเพื่อให้สามารถวิเคราะห์เชิงพื้นที่ได้

การสำรวจและเก็บข้อมูล

ในการสำรวจวัดระดับน้ำและปริมาณอัตราไหลของน้ำที่ไหลผ่านหน้าตัดของลำน้ำด้วยเครื่องวัดความเร็ว ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จะสำรวจในช่วงเดือน พฤศจิกายน โดยข้อมูลที่ต้องเก็บมีดังนี้ 1.ค่าความเร็วเฉลี่ยของน้ำ (เมตร/วินาที) 2. พื้นที่รูปตัดลำน้ำ (ตารางเมตร) 3. ความสูงของน้ำหรือศักย์น้ำ (เมตร)

การคำนวณหาศักยภาพแหล่งน้ำในการผลิตไฟฟ้า

การวัดศักยภาพของแหล่งน้ำเราจะวัดจากการคำนวณหาไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการแปรสภาพจากพลังงานน้ำเป็นกำลังไฟฟ้า โดยมีวิธีการดังนี้ ดังนี้

1. การคำนวณค่าความเร็วของน้ำจะใช้สูตรแมนนิง (Manning's Formula) ซึ่งเป็นวิธีการใช้หลักพลังงาน (Principle of Energy) ในการประมาณหาความเร็วเฉลี่ยของลำน้ำ (Bruce *et al.*, 1990) ดังสมการที่ 1

$$\bar{v} = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

เมื่อ

- $\bar{v}$ = ค่าความเร็วเฉลี่ย (เมตร/วินาที)
- n = ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ
- R = ค่ารัศมีชลศาสตร์ที่หาได้จากค่า $\frac{A}{P}$ (เมตร)
- A = พื้นที่รูปตัดลำน้ำ (ตารางเมตร)
- P = ความยาวเส้นขอบเปียก (เมตร)
- S = ความลาดชันผิวน้ำ

2. คำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำ เมื่อได้ความเร็วของน้ำแล้ว จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำ ดังสมการที่ 2

$$Q = vA \quad (2)$$

เมื่อ

- Q = ปริมาณการไหลของน้ำ (เมตร³/วินาที)
- v = ค่าความเร็วของน้ำ (เมตร/วินาที)
- A = พื้นที่รูปตัดลำน้ำ (ตารางเมตร)

3. คำนวณค่ากำลังน้ำ เป็นการประยุกต์ใช้พลังงานน้ำที่อยู่ในแหล่งเก็บน้ำที่อยู่สูง เช่น น้ำตก หรือเขื่อน ซึ่งน้ำสะสมพลังงานอยู่ในรูปของพลังงานศักย์ มาเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ทำให้เกิด (คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์, 2552) กำลังไฟฟ้า สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ 3

$$P = \rho Q g H \quad (3)$$

เมื่อ

- P = กำลังของน้ำ (W)
- ρ = ความหนาแน่นของน้ำ คือ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
- g = แรงโน้มถ่วงของโลก (9.807 ม./วินาที²)
- H = ความสูงของน้ำหรือศักย์น้ำ (เมตร)

4. คำนวณกำลังไฟฟ้าที่จะสามารถผลิตได้ การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (P_e) คือ การคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จริงจากโรงไฟฟ้า โดยกังหันที่นำมาผลิตไฟฟ้าในน้ำตก จะใช้กังหันที่มีประสิทธิภาพกำลังการผลิต $\eta = 0.7$ ได้ (คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์, 2552) ดังสมการที่ 4

$$\rho_e = \eta P \quad (4)$$

เมื่อ

ρ_e = กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (W)

η = ประสิทธิภาพของเครื่องกังหันน้ำ – เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

P = พลังงานน้ำ (W)

บันทึกและนำผลศักยภาพของแหล่งน้ำที่ได้มาเปรียบเทียบกับให้กำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้มีค่ามากถือว่ามีศักยภาพมาก กำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้มีค่าน้อยถือว่ามีศักยภาพน้อย

การจำแนกและสร้างแผนที่ศักยภาพแหล่งน้ำ

สร้างแผนที่ศักยภาพพลังงานน้ำที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตามพิกัดตำแหน่งของที่ตั้งแหล่งน้ำ ด้วยโปรแกรม GIS ObjectLand โดยขนาดกำลังผลิตของระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำจะจำแนกเป็น 5 ขนาด คือ

1. ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กพิเศษ มีกำลังการผลิตน้อยกว่า 10 kW
2. ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก มีกำลังการผลิต 10 – 100 kW
3. ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก มีกำลังการผลิต 100 – 1,000 kW
4. ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก มีกำลังการผลิต 1 - 10 MW
5. ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดใหญ่ มีกำลังการผลิตมากกว่า 10 MW

อภิปรายผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยได้ผลการศึกษา คือ แหล่งน้ำตกที่จะวัดศักยภาพ อัตราการไหล กำลังน้ำ ศักยภาพในการผลิตไฟฟ้า และจำแนกขนาดศักยภาพพลังงานน้ำ ดังนี้

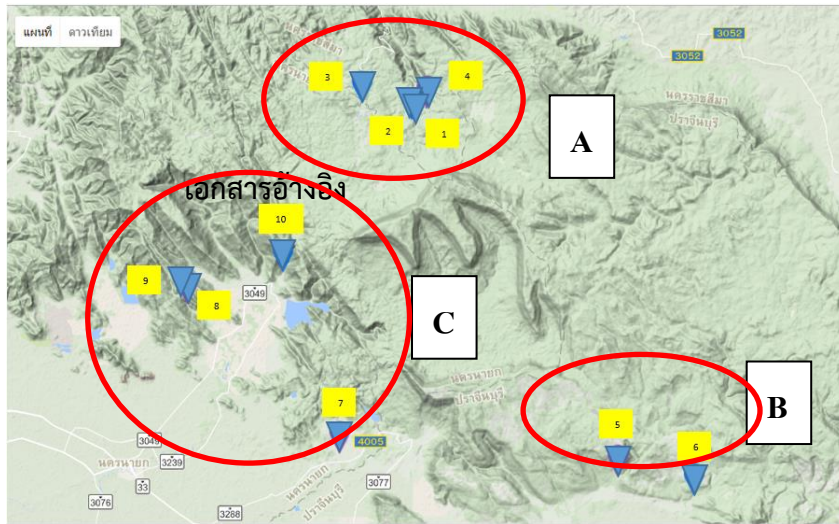
แหล่งน้ำตก

จากการศึกษาแหล่งน้ำตกทั้งหมดในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีทั้งหมด 10 แห่ง ที่จะวัดศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ โดยน้ำตกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ทั้ง 10 แห่งที่เราวัดศักยภาพ จะอยู่ในของ 3 จังหวัดคือ นครราชสีมา ปราจีนบุรี และนครนายก โดยน้ำตกที่อยู่จังหวัดนครราชสีมา 3 น้ำตก คือ น้ำตกผากล้วยไม้ 1 น้ำตกผากล้วยไม้ 2 และน้ำตกเหวสุวัต น้ำตกที่อยู่จังหวัดปราจีนบุรีมี 2 น้ำตก คือ น้ำตกธารทิพย์ และน้ำตกตะคร้อ น้ำตกที่อยู่จังหวัดนครนายกมี 5 น้ำตก คือ น้ำตกกองแก้ว น้ำตกวังม่วง น้ำตกสาริกา 1 น้ำตกสาริกา 2 และน้ำตกนางรอง แบ่งออกเป็น 3 โซน ได้แก่

โซน A มี 4 น้ำตก ได้แก่ น้ำตกผากล้วยไม้ 1 น้ำตกผากล้วยไม้ 2 น้ำตกกองแก้ว และน้ำตกเหวสุวัต

โซน B มี 2 น้ำตก คือ น้ำตกธารทิพย์ และน้ำตกตะคร้อ

โซน C มี 4 น้ำตก คือ น้ำตกสาริกา 1 น้ำตกสาริกา 2 น้ำตกวังม่วง และน้ำตกนางรอง โดยน้ำตกแต่ละแห่งมีที่ตั้ง ดังภาพประกอบ 1



1	น้ำตกผากล้วยไม้ 1
2	น้ำตกผากล้วยไม้ 2
3	น้ำตกกองแก้ว
4	น้ำตกเหวสุวัต
5	น้ำตกธารทิพย์
6	น้ำตกตะคร้อ
7	น้ำตกวังม่วง
8	น้ำตกสาริกา 1
9	น้ำตกสาริกา 2
10	น้ำตกนางรอง

ภาพประกอบ 1 แผนที่แหล่งน้ำตกที่วัดศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

อัตราการไหลของน้ำ

การวิจัยนี้เก็บข้อมูลแหล่งน้ำอย่างน้อย 10 จุดต่อแหล่งน้ำตกเพื่อนำไปหาปริมาตรของน้ำที่เปลี่ยนตำแหน่งหรือเคลื่อนที่ไปในหนึ่งหน่วยเวลา เกิดความเร็วการไหลของน้ำ จากการเก็บข้อมูลความเร็วน้ำและพื้นที่หน้าตัดลำน้ำ นำข้อมูลความเร็วน้ำและพื้นที่หน้าตัดมาคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำ ในสมการ 2 โดยแต่ละแหล่งน้ำมีอัตราการไหลของน้ำ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราการไหลของน้ำ

