

การนำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ (Poster Presentation)

ความหลากหลายของนกและพืชอาหารนกในเขตอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง

Diversity of Birds and Food Plants of Birds in the Area of Chaeson

National Park, Lampang Province

สุรกันต์ พยัคฆบุตร(Surakan Payakkhabutra)^{1*}

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

¹Department of Biology, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University.

*Corresponding author. E-mail:surakan913@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของนกและพืชอาหารนกในเขตอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2559 โดยใช้วิธี line transect ใน 3 พื้นที่ คือ (1) พื้นที่เกษตรกรรม ที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 800 เมตร (2) เส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติใกล้กับที่ทำการอุทยาน ซึ่งมีลักษณะเป็นป่าเบญจพรรณ ที่ระดับความสูง 900 เมตร (3) บริเวณทางเดินป่าในเขตอุทยาน ลึกเข้าไปจนถึงน้ำตกแจ้ซ้อนชั้นที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นป่าดิบแล้ง ที่ระดับความสูง 1,000 เมตร พบนก 98 ชนิด จาก 25 วงศ์ เป็นนกประจำถิ่น 81 ชนิด นกอพยพ 15 ชนิด และนกอพยพผ่าน 2 ชนิด เมื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดจาก Shannon's index (H') พบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีค่าสูงสุด (2.91) แสดงว่ามีความหลากหลายของนกมากที่สุด รองลงมา คือ พื้นที่ศึกษาที่ 2 และ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.63 และ 2.28 ตามลำดับ การเปรียบเทียบค่าความสม่ำเสมอของการพบนก พบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีค่าความสม่ำเสมอของการพบนกมากที่สุด คือ 0.71 พื้นที่ที่มีค่ารองลงมา คือ พื้นที่ศึกษาที่ 2 คือ 0.68 ส่วนพื้นที่ศึกษาที่ 3 เป็นพื้นที่ที่มีความสม่ำเสมอของการพบนกลดน้อยที่สุด คือ 0.59 ส่วนการศึกษาค่าความคล้ายคลึงของชุมชนสิ่งมีชีวิต พบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 2 และ 3 มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด คือ มีค่าสูงถึงร้อยละ 76.08 ส่วนการศึกษากินพืชอาหารนก พบพืชอาหารนกทั้งหมด 36 ชนิด จาก 29 วงศ์ พืชอาหารที่นกเลือกกินเฉพาะผลมีมากที่สุด คือ 22 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 61.11 รองลงมา คือ พืชอาหารที่นกเลือกกินเฉพาะน้ำหวาน มี 7 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 19.44 พืชอาหารที่นกเลือกกินเฉพาะเกสร มี 3 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 8.33 พืชอาหารที่นกเลือกกินผลและน้ำหวาน มี 2 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 5.55 พืชอาหารที่นกกินทั้งผล น้ำหวาน และเกสร มี 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 2.77 ส่วนพืชอาหารที่นกเลือกกินเมล็ด มี 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 2.77

คำสำคัญ: ความหลากหลายของนก, พืชอาหารนก, อุทยานแห่งชาติ

Abstract

A study on diversity of birds and food plants of birds in the area of Chaeson national park, Lampang province were carried out from January to December 2016. A line transect method was used at 3 sampling sites; (1) cultivated area surrounding the national park at the elevation 800 metres above mean sea level (MAMSL) (2) mixed deciduous forest at the elevation 900 MAMSL. (3) dry evergreen forest at the elevation 1,000 MAMSL. Ninety-eight species of birds from 25 families were records, which included 81 residents, 15 winter visitors and 2 passage migrants. Comparison of bird species diversity using Shannon's index (H') revealed that sampling site 1 has the highest H' index (2.91), indicating the highest number of bird species diversity. Species diversity in sampling site 2 and 3 was lower with the value of 2.63 and 2.28 respectively. Comparison of evenness using Evenness index revealed that sampling site 1 has the highest Evenness index (0.71). Evenness in sampling site 2 and 3 was lower with the value of 0.68 and 0.59 respectively. Comparison of community similarity between sampling site 2 and sampling site 3 showed the highest percentage of similarity (Sorensen index equal to 78.08%) Thirty-six species of food plants from 29 families were recorded. The difference of ratio among the part of food plants which birds select for eating were 61.11% or 22 of plant species ate fruit only, 19.44% or 7 species ate nectar only, 8.33% or 3 species ate stamens only and 2.77% or only 1 species ate seed. There were some birds eat more than one part such as fruit and nectar about 5.55% or 2 species and fruit, nectar and stamens about 2.77% or only 1 species

Keyword: diversity of birds, food plants of birds, national park

บทนำ

การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนับว่ามีบทบาทและความสำคัญในแง่ของการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ การที่สิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตทั้งในด้านการปรับตัว การกระจายตัว ความชุกชุม รวมถึงความหลากหลายของชนิด การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมอาจเกิดจากธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีหน้าที่และบทบาทที่แตกต่างกัน มีการปรับตัวให้สามารถอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน การศึกษาความหลากหลายและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมจะทำให้ทราบถึงกลไก

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ นอกจากนี้การสำรวจและการศึกษาสภาพนิเวศพื้นที่ไม่อาจดำเนินการได้อย่างสมบูรณ์ถ้าไม่มีการจำแนกชนิดของสัตว์ในพื้นที่นั้น เพราะสัตว์ป่าบางชนิดอาจมีความสำคัญในระดับสิ่งแวดล้อม (วีรยุทธ เลาเหจินดา และวุฒิ ทักษิณธรรม, 2549) ประเทศไทยเป็นแหล่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงแห่งหนึ่งของโลก โดยมีชนิดของสิ่งมีชีวิตมากมาย เฉลี่ยประมาณร้อยละ 6-10 ของโลก ในขณะที่พื้นที่ของประเทศมีเพียงประมาณร้อยละ 0.34 ของแผ่นดินโลกเท่านั้น จากการรายงานเมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 พบนกในประเทศไทยประมาณ 988 ชนิดจาก 70 วงศ์ รองจากเมียนมาร์ที่พบ 1,027 ชนิด ส่วนมาเลเซียพบ 661 ชนิด และกัมพูชาพบ 476 ชนิด ประชากรนกในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มนกที่อาศัยอยู่ในป่าหรือที่เรียกว่านกป่า กลุ่มที่สอง คือ นกน้ำ พื้นที่สำคัญในการประเมินประชากรนกน้ำก็คืออ่าวไทยตอนใน เพราะสามารถพบเห็นนกน้ำได้สูงสุดถึง 600 ตัว/วัน กลุ่มที่สาม คือ นกทุ่ง หรือนกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรม มีประชากรอยู่ประมาณร้อยละ 7 จากนกทั้งหมดของไทย (ฟิลิป ดี ราวด์, 2551) นกเป็นทรัพยากรชีวภาพอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ช่วยให้ระบบนิเวศดำรงอยู่ได้อย่างสมดุล เนื่องจากนกมีส่วนช่วยผสมเกสรของดอกไม้ ช่วยแพร่กระจายพันธุ์พืช ช่วยกำจัดศัตรูพืช และช่วยกำจัดซากสัตว์ เนื่องจากนกกับสภาพแวดล้อมมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเป็นอย่างมาก นกจึงเป็นดัชนีชี้ให้เห็นถึงลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ในขณะเดียวกันสภาพแวดล้อมก็สามารถสะท้อนให้เห็นถึงชนิดความหลากหลาย และจำนวนประชากรของนกในสภาพแวดล้อมเช่นนั้นได้ นกจึงกลายเป็นกลุ่มของสัตว์ที่มนุษย์เลือกมาใช้ศึกษาลักษณะและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบันเพื่อใช้เป็นแนวทางในการหามาตรการเพื่ออนุรักษ์นกและสภาพแวดล้อม ถ้าพื้นที่ใดมีความหลากหลายของพืชอาหารนกมากก็จะทำให้นกมีแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ ช่วยดึงดูดให้นกเข้ามาอาศัยอยู่ในพื้นที่แห่งนั้นเป็นจำนวนมาก พื้นที่ใดมีความหลากหลายชนิดของนกสูง ส่วนมากก็จะมีสภาพแวดล้อมที่ดี (ฟิลิป ดี ราวด์, 2550)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายชนิดของนกในเขตอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน อำเภอมืองปาน จังหวัดลำปาง และศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของนกใน 3 พื้นที่ศึกษา คือ บริเวณพื้นที่เกษตรกรรม สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800 เมตร บริเวณเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ (nature trail) ใกล้กับที่ทำการอุทยานซึ่งมีลักษณะเป็นป่าเบญจพรรณ (สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 900 เมตร) และบริเวณทางเดินป่าในเขตอุทยาน ลึกเข้าไปจนถึงน้ำตกแจ้ซ้อนชั้นที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นป่าดิบแล้ง (สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 เมตร) นอกจากนี้ยัง

ทำการศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชอาหารนกในกลุ่มของนกกินพืช และศึกษาความสัมพันธ์ของความหลากหลายชนิดของพืชอาหารนกกับความหลากหลายชนิดของนก ปริมาณนก และการกระจายตัวของนก

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บข้อมูลความหลากหลายชนิดของนกในเขตอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน ตั้งอยู่พิกัด $18^{\circ} 45' 12''$ N $99^{\circ} 24' 32''$ E ทำโดยการกำหนดเส้นทางสำรวจนกระยะทาง 500 เมตรจำนวน 3 เส้นทาง คือ 1) บริเวณพื้นที่เกษตรกรรมของชาวบ้านที่อยู่รอบๆ อุทยาน สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800 เมตร 2) บริเวณเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติใกล้กับที่ทำการอุทยานซึ่งมีลักษณะเป็นป่าเบญจพรรณ สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 900 เมตร และ 3) บริเวณทางเดินป่าในเขตอุทยาน ลึกเข้าไปจนถึงน้ำตกแจ้ซ้อนชั้นที่ 6 ซึ่งมีลักษณะเป็นป่าดิบแล้ง สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 เมตร เก็บข้อมูลโดยใช้วิธี line transect แบ่งระยะทางในแต่ละเส้นทางออกเป็น 10 ช่วง แต่ละช่วงห่างกัน 50 เมตร โดยมีรัศมีในการเก็บข้อมูล 25 เมตร ใช้เวลาในการสำรวจแต่ละช่วง 5 นาที สำรวจนกตั้งแต่วันที่ 06.00-18.00 น. แบ่งเป็น 12 ช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 50 นาที คือ 06.00-06.50 น., 07.00-07.50 น., 08.00-08.50 น., 09.00-09.50 น., 10.00-10.50 น., 11.00-11.50 น., 12.00-12.50 น., 13.00-13.50 น., 14.00-14.50 น., 15.00-15.50 น., 16.00-16.50 น. และ 17.00-17.50 น. สำรวจนก 12 ครั้งตามช่วงเวลาในแต่ละเส้นทางในแต่ละเดือนเป็นเวลา 12 เดือน โดยเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2559 บันทึกชนิด จำนวน และพฤติกรรมของนกที่พบ จำแนกชนิดของนกตามหนังสือคู่มือดูนกหมอบุญส่ง เลขะกุล “นกเมืองไทย” (จารุจินต์ นฤตะกัญ และคณะ, 2550) หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่า Species Diversity, Evenness และ Community Similarity โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel นอกจากนี้ยังมีการเก็บข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อกิจกรรม (Activity) และการปรากฏตัวของนกไปพร้อมๆ กับการเก็บข้อมูลความหลากหลายชนิดของนกในแต่ละครั้งที่ทำการสำรวจ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่ได้ ส่วนการเก็บข้อมูลพืชอาหารนกนั้น ทำการเก็บข้อมูลพืชอาหารนกโดยสังเกตจากพฤติกรรมการกินอาหารของนกแต่ละชนิดที่พบ และเปรียบเทียบกับข้อมูลในหนังสือต้นไม้เมืองเหนือ คู่มือศึกษาพรรณไม้ยืนต้นในป่าทางภาคเหนือของประเทศไทย (ไชมอน การ์ดเนอร์ และคณะ, 2549) แล้วเก็บตัวอย่างพืชมาส่งให้นักวิชาการของอุทยานเพื่อวินิจฉัยอย่างละเอียดอีกครั้ง หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ของความหลากหลายชนิดของนกกับความหลากหลายชนิดของพืชอาหารนก ปริมาณนก และการกระจายตัวของนก

ผลการวิจัย

จากการสำรวจนกในเขตอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบนกทั้งสิ้น 98 ชนิด (ดังตารางที่ 1) จาก 25

วงศ์ เป็นนกประจำถิ่น (Residents ; R) 81 ชนิด นกอพยพ (Winter visitors; W) 15 ชนิด และนก
อพยพผ่าน (Passage migrants; P) 2 ชนิด

ตาราง1 รายชื่อนกชนิดต่างๆ ที่พบในอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน

รายชื่อนก	ชื่อวิทยาศาสตร์	สถานะ
1. เหยี่ยวนกเขาชิศรา	<i>Accipiter badius</i>	R
2. เหยี่ยวรุ้ง	<i>Spilornis cheela</i>	R
3. นกยางกรอกพันธุ์จีน	<i>Ardeola bacchus</i>	W
4. นกยางควาย	<i>Bubulcus ibis</i>	W
5. นกกะปูดใหญ่	<i>Centropus sinensis</i>	R
6. นกกระजิบหญ้าสีข้างแดง	<i>Prinia rufescens</i>	R
7. นกกระจิบหญ้าออกเทา	<i>Prinia hodgsonii</i>	R
8. นกกระจิบหญ้าสีเขียว	<i>Prinia inornata</i>	R
9. นกยอดข้าวหางแพนหัวแดง	<i>Cisticola exilis</i>	R
10. นกเขาใหญ่	<i>Streptopelia chinensis</i>	R
11. นกเขาขาว	<i>Geopelia striata</i>	R
12. นกเขาเขียว	<i>Chalcophaps indica</i>	R
13. นกเขาเปล้าธรรมดา	<i>Treron curvirostra</i>	R
14. นกเขียวกคราม	<i>Irena puella</i>	R
15. นกมูม	<i>Ducula badia</i>	R
16. นกตะขาบทุ่ง	<i>Coracias benghalensis</i>	R
17. นกขมิ้นน้อยธรรมดา	<i>Aegithina tiphia</i>	R
18. นกขมิ้นน้อยปีกสีเขียว	<i>Aegithina lafresnayei</i>	R
19. นกแซงแซวสีเทา	<i>Dicrurus leucophaeus</i>	R
20. นกแซงแซวหางบ่วงใหญ่	<i>Dicrurus paradiseus</i>	R
21. นกแซงสวรรค์	<i>Terpsiphone paradise</i>	R
22. นกแอ่นพง	<i>Artamus fuscus</i>	R
23. นกจับแมลงจุกดำ	<i>Hypothymis azurea</i>	R
24. นกเขียวกิ่งใหญ่	<i>Coracina melaschistos</i>	R
25. นกบั้งรอกใหญ่	<i>Phaenicophaeus tristis</i>	R

รายชื่อนก	ชื่อวิทยาศาสตร์	สถานะ
26. นกคัคคูสีม่วง	<i>Chrysococcyx xanthorhynchus</i>	R
27. นกคัคคูแซงแซว	<i>Surniculus lugubris</i>	R
28. นกจาบปีกอ่อนนอกเหลือง	<i>Emberiza aureola</i>	W
29. นกกะเต็นอกขาว	<i>Halcyon smyrnensis</i>	R
30. นกกะเต็น้อยธรรมดา	<i>Alcedo atthis</i>	R
31. นกนางแอ่นบ้าน	<i>Hirundo rustica</i>	W
32. นกนางแอ่นหางลวด	<i>Hirundo smithii</i>	R
33. นกแอ่นพันธุ์หิมาลัย	<i>Aerodramus brevirostris</i>	R
34. นกเขียวก้านทองหน้าผากสีทอง	<i>Chloropsis aurifrons</i>	R
35. นกเขียวก้านทองปีกสีฟ้า	<i>Chloropsis cochinchinensis</i>	R
36. นกอีเสือสีน้ำตาล	<i>Lanius cristatus</i>	W
37. นกอีเสือหลังแดง	<i>Lanius collurio</i>	W
38. นกจับแมลงอกส้มท้องขาว	<i>Cyornis tickelli</i>	R
39. นกจับแมลงคอแดง	<i>Ficedula parva</i>	W
40. นกจับแมลงสีฟ้า	<i>Eumyias thalassina</i>	R
41. นกจับแมลงสีน้ำตาล	<i>Muscicapa dauurica</i>	W
42. นกจับแมลงสีน้ำตาลแดง	<i>Muscicapa ferruginea</i>	P
43. นกจับแมลงหัวเทา	<i>Culicicapa ceylonensis</i>	R
44. นกจับแมลงจุดดำ	<i>Hypothymis azurea</i>	R
45. นกกางเขนบ้าน	<i>Copsychus saularis</i>	R
46. นกกางเขนดง	<i>Copsychus malabaricus</i>	R
47. นกยอดหญ้าสีดำ	<i>Saxicola caprata</i>	R
48. นกยอดหญ้าหัวดำ	<i>Saxicola torquata</i>	W
49. นกคอทับทิม	<i>Luscinia calliope</i>	W
50. นกกินปลีอกเหลือง	<i>Nectarinia jugularis</i>	R
51. นกกินปลีแก้มสีทับทิม	<i>Anthreptes singalensis</i>	R
52. นกกินปลีดำม่วง	<i>Nectarinia asiatica</i>	R
53. นกกินปลีคอแดง	<i>Aethopyga siparaja</i>	R
54. นกกินปลีท้ายทอยน้ำเงิน	<i>Hypogramma hypogrammicum</i>	R

รายชื่อนก	ชื่อวิทยาศาสตร์	สถานะ
55. นกปลีกล้วยเล็ก	<i>Arachnothera longirostra</i>	R
56. นกปลีกล้วยลาย	<i>Arachnothera magna</i>	R
57. นกสีชมพูสวน	<i>Dicaeum cruentatum</i>	R
58. นกกาฝากปากหนา	<i>Dicaeum agile</i>	R
59. นกกาฝากสีเรียบ	<i>Dicaeum concolor</i>	R
60. นกกระจอกบ้าน	<i>Passer montanus</i>	R
61. นกกระต๊อหัวชมพู	<i>Lonchura leucogastra</i>	R
62. นกกระต๊อตะโพกขาว	<i>Lonchura striata</i>	R
63. นกอุ้มบาตรหน้าขาวหลังดำ	<i>Motacilla alba leucopsis</i>	W
64. นกเด้าลมดง	<i>Dendronanthus indicus</i>	W
65. นกเด้าลมเหลือง	<i>Motacilla flava</i>	W
66. นกเด้าดินทุ่งเล็ก	<i>Anthus rufulus</i>	R
67. นกกระจาบบรรณดา	<i>Ploceus philippinus</i>	R
68. ไก่ป่า	<i>Gallus gallus</i>	R
69. ไก่ฟ้าหลังขาว	<i>Lophura nycthemera</i>	R
70. นกปรอดหัวโขน	<i>Pycnonotus jocosus</i>	R
71. นกปรอดหัวสีเขม่า	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	R
72. นกปรอดสวน	<i>Pycnonotus blanfordi</i>	R
73. นกปรอดเหลืองหัวจุก	<i>Pycnonotus melanicterus</i>	R
74. นกปรอดทอง	<i>Pycnonotus atriceps</i>	R
75. นกปรอดโง่เมืองเหนือ	<i>Alophoixus pallidus</i>	R
76. นกกิ้ง	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	R
77. นกไต่ไม้หน้าผากกำมะหยี่	<i>Sitta frontalis</i>	R
78. นกฮูก	<i>Otus bakkamoena</i>	R
79. นกเอี้ยงสาริกา	<i>Acridotheres tristis</i>	R
80. นกเอี้ยงหงอน	<i>Acridotheres grandis</i>	R
81. นกกิ้งโครงแถบหัวเทา	<i>Stumus malabaricus</i>	R
82. นกกระจิดธรรมดา	<i>Phylloscopus inornatus</i>	W
83. นกกระจิดหัวโลกเหนือ	<i>Phylloscopus borealis</i>	P

รายชื่อนก	ชื่อวิทยาศาสตร์	สถานะ
84. นกกระจัดหางขาวเล็ก	<i>Phylloscopus davisoni</i>	R
85. นกกระจับธรรมดา	<i>Orthotomus sutorius</i>	R
86. นกกระจับคอดำ	<i>Orthotomus atrogularis</i>	R
87. นกพงปากหนา	<i>Acrocephalus aedon</i>	W
88. นกมุ่นรกตาขาว	<i>Alcippe poioicephala</i>	R
89. นกกระวังไพรปากยาว	<i>Pomatorhinus hypoleucos</i>	R
90. นกหางรำดำ	<i>Heterophasia melanoleuca</i>	R
91. นกภูหงอนทองขาว	<i>Erpornis zantholeuca</i>	R
92. นกกินแมลงหน้าผากน้ำตาล	<i>Stachyris rufifrons</i>	R
93. นกกินแมลงกระหม่อมแดง	<i>Timalia pileata</i>	R
94. นกกินแมลงอกเหลือง	<i>Macronous gularis</i>	R
95. นกแสก	<i>Tyto alba</i>	R
96. นกกระรางหัวขวาน	<i>Upupa epops</i>	R
97. นกพญาไฟใหญ่	<i>Pericrocotus speciosus</i>	R
98. นกโพระดกคอสีฟ้า	<i>Megalaima asiatica</i>	R