โซน	ลำดับที่	ชื่อน้ำตก	ความเร็วของน้ำ (V) (เมตร/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด (A) (ตารางเมตร)	อัตราการไหล (Q) (เมตร ³ /วินาที)
A	1	น้ำตกผากล้วยไม้ 1	1.94	19.56	37.9496
	2	น้ำตกผากล้วยไม้ 2	1.88	12.69	23.8572
	3	น้ำตกกองแก้ว	1.65	19.78	32.6370
	4	น้ำตกเหวสุวัต	1.59	17.02	27.0681

ตารางที่ 1 (ต่อ)

โซน	ลำดับ ที่	ชื่อน้ำตก	ความเร็วของน้ำ (V) (เมตร/วินาที)	พื้นที่หน้าตัด (A) (ตารางเมตร)	อัตราการไหล (Q) (เมตร ³ /วินาที)
B	5	น้ำตกธารทิพย์	1.17	10.07	11.7819
	6	น้ำตกตะคร้อ	1.20	20.33	24.3960
C	7	น้ำตกวังม่วง	0.68	5.3	3.6040
	8	น้ำตกสาริกา 1	1.03	3.66	3.7698
	9	น้ำตกสาริกา 2	0.89	4.44	3.9516
	10	น้ำตกนางรอง	2.07	11.36	23.5152

โซน A น้ำตกผากล้วยไม้ 1 มีอัตราการไหล 37.9496 เมตรต่อวินาที รองลงมาน้ำตกผากล้วยไม้ 2 มีอัตราการไหล 23.8572 เมตรต่อวินาที น้ำตกกองแก้ว มีอัตราการไหล 32.6370 เมตรต่อวินาที และน้ำตกเหวสุวัต มีอัตราการไหล 27.0681 เมตรต่อวินาที จากข้อมูลอัตราการไหลโซน A พบว่า น้ำตกผากล้วยไม้ 1 และรองลงมามีอัตราการ และน้ำตกกล้วยไม้ 2

โซน B น้ำตกธารทิพย์ มีอัตราการไหล 11.7819 เมตรต่อวินาที และน้ำตกตะคร้อ มีอัตราการไหล 24.3960 เมตรต่อวินาที จากข้อมูลอัตราการไหลโซน B น้ำตกตะคร้อ มีอัตราการไหลสูงสุด และน้ำตกธารทิพย์ มีอัตราการไหลต่ำสุด

โซน C น้ำตกสาริกา 1 มีอัตราการไหล 3.7698 เมตรต่อวินาที น้ำตกสาริกา 2 มีอัตราการไหล 3.9516 เมตรต่อวินาที น้ำตกวังม่วง มีอัตราการไหล 3.6040 เมตรต่อวินาที และน้ำตกนางรอง มีอัตราการไหล 23.5152 เมตรต่อวินาที จากข้อมูลอัตราการไหลโซน C น้ำตกนางรอง มีอัตราการไหลสูงสุด และน้ำตกวังม่วงมีอัตราการไหลต่ำสุด

กำลังน้ำ

กำลังน้ำ คือ พลังงานน้ำที่อยู่ในแหล่งเก็บน้ำที่อยู่สูง เช่น น้ำตกหรือเขื่อน ซึ่งน้ำสะสมพลังงานอยู่ในรูปของพลังงานศักย์ การหา กำลังน้ำ เป็นการนำค่าความสูงหัวน้ำและอัตราการไหลของน้ำมาคำนวณในสมการที่ 3 โดยแต่ละน้ำตกมีค่ากำลังน้ำ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กำลังน้ำ

โซน	ลำดับ ที่	ชื่อน้ำตก	ความสูงหัวน้ำ (H)(เมตร)	อัตราการไหล (Q) (เมตร ³ /วินาที)	กำลังน้ำ (P) (W)
A	1	น้ำตกผากล้วยไม้ 1	1.13	37.9496	420,253.87
	2	น้ำตกผากล้วยไม้ 2	0.91	23.8572	212,758.51

ตารางที่ 2 (ต่อ)

โซน	ลำดับ ที่	ชื่อน้ำตก	ความสูงหัวน้ำ (H) (เมตร)	อัตราการไหล (Q) (เมตร ³ /วินาที)	กำลังน้ำ (P) (W)
A	3	น้ำตกกองแก้ว	1.12	32.6370	358,223.71
	4	น้ำตกเหวสุวัต	0.79	27.0681	209,561.23
B	5	น้ำตกธารทิพย์	1.21	11.7819	139,709.77
	6	น้ำตกตะคร้อ	1.40	24.3960	334,713.12
C	7	น้ำตกวังม่วง	0.98	3.6040	34,612.82
	8	น้ำตกสาริกา 1	2.53	3.7698	93,468.42
	9	น้ำตกสาริกา 2	1.20	3.9516	46,470.82
	10	น้ำตกนางรอง	1.65	23.5152	380,240.78