จำนวนชนิดของนกที่พบในแต่ละเดือนในแต่ละพื้นที่ศึกษา มีความแตกต่างกัน ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 พบจำนวนชนิดของนกมากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 คือ 32 ชนิด ส่วนในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 พบจำนวนชนิดของนกล้นที่สุด คือ 12 ชนิด พื้นที่ศึกษาที่ 2 พบจำนวนชนิดของนกมากที่สุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2559 คือ 26 ชนิด ส่วนในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 พบจำนวนชนิดของนกล้นที่สุด คือ 8 ชนิด พื้นที่ศึกษาที่ 3 พบจำนวนชนิดของนกมากที่สุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 คือ 33 ชนิด ส่วนในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 พบจำนวนชนิดของนกล้นที่สุด คือ 9 ชนิด จำนวนชนิดของนกในฤดูหนาวจะมากกว่าในฤดูร้อนและฤดูฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝนหากสภาพอากาศมีลักษณะครึ้มหรือมีฝนตกจะพบนกน้อยมาก

จากการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่นกที่เป็นนกอพยพ (winter visitor) จะเริ่มอพยพย้ายถิ่นเข้ามาอาศัยอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อนในช่วงต้นฤดูหนาวราวเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม และจะย้ายถิ่นกลับในราวเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม ทำให้พบนกอพยพได้ในช่วงฤดูหนาว โดยพื้นที่ศึกษาที่ 1 พบนกอพยพมากที่สุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 จำนวน 7 ชนิด พื้นที่ศึกษาที่ 2 พบนกอพยพมากที่สุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2559 จำนวน 4 ชนิด พื้นที่ศึกษาที่ 3 พบนกอพยพมากที่สุดในเดือน

มกราคม พ.ศ. 2559 จำนวน 7 ชนิด ส่วนในช่วงฤดูฝนมักไม่พบนกอพยพ แต่ที่น่าสังเกตคือในการสำรวจนกในพื้นที่ศึกษาที่ 1 พบนกเค้าลมเหลืองซึ่งเป็นนกอพยพในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ซึ่งยังคงอยู่ในช่วงฤดูฝน

จากการสำรวจตลอดทั้งปีพบว่าในแต่ละพื้นที่ศึกษามีจำนวนชนิดของนกแตกต่างกัน ดังนี้

1. พื้นที่ศึกษาที่ 1 พบนก 58 ชนิด จัดเป็นนกประจำถิ่น 45 ชนิด นกอพยพเข้ามาในช่วงฤดูหนาว 12 ชนิด นกอพยพผ่าน 1 ชนิด
2. พื้นที่ศึกษาที่ 2 พบนก 52 ชนิด จัดเป็นนกประจำถิ่น 44 ชนิด นกอพยพเข้ามาในช่วงฤดูหนาว 7 ชนิด นกอพยพผ่าน 1 ชนิด
3. พื้นที่ศึกษาที่ 3 พบนก 49 ชนิด จัดเป็นนกประจำถิ่น 39 ชนิด นกอพยพเข้ามาในช่วงฤดูหนาว 9 ชนิด นกอพยพผ่าน 1 ชนิด

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดจาก Shannon's index (H') พบว่าในพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีค่าสูงสุด คือ 2.91 แสดงว่ามีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่า 2.63 และพื้นที่ศึกษาที่ 3 มีค่าต่ำสุด คือ 2.28

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสม่ำเสมอของการพบนกในเส้นทางเดินสำรวจจาก Evenness index (E_5) ใน 3 พื้นที่ศึกษา พบว่ามีความแตกต่างของความสม่ำเสมอของการพบนก โดยพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีค่าความสม่ำเสมอของการพบนกมากที่สุด คือ 0.71 พื้นที่ที่มีค่าความสม่ำเสมอของการพบนกรองลงมาคือพื้นที่ศึกษาที่ 2 คือ 0.68 ส่วนพื้นที่ศึกษาที่ 3 เป็นพื้นที่ที่มีค่าความสม่ำเสมอของการพบนกลดน้อยที่สุด คือ 0.59

เมื่อเปรียบเทียบค่าความคล้ายคลึงของชุมชนสิ่งมีชีวิตจาก Sorensen index พบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 2 กับพื้นที่ศึกษาที่ 3 มีความคล้ายคลึงของชุมชนสิ่งมีชีวิตสูงถึงร้อยละ 76.08 ส่วนพื้นที่ศึกษาที่ 1 กับพื้นที่ศึกษาที่ 2 มีค่าความคล้ายคลึงของชุมชนสิ่งมีชีวิตร้อยละ 40.78 และพื้นที่ศึกษาที่ 1 กับพื้นที่ศึกษาที่ 3 มีค่าความคล้ายคลึงน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 38.83

ส่วนการสำรวจพืชอาหารนกนั้นสำรวจโดยสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของนกชนิดต่างๆ เริ่มสำรวจตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 พบพืชอาหารนกทั้งหมด 36 ชนิด (ดังตารางที่ 2) จาก 29 วงศ์

นกบางชนิดมีพฤติกรรมการกินอาหารรวมกันเป็นฝูง เช่น นกกระติ๊ดขี้หมู นกปรอดเหลืองหัวจุก นกปรอดหัวสีเข้ม นกปรอดหัวโขน เป็นต้น ส่วนพวกนกกินปลีมักจะเข้ากินอาหารเดี่ยวๆ นกจะเลือกกินส่วนต่างๆ ของพืชอาหารแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของนก ส่วนต่างๆ ของพืชที่นกมักกินเป็นอาหาร คือ ผล เกสร น้ำหวาน และเมล็ด จากการศึกษพบว่าพืชอาหารที่นกเลือกกินเฉพาะผลมีมากที่สุด คือ มี 22 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 61.11 รองลงมา คือ พืชอาหารที่นกเลือกกินเฉพาะน้ำหวาน มี 7 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 19.44 พืชอาหารที่นกเลือกกินเฉพาะเกสรมี 3 ชนิด คิดเป็นร้อยละ

ละ 8.33 พืชอาหารที่นกเลือกกินผลและน้ำหวาน มี 2 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 5.55 พืชอาหารที่นกกินทั้งผล น้ำหวาน และเกสร มี 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 2.77 ส่วนพืชอาหารที่นกเลือกกินเมล็ด มี 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 2.77 ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตาราง 2 รายชื่อพืชอาหารนกชนิดต่างๆ ที่พบในอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน

รายชื่อพืชอาหารนก	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนของพืชที่นกกิน
1. แควหางค่าง	<i>Markhamia stipulata</i> Seen	น้ำหวาน
2. กระดุมผี	<i>Glochidion rubrum</i>	ผล
3. เต็ม	<i>Bischofia javanica</i>	ผล
3. พังแหรใหญ่	<i>Trema orientalis</i>	ผล
5. ป้างขาว	<i>Clerodendrum glandulosum</i>	ผล
6. ไช้ปลา	<i>Debregeasia longifolia</i>	ผล
7. ขนุนป่า (มะหาด)	<i>Artocarpus lakoocha</i>	ผล
8. ข้าวสารหลวง	<i>Maesa rementacea</i>	ผล
9. อวบน้ำ	<i>Chionanthus ramiflorus</i>	ผล
10. ผักไผ่ดอย	<i>Polygonum chinense</i>	ผล
11. นางพญาเสือโคร่ง	<i>Prunus cerasoides</i>	ผล, น้ำหวาน, เกสร
12. พะยอมดง	<i>Meliosma pinnata</i>	ผล
13. ส้านเห็บ	<i>Saurauia roxburghii</i>	ผล
14. ตะไคร้ต้น	<i>Scurrula parasitica</i>	ผล
15. มะไฟ	<i>Baccaurea ramiflora</i>	ผล
16. มะกั้ม	<i>Canarium subulatum</i>	ผล
17. มะกอก	<i>Spondias pinnata</i>	ผล
18. มะรุม	<i>Morinda oleifera</i>	น้ำหวาน
19. หว้า	<i>Syzygium cumini</i>	ผล
20. ไทรย้อย	<i>Ficus benjamina</i>	ผล
21. กร่าง	<i>Ficus altissima</i>	ผล
22. กระท้อน	<i>Sandoricum koetjape</i>	ผล
23. ราชดัด	<i>Brucea mollis</i>	ผล

รายชื่อพืชอาหารนก	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนของพืชที่นกกิน
24. เสี้ยวดอกขาว	<i>Bauhinia variegata</i>	น้ำหวาน
25. ตะขบ	<i>Muntingia calabura</i>	ผล, น้ำหวาน
26. ตำลึง	<i>Coccinia grangis</i>	ผล
27. รางจืด	<i>Thunbergia laurifolia</i>	น้ำหวาน
28. มะละกอ	<i>Carica papaya</i>	ผล
29. กล้วยป่า	<i>Musa acuminata</i>	ผล, น้ำหวาน
30. ยอ	<i>Morinda citrifolia</i>	น้ำหวาน
31. โมกมัน	<i>Wrightia arborea</i>	เกสร
32. มูกเขา	<i>Hunteria zeylanica</i>	ผล
33. ช้างกระ	<i>Rhynchosyilis gigantea</i>	น้ำหวาน
34. หญ้าคา	<i>Imperata cylindrical</i>	เมล็ด
35. ทองแตบ	<i>Macaranga denticulata</i>	น้ำหวาน
36. สมอพิเภก	<i>Terminalia bellirica</i>	เกสร

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการศึกษาจะเห็นว่าในแต่ละพื้นที่ศึกษาพบจำนวนชนิดของนกมากที่สุดในช่วงฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงที่มีนกอพยพจากตอนเหนือของทวีปเอเชียเข้ามาอาศัยอยู่ (รุ่งโรจน์ จุกมงคล, 2549) เมื่อรวมกับนกประจำถิ่นซึ่งมีแหล่งที่อยู่อยู่ในพื้นที่ศึกษาอยู่แล้วจึงทำให้จำนวนชนิดของนกมากกว่าในช่วงเวลาอื่นของปี ส่วนในฤดูร้อนและฤดูฝนพบว่ามีจำนวนชนิดของนกน้อยลง สาเหตุประการหนึ่งก็เนื่องมาจากนกอพยพได้บินอพยพกลับไปยังถิ่นเดิมเพื่อสร้างรังวางไข่อีกครั้งเมื่อฤดูหนาวผ่านไป ทำให้นกในพื้นที่ศึกษาเหลือเพียงนกประจำถิ่นอาศัยอยู่เท่านั้น นอกจากนี้การพบจำนวนชนิดของนกน้อยลงในช่วงฤดูร้อนยังเนื่องมาจากในฤดูร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้น นกจึงมีการปรับหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของตัวเอง เช่น มีการอพยพไปหากินในพื้นที่ที่มีระดับความสูงมากขึ้นซึ่งเป็นบริเวณที่มีอุณหภูมิเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตมากกว่าเนื่องจากไม่ร้อนอบอ้าว หากนกยังอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูงเป็นเวลานานอาจทำให้อัตราเมแทบอลิซึมของร่างกายลดลง (West, 1972) สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้ในช่วงฤดูร้อนพบจำนวนชนิดของนกน้อยอาจเป็นผลมาจากจิ้งจั่นซึ่งมักจับคู่ผสมพันธุ์ในช่วงเดือนเมษายนและพฤษภาคม ในช่วงจับคู่ผสมพันธุ์นี้จิ้งจั่นจะส่งเสียงเกือบตลอดทั้งวัน ซึ่งเสียงดังกล่าวอาจรบกวนโสตประสาทของนก ดังรายงานการวิจัยของ Jennifer และ Michael ปี ค.ศ. 1999 ได้รายงานไว้ว่าความขุขุมของจิ้งจั่นในป่าสนมีผลต่อความหลากหลายชนิดของนก

โดยเสียงของจิ้งจกจันทน์ผู้ที่ส่งออกไปเพื่อดึงดูดตัวเมียให้เข้ามาผสมพันธุ์มีผลทำให้ช่วงเวลาดังกล่าวพบจำนวนชนิดของนกน้อยลง (Jennifer & Michael, 1999) ส่วนสาเหตุที่ทำให้พบจำนวนชนิดของนกน้อยลงในช่วงฤดูฝนก็เนื่องมาจากในช่วงฤดูฝนมักมีสภาพอากาศครึ้มและมีฝนตกชุกมากกว่าช่วงอื่นๆ ของปี ซึ่งสภาพอากาศเช่นนี้นักจะไม่ค่อยมีกิจกรรมต่างๆ และไม่ค่อยส่งเสียงร้อง ทำให้พบจำนวนชนิดของนกน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปี พ.ศ. 2559 มีฝนตกชุกจนถึงปลายเดือนตุลาคม จึงทำให้พื้นที่ศึกษาที่ 1 และ 2 พบจำนวนชนิดของนกน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้วในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคมของทุกปีเป็นช่วงที่เริ่มมีนกอพยพเข้ามาอาศัยอยู่ในพื้นที่แล้ว จึงน่าจะพบจำนวนชนิดของนกเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการสำรวจนกในแต่ละพื้นที่ศึกษาก็พบว่านกอพยพส่วนใหญ่จะเริ่มอพยพเข้ามาอาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่เดือนกันยายนและตุลาคมซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มเข้าสู่ฤดูหนาว แต่พื้นที่ศึกษาที่ 1 กลับพบนกเค้าลมเหลืองซึ่งเป็นนกอพยพเข้ามาอาศัยอยู่ตั้งแต่เดือนสิงหาคมซึ่งยังอยู่ในช่วงฤดูฝน ที่เป็นเช่นนี้อาจเกิดจากสภาพอากาศของโลกที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตส่งผลทำให้นกอพยพเร็วขึ้น หรืออาจเป็นไปได้ว่านกที่พบเป็นประชากรที่ไม่อพยพกลับถิ่นเดิม ซึ่งคงต้องมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องจึงจะทราบคำตอบที่แน่นอน

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดจาก Shannon's index พบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 (ความสูง 800 เมตร) มีค่าสูงสุด แสดงว่ามีความหลากหลายชนิดของนกมากที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ศึกษาที่ 2 (ความสูง 900 เมตร) และพื้นที่ศึกษาที่ 3 (ความสูง 1,000 เมตร) มีค่าต่ำสุด แสดงว่าระดับความสูงของพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่ของนกเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อจำนวนชนิดและการกระจายตัวของนก โดยจำนวนชนิดของนกที่พบในพื้นที่ระดับต่ำจะมีมากกว่าพื้นที่ระดับสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Laman และคณะ ซึ่งศึกษาความหลากหลายชนิดของนกในอุทยานแห่งชาติ Gunung Palung ประเทศอินโดนีเซีย โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาตามระดับความสูงและประเภทของป่า ผลการศึกษาพบว่าป่าดิบแล้งในระดับต่ำเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายชนิดของนกสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ (Laman et al., 1996) และยิ่งสอดคล้องกับการศึกษาความหลากหลายชนิดของนกบริเวณดอยผ้าห่มปก อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าป่าดิบเขาในระดับต่ำมีความหลากหลายชนิดของนกมากกว่าป่าดิบเขาในระดับสูง (เอกลักษณ์ คันสร, 2548)

จากผลการคำนวณค่าดัชนีความสม่ำเสมอของการพบนก พบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของการพบนกมากที่สุด พื้นที่ที่มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของการพบนกรองลงมาคือพื้นที่ศึกษาที่ 2 ส่วนพื้นที่ศึกษาที่ 3 เป็นพื้นที่ที่มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของการพบนกน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการกระจายตัวของนกในแต่ละพื้นที่ศึกษามีความแตกต่างกัน พื้นที่ที่มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของการพบนกสูงนั้นแสดงว่าสามารถพบนกได้อย่างสม่ำเสมอทุกช่วงของเส้นทางสำรวจ แต่บางพื้นที่ศึกษาจะพบนกในบางช่วงของเส้นทางสำรวจเท่านั้นจึงมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของการพบต่ำกว่า จากเหตุผลดังกล่าวทำให้แต่ละพื้นที่ศึกษามีความสม่ำเสมอของการพบนกแตกต่างกัน และ

พื้นที่ศึกษาที่ 1 มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของการพบนกมากที่สุด ซึ่งอาจเนื่องมาจากเป็นพื้นที่ศึกษาที่มีนกมากที่สุดทั้งจำนวนชนิดและจำนวนประชากร จึงทำให้มีนกกระจายตัวอยู่ทั่วไปในพื้นที่ ดังนั้นในเส้นทางสำรวจจึงสามารถพบนกได้อย่างสม่ำเสมอในทุกช่วงของเส้นทาง

การศึกษาความคล้ายคลึงของชุมชนสิ่งมีชีวิต พบว่าพื้นที่ศึกษาที่ 2 และพื้นที่ศึกษาที่ 3 มีความคล้ายคลึงของชุมชนสิ่งมีชีวิตสูงที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ศึกษาที่ 1 กับพื้นที่ศึกษาที่ 2 ส่วนพื้นที่ศึกษาที่ 1 กับพื้นที่ศึกษาที่ 3 มีความคล้ายคลึงน้อยที่สุด จากผลที่ได้แสดงว่าแต่ละพื้นที่ศึกษามีชนิดของนกที่เข้าไปใช้พื้นที่แตกต่างกันออกไป ในสองพื้นที่ที่มีค่าความคล้ายคลึงของชุมชนสิ่งมีชีวิตสูงแสดงว่าทั้งสองพื้นที่มีความเหมือนชนิดของนกที่เข้าไปใช้พื้นที่สูงกว่าสองพื้นที่ที่มีความคล้ายคลึงกันของชุมชนสิ่งมีชีวิตน้อยกว่า ซึ่งในพื้นที่ศึกษาที่ 2 และพื้นที่ศึกษาที่ 3 มีความเหมือนชนิดของนกที่เข้าไปใช้พื้นที่สูงกว่า เนื่องจากนกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ทั้งสองส่วนใหญ่เป็นนกป่าเหมือนกัน ส่วนพื้นที่ศึกษาที่ 1 นั้นมีทั้งนกป่าและนกทุ่ง ทำให้มีชนิดของนกที่เข้าไปใช้พื้นที่ต่างจากพื้นที่ศึกษาที่ 2 และพื้นที่ศึกษาที่ 3 อย่างชัดเจน

การสังเกตพฤติกรรมการกินอาหารของนกชนิดต่างๆ ที่พบทำให้ทราบว่าพืชอาหารที่นกเลือกกินเฉพาะผลมีมากที่สุด จากผลการศึกษาที่ได้นี้สอดคล้องกับการศึกษาความหลากหลายของพืชอาหารนกบริเวณถ้ำน้ำลอด จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งพบว่าส่วนของพืชอาหารที่นกเลือกกินมากที่สุดคือ ส่วนผล (สวัสต์ สนิทจันทร์ และนริทธิ์ สีตะสุวรรณ, 2544) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาความหลากหลายชนิดของพืชอาหารนกที่ดอยผ้าห่มปก จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งก็รายงานไว้เช่นกันว่าส่วนของพืชอาหารที่นกเลือกกินมากที่สุดคือส่วนผล การที่พบชนิดของนกในพื้นที่ศึกษาที่ 1 มากกว่าพื้นที่ศึกษาอื่นๆ อาจเนื่องมาจากในพื้นที่ศึกษาที่ 1 มีชนิดของพืชอาหารนกที่หลากหลายกว่า เนื่องจากพื้นที่ศึกษาที่ 1 เป็นพื้นที่เพาะปลูกทั้งพืชสวนและพืชไร่ จึงมีผลไม้ทั้งที่เป็นผลไม้ที่ขึ้นเองตามธรรมชาติและผลไม้ในพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร นอกจากนี้ในพื้นที่ศึกษาที่ 1 ยังมีหญ้าและพืชไร่ชนิดต่างๆ ที่เมล็ดของพืชเหล่านี้เป็นอาหารของนกกินเมล็ดพืช ดังนั้นความหลากหลายชนิดของพืชอาหารนกจึงมีความสัมพันธ์กับความหลากหลายชนิดของนก ปริมาณนก และการกระจายตัวของนก

เอกสารอ้างอิง

- จารุจินต์ นฤตะภักดิ์, กานต์ เลชะกุล และ วัชร สงวนสมบัติ. (2550). คู่มือดูนก หมอบูญส่ง เลชะกุล นกเมืองไทย. กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ไชมอน การ์ดเนอร์, พินดา สิทธิสุนทร และ วิไลวรรณ อนุสารสุนทร. (2549). ต้นไม้เมืองเหนือ คู่มือศึกษาพรรณไม้ยืนต้นในป่าภาคเหนือประเทศไทย. กรุงเทพฯ: โครงการจัดพิมพ์คปไฟ.
- ฟิลิป ดี รวอร์ด. (2550). 100 ปี หมอรักษาไพร นายแพทย์บุญส่ง เลชะกุล. สารคดี, 23(273).

- ฟิลิป ดี ราวด์. (2551). นิเวศวิทยาและความหลากหลายทางชีวภาพของนกในประเทศไทย. BRT Magazine, (23), 21.
- รุ่งโรจน์ จุกมงคล. (2549). Thailand Bird Guide. กรุงเทพฯ: สารคดี.
- วิรัช เล่าเหจินดา และ วุฒิ ทักษิณธรรม. (2549). หลักอนุกรมวิธานสัตว์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- สวัสดิ์ สนิทจันทร์ และ นริทธิ์ สีตะสุวรรณ. (2544). พืชอาหารของนกบริเวณถ้ำน้ำลอด จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย, 9(1), 23-29.
- เอกลักษณ์ คันศร. (2548). ความหลากหลายของนกบริเวณดอยผ้าห่มปก อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- Laman T. G., Gaither J. C. & Lukas D. E. (1996,). Rain forest bird diversity in Gunung Palung National Park, West Kalimantan, Indonesia. Tropical Biodiversity, (3).
Retrieved from <http://www.nature-conservation.or.id/journals.html>
- Jennifer L. H. & Michael D. C. (1999). Bird diversity composition in even-aged loblolly pinestands relative to Emergence of 13-year periodical cicadas and vegetation structure. In The Tenth Biennial Southern Silvicultural Research Conference. pp. 243-248. LA , Shreveport.
- West G. C. (1972). Seasonal difference in resting metabolic rate of Alaskan Ptarmigan. Comp. Biochem. Physiol., (42), 867-876.