โซน A น้ำตกผากล้วยไม้ 1 มีกำลังน้ำ 420,253.87 W น้ำตกผากล้วยไม้ 2 มีกำลังน้ำ 212,758.51 W น้ำตกกองแก้วมีกำลังน้ำ 358,223.71 W และน้ำตกเหวสุวัตมีกำลังน้ำ 209,561.23 W จากข้อมูลกำลังน้ำโซน A พบว่าน้ำตกผากล้วยไม้ 1 มีกำลังน้ำสูงสุด และน้ำตกเหวสุวัตมีกำลังน้ำต่ำสุด

โซน B น้ำตกธารทิพย์ มีกำลังน้ำ 139,709.77 W และน้ำตกตะคร้อ มีกำลังน้ำ 334,713.12 W จากข้อมูลกำลังน้ำโซน B น้ำตกตะคร้อ มีกำลังน้ำสูงสุด และน้ำตกธารทิพย์ มีกำลังน้ำต่ำสุด

โซน C น้ำตกสาริกา 1 มีกำลังน้ำ 93,468.42 W น้ำตกสาริกา 2 มีกำลังน้ำ 46,470.82 W น้ำตกวังม่วงมีกำลังน้ำ 34,612.82 W และน้ำตกนางรองมีกำลังน้ำ 380,240.78 W จากข้อมูลกำลังน้ำโซน C น้ำตกนางรองมีกำลังน้ำสูงสุด และน้ำตกวังม่วงมีกำลังน้ำต่ำสุด

กำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้

การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ คือ การคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จริงจากโรงไฟฟ้า กังหันที่นำมาผลิตไฟฟ้าในแหล่งน้ำตกมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 0.7 (คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์, 2552) โดยนำมาคำนวณในสมการ 4 ได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้

โซน	ลำดับ ที่	ชื่อน้ำตก	กำลังน้ำ (P) (W)	ประสิทธิภาพของ เครื่องกังหันน้ำ (η)	กำลังไฟฟ้าที่ สามารถผลิตได้ (P_e) (kW)
A	1	น้ำตกผากล้วยไม้ 1	420,253.87	0.7	294.177709

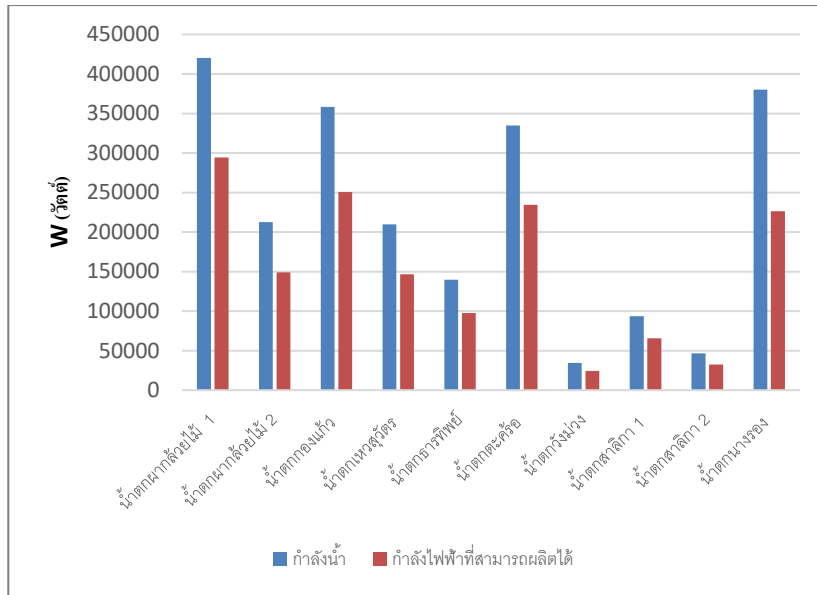
ตารางที่ 3 (ต่อ)

โซน	ลำดับ ที่	ชื่อน้ำตก	กำลังน้ำ (P) (W)	ประสิทธิภาพของ เครื่องกังหันน้ำ (η)	กำลังไฟฟ้าที่ สามารถผลิตได้ (P_e) (kW)
A	2	น้ำตกผากล้วยไม้ 2	212,758.51	0.7	148.930957
	3	น้ำตกกองแก้ว	358,223.71	0.7	250.756598
	4	น้ำตกเหวสุวัต	209,561.23	0.7	146.692861
B	5	น้ำตกธารทิพย์	139,709.77	0.7	97.796837
	6	น้ำตกตะคร้อ	334,713.12	0.7	234.229184
C	7	น้ำตกวังม่วง	34,612.82	0.7	24.228971
	8	น้ำตกสาริกา 1	93,468.42	0.7	65.427894
	9	น้ำตกสาริกา 2	46,470.82	0.7	32.529571
	10	น้ำตกนางรอง	380,240.78	0.7	226.168549

โซน A น้ำตกผากล้วยไม้ 1 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 294.177709 kW น้ำตกผากล้วยไม้ 2 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 148.930957 kW น้ำตกกองแก้ว 1 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 250.756598 kW และน้ำตกเหวสุวัต 1 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 146.692861 kW จากข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้โซน A พบว่าน้ำตกผากล้วยไม้ 1 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้สูงสุด และน้ำตกเหวสุวัต มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ต่ำสุด