การศึกษาคุณลักษณะทางด้านเคมีและกายภาพของสับปะรด 3 พันธุ์ สำหรับการบริโภคสด

Study on Chemical and Physical Characteristics from three Varieties of Pineapples for Fresh Consumption

กุลวิชัย พานิชกุล(Kullawich Panichkul)^{1*}

¹สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

* E-mail: Kullawich@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพของสับปะรดบริโภคสด จำนวน 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ และปริมาณความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ ส่วนปริมาณวิตามินซีของสับปะรด 3 สายพันธุ์ ในขณะที่ยังผลสุกของปริมาณวิตามินซีของสับปะรดพันธุ์เพชรบุรี (25.03 mg/100 ml) มีปริมาณมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ พันธุ์ภูเก็ต (21.01 mg/100 ml) และพันธุ์ปัตตาเวีย (16.01 mg/100 ml) ส่วนค่าสีของชิ้นเนื้อ สับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ ซึ่งสีเนื้อผลพันธุ์ปัตตาเวียมีแนวโน้มไปทางสีเหลืองอมเขียว แต่สีเนื้อผลพันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ตมีแนวโน้มไปทางสีเหลืองเข้ม ส่วนค่า L* ไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ และพบว่า ค่าความแน่นเนื้อ ของสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93 2.51 และ 2.31 Kg/cm² ตามลำดับ จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ปรากฏว่า สับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางด้านสถิติ คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบถึงชอบมาก (3.83-4.08 คะแนน)

คำสำคัญ: สับปะรด คุณภาพ การบริโภคสด

Abstract

The objective of this study was to investigate the quality of fresh pineapple of three varieties, which were Smooth Cayenne, Phetchaburi and Malacca Queen. These pineapples were grown in the same conditions at Baan Sadet sub-district, Muang district, Lamphang province. It was found that there was no significant difference for total soluble solids, total acidity and pH among these varieties.

However, Phetchaburi had the highest ascorbic acid content (25.03 mg/100 ml) followed by Malacca Queen (21.01 mg/100 ml) and Smooth Cayenne (16.01 mg/100 ml). For color measurement with L*, a* and b* system, the colors of texture of those 3 varieties were different in a* and b* value, but not L* value. The color of Smooth Cayenne's texture was greenish-yellow, while Phetchaburi's and Malacca Queen's had deep yellow color. It was interesting to find that the firmness among these 3 varieties were different. The firmness value of Smooth Cayenne, Phetchaburi and Malacca Queen were 2.93, 2.51 and 2.31 Kgf/cm² respectively. For customer acceptance evaluation, there were not significantly different among these 3 varieties. The overall mean scores were 3.83-4.08 (like moderately to like very much).

Keywords: pineapple, quality, fresh consumption

บทนำ

สับปะรด (Pineapple) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ananas comosus* (L.) Merr. จัดเป็นผลไม้ในวงศ์ Bromeliaceae สับปะรดจัดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง (วิจิตร วังใน, 2545) แหล่งผลิตที่สำคัญ 3 แหล่งด้วยกัน คือ ภาคใต้ปลูกกันมากที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจังหวัดเพชรบุรี ภาคตะวันออกปลูกกันมากที่จังหวัดระยอง และในภาคเหนือปลูกกันมากที่จังหวัดลำปาง โดยที่สับปะรดนั้นทำรายได้ให้กับทางจังหวัดลำปางปีละประมาณ 70 ล้านบาท และที่สำคัญมีสับปะรดจำหน่ายได้ตลอดทั้งปี จากการปลูกในเขตพื้นที่ 3 ตำบลของจังหวัดลำปาง ได้แก่ ตำบลบ้านเสด็จ ตำบลบ้านแลง และตำบลบุษราคัมพัฒนา ซึ่งสับปะรดที่ปลูกส่วนใหญ่จะเป็นสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย

ประชากรกลุ่มชุมชน ตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง จากการลงพื้นที่สำรวจเพื่อดำเนินกิจกรรมค้นหาโจทย์โครงการยกระดับคุณภาพชีวิตของชุมชนแบบมีส่วนร่วม พบว่าประชากรส่วนใหญ่ มีอาชีพเป็นเกษตรกร ซึ่งมีการปลูกสับปะรดเป็นอาชีพหลัก คิดเป็นร้อยละ 80 ของพื้นที่ทั้งหมด พันธุ์สับปะรดที่เกษตรกรใช้ปลูกนั้นเป็นพันธุ์ปัตตาเวีย ซึ่งเป็นพันธุ์นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายในตำบลบ้านเสด็จ เนื่องจากด้วยตำบลบ้านเสด็จเป็นแหล่งปลูกที่ใหญ่ที่สุดในจังหวัดลำปาง ส่งผลทำให้ปัญหาที่ตามมาภายหลังการเก็บเกี่ยว คือ ผลผลิตล้นตลาด และคุณภาพของผลผลิตในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคมของทุกปี (ช่วงฤดูหนาว) เนื้อผลไม้ลักษณะเป็นสีเหลืองอ่อน และมีรสชาติเปรี้ยว ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นการส่งเสริมพันธุ์สับปะรดอื่นๆ ได้แก่ สับปะรดพันธุ์เพชรบุรี และสับปะรดพันธุ์ภูเก็ต อาจเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับกลุ่มเกษตรกรผู้มีความสนใจที่จะทดลองปลูกเพื่อแก้ไขหรือลดปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นนี้เพราะเนื่องจากคุณสมบัติของ

สับปะรดทั้ง 2 สายพันธุ์นี้ เป็นพันธุ์สับปะรดที่ให้ผลผลิตสูง มีรสชาติตรงตามความต้องการของตลาด และสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม สามารถใช้เป็นพันธุ์ปลูกเพื่อรับประทานผลสดได้ดี ซึ่งพันธุ์เพชรบุรีมีลักษณะเด่นตรงที่ตาย่อยสามารถแกะหรือฉีกที่สะอาดทานสดได้ทันที (กรมวิชาการเกษตร, 2556) ส่วนพันธุ์ภูเก็ตก็มีลักษณะผลผลิตที่มีเนื้อสัมผัสที่กรอบ และให้รสชาติที่หวาน (อรุณ โสติกุล และคณะ, 2547) ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของชนิดของผลผลิตในท้องตลาดที่มีจำหน่ายเพียงแต่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียเพียงอย่างเดียว ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้มีงานวิจัยนี้ที่ศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของสับปะรดสำหรับบริโภคสด 3 พันธุ์ ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ซึ่งคาดว่าจะงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ผลิตรายย่อย และในด้านผู้ค้า ที่สามารถจำหน่ายผลผลิตที่มีคุณภาพ และสร้างความแตกต่างจากสับปะรดที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด ก่อให้เกิดความพึงพอใจแก่ผู้บริโภค ส่งผลทำให้เกิดการพัฒนาเชิงเศรษฐกิจในระดับชุมชน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคูณลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของสับปะรด 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต เพื่อสำหรับการใช้บริโภคสด

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง เก็บเกี่ยวผลสับปะรด 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต เพื่อสำหรับการใช้บริโภคสด ที่ปลูกในพื้นที่ตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยคัดเลือกเก็บเกี่ยวเฉพาะผลสับปะรดที่สมบูรณ์ ไม่มีตำหนิ (Defect) โดยใช้ระยะความบริบูรณ์ในการเก็บเกี่ยวที่ใกล้เคียงกัน
2. ตรวจวัดคุณลักษณะทางด้านเคมี ดังนี้
 - 2.1 ตรวจวัดคุณลักษณะปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสับปะรด (Total soluble solids)
 - 2.2 ตรวจวัดปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable acidity: TA)
 - 2.3 ตรวจวัดคุณลักษณะความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่อง pH meter
 - 2.4 ตรวจวัดคุณลักษณะทางด้านปริมาณวิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid)
3. ตรวจวัดคุณลักษณะทางด้านกายภาพ ดังนี้
 - 3.1 ตรวจวัดค่าสีของชิ้นเนื้อสับปะรด
 - 3.2 ตรวจวัดค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของเนื้อสับปะรด โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer (รุ่น TA.XT plus ยี่ห้อ stable Micro System, USA)
4. ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีทดสอบความชอบ 5 Point Hedonic

Scaling Test (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด จนถึงคะแนน 5 ชอบมากที่สุด) คุณลักษณะที่ทดสอบ คือ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

การศึกษาครั้งนี้จะวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows และเปรียบเทียบความแตกต่าง ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยต่อกันด้วย Least Significant Difference (LSD) โดยทดสอบระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$)

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเรื่อง “การศึกษาคุณลักษณะทางด้านเคมีและกายภาพของสับปะรด 3 สายพันธุ์ สำหรับการบริโภคสด” ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตผล 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี การวิเคราะห์คุณภาพการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ลักษณะทางด้านเคมี

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids, TSS)

ผลการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสับปะรดทั้ง 3 สายพันธุ์ ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ได้แก่ พันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของทั้ง 3 สายพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.55, 18.08 และ 17.98 องศาบริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งจากการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสับปะรดพันธุ์เพชรบุรีที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่า มีปริมาณค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับสับปะรดพันธุ์เพชรบุรี ที่ปลูกในโดย ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร และสถานีทดลองพืชสวนเพชรบุรี ซึ่งค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 16.90 องศาบริกซ์ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี, 2559) แต่ในส่วนของสับปะรดพันธุ์ภูเก็ต พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่วิเคราะห์จากการทดลอง มีความสอดคล้องกับ สาโรจ ปัญญามงคล (2560) ที่รายงานไว้ว่า ค่าความหวานของสับปะรดภูเก็ต ซึ่งเป็นสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตปลูกในบริเวณพื้นที่บ้านนางแล ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย (สวนกัญญารัตน์, 2559) ในระดับความบริบูรณ์เบอร์ 5-เบอร์ 8 มีค่าเท่ากับ 15.4-16.2 องศาบริกซ์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษานี้ และในขณะเดียวกันก็มีค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้แตกต่างกับ สับปะรดพันธุ์ภูเก็ต ที่ปลูกในสถานีวิจัยปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.80 องศาบริกซ์ (เอกรัตน์ ธนทอง, 2553) ซึ่งอาจเกิดจากการปลูกในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดิน และสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของสับปรดตัวอย่าง 3 พันธุ์

พันธุ์สับปรด	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์)
พันธุ์ปัตตาเวีย	16.55±1.02 ^{ns}
พันธุ์เพชรบุรี	18.08±1.63
พันธุ์ภูเก็ต	17.98±0.45

หมายเหตุ : ns แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable Acidity: TA)

ผลการศึกษาปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้จากสับปรดจำนวน 3 พันธุ์ ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่า สับปรดทั้ง 3 สายพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดที่ ไตเตรทได้ของสับปรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.83, 0.95 และ 0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้เฉลี่ยของพันธุ์เพชรบุรี จะมีค่ามากกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย และพันธุ์ภูเก็ต (ตารางที่ 2) คุณภาพของผลสับปรดที่เหมาะสมสำหรับการส่งเข้าโรงงานอุตสาหกรรมควรมีปริมาณกรดสูง (0.4-0.6 เปอร์เซ็นต์) (เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ และคณะ, 2537) ซึ่งจะเห็นได้ว่าสับปรดทั้ง 3 พันธุ์ มีปริมาณกรดสูงตรงตามความต้องการของโรงงานอุตสาหกรรม จึงเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกร หรือผู้ประกอบการเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจในการหาตลาด นอกเหนือจากการขายปลีก หรือเพื่อบริโภคสด

อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TSS): ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA) ของสับปรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต จะมีปริมาณค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.93 19.03 และ 23.97 ตามลำดับ จากข้อมูลการศึกษานี้จะพบว่า ปริมาณค่าเฉลี่ยของ TSS : TA ของสับปรดพันธุ์ปัตตาเวีย และพันธุ์เพชรบุรี มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนพันธุ์ภูเก็ตนั้นค่อนข้างจะแตกต่าง ซึ่งสอดคล้องกับที่ งามนิจ ชื่นบุญงาม (2549) ได้กล่าวไว้ว่า ค่าของอัตราส่วนระหว่าง TSS: TA มักมีความแปรปรวนสูง โดยขึ้นอยู่กับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ซึ่งค่าที่ได้แม้จะเป็นค่าเดียวกันแต่อาจมาจากปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด และปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ที่ต่างค่ากัน

ตารางที่ 2 ข้อมูลของปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของสับปะรดตัวอย่าง 3 พันธุ์

พันธุ์สับปะรด	ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (เปอร์เซ็นต์)
พันธุ์ปัตตาเวีย	0.83±0.12 ^{ns}
พันธุ์เพชรบุรี	0.95±0.25
พันธุ์ภูเก็ต	0.75±0.05

หมายเหตุ : ns แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ปริมาณความเป็นกรด-ด่าง

จากการศึกษาปริมาณความเป็นกรด-ด่าง ของสับปะรด 3 พันธุ์ ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณความเป็นกรด-ด่างของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08, 3.97 และ 4.15 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งจากค่าเฉลี่ยของปริมาณความเป็นกรด-ด่างของสับปะรดทั้ง 3 สายพันธุ์ มีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน กับค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จที่ผ่านๆมา ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.13- 4.16 (จิรภา พงษ์จันตา และคณะ, 2553)

สรวงสุตา ไชยทิพย์ และ นิธิยา รัตนานนท์ (2539) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสับปะรดสดพร้อมบริโภค ซึ่งรายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้มีแนวโน้มสูงขึ้น และค่าพีเอชมีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ปริมาณกรดที่ไตเตรทยังเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับค่าความเป็นกรด-ด่างที่ลดลง ซึ่งเมื่อศึกษาค่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (ตารางที่ 2) และ ปริมาณค่าเป็นกรด-ด่าง (ตารางที่ 3) จากสับปะรด 3 สายพันธุ์ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ได้ค่าเฉลี่ย ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (TA): ปริมาณความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต คือ 0.83: 4.08, 0.95: 3.97 และ 0.75: 4.14 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่า ค่าปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ และปริมาณความเป็นกรด-ด่าง มีความสอดคล้องกัน

ตารางที่ 3 ข้อมูลของปริมาณความเป็นกรด-ด่างของสับปะรดตัวอย่าง 3 พันธุ์

พันธุ์สับปะรด	pH
พันธุ์ปัตตาเวีย	4.08±0.00 ^{ns}
พันธุ์เพชรบุรี	3.97±0.16
พันธุ์ภูเก็ต	4.15±0.25

หมายเหตุ: ns แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ปริมาณวิตามินซี หรือกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid)

จากการศึกษาปริมาณวิตามินซี ของสับปะรด 3 พันธุ์ ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณวิตามินซีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.01, 25.03 และ 21.01 mg/100 ml (มก./100 มล.น้ำสับปะรด) ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งจากผลการทดลองจะพบว่า สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียให้ผลการทดลองสอดคล้องกับ สรวงสุตา ไชยทิพย์ และ นิธิยา รัตนาพนนท์ (2539) ที่วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ที่ได้จากตลาดตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ มีค่ากรดแอสคอร์บิก หรือวิตามินซี เฉลี่ย 16.50 mg/100 ml. ดังนั้นจากการศึกษาจึงพอจะกล่าวได้ว่า สับปะรดพันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง มีผลวิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี ที่มากกว่า สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4 ข้อมูลของปริมาณวิตามินซีของสับปะรดตัวอย่าง 3 พันธุ์

พันธุ์สับปะรด	ปริมาณวิตามินซี (mg/100 ml)
พันธุ์ปัตตาเวีย	16.01±0.01 ^c
พันธุ์เพชรบุรี	25.03±0.01 ^a
พันธุ์ภูเก็ต	21.01±0.01 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การวิเคราะห์ลักษณะทางด้านกายภาพ

ค่าสีของขึ้นเนื้อสับประรด

จากการศึกษาค่าสีของขึ้นเนื้อของสับประรด 3 พันธุ์ ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยใช้ค่าสี (L^* a^* และ b^*) โดย L^* เข้าใกล้ 0 หมายถึงตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำ ส่วนค่า a^* ที่เป็นบวก แสดงว่า ตัวอย่างเป็นสีแดง แต่ a^* เป็นลบ แสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเขียว และในค่า b^* ที่เป็นบวกแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีเหลือง และถ้าค่า b^* เป็นลบแสดงว่าตัวอย่างเป็นสีน้ำเงิน (อรุณทิพย์ เหมะธูสิน และคณะ 2555) ผลการตรวจวัด พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ของสับประรดทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยค่าความสว่าง (L^*) ของสับประรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64.53, 70.88 และ 68.89 ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อจากสีเขียวไปเป็นสีแดง (a^*) ของสับประรด 3 พันธุ์ ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.2.1) โดยค่าเฉลี่ยสีเนื้อจากสีเขียวไปเป็นสีแดง (a^*) ของสับประรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.09, 5.04 และ 3.26 ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อจากสีน้ำเงินไปเป็นเหลือง (b^*) ของสับประรด 3 พันธุ์ ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่า สับประรดพันธุ์ปัตตาเวียมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสับประรดพันธุ์เพชรบุรี และสับประรดพันธุ์ภูเก็ต โดยค่าเฉลี่ยสีเนื้อจากสีน้ำเงินไปเป็นสีเหลือง (b^*) ของสับประรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.72, 42.75 และ 38.99 ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ข้อมูลสีเนื้อสับประรดของสับประรดตัวอย่าง 3 พันธุ์

ค่าสี พันธุ์สับประรด	L^*	a^*	b^*
พันธุ์ปัตตาเวีย	64.53±10.20 ^{ns}	1.09±0.19 ^c	31.72±1.17 ^b
พันธุ์เพชรบุรี	70.88±1.26	5.04±0.05 ^a	42.75±1.14 ^a
พันธุ์ภูเก็ต	68.89±3.33	3.26±0.27 ^b	38.99±1.46 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness)

จากการศึกษาความแน่นเนื้อของขึ้นเนื้อสับประรด ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง พบว่า สับประรดทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) โดยค่าความแน่นเนื้อของสับประรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93, 2.51 และ 2.31 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (Kgf/cm^2) (ตารางที่ 6) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ เอกรัตน์ ธนทอง (2553) ที่รายงานว่า ค่าความแน่นเนื้อของสับประรดปัตตาเวีย และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้อ เท่ากับ 29.4 และ 34.1 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร กล่าวคือ ค่าความแน่นเนื้อของสับประรดพันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต จะมีความแน่นเนื้อมากกว่าพันธุ์ปัตตาเวีย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นกระบวนการนี้ ถ้าเกิดขึ้นกับผลไม้ที่มีเส้นใยสูง เมื่อนำมาวัดค่าแรงเฉือน ใบมีดก็ยิ่งตัดผ่านส่วนที่เป็นเส้นใยของสับประรดซึ่งมีความเหนียวมากขึ้น จึงทำให้ตัดขาดยาก ค่าแรงเฉือนจึงเพิ่มมากขึ้น ผลการวัดทั้งค่าแรงเฉือนและค่าแรงกดที่ได้ค่าไม่สม่ำเสมอ อาจเนื่องจากความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของสับประรดด้วย ถึงแม้ได้พยายามเลือกส่วนของขึ้นสับประรดที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ตำแหน่งในการตัดใกล้เคียงกัน และขนาดของขึ้นสับประรดเท่าๆ กันก็ตาม ค่าที่วัดได้บางครั้ง อาจมีค่าสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับขึ้นส่วนนั้นประกอบด้วยเส้นใยมากน้อยเพียงใด และกรมวิชาการเกษตร (2556) ได้รายงานว่า สับประรดพันธุ์เพชรบุรี เนื้อจะแน่นกว่าพันธุ์ตราดสีทอง ภูเก็ต หรือ สวี แต่ไม่แน่นเท่าพันธุ์ปัตตาเวีย

ตารางที่ 6 ข้อมูลของค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของสับประรดตัวอย่าง 3 พันธุ์

พันธุ์สับประรด	ความแน่นเนื้อ (Kgf/cm^2)
พันธุ์ปัตตาเวีย	2.93 ± 0.06^a
พันธุ์เพชรบุรี	2.51 ± 0.59^{ab}
พันธุ์ภูเก็ต	2.31 ± 0.37^b

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ข้อมูลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสับประรดทั้ง 3 สายพันธุ์ ที่ปลูกในพื้นที่ตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยใช้วิธีการประเมินความชอบแบบ 5-Point hedonic scale คุณลักษณะทดสอบของสับประรดที่ทำการทดสอบโดยผู้ทดสอบจำนวน 12 คน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมซึ่งมีผลดังต่อไปนี้

1. ความชอบของลักษณะปรากฏของสับปะรด

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนความชอบ 5 คะแนน พบว่า ความชอบของลักษณะปรากฏภายนอกของสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ชอบ-ชอบมาก) โดยที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยความชอบของลักษณะปรากฏเท่ากับ 3.83, 3.83 และ 4.00 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

2. ความชอบของสีเนื้อสับปะรด

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนความชอบ 5 คะแนน พบว่า ความชอบของสีเนื้อสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ชอบ-ชอบมาก) โดยที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยความชอบของลักษณะปรากฏเท่ากับ 3.83, 3.75 และ 3.95 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

3. ความชอบของกลิ่นของสับปะรด

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนความชอบ 5 คะแนน พบว่า ความชอบของกลิ่นสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ชอบ-ชอบมาก) โดยที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยความชอบของลักษณะปรากฏเท่ากับ 3.95, 4.33 และ 4.08 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

4. ความชอบของรสชาติสับปะรด

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนความชอบ 5 คะแนน พบว่า ความชอบของรสชาติสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ชอบ-ชอบมาก) โดยที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยความชอบของลักษณะปรากฏเท่ากับ 3.92, 4.17 และ 4.00 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 7) โดยจะสังเกตได้ว่าสับปะรดพันธุ์เพชรบุรีจะมีค่าเฉลี่ยความยอมรับของผู้บริโภคที่มากกว่าสับปะรดพันธุ์ภูเก็ต ตามมาด้วยสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่า สับปะรดพันธุ์ภูเก็ต เหมาะสมที่จะเข้ามาเป็นตัวเลือกกับการบริโภคสด ซึ่ง ประธาน (2544) ได้รายงานว่าคุณภาพสำหรับการบริโภคผลสดต้องการปริมาณน้ำตาลที่สูง มีกลิ่นหอม เป็นต้น สอดคล้องกับ Smith (1988) ได้รายงานว่าคุณภาพทางด้านการบริโภค (eating quality) มีความสัมพันธ์สูงสุดกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ จึงอาจจะกล่าวได้ว่า สับปะรดพันธุ์ภูเก็ตที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ จังหวัดลำปาง มีความเหมาะสมสำหรับบริโภคสดมากกว่า

5. ความชอบของลักษณะเนื้อสัมผัสของสับปะรด

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการให้คะแนนความชอบ 5 คะแนน พบว่า ความชอบของลักษณะเนื้อสัมผัสของสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และมี

คะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ชอบ-ชอบมาก) โดยที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยความชอบของลักษณะปรากฏเท่ากับ 3.45, 3.92 และ 4.00 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

6. ความชอบโดยรวมของสับปะรด

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยรวมซึ่งประเมินโดยผู้บริโภคร่วมโดยใช้แบบทดสอบชนิด 5-Point hedonic scale (คะแนนเท่ากับ 5) พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p \geq 0.05$) และมีความชอบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ชอบ-ชอบมาก) โดยที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยความชอบของลักษณะปรากฏเท่ากับ 3.83, 4.08 และ 3.92 คะแนน ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ส่วนใหญ่ผู้บริโภคร่วมให้การยอมรับในตัวอย่างการทดลองในระดับเฉยๆ ถึงชอบเล็กน้อย (ช่วง 3-5 คะแนน) ในทุกๆ คุณลักษณะ และผู้บริโภคร่วมยังให้ความเห็นว่า สับปะรดที่ได้นำมาประเมินด้านประสาทสัมผัสส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกัน อาจทำให้ได้ค่าที่ได้จากการประเมินในแต่ละตัวอย่างไม่มีผลแตกต่างชัดเจน

ตารางที่ 7 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของสับปะรดตัวอย่าง 3 พันธุ์

พันธุ์ สับปะรด	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อ สัมผัส	ความชอบ โดยรวม
พันธุ์ปัตตาเวีย	$3.83 \pm 0.19^{\text{a}}$	$3.83 \pm 0.23^{\text{a}}$	$3.95 \pm 0.22^{\text{a}}$	$3.92 \pm 0.22^{\text{a}}$	$4.00 \pm 0.25^{\text{a}}$	$3.83 \pm 0.23^{\text{a}}$
พันธุ์เพชรบุรี	3.83 ± 0.25	3.75 ± 0.19	4.33 ± 0.19	4.17 ± 0.23	3.92 ± 0.22	4.08 ± 0.31
พันธุ์ภูเก็ต	4.00 ± 0.23	3.95 ± 0.25	4.08 ± 0.31	4.00 ± 0.19	3.45 ± 0.31	3.92 ± 0.23

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวตั้งที่แตกต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns แสดงถึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาคุณภาพของสับปะรดบริโภคสดที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยเลือกใช้สับปะรด 3 พันธุ์ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย สับปะรดพันธุ์เพชรบุรี และสับปะรดพันธุ์ภูเก็ต มีขั้นตอนการดำเนินงาน คือ การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (total acidity) และปริมาณความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ ยกเว้นปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid) ของสับปะรด 3 สายพันธุ์ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่

ปริมาณวิตามินซีของสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีปริมาณค่าเฉลี่ยวิตามินซี เท่ากับ 16.01, 25.03 และ 21.01 mg/100ml ตามลำดับ

2. ค่าสีของชิ้นเนื้อสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ พบว่า ค่าสี a^* และ b^* มีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ ซึ่งสีเนื้อผลพันธุ์ปัตตาเวียมีแนวโน้มไปทางสีเหลืองอมเขียว แต่สีเนื้อผลพันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ตมีแนวโน้มไปทางสีเหลืองเข้ม ส่วนค่าสี L^* ไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ และค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ของสับปะรดทั้ง 3 พันธุ์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย พันธุ์เพชรบุรี และพันธุ์ภูเก็ต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.93 2.51 และ 2.31 Kg/cm² ตามลำดับ

3. ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 12 คน พบว่า สับปะรดทั้งสามพันธุ์ ทุกๆ คุณลักษณะๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และได้คะแนนเฉลี่ยความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบ-ชอบมาก (3.83-4.08 คะแนน)

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นเพียงแค่การศึกษาคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพเบื้องต้นของสับปะรด 3 พันธุ์ ที่ปลูกในตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ที่เป็นคุณภาพสำหรับการบริโภคสด ซึ่งเนื่องจากสับปะรดตัวอย่างที่ใช้ในการดำเนินการมีความแตกต่างกันทางพันธุ์ จึงทำให้การคัดเลือกผลผลิตที่มีอายุการเก็บเกี่ยวที่มีขนาดใกล้เคียงกันเป็นไปได้ยาก ทำให้การคัดเลือกนั้นต้องใช้การสังเกตจากความสมบูรณ์ภายนอกของผลผลิตในแต่ละพันธุ์ และเก็บเกี่ยวในวันเดียวกัน จึงจะได้สับปะรดตัวอย่างที่มีระดับความสุก-แก่ในแต่ละพันธุ์ใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงควรศึกษาเกี่ยวกับการคัดเลือกระดับความสมบูรณ์ในสับปะรดในแต่ละพันธุ์ เพื่อให้เกิดความแม่นยำและเป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวที่ชี้เฉพาะในการใช้บริโภคสด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะทีมงานผู้ทำวิจัย และสาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่สนับสนุนเอื้อเฟื้อสถานที่วิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2556). จดหมายข่าวผลิบ่ ก้าวใหม่การวิจัยและการพัฒนาการ. กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n12/v_8-sep/korkui.html (25 พฤศจิกายน 2560)

- งามนิจ ชื่นบุญงาม. (2549). ผลของ Ethephon ต่อคุณภาพผลและกิจกรรมของเอนไซม์ Sucrose Synthase ในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (*Ananas Comosus* (L.) Merr.). วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิราภา พงษ์จันทา อัมณิกาญจน์ นวลบุญเรือง ลขินี ปานใจ และธัญลักษณ์ บัวผัน. (2553). การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอินทรีย์และน้ำตาลในน้ำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (*Ananas comosus* cv. Smooth Cayenne) ที่ต่างพื้นที่ปลูกและระดับความสูง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตรลำปาง, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, ลำปาง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์ ชาญวิทย์ ทรัพย์แสนถาวร ชัชวาล เปาทอง เอ็จ สโรบล จีระเดช แจ่มสว่าง วิจารย์ วิชชุกิจ และ ธีรวัฒน์ กษิรวัดน์. (2537). ความแปรปรวนและการคัดเลือกในสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย. รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 โครงการพัฒนาพันธุ์และเพิ่มผลผลิตสับปะรด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประธาน โปธิสวัสดิ์. (2554). การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและคุณภาพผลผลิตสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิจิตร วังใน. (2545). สับปะรด พืชอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เจริญรัฐการพิมพ์.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี. (2559). ข้อมูลพันธุ์สับปะรดที่นิยมปลูก ปี 2558. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://phrc2015.weebly.com/>. (มิถุนายน 2559)
- สรวงสุตา ไชยทิพย์ และ นิธิยา รัตนพานนท์. (2539). ผลของอุณหภูมิและสารเคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสับปะรดบริโภคสด. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 31 หน้า.
- สวนกัญญารัตน์. (2559). สับปะรดฤดูและสวนกัญญารัตน์: ความเป็นมาของสับปะรดฤดูแลเฉียงราย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : <http://www.suankanyarat.com/> (19 กันยายน 2560)
- สาโรจน์ ปัญญามงคล. (2560). ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีของสับปะรดฤดูแล กับระดับความบริสุทธิ์ของผลตั้งแต่เบอร์ 0-7. วารสารการวิจัยการาสะลองคำ. ฉบับที่ 11 เล่มที่ 3 วารสารฉบับพิเศษ. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- อรุณ โสติกุล สุธีกานต์ โสติกุล และเจนจิรา จาติ. (2547). คุณภาพสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตและลักษณะลูกผสมชั่วที่ 1 ที่ปลูกในจังหวัดลำปาง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. กรมวิชาการเกษตร.
- อรุณทิพย์ เหมะธูลิน สกุลกานต์ สิมมา สุรศักดิ์ บุญแต่ง และสุดาทิพย์ อินทร์ชื่น. (2555). ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี (L^* , a^* และ b^*) กับปริมาณแอนโทไซยานิน ในเชื้อพันธุ์กรรมข้าวโพดเหนียวสีม่วง. วารสารแก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 4: 59-64.

- เอกรัตน์ ธนทอง. (2553). *คุณลักษณะของผลสับปะรดพันธุ์ภูเก็ตและปัตตาเวีย*. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน. คณะเกษตร กำแพงแสน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. 18 หน้า.
- Smith, L.G. (1988). Indices of physiological maturity and eating quality in Smooth Cayenne pineapples. 2. Indices of eating quality. *Queensl. J. Agric. Anim. Sci.* 45: 2

ผลของ Scarification ต่อการงอกของเมล็ดพืชวงศ์แตง

Effect of Scarification on Seed Germination of Cucurbitaceae Plants

อังคณา เชื้อเจ็ดตน(Angkhana Chuajedton)^{1*}

¹สังกัด (สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง)

*Corresponding author. E-mail: achuajedton@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษากลไกของการใช้วิธี scarification ต่อการงอกของเมล็ดพืชวงศ์แตง ด้วยวิธี scarification 5 วิธี ได้แก่ การอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง การแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที การตัดเปลือกเมล็ด การแกะเปลือกเมล็ด และชุดควบคุม โดยทำการทดลองกับเมล็ดพืชวงศ์แตง 4 ชนิด ได้แก่ แตงโม(*Citrullus lanatus* Mats & Nakai) แตงไทย (*Cucumis melo* Linn.) แคนตาลูป (*Cucumis melo*) และฟักทอง(*Cucurbita moschata* Decne.) พบว่า เมล็ดฟักทองที่ผ่านการแช่น้ำอุ่นที่มีเปอร์เซ็นต์การงอกดีที่สุดคือ 98.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการแกะเปลือกเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกคือ 79.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (14.0 เปอร์เซ็นต์) ในเมล็ดแตงไทย พบว่า ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การงอกดีที่สุดคือ 92.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการอบลมร้อนมีเปอร์เซ็นต์การงอกคือ 88.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดแตงโมที่ผ่านการแกะเปลือกและแช่น้ำอุ่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกคือ 40.0 และ 29.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดแคนตาลูปที่ผ่านการแกะเปลือกและการตัดเปลือกมีเปอร์เซ็นต์การงอกคือ 40.0 และ 31.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในทุกกรรมวิธีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพืชวงศ์แตงมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งงานวิจัยนี้อาจกล่าวได้ว่าวิธี scarification สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการงอกและการเติบโตของเมล็ดพืชวงศ์แตงได้

คำสำคัญ: พืชวงศ์แตง การงอกของเมล็ด การทำให้เกิดแผลที่เมล็ด

Abstract

This study conducted to evaluate the effect of scarification on seed germination of Cucurbitaceae plants. The scarification of five method; hot air oven at 50°C for 48 hr, soaking in hot water at 50°C for 30 min, cutting at the edge of outer testa, peeling outer testa and control. Then, four of Cucurbitaceae, namely Watermelon (*Citrullus lanatus* Mats & Nakai), Muskmelon (*Cucumis melo* Linn.), Cantaloupe (*Cucumis melo*) and Pumpkin (*Cucurbita moschata* Decne.) were selected. The result showed that Pumpkin seeds were soaked in hot water had the

highest germination at 98 % and peeling outer testa had 79.3 % when compared with control (14.0%). For Muskmelon, control obtained the great germination at 92 % and hot air oven at 50°C for 48 hr had 88 % whereas the seeds of Watermelon scarified by peeling outer testa and soaking in hot water had 40.0 and 29.3 % germination, respectively. For germination of Cantaloupe seed showed that cutting at the edge of outer testa and peeling outer testa had 40.0 and 31.3 %, respectively. All treatments significantly exhibited seed germination of Cucurbitaceae plants. Result suggested that scarification treatments can be improve seed germination and seedling growth of Cucurbitaceae plants.

Keywords: Cucurbitaceae, seed germination, scarification

บทนำ

ปัจจุบันพืชในวงศ์แตงเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และยังนิยมนำมาบริโภคอย่างแพร่หลายทั่วโลก ส่วนใหญ่พบได้ในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน ประเทศไทยมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นแคนตาลูป ฟักทอง แตงโม และแตงไทย เนื่องจากปลูกง่าย และสามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้เป็นอย่างดี แคนตาลูปเป็นผลไม้ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมของคนไทย ที่ผ่านมาแหล่งปลูกแคนตาลูปได้ผลดี คือ อำเภอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร และจังหวัดเชียงใหม่ แต่ในปัจจุบันพื้นที่ปลูกขยายมายังเขตภาคกลางทั้งตอนบนและตอนล่างเพิ่มขึ้นอีกหลายจังหวัด (ทะนุพงศ์, 2556) อีกทั้งฟักทองยังเป็นสินค้าเกษตรที่มีศักยภาพในการขยายการส่งออกได้ในอนาคต ส่วนแตงโมก็เป็นพืชในตระกูลแตง ที่ผลมีรสชาติหวานฉ่ำ จึงเป็นที่นิยมบริโภคทั้งในและต่างประเทศ ปัจจุบันมีการปลูกแตงโมทั่วทุกภาค โดยมีพื้นที่ปลูกแตงโมประมาณ 17,060 ไร่ ผลผลิตร้อยละ 90 ใช้บริโภคภายในประเทศ และมีการส่งออกไปยังประเทศแถบอาเซียน เช่น สิงคโปร์และมาเลเซียมีมูลค่าการส่งออกประมาณปีละ 3-5 ล้านบาท (ศักดิ์ชัย, 2555)

โดยทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้เมล็ดพันธุ์ปลูกโดยตรง ซึ่งการปลูกเมล็ดโดยตรงค่อนข้างประหยัดค่าใช้จ่ายเพราะไม่จำเป็นต้องมีเรือนเพาะชำและค่าใช้จ่ายในการปลูก การขนส่งเมล็ดไปสู่พื้นที่ปลูกก็เป็นไปได้ง่ายและประหยัดกว่าการขนต้นกล้าพืชไปพื้นที่ที่ต้องการปลูก ในธรรมชาติพบว่าอัตราการงอกของเมล็ดพืชจะค่อนข้างต่ำและเมล็ดที่งอกแล้วรอดตายจนกลายเป็นต้นนั้นเกิดขึ้นได้น้อย เกษตรกรจึงมักจะประสบปัญหาการพักตัวของเมล็ดทำให้เมล็ดไม่งอก หรือเมล็ดงอกไม่สม่ำเสมอ สาเหตุของการพักตัวของเมล็ดพันธุ์มีหลายสาเหตุ ได้แก่ การพักตัวเนื่องจากเปลือกเมล็ดไม่ยอมให้น้ำผ่าน โดยอาจมาจากโครงสร้างของเปลือกหรือสารที่เคลือบผิวเปลือก เรียกเมล็ด

พันธุ์ที่พักรั่วในลักษณะนี้ว่า เมล็ดแข็ง (hard seed) นอกจากนี้ ยังมีการพักรั่วเนื่องจากสารยับยั้งภายในเมล็ดและเปลือก โดยสารเคมีเหล่านี้อาจจะเข้าไปยับยั้งการงอกของเมล็ด เนื่องจากความสมดุลของสารเคมีเหล่านั้น การทำ scarification คือ การทำลายเปลือกหุ้มเมล็ด เพื่อกระตุ้นการงอก โดยอาจจะใช้มีด ตะไบ หรือกระดาษทราย เพื่อทำลายเปลือกหุ้มเมล็ด (วัลลภ, 2540) รวมทั้งการแช่เมล็ดในน้ำอุ่น มีการศึกษาการแช่เมล็ดบวบเหลี่ยมในน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีแนวโน้มให้ความงอกสูงสุด คือร้อยละ 58 และเวลาเฉลี่ยในการงอก น้อยที่สุด คือ 12.72 วัน (มาวิน, 2553) นอกจากนี้การแช่เมล็ดแตงกวาในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที มีความงอกสูงสุด คือร้อยละ 80 (Temiesagdie *et al.*, 1991) เช่นเดียวกับพัชรินทร์, 2553 ศึกษาการแช่เมล็ดบวบหอมในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที มีแนวโน้มทำให้ความงอกสูงสุด คือร้อยละ 78 และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด คือ 4.55 วัน และวิธีทำลายการพักรั่วของเมล็ดบวบหอมด้วยวิธีการขลิบเปลือกหุ้มเมล็ด (clipping) ทำให้มีความงอกสูงสุด รองลงมาได้แก่ การใช้ความร้อนแห้ง โดยการอบลมร้อนพบว่า การอบเมล็ดบวบด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง มีแนวโน้มทำให้เมล็ดมีความงอกสูงถึงร้อยละ 81 และมีเวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด คือ 9.28 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่ไม่ได้ผ่านการทำลายการพักรั่ว (control) มีความงอกร้อยละ 74 และมีเวลาเฉลี่ยในการงอก 9.43 วัน (ภักศจี, 2552) รวมถึงการใช้กรด และสารเคมี นอกจากนี้การกระตุ้นความงอกของเมล็ดฟักเขียวด้วยวิธี scarification พบว่าการแกะเปลือกหุ้มเมล็ดและแกะเปลือกร่วมกับการลอกเยื่อหุ้มคัพภะ (perisperm) ทำให้การแทงราก (radicle emergence) เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 93 และร้อยละ 95.5 ตามลำดับ (เดือนเต็มและคณะ, 2551)

ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาวิธีที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการงอกของเมล็ดให้มีอัตราการงอกที่สูงขึ้นและงอกอย่างสม่ำเสมอ โดยเลือกใช้วิธี scarification เพื่อที่จะนำวิธีการที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการงอกของเมล็ดมาใช้เป็นแนวทางของวิธีการเพิ่มผลผลิตให้แก่เกษตรกรที่มีอาชีพปลูกพืชที่จำเป็นต้องใช้เมล็ดในการเพาะปลูก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของวิธี scarification ทั้ง 4 วิธี ได้แก่ ดัดเปลือก แกะเปลือก แช่น้ำอุ่น และอบลมร้อน ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชวงศ์แตง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.1 เมล็ดพืชที่ใช้ในการศึกษา เมล็ดพืชวงศ์แตง ได้แก่ เมล็ดแตงโม เมล็ดแตงไทย เมล็ดแคนตาลูป และเมล็ดฟักทอง

1.2 วิธีการทำลายเปลือกหุ้มเมล็ด (scarification) ของพืชวงศ์แตง 4 วิธี ได้แก่ อบลมร้อน แช่น้ำอุ่น ตัดเปลือก และแกะเปลือก

2. วิธีการทดลอง

2.1 ขั้นตอนการเตรียมเมล็ด

นำเมล็ดที่ได้จากผลสดของแตงโม แตงไทย แคนตาลูป และฟักทอง ไปตากแห้งเป็นเวลา 3 วัน เมื่อเมล็ดแห้ง นำเมล็ดมาคัดเลือกเมล็ดที่ปกติ แล้วนำเมล็ดไปฆ่าเชื้อ โดยนำเมล็ดแช่ใน Clorox เป็นเวลา 20 นาที ล้างออกด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง นำไปผึ่งให้แห้งอีกครั้ง หลังจากนั้นแบ่งเมล็ดของพืชแต่ละชนิดออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 50 เมล็ด เพื่อนำไปทดลองขั้นตอนต่อไป

2.2 การทดสอบผลของการทำ scarification ต่อเมล็ดแตงโม แตงไทย แคนตาลูป และฟักทองที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

การทดสอบโดยการนำเมล็ดมาทดลองทั้งหมด 5 กรรมวิธี ซึ่งแต่ละกรรมวิธีจะทำทั้งหมด 3 ซ้ำดังต่อไปนี้

กรรมวิธีที่ 1 นำเมล็ดไปปลูกโดยไม่ผ่านกรรมวิธีใดๆ (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 การอบลมร้อน โดยการนำเมล็ดไปผ่านการอบลมร้อนที่ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) 50 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 3 การแช่น้ำอุ่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที

กรรมวิธีที่ 4 การตัดเปลือกเมล็ดออกทางด้านตรงข้ามส่วนหัวของคัพภะ

กรรมวิธีที่ 5 การแกะเปลือกเมล็ด

หลังจากนั้นนำเมล็ดพืชวงศ์แตงทั้ง 4 ชนิด ไปเพาะเมล็ด โดยเพาะบนกระดาษเพาะเมล็ด แบ่งพื้นที่ในการเพาะเมล็ดออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน นำเมล็ดหลังจากที่ทำ scarification ทั้ง 5 กรรมวิธีมาเพาะลงบนกระดาษเพาะเมล็ด โดยเรียงแถวละ 5 เมล็ด จำนวน 10 แถว ทำทั้งหมด 3 ซ้ำ ฉีดพ่นน้ำทั่วทั้งถาดเพาะให้มีความชื้นแก่เมล็ด คลุมด้วยผ้าขาวบางที่ชุบน้ำบิดหมาด เก็บไว้ที่ตู้เพาะที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส บันทึกผลการงอกของเมล็ดทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน

3. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ (Standard germination)

ทดสอบความงอกในห้องปฏิบัติการ โดยเพาะกระดาษเพาะ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจนับจำนวนต้นกล้าปกติ ต้นกล้าผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดแข็ง และเมล็ดตาย ตามหลักการ

ประเมินความงอกของ International Seed Testing Association โดยนับครั้งแรก (first count) 4 วันหลังเพาะเมล็ด และนับครั้งสุดท้าย (final count) 7 วัน หลังเพาะเมล็ด จากนั้นนำข้อมูลมาคำนวณความงอกของเมล็ดพันธุ์เป็นเปอร์เซ็นต์ (ISTA, 2007)

$$\text{ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนต้นกล้าที่งอกปกติ} \times 100}{\text{จำนวนเมล็ดทั้งหมด}}$$

3.2 ความแข็งแรงของเมล็ด ทดสอบโดยวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Seedling Growth Rate, SGR)

นำเมล็ดพันธุ์ที่ออกมาทดสอบด้วยวิธีความงอกมาตรฐาน โดยนำเมล็ดไปเพาะระหว่างกระดาษขึ้นในกระดาษสำหรับเพาะเมล็ดจำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด จากนั้นนำไปไว้ในตู้เพาะที่ 25 องศาเซลเซียส โดยไม่ต้องให้แสงเมื่อครบกำหนด 7 วัน นำเมล็ดออกมาตรวจนับความงอก นำต้นกล้าที่ปกติมาตัดเอาเฉพาะส่วนยอดกับส่วนรากอ่อน บรรจุลงถุงกระดาษ นำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปชั่งหาน้ำหนักแห้งของยอดอ่อนและรากอ่อน แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักแห้ง (กรัม/ต้น/ 7 วัน) แล้วคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าจากสูตรต่อไปนี้ (AOSA, 2002)

$$\text{อัตราการเจริญเติบโตของกล้าต้น} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของยอดอ่อนและรากอ่อน}}{\text{จำนวนต้นกล้าปกติ}}$$

3.3 ดัชนีความงอก (Germination index; GI) หรือ Speed of germination

เพาะเมล็ดเช่นเดียวกับวิธีการทดสอบความงอก ตรวจนับต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวันเป็นเวลา 7 วัน นำข้อมูลมาคำนวณหาดัชนีการงอก จากสูตร (AOSA, 2002)

$$\text{ดัชนีความงอก} = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \frac{N_3}{D_3} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

เมื่อ N = จำนวนต้นกล้าปกติที่งอกในแต่ละวัน

D = วันที่ต้นกล้าปกติงอก

n = จำนวนวันหลังเพาะเมล็ด

3.4 ความเร็วในการงอก (Days to emergence ; DTE)

เพาะเมล็ดเช่นเดียวกับวิธีการทดสอบความงอก ประเมินผลเมื่อเมล็ดมีรากงอกออกมา ประมาณ 2 มิลลิเมตรในแต่ละวัน แล้วนำมาคำนวณหาค่า DTE (สุเทวี, 2545)

$$\text{ความเร็วในการงอก} = \frac{\sum (N \times D)}{T}$$

เมื่อ T = จำนวนเมล็ดทั้งหมดที่แทงราก

N = จำนวนเมล็ดทั้งหมดที่แทงรากในวันที่ D

D = จำนวนวันหลังเพาะเมล็ด

4. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลผลทางสถิติโดยเปรียบเทียบผลการทำ scarification ต่อการงอกของ เมล็ดพืชตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ด้วยโปรแกรม วิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ 95%

ผลการวิจัย

ผลของวิธี scarification ต่อการงอกของเมล็ดพืชวงศ์แตง เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการ กระตุ้นการงอกของเมล็ดวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ความงอกของเมล็ดพันธุ์ (Standard germination) ของเมล็ดพืชวงศ์แตง 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดแตงโมพันธุ์กินรี เมล็ดแตงไทยพันธุ์ทองเอก เมล็ดแคนตาลูปพันธุ์ชั้นเลดี้ และฟักทองพันธุ์หนึ่ง คางคกเมล็ดแตงโมพันธุ์กินรี พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีให้ผลความงอกของเมล็ดพืชวงศ์แตงแตกต่างกัน ในเมล็ดแตงโมพันธุ์กินรี พบว่า การแกะเปลือกเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 40.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาก็คือการแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 29.3 เปอร์เซ็นต์ การตัดเปลือกมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 6.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การอบลมร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง และชุดควบคุม มีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 0 เปอร์เซ็นต์ และพบเมล็ด ผิดปกติและเมล็ดตายมากถึง 90.0 เปอร์เซ็นต์ (ตาราง 1) ในเมล็ดแตงไทยพันธุ์ทองเอก พบว่า ชุด ควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุดคือ 92.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาก็คือการอบลมร้อนที่ 50 องศา เซลเซียส 48 ชั่วโมง และการแกะเปลือกเมล็ด มีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 88.0 และ 76.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 30 นาทีและการตัดเปลือกพบเปอร์เซ็นต์ ความงอกที่ 68.0 และ 63.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในเมล็ดแคนตาลูปพันธุ์ชั้นเลดี้ การแกะเปลือก เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาก็คือการตัดเปลือกมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 31.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแช่น้ำอุ่น การอบลมร้อน และชุดควบคุม ไม่พบเปอร์เซ็นต์ความงอก (ตาราง

1) เนื่องจากมีเมล็ดผิติดปกติและเมล็ดตายมากถึง 58.6 และ 41.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนเมล็ดฟักทองพันธุ์หนึ่งคางคก พบว่าการแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 30 นาทีมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงถึง 98 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการแกะเปลือกเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 79.3 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการตัดเปลือก การอบลมร้อน และชุดควบคุม พบเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 58.6 47.3 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 1)

ตาราง 1 แสดงผลความงอกของเมล็ดพันธุ์ (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพืชวงศ์แตง 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดแตงโมพันธุ์กินรี เมล็ดแตงไทยพันธุ์ทองเอก เมล็ดแคนตาลูปพันธุ์ชั้นเลดี้ และฟักทองพันธุ์หนึ่งคางคก

Treatments	Germination (%)			
	แตงโม	แตงไทย	แคนตาลูป	ฟักทอง
ชุดควบคุม (control)	0.0b	92.0a	0.0b	14.0d
อบลมร้อน	0.0b	88.0a	0.0b	47.3c
แช่น้ำอุ่น	29.3a	68.0b	0.0b	98.0a
ตัดเปลือก	6.0b	63.3b	31.3a	58.6bc
แกะเปลือก	40.0a	76.6b	40.0a	79.3ab

หมายเหตุ * ตัวอักษร คือการจัดกลุ่มความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองในแนวตั้งจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. ดัชนีความงอก (Germination index; GI) ของเมล็ดพืชวงศ์แตง 4 ชนิด พบว่า เมล็ดแตงโมพันธุ์กินรี การแกะเปลือกเมล็ดมีดัชนีความงอกมีค่า 16.20 รองลงมาคือการแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที มีค่า 6.65 ส่วนการตัดเปลือก การอบลมร้อน และชุดควบคุม พบดัชนีความงอกมีค่าเท่ากับ 2.09 1.16 และ 0.06 ตามลำดับ ในเมล็ดแตงไทยพันธุ์ทองเอก การแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 30 นาที มีดัชนีความงอกสูงที่สุดคือ 43.99 รองลงมาคือการแกะเปลือกเมล็ด ชุดควบคุม และการตัดเปลือกมีค่าเท่ากับ 42.32 41.93 และ 39.99 ตามลำดับ ในขณะที่การอบลมร้อน มีดัชนีความงอกเพียง 27.72 ส่วนเมล็ดแคนตาลูปพันธุ์ชั้นเลดี้ การแกะเปลือกเมล็ดมีดัชนีความงอกสูงที่สุดคือ 41.67 รองลงมาคือการตัดเปลือก และการอบลมร้อนมีดัชนีความงอกที่ 20.76 และ 15.19 ตามลำดับ ส่วนชุดที่แช่น้ำอุ่นและชุดควบคุมพบดัชนีความงอกเพียง 7.94 และ 5.46 ตามลำดับ เมล็ดฟักทองพันธุ์หนึ่งคางคกพบว่า การแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 30 นาที การแกะเปลือก และการตัดเปลือกมีดัชนีความงอกมีค่า 38.16 37.72 และ 32.08 ตามลำดับ

รองลงมาคือการอบลมร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมงและชุดควบคุม มีดัชนีความงอก 20.58 และ 13.06 ซึ่งในทุกกรรมวิธีมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (ตาราง 2)

ตาราง 2 แสดงดัชนีความงอก (Germination index; GI) ของเมล็ดพืชวงศ์แตง 4 ชนิด ได้แก่ เมล็ดแตงโมพันธุ์กินรี เมล็ดแตงไทยพันธุ์ทองเอก เมล็ดแคนตาลูปพันธุ์ชั้นเลดี้ และฟักทองพันธุ์หนังคางคก

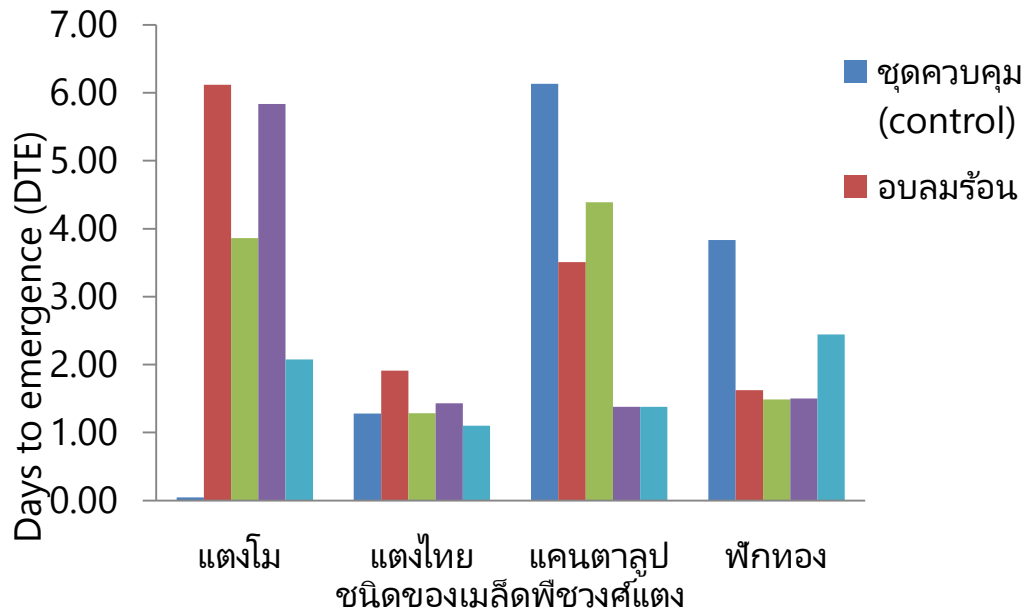
Treatments	Germination index (GI)			
	แตงโม	แตงไทย	แคนตาลูป	ฟักทอง
ชุดควบคุม (control)	0.06c	41.93a	5.46c	3.06b
อบลมร้อน	1.16bc	27.72b	15.19b	20.58b
แช่น้ำอุ่น	6.65b	43.99a	7.94c	38.16a
ตัดเปลือก	2.09bc	39.99a	20.76b	32.08a
แกะเปลือก	16.20a	42.32a	41.67a	37.72a

หมายเหตุ * ตัวอักษร คือการจัดกลุ่มความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองในแนวตั้งจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

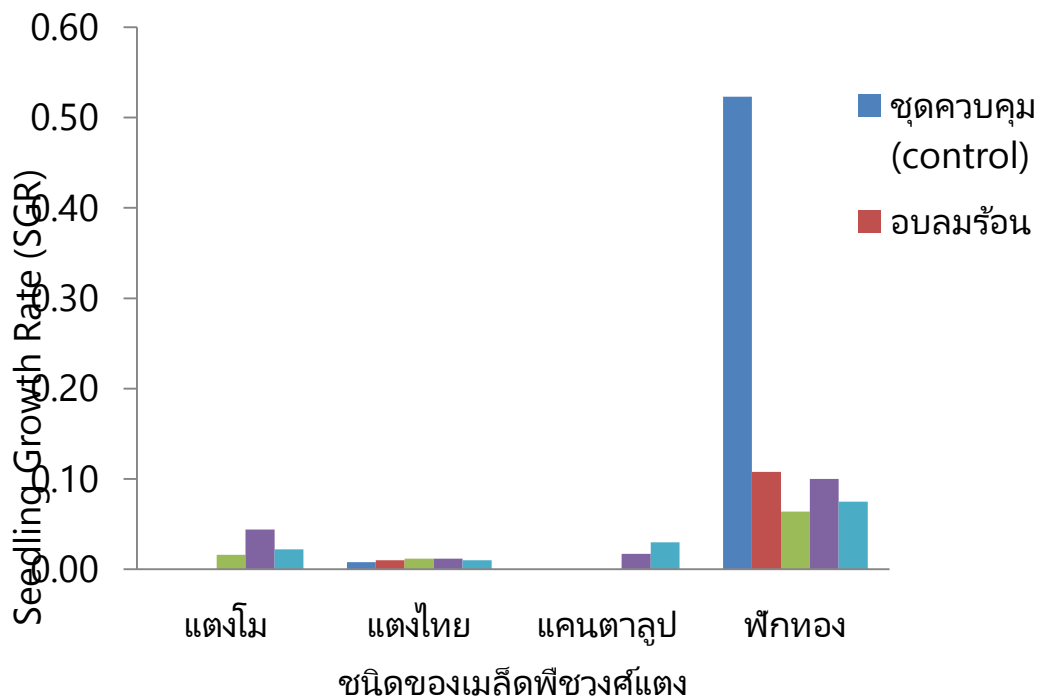
3. ความเร็วในการงอก (days to emergence ; DTE) ทำการประเมินผลเมื่อเมล็ดมีรากงอกออกมาประมาณ 2 มิลลิเมตรในแต่ละวัน พบว่า เมล็ดแตงโมพันธุ์กินรี การอบลมร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง และการตัดเปลือก มีความเร็วในการงอก 6.12 และ 5.83 รองลงมาคือการแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 30 นาที การแกะเปลือกเมล็ดมีความเร็วในการงอก 3.86 และ 2.08 ในขณะที่ชุดควบคุมมีความเร็วในการงอกน้อยที่สุดคือ 0.05 เมล็ดแตงไทยพันธุ์ทองเอก ในทุกกรรมวิธี พบความเร็วในการงอกใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 1.10 - 1.91 ส่วนเมล็ดแคนตาลูปพันธุ์ชั้นเลดี้ ในชุดควบคุมพบความเร็วในการงอกสูงที่สุดคือ 6.13 รองลงมาคือ การแช่น้ำอุ่นที่และการอบลมร้อนมีความเร็วในการงอก 4.39 และ 3.51 ส่วนการตัดเปลือกและการแกะเปลือกเมล็ดมีความเร็วในการงอก 1.38 และ 1.38 ตามลำดับ เมล็ดฟักทองพันธุ์หนังคางคก ในชุดควบคุมมีความเร็วในการงอกสูงกว่าชุดอื่นๆคือ 3.83 รองลงมา คือ การแกะเปลือกเมล็ด การอบลมร้อน การตัดเปลือก และมีการแช่น้ำอุ่นมีความเร็วในการงอกคือ 2.44 1.65 1.50 และ 1.48 ตามลำดับ (ภาพ 1)

4. ความแข็งแรงของเมล็ดทดสอบโดยวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Seedling Growth Rate, SGR) ทั้งเมล็ดแตงโมพันธุ์กินรี เมล็ดแตงไทยพันธุ์ทองเอก และเมล็ดแคนตาลูปพันธุ์ชั้นเลดี้ มีความแข็งแรงของเมล็ดทดสอบโดยวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้านั้น พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.05 เนื่องจากการทดลองได้นำเมล็ดที่ได้จากผลสดมาทำการทดลอง พบเมล็ดผิปกติและเมล็ดตายระหว่างการทดลองมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เมล็ดฟักทองพันธุ์หนังคางคก ใน

ชุดควบคุม มีความแข็งแรงของเมล็ดทดสอบโดยวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงที่สุดคือ 0.52 รองลงมาการอบลมร้อน การตัดเปลือก การแกะเปลือก และการแช่น้ำอุ่นมีค่าเท่ากับ 0.11 0.10 0.08 และ 0.06 ตามลำดับ (ภาพ 2)



ภาพ 1 แสดงผลของวิธี scarification ต่อความเร็วในการงอก (Days to emergence ; DTE) ของเมล็ดพืชวงศ์เต้ง



ภาพ 2 แสดงผลของวิธี scarification ต่อความแข็งแรงของเมล็ด โดยวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (Seedling Growth Rate, SGR) ของเมล็ดพืชวงศ์เต้ง

สรุปและอภิปรายผล

ผลของวิธี scarification ต่อการงอกของเมล็ดพืชวงศ์ต่าง เพื่อศึกษาปรับปรุงการงอกของเมล็ดพืชวงศ์ต่างที่พักตัวโดยวิธี scarification ได้แก่ การอบลมร้อน การแช่น้ำอุ่น การตัดเปลือกเมล็ด และการการแกะเปลือกเมล็ดที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดพืชวงศ์ต่างโดยทำการทดลองกับพืชวงศ์ต่าง 4 ชนิด คือ แตงโม แตงไทย แคนตาลูป และฟักทอง

ผลจากการทดลองวิธี scarification ต่อการงอกของเมล็ดพืชวงศ์ต่าง จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดแตงโมพันธุ์กินรีและเมล็ดแคนตาลูปพันธุ์ชั้นเลดีในกรรมวิธีการแกะเปลือกเมล็ด มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด คือ 40เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับผลการทดลองของณัญญา และคณะ, 2553 ได้ทำการศึกษาการศึกษาผลของการใช้วิธี scarification เพื่อปรับปรุงการงอกของเมล็ดพันธุ์แฟงที่พักตัว โดยการแกะเปลือกเมล็ดทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 48.0 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมพบเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 19.5 เปอร์เซ็นต์ โดยการตัดเปลือกเป็นวิธี mechanical scarification ซึ่งเป็นการทำลายเปลือกหุ้มเมล็ดเมล็ดสามารถดูดน้ำเข้าสู่เมล็ดแข็งได้ (ปราณี, 2550) เปอร์เซ็นต์ความงอกเมล็ดฟักทองพันธุ์หนึ่งคางคกในกรรมวิธีการแช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที มีเปอร์เซ็นต์ความงอกถึง 98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงสุดในการทดลอง สอดคล้องกับผลการทดลองโดยศึกษาผลของการแช่น้ำอุ่นและการใช้ความร้อนต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าบวบเหลี่ยม พบว่าการแช่เมล็ดบวบเหลี่ยมในน้ำอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที มีแนวโน้มให้ความงอกสูงที่สุด คือ 58 เปอร์เซ็นต์และเวลาเฉลี่ยในการงอกน้อยที่สุด เมื่อมีอายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด (มาวิน, 2553) ซึ่งการแช่น้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที พบว่ามีผลต่อการงอกของเมล็ดแตงโมพันธุ์กินรีและเมล็ดเมล็ดฟักทองพันธุ์หนึ่งคางคก โดยการแช่น้ำอุ่น (hot water scarification) ช่วยละลายสารขี้ผึ้งที่เคลือบอยู่บริเวณเปลือกหุ้มเมล็ด หรือทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่มลง ทำให้น้ำซึมผ่านเข้าสู่ภายในเมล็ดได้ ระดับอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาในการแช่แตกต่างกันไปตามชนิดของเมล็ดพันธุ์ (วัลลภ, 2540) และจากการทดลองเมล็ดแตงไทยพันธุ์ทองเอก พบว่าในชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงถึง 92 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเมล็ดแตงไทยมีเมล็ดที่ไม่แข็งมาก จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดแตงไทยพันธุ์ทองเอกสูงกว่าเมล็ดพืชวงศ์ต่างชนิดอื่น รองลงมาคือการอบลมร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส 48 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ 88 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการกระตุ้นความงอกของเมล็ด *Mimosa invisa* อยู่ในวงศ์ Fabaceae พบว่า เมื่ออุณหภูมิในการอบเมล็ดเพิ่มขึ้นจาก 25 องศาเซลเซียส ถึง 120 องศาเซลเซียสมีความงอกของเมล็ดสูงขึ้น (Chauhan and Johnson, 2008)

ข้อเสนอแนะ

ผลของวิธี scarification ต่อการงอกของเมล็ดพืชวงศ์แตง ในแต่ละกรรมวิธีจากงานวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในศึกษาปรับปรุงและกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืชวงศ์แตงที่พักตัว โดยวิธี scarification ในแต่ละกรรมวิธีให้ผลความงอกของเมล็ดพืชวงศ์แตงแตกต่างกัน ควรนำมาใช้เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มผลผลิตให้แก่เกษตรกรที่มีอาชีพปลูกพืชที่จำเป็นต้องใช้เมล็ดในการเพาะปลูกต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- ณัญญา พลเสน ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย อภริติ อุทัยรัตนกิจ และ พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย. (2553). การปรับปรุงการงอกเมล็ดพันธุ์แฟงที่พักตัวด้วยวิธี Scarification. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรพิเศษ*, 40(3/1), 549-552. คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เดือนเต็ม ลอยมา ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย ภาณุมาศ ฤทธิไชย และ ศิริชัย กัลยณารัตน์. (2552). ผลของ Sorbitol mannitol และ chitosan ต่อการคลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์แฟง. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร* 40(พิเศษ), 297-300.
- ทะนุพงศ์ กุสุมา ณ อยุธยา. (2556). ทำไมเกษตรกรปลูกแคนตาลูป (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.technologychaoban.com/news_detail.php?tnid=88§ion=12.
- ปราณี แสนวงศ์. (2550). วิธีทำลายการพักตัวของเมล็ดพันธุ์บวบหอม. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.agri.ubu.ac.th/masterstu/docs/20080430-Pranee.doc>.
- พัชรินทร์ อินทร์ช่วย. (2553). การปรับปรุงความงอกของเมล็ดพันธุ์บวบหอมด้วยวิธีการต่างๆ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภคศิ ศรีสราญ. (2552). การทำลายการพักตัวของเมล็ดบวบงูโดยใช้สาร GA_3 , KNO_3 และการใช้ความร้อน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มาวิน โมระพัตร. (2553). ผลของการแช่น้ำอุ่นและการใช้ความร้อนต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้วยบวบเหลี่ยม. (ปัญหาพิเศษปริญญาตรี) ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- วัลลภ สันติประชา. (2540). *เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาพืชศาสตร์. คณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. สงขลา.
- สุเทวี สุขปรากฏ. (2551). *การทดสอบเมล็ดพันธุ์พืชสวน*. ปรับปรุงครั้งที่ 10. ภาควิชาพืชสวน, คณะ
เกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศักดิ์ชัย ศรีบุญเชื้อ. (2555). เร่งออกมาตราฐานฟักทองและแตงโมส่งเสริมคุณภาพสินค้า (ออนไลน์).
แหล่งที่มา: http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1338632004.
- Association of Official Seed Analysis. (2002). Seed Vigor Testing Handbook. AOSA.
Handbook. No. 32.
- Chauhan, B.S. and D.E. Johnson. (2008). Seed germination and seedling emergence of
Giant sensitiveplant (*Mimosa invisa*). Weed Science 56(2): 244-248.
- International Seed Testing Association. (2007). International Rule for Seed Testing.
Seed Sci. & Technol. 27 Supplement.
- International Seed Testing Association (ISTA). (1995). Handbook of Vigour Test
Methods. 3rd edition. InternaitonalSeed TestingAssociation. Zurich.
Switzerland. 117 pp.
- Ko, J.M., H.J. Park., B.M. Min and H.C. Cha. (2004). Effects of various pretreatments on
seed germination of *Calystegia soldanella* (Convolvulaceae), a coastal sand
dune plant. J. Plant Biol. 47(4): 396-400.
- Temiesagdie, P., T. Takano and P. Donsomprai. (1991). Breaking dormancy in
cucumber (*Cucumis sativas* L.) seeds. Kasetsart J. 25: 58-62.

การศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมเซรามิก
ของโรงงานเซรามิกขนาดกลาง ตำบลกล้วยแพะ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

The Study of Environmental Quality from Medium-Scale Ceramic
Industries in Tambon Kluai Phae, Amphur Meuang, Lampang Province

พูนฉวี สมบัติศิริ^{1*} โศภิษฐพร ศิลปภิรมย์สุข²

Punchavee Sombutsiri^{1*} Sopittaporn Sillapapiromsuk²

¹ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

*Corresponding author. E-mail: punchavee_s@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพดิน น้ำ อากาศ และเสียงบริเวณโรงงานเซรามิกขนาดกลาง ตำบลกล้วยแพะ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยทำการเก็บตัวอย่างดิน น้ำ อากาศ และเสียง ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคม-เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 ซึ่งผลการวิจัยด้านคุณภาพของดินทั้ง 2 ฤดูกาล พบว่า ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส และสังกะสี มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าแมงกานีส และสังกะสีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ส่วนค่าตะกั่วในน้ำมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานประมาณ 4 เท่า โดยในฤดูร้อนและฤดูฝนมีปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.68 มิลลิกรัม/ลิตรและ 0.70 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และปริมาณแคดเมียมในน้ำในฤดูร้อนมีค่า 0.04 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานกำหนด สำหรับค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ส่วนคุณภาพทางอากาศ ปริมาณฝุ่น PM10 ทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าเท่ากับ 0.034 และ 0.022 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ตรวจไม่พบทั้ง 2 ฤดูกาล และคุณภาพทางเสียงระดับเสียงสูงสุด ทั้ง 2 ฤดูกาล มีแหล่งกำเนิดมาจากกระบวนการขึ้นรูป มีค่าเท่ากับ 76.1 และ 73.1 เดซิเบลเอ ตามลำดับ โดยทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ

คำสำคัญ: คุณภาพสิ่งแวดล้อม อุตสาหกรรมเซรามิก

Abstract

The aim of this research was to study the quality of soil, water, air and noise around the medium-scale ceramic industries in Tambon Kluai Phae, Amphur Meuang, Lampang Province. The samples of soil, water, air and noise had collected during summer and rainy season (May-August) in 2016. The results of soil quality in both seasons found that the concentrations of Pb, Cd, Mn and Zn did not exceed the standard value. The concentration of Mn and Zn in water in both seasons did not exceed the standard value, while Pb concentration was almost four times exceeded the standard value (0.68 mg/l in summer and 0.70 mg/l in rainy season) and Cd concentration (0.04 mg/l) in summer also exceeded the standard value. The temperature, pH, conductivity and total dissolved solids of water in both seasons were within the standard value. The results of air quality found that PM10 concentration in both seasons were within the standard value (0.034 and 0.022 mg/m³, respectively). Concentrations of CO and SO₂ in both seasons were not detected. The source of maximum noise level in both seasons were from forming process of ceramic manufacture and were 76.1 and 73.1 dBA, respectively. The value did not exceed the standard value of Pollution Control Department.

Keywords: Environmental quality, Ceramic industries

บทนำ

อุตสาหกรรมเซรามิกจัดได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมหลัก ที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจไทย เนื่องจากการสร้างอาชีพของคนในท้องถิ่น และเป็นการสร้างรายได้ และนำเงินเข้าประเทศจากการส่งออก ปัจจุบันอุตสาหกรรม เซรามิกได้รับความนิยมสูง จากผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายรูปแบบ และจากการส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกของไทย มี 5 ประเภทหลัก คือ ผลิตภัณฑ์กระเบื้องปูพื้น บุผนัง และโมเสค ผลิตภัณฑ์เครื่องสุขภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ผลิตภัณฑ์ของชำร่วย และเครื่องประดับ ผลิตภัณฑ์ลูกถ้วยไฟฟ้า มีมูลค่าการส่งออกถึง 7,686.91 ล้านบาท โดยทั่วไปแล้ว อุตสาหกรรมเซรามิกของประเทศไทยส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือ โดยเฉพาะจังหวัดลำปาง เนื่องจากมีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรแร่ดินขาว ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในเซรามิก และเป็นแหล่งแร่ดินขาวที่สำคัญมากที่สุดจึงเป็นแหล่งผลิตที่สำคัญของประเทศไทย (สมศักดิ์, 2558)

ปัจจุบันอุตสาหกรรมเซรามิกมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดเป็นแหล่งท่องเที่ยว คืองานลำปางเซรามิกแฟร์ มีการนำสินค้าจากโรงงานต่างๆ ทั่วทั้งจังหวัดลำปางมาแสดงและจำหน่าย

โดยจัดขึ้นในช่วงเดือนธันวาคมของทุกๆ ปี สามารถดึงดูดความสนใจของนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสร้างรายได้ให้กับจังหวัดลำปางเป็นอันมาก แต่อย่างไรก็ตาม กระบวนการหรือขั้นตอนการผลิตเซรามิกก่อให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านอากาศ ดิน น้ำ เสียง ฯลฯ อีกทั้งก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพชีวิตมนุษย์ ซึ่งเป็นปัญหาระดับจังหวัดและอาจนำไปสู่ปัญหาระดับประเทศต่อไป (สมศักดิ์, 2558)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากขั้นตอนกระบวนการผลิตเซรามิกในจังหวัดลำปาง เพื่อช่วยให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกมีความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาทางมลพิษสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเซรามิกและก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตเซรามิกที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังเกิดภาพลักษณ์ที่ดีต่อการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ประชาชนเกิดความเชื่อมั่นและยอมรับการอยู่ร่วมกันของโรงงานกับชุมชน ที่มีการส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตของโรงงานเซรามิกได้อย่างมั่นใจ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาคุณภาพดิน น้ำ อากาศ และเสียงบริเวณโรงงานเซรามิกของโรงงานเซรามิกขนาดกลาง ตำบลกล้วยแพะ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ทำการวิจัย

โรงงานเซรามิกขนาดกลาง ตำบลกล้วยแพะ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง บริเวณรอบๆ โรงงานล้อมรอบไปด้วย ป่าสัก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากโรงงาน ได้แก่ ชาม จาน และอื่นๆ เป็นต้น

2. การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างจะทำการเก็บตัวอย่างของแต่ละพารามิเตอร์ในโรงงานเซรามิกขนาดกลาง ตำบลกล้วยแพะ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง โดยจะทำการเก็บตัวอย่างใน 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อนในเดือนพฤษภาคม และฤดูฝนในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2559 เก็บตัวอย่างฤดูละ 1 ครั้ง โดยเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และฝุ่นภายในโรงงาน และรอบๆ โรงงาน อย่างละ 3 จุด แล้วทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทุกพารามิเตอร์ อย่างละ 3 ซ้ำ สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 พารามิเตอร์/เครื่องมือ/วิธีการ และค่ามาตรฐานที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์/เครื่องมือ/วิธีการ	ค่ามาตรฐาน	ที่มา
มลพิษทางดิน		
1. โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส และสังกะสี - เครื่องอะตอมิกแอบซอร์พ ชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic absorption spectrophotometer)	- ตะกั่ว ไม่เกิน 400 mg/kg - แคดเมียม ไม่เกิน 37 mg/kg - แมงกานีส ไม่เกิน 1,800 mg/kg - สังกะสี ไม่เกิน 7,000 mg/kg	กรมควบคุมมลพิษ (2547) USDA NRCS (2000)
มลพิษทางน้ำ		
1. โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส และสังกะสี - เครื่องอะตอมิกแอบซอร์พ ชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic absorption spectrophotometer)	- ตะกั่ว ไม่เกิน 0.2 mg/l - แคดเมียม ไม่เกิน 0.03 mg/l - แมงกานีส ไม่เกิน 5.0 mg/l - สังกะสี ไม่เกิน 5.0 mg/l	กรมควบคุมมลพิษ (2539)
2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง - เครื่องวัดพีเอช (pH meter)	5.5 - 9.0	กรมควบคุมมลพิษ (2539)
3. อุณหภูมิ - เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)	ไม่เกิน 40 °C	
4. ค่าการนำไฟฟ้า - เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)	ไม่เกิน 2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	กรมชลประทาน (2554)
5. ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด - วิธี Gravimetric Method	ไม่เกิน 3,000 mg/l	กรมควบคุมมลพิษ (2539)
มลพิษทางอากาศ		
1. ฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง น้อยกว่า 10 ไมครอน (PM10) - เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศปริมาตรต่ำ (Mini volume air sampler)	- 24 ชม. ไม่เกิน 0.12 mg/m^3 - 1 ปี ไม่เกิน 0.05 mg/m^3	กรมควบคุมมลพิษ (2550)
พารามิเตอร์/เครื่องมือ/วิธีการ	ค่ามาตรฐาน	ที่มา
2. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์/ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์	ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ - 1 ชม. ไม่เกิน 30 ppm	กรมควบคุมมลพิษ (2550)

พารามิเตอร์/เครื่องมือ/วิธีการ	ค่ามาตรฐาน	ที่มา
- เครื่องตรวจวัดก๊าซ (Gas detector)	(34.2 mg/cm ³) - 8 ชม. ไม่เกิน 9 ppm (10.2 mg/cm ³) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ - 24 ชม. ไม่เกิน 0.12 ppm (0.30 mg/cm ³) - 1 ชม. ไม่เกิน 0.3 ppm (780 mg/cm ³)	
3. สัมผัสฐานของฝุ่น PM10 และองค์ประกอบของธาตุเชิงคุณภาพ - กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุเชิงพลังงาน (Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive x-ray Spectrometer; SEM-EDS)		
มลพิษทางเสียง		
1. ระดับเสียง	1. ค่าระดับเสียงสูงสุด ไม่เกิน 115 dBA 2. ค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 70 dBA	กรมควบคุมมลพิษ (2550)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. มลพิษทางดิน

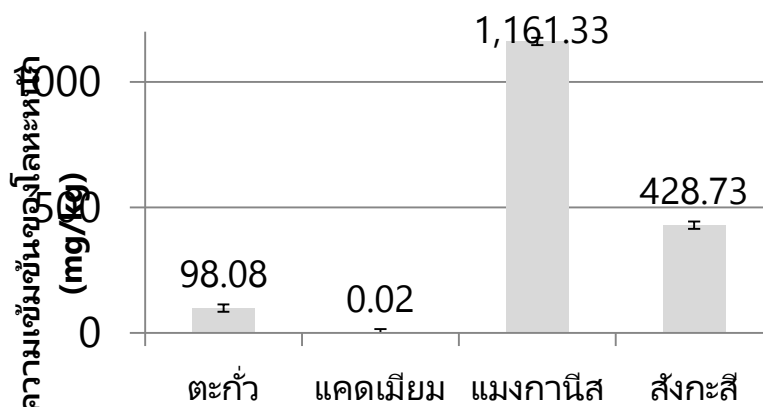
1.1 ความเข้มข้นของโลหะหนักในดินในช่วงฤดูร้อน

ความเข้มข้นของโลหะหนักในดินในช่วงฤดูร้อน แสดงผลดังภาพ 1 พบว่ามีปริมาณตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส และสังกะสี 98.08, 0.20, 1,161.33 และ 428.73 mg/kg ตามลำดับ โดยปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบไม่เกินค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษกำหนด เมื่อเทียบกับงานวิจัยของ พรพรรณ และคณะ (2554) ซึ่งทำการศึกษาการแพร่กระจายของปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง และบริเวณข้างเคียง ในเดือนพฤษภาคม (ฤดูแล้ง) และเดือนสิงหาคม (ฤดูน้ำหลาก) พ.ศ. 2554 จำนวน 20 สถานี พบว่าตรวจพบปริมาณแคดเมียม ซึ่งให้ผลเหมือนกันกับงานวิจัยนี้

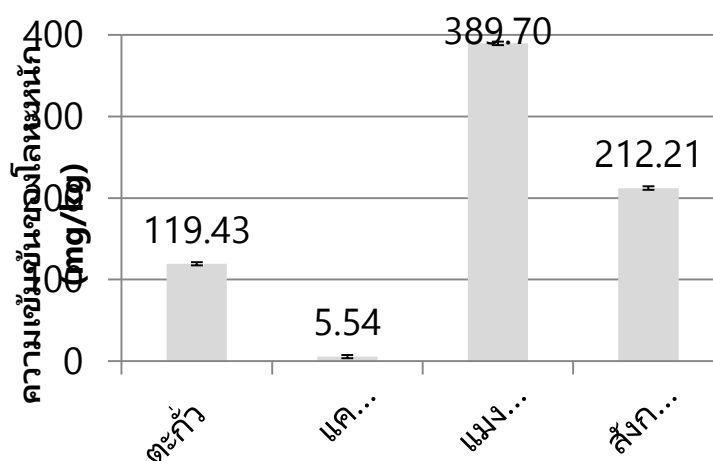
1.2 ความเข้มข้นของโลหะหนักในดิน ในช่วงฤดูฝน

ความเข้มข้นของโลหะหนักในดินในช่วงฤดูฝน แสดงผลดังภาพ 2 พบว่ามีปริมาณตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส และสังกะสี 119.43, 5.54, 389.7 และ 212.21 mg/kg ตามลำดับ โดยปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบไม่เกินค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษกำหนด

การที่ความเข้มข้นของโลหะหนักในดินช่วงฤดูฝน และฤดูร้อนแตกต่างกัน เนื่องจากความถี่ในการผลิต เซรามิกที่มีความต้องการในท้องตลาดช่วงฤดูร้อนมีมากกว่าฤดูฝน จึงมีผลทำให้ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักส่วนใหญ่ในฤดูร้อนมีค่ามากกว่าฤดูฝน โดยปริมาณโลหะหนักที่ตรวจพบทั้ง 2 ฤดู มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษกำหนด



ภาพ 1 ความเข้มข้นของโลหะหนักในดิน ในช่วงฤดูร้อน



ภาพ 2 ความเข้มข้นของโลหะหนักในดินในช่วงฤดูฝน

2. มลพิษทางน้ำ

2.1 ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำ ในช่วงฤดูร้อน

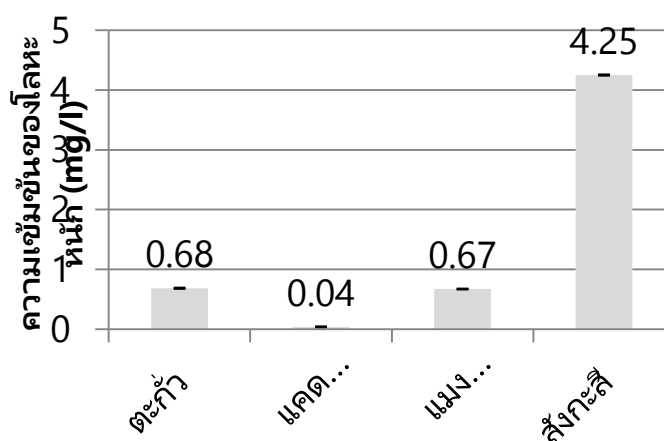
ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำในช่วงฤดูร้อน แสดงผลภาพ 3 พบว่ามีปริมาณตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส และสังกะสี 0.68, 0.04, 0.67 และ 4.25 mg/l ตามลำดับ โดยปริมาณตะกั่ว

และแคดเมียม มีค่าเกินมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษกำหนด เมื่อเทียบกับงานวิจัยของวาสนา และคณะ (2557) ซึ่งทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในดิน น้ำ และต้นข้าว บริเวณพื้นที่ที่มีการทำนาและใกล้เคียงกับบ่อฝงกลบขยะในตำบลวังน้ำคู้ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่าตรวจพบปริมาณแคดเมียม 0.2 mg/l ซึ่งมีค่ามากกว่างานวิจัยนี้ (0.04 mg/l) ประมาณ 5 เท่า และตรวจพบปริมาณแมงกานีส 0.2-0.4 mg/l ซึ่งมีค่าน้อยกว่างานวิจัยนี้ (0.67 mg/l) ประมาณ 2 เท่า

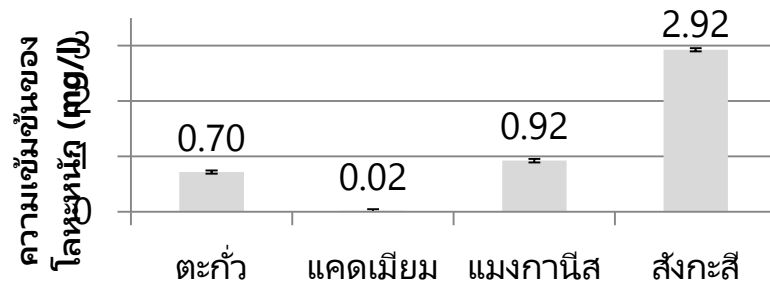
2.2 ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำ ในช่วงฤดูฝน

ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำในช่วงฤดูฝน แสดงผลดังภาพ 4 พบว่ามีปริมาณตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส และสังกะสี 0.70, 0.02, 0.92 และ 2.92 mg/l ตามลำดับ โดยปริมาณตะกั่วมีค่าเกินมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษกำหนด ประมาณ 3 เท่า

การที่ความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำช่วงฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่ามีค่าเกินมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษกำหนด เนื่องจากโลหะหนักส่วนใหญ่มักจะละลายอยู่ในตะกอนของน้ำเคลือบมากกว่าตะกอนของน้ำดิน จึงทำให้โลหะหนักละลายในน้ำได้ดีกว่าในดิน ซึ่งในน้ำเคลือบก็จะมีส่วนประกอบของตะกั่ว และแคดเมียมอยู่ นอกจากนี้ยังมีผลมาจากวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตเซรามิกมีการปนเปื้อนของตะกั่ว และแคดเมียมในปริมาณมาก จึงมีผลทำให้ปริมาณตะกั่ว และแคดเมียมมีค่าเกินมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษกำหนด



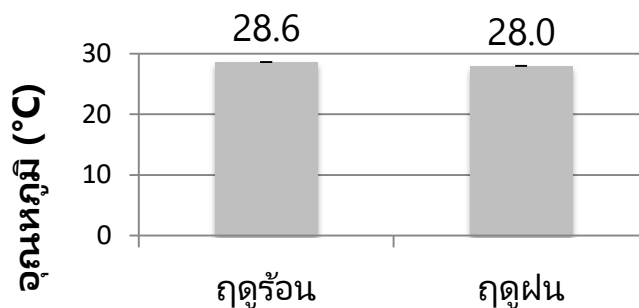
ภาพ 3 ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำในช่วงฤดูร้อน