โซน B น้ำตกธารทิพย์ มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 97.796837 kW และน้ำตกตะคร้อ มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 23.4229184 kW จากข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้โซน B น้ำตกตะคร้อ มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้สูงสุด และน้ำตกธารทิพย์ มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ต่ำสุด

โซน C น้ำตกสาริกา 1 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 65.427894 kW น้ำตกสาริกา 2 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 32.529571 kW น้ำตกวังม่วง มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 24.228971 kW และน้ำตกนางรอง มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 22.6168549 kW จากข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้โซน C น้ำตกนางรอง มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้สูงสุด และน้ำตกวังม่วงมีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ต่ำสุด



ภาพประกอบ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังน้ำและค่ากำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้

จากตารางที่ 3 พบว่า น้ำตกวังม่วงมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ 24.228971 กิโลวัตต์ และน้ำตกกองแก้วมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้ามากที่สุดคือ 29.5534562 กิโลวัตต์ เมื่อวิเคราะห์ภาพประกอบ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังน้ำและค่ากำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ พบว่า น้ำตกที่มีค่ากำลังน้ำสูง จะมีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้สูงเช่นกัน ส่วนน้ำตกที่มีค่ากำลังน้ำต่ำ จะมีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ต่ำ ดังนั้น ค่ากำลังน้ำจึงแปรผันตรงกับค่ากำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้

การจำแนกศักยภาพการผลิตไฟฟ้า

ในการจำแนกศักยภาพการผลิตไฟฟ้า เราจะจำแนกตามขนาดกำลังผลิตของระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ โดยจำแนกเป็น 5 ขนาด แสดงรายละเอียดศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าของแหล่งน้ำตกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การจำแนกศักยภาพการผลิตไฟฟ้า

ลำดับที่	ชื่อน้ำตก	กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)	จำแนกการประเมินศักยภาพ
1	น้ำตกวังม่วง	24.228971	ขนาดเล็ก
2	น้ำตกสาลิกา 2	32.529571	ขนาดเล็ก
3	น้ำตกสาลิกา 1	65.427894	ขนาดเล็ก

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อน้ำตก	กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)	จำแนกการประเมินศักยภาพ
4	น้ำตกธารทิพย์	97.796837	ขนาดจิ๋ว
5	น้ำตกเหวสุวัตร	146.692861	ขนาดเล็กมาก
6	น้ำตกผากล้วยไม้ 2	148.930957	ขนาดเล็กมาก
7	น้ำตกนางรอง	226.168549	ขนาดเล็กมาก
8	น้ำตกตะคร้อ	234.229184	ขนาดเล็กมาก
9	น้ำตกกองแก้ว	250.756598	ขนาดเล็กมาก
10	น้ำตกผากล้วยไม้ 1	294.177709	ขนาดเล็กมาก

จากตารางพบว่าน้ำตกทั้ง 10 แห่ง สามารถจำแนกได้ 2 ขนาด คือ ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดจิ๋วและระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก โดยระบบผลิตไฟฟ้าขนาดจิ๋วมี 4 น้ำตก คือ น้ำตกวังม่วง น้ำตกสาธิตา 1 น้ำตกสาธิตา 2 และน้ำตกธารทิพย์ ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมี 6 น้ำตก คือ น้ำตกเหวสุวัตร น้ำตกผากล้วยไม้ 2 น้ำตกนางรอง น้ำตกตะคร้อ น้ำตกกองแก้ว และน้ำตกผากล้วยไม้ 1 โดยสามารถจัดทำแผนที่ศักยภาพแหล่งน้ำตกได้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แผนที่แสดงศักยภาพแหล่งน้ำ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ 8 แห่ง จำนวน 10 จุด คือ น้ำตกผากล้วยไม้ 1 น้ำตกผากล้วยไม้ 2 น้ำตกกองแก้ว น้ำตกเหวสุวัต น้ำตกธารทิพย์ น้ำตกตะคร้อ น้ำตกวังม่วง น้ำตกสาลิกา 1 น้ำตกสาลิกา 2 และน้ำตกนางรอง พบว่า

1. น้ำตกผากล้วยไม้ 1 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 294.178 กิโลวัตต์ น้ำตกผากล้วยไม้ 2 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 148.931 กิโลวัตต์ น้ำตกกองแก้ว 1 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 250.757 กิโลวัตต์ น้ำตกเหวสุวัต มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 146.693 กิโลวัตต์ น้ำตกธารทิพย์ มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 97.797 กิโลวัตต์ น้ำตกตะคร้อ มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 234.230 กิโลวัตต์ น้ำตกสาลิกา 1 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 65.428 กิโลวัตต์ น้ำตกสาลิกา 2 มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 32.530 กิโลวัตต์ น้ำตกวังม่วง มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 24.229 กิโลวัตต์ และน้ำตกนางรอง มีกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ 226.169 กิโลวัตต์ จากข้อมูลกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ น้ำตกผากล้วยไม้ 1 มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้ามากที่สุดคือ 294.178 กิโลวัตต์ และน้ำตกวังม่วงมีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ 24.229 กิโลวัตต์