ภาพ 4 ความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำในช่วงฤดูฝน

2.3 ค่าอุณหภูมิ ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

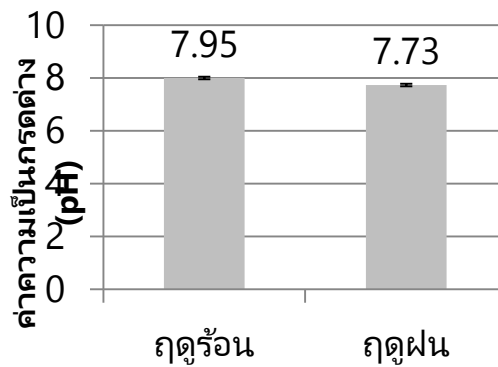
ทำการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ ในตัวอย่างน้ำ ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ให้ผลแสดงดังภาพ 5 พบว่าอุณหภูมิ ที่ตรวจวัดในฤดูร้อน 28.6 °C และฤดูฝน 28.0 °C ซึ่งทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าไม่เกิน มาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษ (2539) กำหนด คือ ไม่เกิน 40 °C เมื่อเทียบกับงานวิจัยของ จรินทร์ (2549) ซึ่งทำการศึกษาคุณภาพน้ำในเขตทุ่งสาร์กี้ แม่น้ำปรางจีน จังหวัดปราจีนบุรี พบว่าอุณหภูมิที่ตรวจวัดมีค่าระหว่าง 33.3-22.5 °C ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้



ภาพ 5 อุณหภูมิในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

2.4 ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

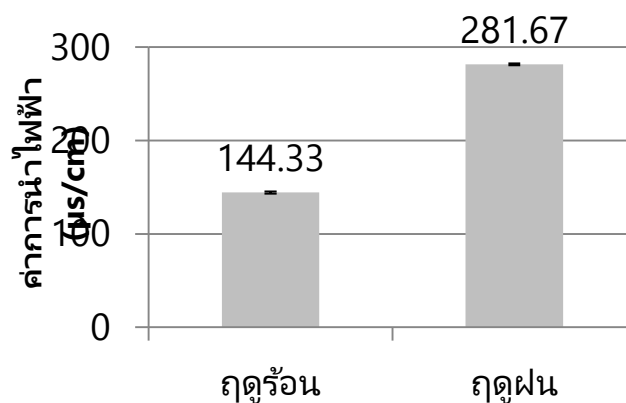
ทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรดต่างในตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ให้ผลแสดงดังภาพ 6 พบว่าค่าความเป็นกรดต่างที่ตรวจวัดในฤดูร้อน 7.95 และฤดูฝน 7.73 ซึ่งทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษ (2539) กำหนด คือ ต้องไม่เกิน 5.5-9.0 เมื่อเทียบกับงานวิจัยของจรินทร์ (2549) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในเขตทุ่งสาร์กี้ แม่น้ำปรางจีน จังหวัดปราจีนบุรี พบว่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าระหว่าง 8.77-5.28 ซึ่งมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใกล้เคียงกับงานวิจัยนี้



ภาพ 6 ค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

2.5 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

ทำการตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าในตัวอย่างน้ำ ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ให้ผลแสดงดังภาพ 7 พบว่าค่าการนำไฟฟ้าที่ตรวจวัดในฤดูร้อน 144.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และ ฤดูฝน 281.67 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ซึ่งทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กรมชลประทาน (2554) กำหนด คือ ไม่เกิน 2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ เมื่อเทียบกับงานวิจัยของจรินทร์ (2549) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในเขตทุ่งสาร์ภี แม่น้ำปราชิน จังหวัดปราชินบุรี พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ มีค่าระหว่าง 9,124–89 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ซึ่งในฤดูร้อนมีค่ามีค่าน้อยกว่างานวิจัยนี้ประมาณ 63 เท่า และฤดูฝนมีค่าน้อยกว่างานวิจัยนี้ ประมาณ 32 เท่า เนื่องจากน้ำทั้งจากโรงงานเซรามิกมีความเข้มข้นของสารละลายอนินทรีย์ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี มีการแตกตัวของอิออนมาก จึงส่งผลทำให้ ค่าการนำไฟฟ้าของโรงงานเซรามิกมีค่ามากกว่า

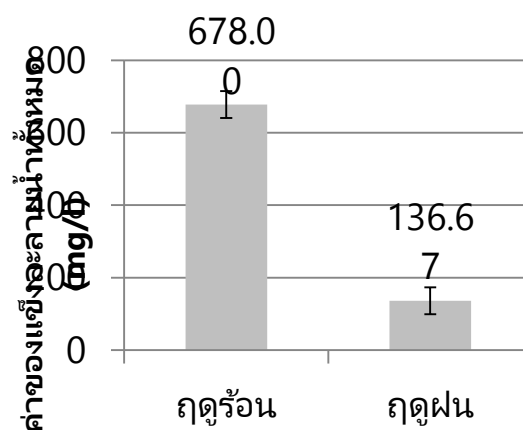


ภาพ 7 ค่าการนำไฟฟ้าในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

2.6 ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total dissolved solid; TDS) ในช่วงฤดูร้อน และ ฤดูฝน

ทำการตรวจวัดค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในตัวอย่างน้ำ ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ให้ผลแสดงดังภาพ 8 พบว่าค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ที่ตรวจวัดในฤดูร้อน 678.00 mg/l และฤดูฝน 136.67 mg/l มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษ (2539) กำหนด คือไม่เกิน 3,000 mg/l เมื่อเทียบกับงานวิจัยของจรินทร์ (2549) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำในเขตทุ่งสารภี แม่น้ำปรางจีน จังหวัดปราจีนบุรี พบว่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าระหว่าง 5.93-0.05 mg/l ซึ่งในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดน้อยกว่างานวิจัยนี้ประมาณ 135 และ 27 เท่า ตามลำดับ

การที่มีค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในช่วงฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝน เนื่องจากความถี่ในการผลิตเซรามิกที่มีความต้องการในท้องตลาดช่วงฤดูร้อนมีมากกว่าฤดูฝน จึงมีผลทำให้ตะกอนดินที่มีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ในฤดูร้อนมีค่ามากตามไปด้วย โดยค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษกำหนด



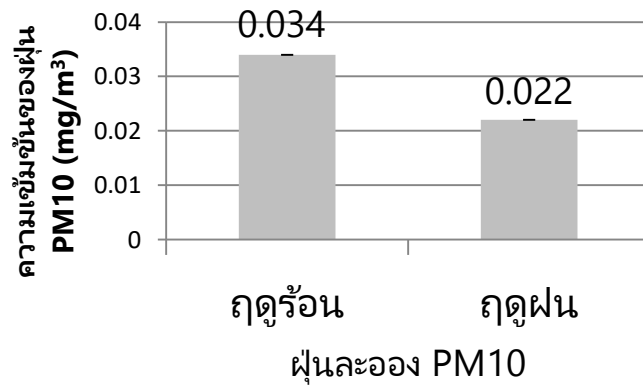
ภาพ 8 ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

3. มลพิษทางอากาศ

3.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (PM10)

ทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM10 ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ให้ผลแสดงดังภาพ 9 พบว่าปริมาณฝุ่น PM10 ที่ตรวจวัดในฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 0.034 mg/m³ และฤดูฝนมีค่า 0.022 mg/m³ ซึ่งทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าไม่เกินมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2550) กำหนด คือ 24 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 0.12 mg/m³ เมื่อเทียบกับงานวิจัยของนเรศ และคณะ (2556) ทำการศึกษาระบบฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการระยะที่ 2 บริเวณชุมชนในจังหวัดนครราชสีมา

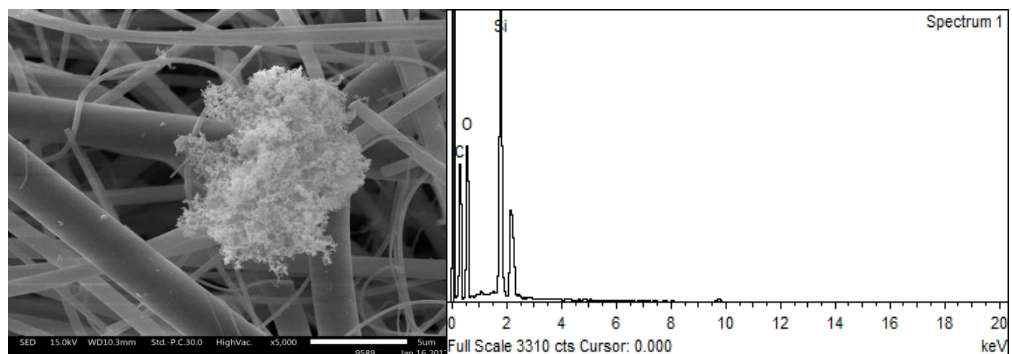
พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นรายเดือนอยู่ในช่วง 0.035–0.14 mg/m^3 ปริมาณฝุ่น PM_{10} ที่ทำการตรวจวัดในฤดูร้อน และฤดูฝน มีค่าน้อยกว่างานวิจัยนี้ประมาณ 4 และ 6 เท่า ตามลำดับ



ภาพ 9 ปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

3.2 สัณฐานของฝุ่น PM_{10} และองค์ประกอบของธาตุเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์สัณฐานของฝุ่น PM_{10} และองค์ประกอบของธาตุเชิงคุณภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุเชิงพลังงาน (SEM-EDS) ลักษณะของฝุ่น PM_{10} ของโรงงานขนาดกลางมีลักษณะเป็นกลุ่มผลึกขนาดเล็ก ดังภาพ 10 ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากเศษเขม่า สำหรับองค์ประกอบของธาตุที่ตรึงในฝุ่น PM_{10} พบว่าส่วนใหญ่ในฝุ่นมีธาตุ Si เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นธาตุที่มีอยู่ในเศษดินทรายทั่วไป (Xie *et al.*, 2005)



ภาพ 10 สัณฐานของฝุ่น PM_{10}

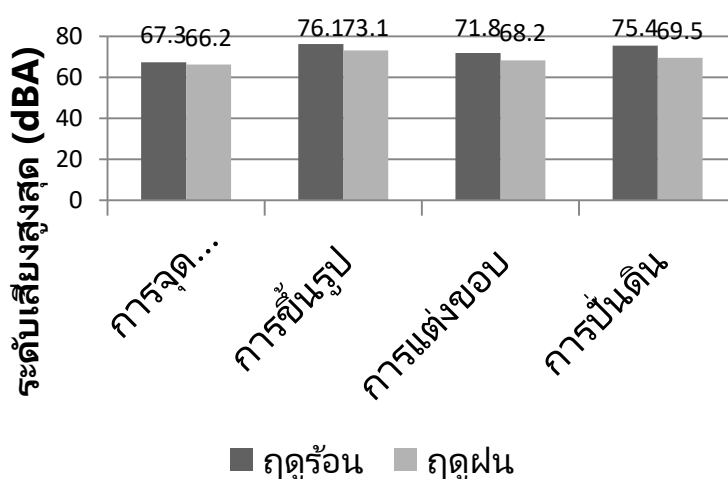
3.3 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ใน

บรรยากาศ

บริเวณรอบโรงงานเซรามิกขนาดเล็กตรวจไม่พบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศ

4. มลพิษทางเสียง

ทำการตรวจวัดระดับเสียงสูงสุดในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน ให้ผลแสดงดังภาพ 11 พบว่าในโรงงานเซรามิกมีแหล่งกำเนิดเสียงจากหลายกระบวนการ ได้แก่ เสียงจากกระบวนการจุดเตา เสียงจากกระบวนการขึ้นรูป เสียงจากกระบวนการแต่งขอบ และเสียงจากกระบวนการปั้นดิน โดยผลของระดับเสียงสูงสุดที่ตรวจสอบได้ในฤดูร้อน มีค่า 76.1 เดซิเบลเอ ซึ่งมาจากกระบวนการขึ้นรูป และฤดูฝน มีค่า 73.1 เดซิเบลเอ ซึ่งมาจากกระบวนการขึ้นรูปเช่นกัน โดยค่าระดับเสียงสูงสุดมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2550) จะต้องไม่เกิน 115 เดซิเบลเอ เมื่อเทียบกับงานวิจัยของวีรานุช และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการตรวจวัดและการจัดทำแผนที่แสดงระดับเสียงรบกวนสำหรับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล พระนคร ศูนย์พระนครเหนือ พบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ทำการตรวจวัดมีค่า 67.68 เดซิเบลเอ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการตรวจวัดระดับเสียงสูงสุดจากกระบวนการขึ้นรูปในโรงงานเซรามิก



ภาพ 11 ระดับเสียงสูงสุดในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

สรุปผล

จากการศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมจากกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมเซรามิกของโรงงานเซรามิกขนาดกลาง ตำบลกล้วยม่วง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง เพื่อศึกษาคุณภาพดิน น้ำ อากาศ และเสียง บริเวณโรงงานเซรามิกจังหวัดลำปาง โดยจะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อนในช่วงเดือนพฤษภาคม 2559 และฤดูฝนในช่วงเดือนสิงหาคม 2559 โดยแต่ละพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ สรุปได้ ดังนี้

1. มลพิษทางดิน ตรวจพบว่าปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีส และสังกะสี มีค่าไม่เกินมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2547) ที่กำหนด

2. มลพิษทางน้ำ ตรวจพบว่าปริมาณตะกั่วทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2547) ปริมาณแคดเมียมในน้ำช่วงฤดูร้อนมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2547) คือมีค่าเกิน 0.03 mg/l ปริมาณแมงกานีส และสังกะสี ทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2547) คือแคดเมียมต้องไม่เกิน 5 mg/l สังกะสีต้องไม่เกิน 5 mg/l ค่าอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทั้ง 2 ช่วงฤดูกาล มีค่าอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2539) คือค่าอุณหภูมิต้องไม่เกิน 40 °C ค่าความเป็นกรด-ด่าง คือต้องไม่เกิน 5.5-9.0 ส่วนค่าการนำไฟฟ้า พบว่าทั้ง 2 ช่วงฤดูกาล มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมชลประทาน (2554) คือค่าการนำไฟฟ้าต้องไม่เกิน 2,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ และค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด ทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าของแข็งละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2539) คือต้องไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัม/ลิตร

3. มลพิษทางอากาศ พบว่าปริมาณฝุ่น PM10 ในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน มีค่า 0.034 และ 0.022 mg/m^3 ตามลำดับ โดยทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษ (2550) กำหนดคือ 24 ชั่วโมง ต้องไม่เกิน 0.12 mg/m^3 ในขณะที่ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์บริเวณรอบโรงงานตรวจไม่พบทั้ง 2 ฤดูกาล

4. มลพิษทางเสียง พบว่าระดับเสียงสูงสุดในช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน มีแหล่งกำเนิดมาจากกระบวนการขึ้นรูป โดยมีค่า 76.1 และ 73.1 เดซิเบลเอ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2550) ที่กำหนดให้ไม่เกิน 115 เดซิเบลเอ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรนำผลการศึกษานี้มาใช้ประโยชน์เพื่อกำหนดมาตรการป้องกันหากเกิดปัญหามลพิษ ทั้งระยะสั้น และระยะยาว เนื่องจากเป็นพื้นที่ใกล้ชุมชน

2. งานวิจัยควรศึกษาโลหะหนักชนิดอื่นด้วยนอกเหนือจาก ตะกั่ว แคดเมียม แมงกานีสและสังกะสี เช่นปรอท เหล็ก และทองแดง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าของโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกที่ให้ออกเอกสารหลักฐานที่ในการเก็บตัวอย่าง และให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมเซรามิก ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการเข้าติดตั้งเครื่องมือต่างๆ จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้เสร็จสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกประการ

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2539). *มาตรฐานคุณภาพอากาศและเสียง*. กรุงเทพฯ: กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2547). *มาตรฐานคุณภาพดิน*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม.
- กรมชลประทาน. (2554). *ค่ามาตรฐานการนำไฟฟ้า*. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์.
- จรินทร์ คงรักษ์. (2549). *การศึกษาคุณภาพน้ำในเขตทุ่งสารภี แม่น้ำปรางจัน จังหวัดปรางจันบุรี จาก
การศึกษาคุณภาพน้ำและตะกอนท้องน้ำ*. กลุ่มงานตะกอนและคุณภาพน้ำส่วนอุทกวิทยา
สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน.
- นเรศ เชื้อสุวรรณ และคณะ. (2556). *ระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการ
ระยะที่ 2*. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- พรพรรณ ศิลารัตน์ และคณะ. (2554). *ศึกษาการแพร่กระจายของปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน
บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง*. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
คณะประมง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล.
- สมศักดิ์ ขวาลวัลย์. (2558). *กระบวนการผลิตเซรามิก*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วาสนา นามบาง และวิจิตรา เมาเตจา. (2557). *การแพร่กระจายโลหะหนักในพื้นที่นาข้าวรอบบ่อฝัง
กลบขยะชุมชน กรณีศึกษา ตำบลวังน้ำคู้ อำเภอมือง จังหวัดพิษณุโลก*. พิษณุโลก:
มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วีรณัฐ ดีละมัน และคณะ. (2557). *การตรวจวัดและการจัดทำแผนที่แสดงระดับเสียงรบกวน
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครศูนย์พระนครเหนือ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีราชมงคลพระนครศูนย์พระนครเหนือ.
- USDA NRCS. (2000). Heavy Metal Soil Contamination. Soil Quality Urban Technical
Note No.3. Soil Quality Institute, United States Department of Agriculture,

Natural Resources Conservation Service. Auburn, AL.
<http://www.aiswcd.org/IUMPDF/appendix/u03.pdf>. (Accessed June 30, 2016).

Xie, R.K., Seip, H.M., Leinum, J.R., Winje, T. and Xiao, J.S. (2005). Chemical characterization of individual particles (PM₁₀) from ambient air in Guiyang City, China. *Science of the Total Environment* 343, 261– 272.

การพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการ

กองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง

The management information system for Wang-yang Housing Fund

ธีรพงษ์ ยิ้มพวัน(Teerapong Yimpawan)^{1*} กนกวรรณ นาคเหล็ก(Kanokwan Narklek)²

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

² สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

* Corresponding author. E-mail: bonzine@live.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการในการใช้งานและพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศบริการจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบและหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์ความต้องการและปัญหาของระบบงานเดิม โดยศึกษาข้อมูลระบบงานของหน่วยงานและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่มีอยู่เดิม และได้มีการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของหน่วยเพื่อให้ทราบถึงความต้องการผู้ใช้งานระบบ คณะผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎี Water Fall Model เป็นทฤษฎีในการดำเนินการวิจัยและได้ดำเนินการออกแบบพัฒนาระบบงาน โดยพัฒนาระบบขึ้นมาในรูปแบบแอปพลิเคชันที่ใช้ทำงานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ คณะผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 เป็นชุดเครื่องมือในการพัฒนาในส่วนของ User Interface และการพัฒนาระบบฐานข้อมูลได้เลือกใช้ Microsoft Access 2010

ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.71 อยู่ในระดับสูงมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.36 และผลการประเมินด้านประสิทธิภาพในการใช้งานและประโยชน์ของระบบ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ 3.71 อยู่ในระดับมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.47 และผลการประเมินด้านการออกแบบระบบผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ 3.54 อยู่ในระดับมาก ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.52

คำสำคัญ: กองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ การบริหารจัดการ

Abstract

This research aims to study the needs of the users and Development Management Information System for Wang-yang Housing Fund. To find the system efficiency and User satisfaction. The researcher analyzes the needs and problems of

the original system. By studying the work system of the agency and collect data. All relevant exist. And interviewed with the unit's staff to know the user needs. The researchers used the Water Fall Model as a theory in conducting research. The design and development of the system. The system developed in the form of applications running through the computer. The researchers selected Microsoft Visual Studio 2010 as a development tool in the User Interface and database systems Microsoft Access 2010 was chosen.

Test results for system performance. The average was 4.71 at a very high level. The standard deviation was 0.36. And the results of the evaluation of the efficiency and usability of the system. The overall satisfaction level was 3.71 at the high level. The standard deviation was 0.47. and the results of the evaluation of the design of the system result in the evaluation of the user satisfaction of the design system. Average satisfaction was 3.54 at a high level. The standard deviation was 0.52.