2. ศักยภาพของน้ำตกทั้ง 10 จุด นำมาจำแนกศักยภาพการผลิตไฟฟ้า โดยจำแนกตามขนาด กำลังผลิตของระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ โดยจำแนกเป็น 5 ขนาด เมื่อจำแนกแล้วพบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมี 4 จุด คือ น้ำตกวังม่วง น้ำตกสาลิกา 1 น้ำตกสาลิกา 2 และน้ำตกธารทิพย์ ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก มี 6 จุด คือ น้ำตกเหวสุวัต น้ำตกผากล้วยไม้ 2 น้ำตกนางรอง น้ำตกตะคร้อ น้ำตกผากล้วยไม้ 1 และน้ำตกกองแก้ว

กิตติกรรมประกาศ

รายงานโครงการเรื่องการประเมินศักยภาพแหล่งน้ำขนาดเล็กเพื่อผลิตไฟฟ้าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่สำเร็จล่วงได้เพราะได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัย จากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ประจำปีงบประมาณ 2559 และขอกราบขอบพระคุณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อสถานที่ในการเก็บข้อมูล ตลอดจนได้ให้คำปรึกษาแนะนำการจัดทำรายงานโครงการจนประสบผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานสารสนเทศและพยากรณ์น้ำ ส่วนอุทกภัย. (2553). *คู่มือการประเมินการไหลของน้ำด้วยวิธี Manning's formula*. ภาณุฉนบุรี: สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ.
- คณะสังคมสงเคราะห์ศาสตร์. (2552). *การศึกษาความเหมาะสมเพื่อการพัฒนาโรงไฟฟ้าชุมชน*. (รายงานประกอบการวิจัยเรื่อง). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Bruce R. (1990). *Fundamentals of Fluid Mechanics*, Iowa: Iowa State University.

ข้อแนะนำในการเตรียมบทความวิจัยเพื่อส่งวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

1. ความยาวของบทความวิจัยฉบับ โดยนับรวมรูปภาพ ตาราง และเอกสารอ้างอิง จำนวน 8-12 หน้า ใช้กระดาษ A4

2. แบบอักษร (Font) บทความวิจัย

2.1 ชื่อบทความวิจัยทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้พิมพ์ด้วยตัวหนาโดยใช้อักษรขนาด 18 พิมพ์ไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ

2.2 ชื่อ-นามสกุลผู้วิจัย พิมพ์ด้วยตัวหนาโดยใช้อักษรขนาด 16 พิมพ์ไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ

2.3 ชื่อสาขาวิชา คณะ สถาบันการศึกษา และอีเมล ให้พิมพ์ที่บรรทัดล่างต่อจากชื่อผู้วิจัย ชิดขอบซ้าย พิมพ์อักษรเป็นตัวบางขนาด 14 (ให้ใช้หมายเลขยกขึ้นไว้กำกับสำหรับชื่อนักศึกษาและอาจารย์ที่ปรึกษา)

2.4 ให้พิมพ์เนื้อหาด้วยตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 และพิมพ์ในลักษณะคอลัมน์เดียว

3. องค์ประกอบของบทความวิจัยฉบับเต็ม ประกอบด้วย

3.1 ชื่อเรื่อง (Title) ต้องมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.2 ชื่อผู้วิจัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก/ร่วม และสถาบันการศึกษา (Author, advisors and corresponding author)

3.3 บทคัดย่อ (Abstract) ความยาวไม่เกิน 1 หน้า หรือระหว่าง 150-200 คำ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.4 คำสำคัญ (Keywords) จำนวน 3-5 คำ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3.5 บทนำ (Introduction) ระบุถึงความสำคัญของปัญหาที่ศึกษา วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และประโยชน์โดยรวมที่จะเกิดขึ้นจากผลวิจัย

3.6 วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objective) มีความชัดเจนและสะท้อนถึงภาพทั้งหมดของงานวิจัย

3.7 วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology) ครอบคลุมวิธีการวิจัย ประชากร กลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.8 ผลการวิจัย (Results) ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.9 อภิปรายผล (Discussion) นำเสนอผลการวิจัยโดยการอ้างอิงทฤษฎีเพื่อนำมาสนับสนุนหรือเห็นแย้งที่สมเหตุสมผล

- 3.10 สรุปผล (Conclusion) สรุปประเด็นหลักๆของผลการวิจัย
- 3.11 ข้อเสนอแนะ (Recommendations) เป็นข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์และเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยในครั้งต่อไป
- 3.12 การอ้างอิง (References) ให้ทำการอ้างอิงในแบบแทรกในเนื้อหา โดยใช้ระบบนาม-ปี (Author-Year) ตามรูปแบบ APA ที่กำหนด และเอกสารอ้างอิงทุกรายการที่ปรากฏในบทความต้องมีรายชื่อปรากฏอยู่ในรายการเอกสารอ้างอิง

4. การพิมพ์

- 4.1 การพิมพ์หัวข้อ ให้พิมพ์ตรงกลางหน้ากระดาษ มีระยะระหว่าง 1 บรรทัด เนื้อหาหัวข้อและให้ใส่เลขกำกับหัวข้อด้วย
- 4.2 การย่อหน้าเนื้อหา ให้ย่อหน้า 0.75 นิ้ว
- 4.3 การวางรูปหน้ากระดาษ การเว้นระยะห่างจากริมกระดาษให้เว้นระยะห่างดังนี้
- 4.3.1 ด้านบนและด้านซ้าย เว้นห่างจากขอบกระดาษ 1.5 นิ้ว
- 4.3.2 ด้านล่างและด้านขวา เว้นห่างจากขอบกระดาษ 1 นิ้ว

5. การพิมพ์ตาราง จะต้องมียุทธศาสตร์กับแต่ละตาราง ให้พิมพ์หมายเลขลำดับของตารางและชื่อตารางคนละบรรทัด โดยพิมพ์ชิดขอบซ้ายมือของกระดาษ ถ้าชื่อตารางยาวกว่า 1 บรรทัด ให้ขึ้นบรรทัดใหม่ โดยให้อักษรตัวแรกตรงกับชื่อตารางในบรรทัดแรก และเว้นแถวว่าง 1 แถว ก่อนและหลังพิมพ์ตาราง

6. การพิมพ์ภาพประกอบ ภาพแต่ละภาพต้องมีหมายเลขลำดับจาก 1 ไปจนจบบทความ การพิมพ์หมายเลขลำดับของภาพ ชื่อและ/ หรือ คำอธิบายให้พิมพ์ไว้ใต้ภาพ และให้เว้นแถวว่าง 1 แถว ก่อนและหลังพิมพ์ภาพประกอบ

7. การพิมพ์สมการ ให้แยกพิมพ์ไว้ในแถวหนึ่งต่างหาก และให้เว้นแถวว่าง 1 แถว ก่อนและหลังการพิมพ์สมการ

$$x1=x+hx1=x+h \text{ และ } y1=f(x1)=f(x+h)y1=f(x1)=f(x+h)$$

8. การพิมพ์เอกสารอ้างอิงในเนื้อหาของบทความวิจัย

- 8.1 ใช้การอ้างอิงแบบแทรกเนื้อหา คือ ระบบนาม-ปี (ชื่อผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์ : หน้า) กรณีที่ผู้แต่งเป็นชาวไทย ให้พิมพ์ทั้งชื่อและนามสกุล โดยใช้รูปแบบดังนี้
(ชื่อผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์ : เลขหน้าเอกสารที่อ้างอิง)
(สุนันทา วีระกุลเทวัญ และคณะ. 2550 : 69-72)
- 8.2 กรณีที่ผู้แต่งเป็นชาวต่างชาติ ให้พิมพ์เฉพาะนามสกุลผู้แต่ง โดยใช้รูปแบบดังนี้

(Morton. 2015 : 15)

(Bass and others. 2013 : 52-56)

9. การพิมพ์เอกสารอ้างอิง (References) ให้อ้างอิงสารภาษาไทยก่อนแล้วค่อยตามด้วยสารภาษาอังกฤษ บรรทัดแรกของแต่ละรายการให้พิมพ์ชิดทางด้านซ้ายมือ หากพิมพ์ไม่จบในบรรทัดแรก ให้บรรทัดต่อมาย่อหน้า 7 ตัวอักษร และเริ่มพิมพ์ตัวที่ 8 การเรียงลำดับของเอกสารอ้างอิงแต่ละรายการของเอกสารภาษาไทย ให้เรียงตามอักษร ก-ฮ และตามลำดับของสระ และเอกสารอ้างอิงภาษาอังกฤษให้เรียงตาม A-Z และตามลำดับของสระเช่นกัน ถ้าชื่อหนังสือหรือชื่อของวารสารที่เป็นภาษาอังกฤษ ให้พิมพ์ตัวอักษรแรกรวมทั้งคำที่เป็นชื่อเฉพาะ (Proper nouns) ด้วยตัวใหญ่ ต่อจากนั้นเป็นตัวเล็กทั้งหมดและให้พิมพ์เป็นตัวเอน

ตัวอย่างเช่น

กรณีอ้างอิงจากตำรา/ หนังสือ/ วิทยานิพนธ์/ การค้นคว้าอิสระ

อรรถกร เก่งพล. (2550). ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (ปรับปรุง). กรุงเทพฯ : ด้านสหวิชาการพิมพ์.
วรธานี เนตรงาม (2551). การพัฒนาระบบรายงานการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และระบบตรวจสอบระบบเครือข่ายเบื้องต้น สำหรับลูกค้าบริษัท ซิมมาสเตอร์ เนทเทค จำกัด. การค้นคว้าอิสระ. วท.ม. (เทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กรณีอ้างอิงจากบทความ

ศิริพล แสนบุญสูง. (2559). “การพัฒนาเว็บไซต์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยาด้วยระบบบริหารจัดการ เนื้อหาบนเว็บไซต์.” วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. 10 (2) : 117-128.

กรณีอ้างอิงจากเว็บไซต์

พูนศักดิ์ สักกทัตติยกุล.(2558). ส่วนประกอบและหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์. สืบค้นเมื่อ 11 สิงหาคม 2558. จาก <http://www.thaigoodview.com/node/30884>

ITU Statistics. (2015). Global ICT Developments 2001-2015. Retrieved Jan 5, 2015, from <http://www.itu.int/ict/statistics>

แบบฟอร์ม กระดาษขนาด A4

2.5 ซม.

ชื่อเรื่องภาษาไทย
ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ

} ชื่อเรื่อง ตัวอักษรหนาขนาด 18
** แบบอักษร TH SarabunPSK ทั้งฉบับ **

ตัวอักษรหนา { ชื่อผู้แต่ง¹ ชื่อผู้แต่ง² ผู้แต่ง³ และชื่อผู้แต่ง⁴ (ชื่อภาษาไทย)
ขนาด 16 { Author¹ Author² Author³ and Author⁴ (ชื่อภาษาอังกฤษ)

บทคัดย่อ

} ตัวอักษรหนาขนาด 16

0

.....

.....

.....

.....

.....

} ตัวอักษร
ปกติ
ขนาด 15

คำสำคัญ: ตัวอักษรขนาด 15 ปกติ จำนวนสูงสุด 6 คำ เว้นวรรคแต่ละคำให้ห่างกัน 3 ตัวอักษร

2.5 ซม.

ABSTRACT

} ตัวอักษรหนาขนาด 16

2.5 ซม.

.....

.....

.....

.....

.....

} ตัวอักษร
ปกติ
ขนาด 15

Keyword: ตัวอักษรขนาด 15 ปกติ จำนวนสูงสุด 6 คำ แต่ละคำคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,)

1. วุฒิการศึกษา/สาขาวิชา ชื่อคณะ ชื่อมหาวิทยาลัย

2. วุฒิการศึกษา/สาขาวิชา (ระบุเฉพาะวุฒิการศึกษาระดับ ป.เอก) ตำแหน่งทางวิชาการ คณะ หน่วยงานที่สังกัด

3. วุฒิการศึกษา/สาขาวิชา (ระบุเฉพาะวุฒิการศึกษาระดับ ป.เอก) ตำแหน่งทางวิชาการ คณะ หน่วยงานที่สังกัด

4. วุฒิการศึกษา/สาขาวิชา (ระบุเฉพาะวุฒิการศึกษาระดับ ป.เอก) ตำแหน่งทางวิชาการ คณะ หน่วยงานที่สังกัด

} ตัวอักษรปกติ ขนาด 12

2.5 ซม.

แบบฟอร์ม กระดาษขนาด A4

				2.5 ซม.	
		บทนำ		} หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16	
					
					
					
					
				} ตัวอักษร ปกติ ขนาด 15	
		วัตถุประสงค์ของการวิจัย (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
		 (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
					
		สมมติฐานในการวิจัย (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
		 (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
					
		ขอบเขตการวิจัย (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
		 (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
					
		วิธีดำเนินงานวิจัย		} หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16	
2.5 ซม.					
					
					
				} ตัวอักษร ปกติ ขนาด 15	
		ประชากรกลุ่มตัวอย่าง (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
		1. ประชากร		2.5 ซม.	
		 (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
					
		2. กลุ่มตัวอย่าง			
		 (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
					
		เครื่องมือในการวิจัย (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
		 (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
					
		การเก็บรวบรวมข้อมูล (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
		 (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
					
		การวิเคราะห์ข้อมูล (หัวข้อรอง ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
		 (เนื้อหาทั่วไป ตัวอักษรหนา ขนาด 15)			
					
				2.5 ซม.	

2.5 ซม. ผลการวิจัย } หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16	ตัวอักษร ปกติ ขนาด 15 }
อภิปรายผลการวิจัย หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16 }	ตัวอักษร ปกติ ขนาด 15 }
ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16 }	ตัวอักษร ปกติ ขนาด 15 }
เอกสารอ้างอิง หัวข้อหลัก ตัวอักษรหนา ขนาด 16 }	ตัวอักษร ปกติ ขนาด 15 }