Keywords: Wang-yang Housing Fund, Management Information System, Management

บทนำ

กองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง ก่อตั้งเมื่อวันที่ 11 เมษายน 2542 เนื่องในวโรกาสเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษาครบ 6 รอบ ในวันที่ 5 ธันวาคม 2542 ชาวบ้านวังยางหมู่ที่ 1 ตำบลนครชุม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ที่จะพัฒนาคุณภาพชีวิตให้พอมีพอกิน เพื่อพึ่งพาตนเอง อยู่ดีกินดีรวมกลุ่มจนไปถึงขั้นมีศรีสุข ดำเนินธุรกิจชุมชนตามทฤษฎีใหม่ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวโดยจัดตั้งกองทุนเริ่มต้นขึ้น เพื่อนำมาเป็นปัจจัยการผลิตและแก้ไขรายการขาดแคลนเดือดร้อนของชาวบ้านดังกล่าว จึงเห็นสมควรที่จัดตั้งกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยางขึ้นเป็นกิจกรรมแรกและดำเนินการตามวัตถุประสงค์เพื่อสะสมทรัพย์ให้แก่สมาชิกกองทุน เพื่อให้สมาชิกได้กู้ยืมเงินในกรณีที่บุคคลในครอบครัวของสมาชิกเจ็บไข้ได้ป่วย และเพื่อใช้จ่ายการประกอบอาชีพที่มีความจำเป็นเร่งด่วน เป็นต้น ทั้งนี้กองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยางเป็นกองทุนที่ก่อตั้งขึ้นจากความร่วมมือของชาวบ้านหมู่บ้านวังยาง โดยมีนายเจนวิทย์ ผาสุก อดีตอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร เป็นผู้ริเริ่มและก่อตั้งกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง (กองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง, 2542) ในปัจจุบันกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยางมีระยะเวลาดำเนินการมาแล้วเป็นเวลา 18 ปี เป็นกองทุนที่มีความเข้มแข็ง มีความมั่นคงทางการเงิน และเป็นกองทุนเดียวของหมู่บ้านที่มีการเจริญเติบโตยิ่งขึ้น

เนื่องจากกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์หมู่บ้านวังยาง มีคณะกรรมการบริหารงานที่เข้มแข็งทำให้กองทุนเจริญเติบโตมากยิ่งขึ้น มีจำนวนสมาชิกและจำนวนเงินของกองทุนเพิ่มมากขึ้นอย่างทวีคูณ รวมทั้งขั้นตอนกระบวนการในการทำงานของบุคลากรและเจ้าหน้าที่ผู้ดำเนินงานจะต้องรับภาระเพิ่มมากขึ้น ในเรื่องของการฝากเงิน การถอนเงินและการกู้เงิน ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำงานที่ต้องใช้ความละเอียดอ่อนเป็นอย่างมาก ซึ่งจะต้องไม่เกิดความผิดพลาดของข้อมูลทั้งหมดโดยเด็ดขาดจึงส่งผลจะต้องใช้เวลามากในการดำเนินงานเพื่อตรวจสอบความถูกต้องอย่างละเอียด ในกรณีที่เจ้าหน้าที่ทำการคำนวณจำนวนตัวเลขหรือมีการบันทึกข้อมูลผิดพลาด ซึ่งข้อมูลทางสมาชิกและทางกองทุนไม่ตรงกัน จะส่งผลให้กองทุนมีความเสี่ยงชื่อเสียงและขาดความเชื่อมั่นจากสมาชิกกองทุนได้ และในส่วนของการบริหารจัดการนั้นยังไม่มีประสิทธิภาพ เรื่องของการจัดทำหลักฐานด้านการเงินและบัญชีที่ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งการจัดเก็บบันทึกข้อมูลหลักฐานนั้นยังใช้วิธีการเขียนบันทึกข้อมูลลงในสมุดทะเบียนบัญชี ซึ่งทางกองทุนยังไม่มีมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้าช่วยในการดำเนินการ เพราะส่วนใหญ่บุคลากรและเจ้าหน้าที่ผู้ดำเนินงานของกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์หมู่บ้านวังยางเป็นชาวบ้านผู้ที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ทำไร่ ทำนา ค้าขายในระดับชุมชน จึงไม่ค่อยเห็นความสำคัญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่จะนำมาประยุกต์ในการบริหารจัดการองค์กรมากเท่าที่ควร

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความต้องการในการนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศไปใช้งานและทำการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์หมู่บ้านวังยาง เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากระบบงานเดิมในการบริหารจัดการองค์กร ทั้งในเรื่องของการให้บริการแก่สมาชิกแต่ละรายที่ใช้เวลานานในการให้บริการในแต่ละครั้งในการคำนวณยอดเงินตัวเลขที่มีจำนวนมากและวิธีการใช้สูตรคำนวณที่ซับซ้อน โดยคอมพิวเตอร์และระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่คณะผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขึ้นนั้นจะช่วยในเรื่องการประมวลผลข้อมูลที่มีความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ (วรพร แอตุ้ย และณัฐธิดา ในปิ่นตา, 2554) รวมถึงการบันทึกข้อมูลหลักฐานทางด้านบัญชีการเงินให้มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการลดขั้นตอนกระบวนการที่ช่วยลดข้อผิดพลาดต่างๆ (วิไลندا ฤทธิศร และคณะ, 2552) ในการดำเนินงานให้กับเจ้าหน้าที่บุคลากรได้ ส่งผลให้องค์กรมีภาพลักษณ์ในการบริหารงานที่มีความเป็นมืออาชีพ สร้างความมั่นคงและน่าเชื่อถือให้กับองค์กรและสมาชิกได้มากยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความต้องการในการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศบริการจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์ฯ
2. เพื่อพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์ฯ

1.2 การสัมภาษณ์ คณะผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ นางสาวน้ำฝน พันธุ์มี เจ้าหน้าที่ฝ่ายบัญชี ประจำกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง หนึ่งในคณะกรรมการดำเนินงานกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง โดยมีความเห็นตรงกันกับคณะกรรมการท่านอื่นๆว่า “ทางกองทุนอยากได้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศหรือคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับการทำงานในระบบเดิมเข้ามามีส่วนช่วยในการบริหารจัดการหน่วยงาน เพราะปัจจุบันหน่วยงานนั้นได้เจริญเติบโตมากขึ้น ส่งผลให้จำนวนสมาชิก และจำนวนเงินที่หมุนเวียนในหน่วยงานได้เพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยลดปัญหาและข้อผิดพลาดในเรื่องของ ขั้นตอนระยะเวลาในการดำเนินงานและการให้บริการที่รวดเร็วถูกต้องแก่สมาชิก เป็นต้น ” (น้ำฝน, 2559)

1.3 ผลการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานระบบ ที่เก็บรวบรวมข้อมูลมีดังนี้

1.3.1 ต้องการใช้งานระบบที่สามารถทำงานได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการใช้งาน มีการประมวลผลที่ถูกต้องและแม่นยำ

1.3.2 ต้องการให้ระบบสามารถค้นหาข้อมูลสมาชิก แก้ไขข้อมูลสมาชิกเปลี่ยนแปลงรายละเอียดได้

1.3.3 ต้องการให้ระบบสามารถกับข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลได้อย่างปลอดภัย

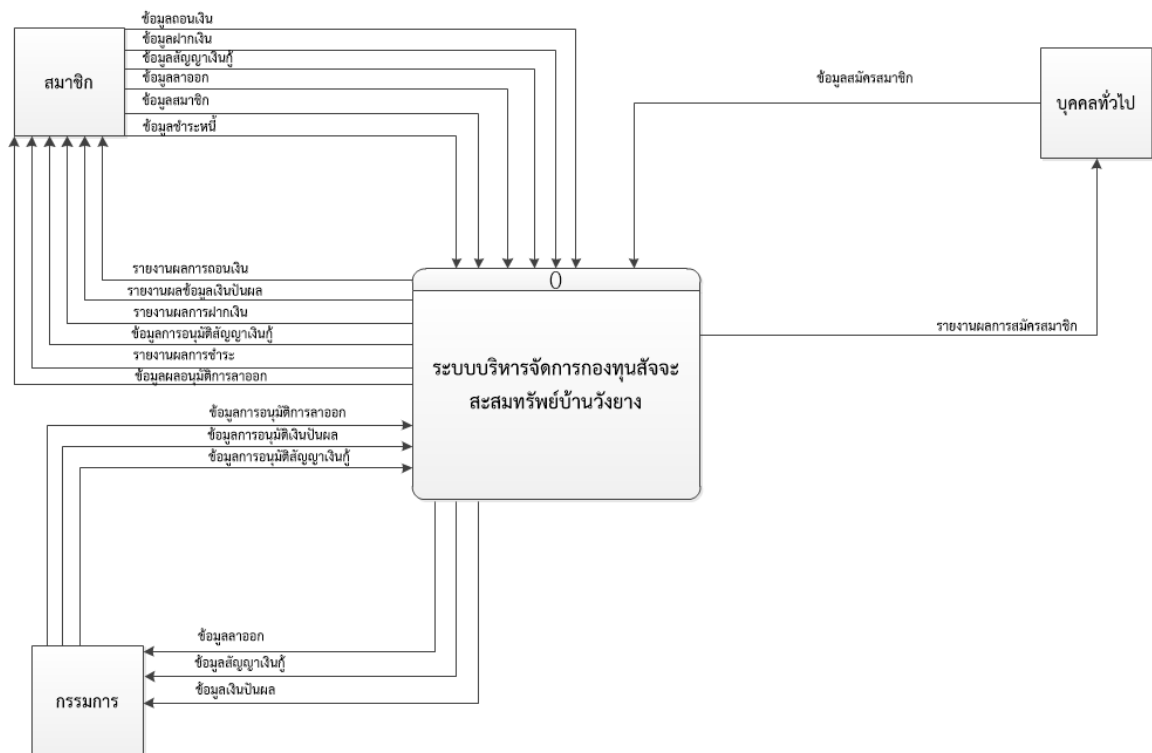
1.3.4 ต้องการให้ระบบมีความปลอดภัยกับข้อมูลและมีประสิทธิภาพกว่าระบบเดิม

1.3.5 ต้องการให้การทำงานของระบบจัดการกองทุนหมู่บ้านเป็นระบบระเบียบยิ่งขึ้น

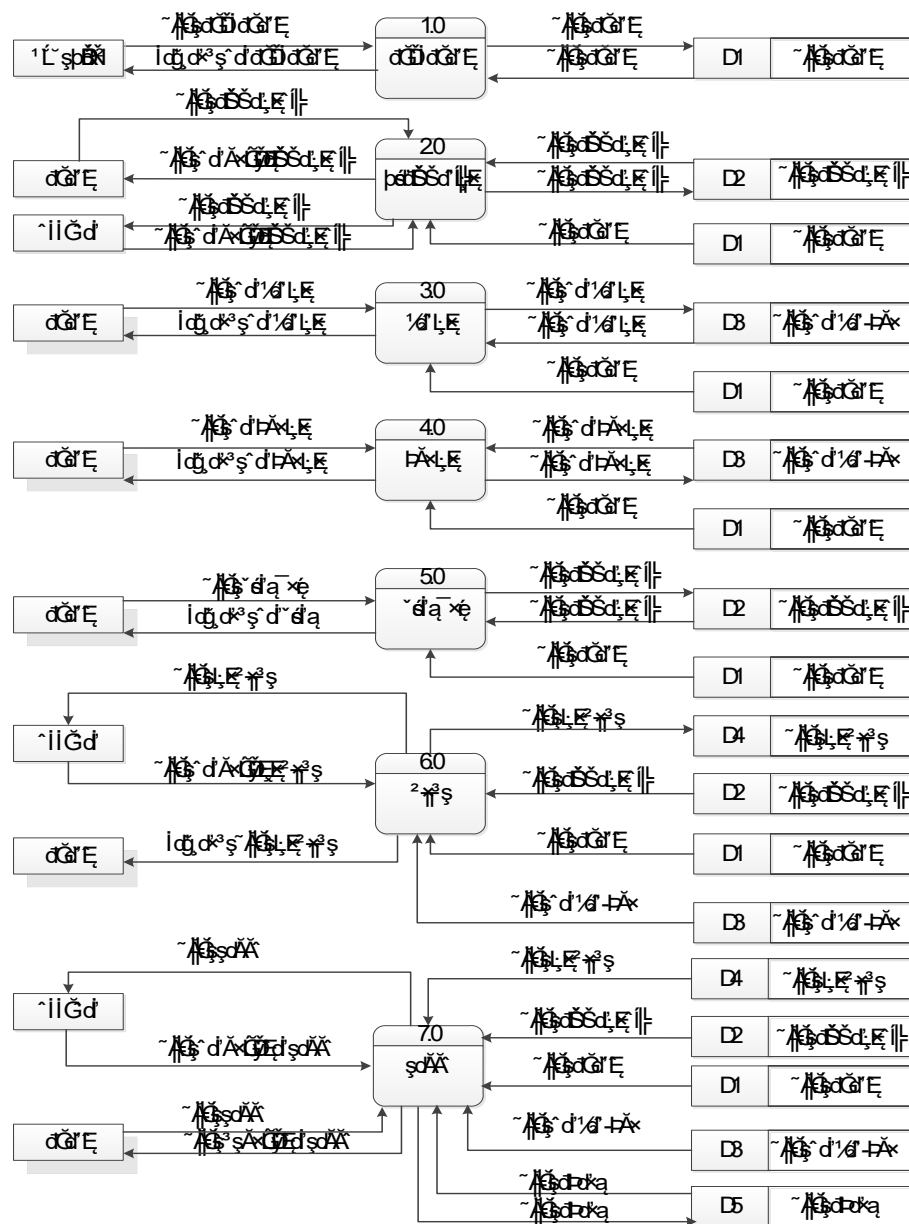
1.3.6 ต้องการลดปัญหาขั้นตอนการดำเนินงาน การบันทึกจัดเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน

2. การออกแบบระบบและพัฒนาระบบงานให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานระบบ

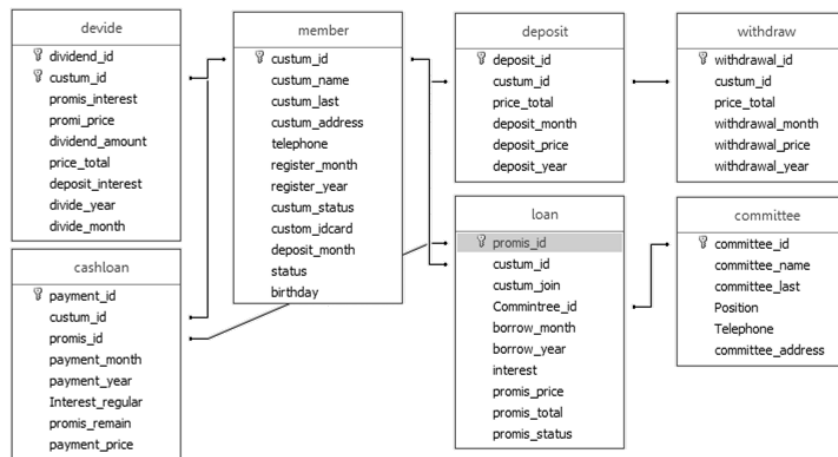
หลังจากที่คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาระบบงานเดิมรวมทั้งความต้องการของผู้ใช้งานระบบแล้วนั้น จากนั้นจึงได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบงานใหม่ให้มีความสอดคล้องกับระบบงานเดิมมากที่สุด โดยใช้ทฤษฎีในการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ โดยคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาแผนภาพกระแสข้อมูล การอธิบายการประมวลผล แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ในการออกแบบและพัฒนาระบบคณะผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 และการพัฒนาฐานข้อมูลคณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ Microsoft Access 2010 เพราะใช้งานร่วมกับ Microsoft Visual Studio 2010 ได้ดี ง่ายต่อการเรียนรู้ มีวัตถุคอนโทรลให้เรียกใช้ในรายงานและฟอร์ม สร้างมาโครและโมดูลด้วยภาษาเบสิก เพื่อประมวลผลตามหลักภาษาโครงสร้าง สร้างตารางอย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องกังวลกับความซับซ้อนของฐานข้อมูลการตรวจหาชนิดข้อมูลโดยอัตโนมัติ (ธนพล, 2554)



ภาพที่ 2 Context Diagram ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสม
 ทรัพย์ฯ



ภาพที่ 3 Data Flow Diagram Level 1 ระบบบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง



ภาพที่ 4 ER-Diagram แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลระบบงานที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้องในการบริหารงานกองทุนสัจจะสหกรณ์บ้านวังยาง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างเครื่องมือแบบสอบถามเพื่อให้หาประสิทธิภาพของระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

3.2 สร้างเครื่องมือแบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบและแบบสอบถามหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

3.2.1 แบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ เป็นเครื่องมือสำหรับคณะผู้วิจัยใช้ในการบันทึกผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบในด้านต่างๆ (Black Box Testing) (มนต์ชัย, 2548) ซึ่งประเด็นในการทดสอบ ได้แก่ การทดสอบความถูกต้องในการประมวลผลของระบบ (Functional Testing) การทดสอบด้านความยากง่ายในการใช้งาน (Usability Testing) และการทดสอบด้านสมรรถนะภาพในการทำงานของระบบ (Performance Testing) (วุฒิพงษ์ และศิริวรรณ, 2558) โดยแบ่งระดับการให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ (Best, 1997)

3.2.2 แบบสอบถามหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ซึ่งแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้งานระบบของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา จำนวน 3 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบสอบถามหาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างเป็นแบบสอบถามในลักษณะมาตรา สวนประมาณค่า (Rating Scale) แบบลิเคิร์ต (Likert Scale) แบบสอบถามจะวัดถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบในมุมมองด้านประสิทธิภาพในการใช้งานและประโยชน์ของระบบ และด้านการออกแบบระบบ โดยแบ่งระดับการให้คะแนนออกเป็น 5 ระดับ (Best, 1997)

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

3.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบแบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบและแบบสอบถามหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.4 คณะผู้วิจัยทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบในด้านต่างๆ (Black Box Testing) ตามประเด็นที่ได้กำหนดไว้

3.5 นำระบบไปทดลองใช้งานจริงพร้อมให้ผู้ใช้งานระบบทำการประเมินระบบโดยใช้เครื่องมือแบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

3.6 จากนั้นทำการประมวลผลจากแบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบและแบบสอบถามหาความ พึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

คณะผู้วิจัยประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อคำนวณค่าสถิติต่างๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) เพื่อใช้แปลความหมายของการทดสอบและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อใช้แปลความหมายข้อมูลค่าตัวกลางเลขคณิต (Arithmetic Mean) หรือค่าเฉลี่ย (Mean) เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินหาประสิทธิภาพของระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ ได้กำหนดเกณฑ์ตามวิธีของลิเคิร์ต โดยประกอบด้วยมาตรอันดับ (Rating Scale) เชิงคุณภาพ 5 อันดับและมาตรอันดับเชิงปริมาณ 5 อันดับด้วยกัน โดยจะให้คะแนนในแต่ละข้อตามความเหมาะสมซึ่งมีลำดับตามความหมายของคะแนน (กัลยา, 2542)

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบฯ ให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานระบบและได้นำระบบ ไปทดสอบใช้งานจริงกับกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง ทั้งนี้ได้ดำเนินการแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ของระบบเป็นที่เรียบร้อย ซึ่งผลจากการพัฒนาระบบฯ แสดงภาพตัวอย่างดังภาพด้านล่างดังนี้

หน้าหลัก

สมาชิก	บัญชีรายวัน	ฝาก	ถอน	ลูกหนี้	บิลแลก	ประวัติการเงิน	ออกจากระบบ
--------	-------------	-----	-----	---------	--------	----------------	------------

เลขที่เอกสาร	ชื่อ	วันที่	จำนวน	วันที่
001	เอกสารบัญชี	900	350000	19400
069	เอกสารบัญชี	600	50000	4000
070	เอกสารบัญชี	2500	0.0000	0.0000
071	เอกสารบัญชี	1500	0.0000	0.0000
072	เอกสารบัญชี	2200	0.0000	0.0000
073	เอกสารบัญชี	2500	0.0000	0.0000
074	เอกสารบัญชี	1500	0.0000	0.0000
075	เอกสารบัญชี	3000	0.0000	0.0000
076	เอกสารบัญชี	3000	0.0000	0.0000
077	เอกสารบัญชี	30000	0.0000	0.0000
078	เอกสารบัญชี	2500	0.0000	0.0000
079	เอกสารบัญชี	1000	10000	1200

ส่งออก

รายงานข้อมูล

ข้อมูลทั่วไป

ยอดเงินรวมของกองทุน

วันที่: 9/10/2017

ภาพที่ 5 หน้าหลักของระบบ

2. ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการ
กองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบในด้านต่างๆ (Black Box Testing)
ตามประเด็นที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งมีผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ

ข้อที่	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)	ระดับ ประสิทธิภาพ
1	ด้านความถูกต้องในการประมวลผลของระบบ	5.00	0.00	สูงมาก
2	ด้านความง่ายในการใช้งาน	4.51	0.51	สูงมาก
3	ด้านสมรรถนะภาพในการทำงานของระบบ	4.63	0.57	สูงมาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.71	0.36	สูงมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศใน
การบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.71 อยู่ในระดับสูงมาก
โดยเฉพาะด้านความถูกต้องในการประมวลผลของระบบ (Functional Testing) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงถึง
5.00 ในระดับสูงมาก

3. ผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง

คณะผู้วิจัยได้นำระบบไปทดสอบใช้งานจริงพร้อมให้ผู้ใช้งานระบบตอบแบบสอบถามเพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านประสิทธิภาพในการใช้งานประโยชน์ของระบบ และด้านการออกแบบระบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการหาความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพในการใช้งานและประโยชน์ของระบบ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
ด้านประสิทธิภาพในการใช้งานและประโยชน์ของระบบ				
1	ความถูกต้องของการประมวลผล สูตรการคำนวณและการรายงานต่างๆ	3.92	0.28	มาก
2	ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ	3.77	0.60	มาก
3	ความง่ายของการใช้งานของระบบ	3.69	0.48	มาก
4	มีประโยชน์ต่อการลดทรัพยากรในการจัดเก็บข้อมูล	3.46	0.52	ปานกลาง
5	ช่วยลดเวลา ลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน	3.69	0.48	มาก
6	ภาษาที่ใช้ในระบบเป็นทางการ ตรงประเด็น และสื่อความหมายชัดเจน	3.69	0.48	มาก
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวม		3.71	0.47	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพในการใช้งานและประโยชน์ของระบบ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ 3.71 อยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะเรื่องความถูกต้องของการประมวลผล สูตรการคำนวณและการรายงานต่างๆ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุดที่ 3.92 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 3 ผลการหาความพึงพอใจด้านการออกแบบระบบ

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลความหมาย
ด้านการออกแบบระบบ				
7	ความเหมาะสมของเมนูการใช้งาน	3.62	0.51	มาก
8	ความสวยงาม ความทันสมัยและความน่าสนใจของหน้าระบบ	3.54	0.52	มาก
9	การจัดวางรูปแบบในหน้าระบบง่ายต่อการอ่านและการใช้งาน	3.46	0.52	ปานกลาง

10	ขนาดตัวอักษรและรูปแบบตัวอักษรอ่านได้ง่าย	3.54	0.52	มาก
ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวม		3.54	0.52	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการประเมินด้านการออกแบบระบบผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ 3.54 อยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะเรื่องระบบมีความเหมาะสมของเมนูการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุดอยู่ที่ 3.62 อยู่ในระดับมาก

สรุปและอภิปรายผล

จากผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุน สัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการอภิปราย ดังนี้ จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาความต้องการในการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศบริการจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง โดยคณะผู้วิจัยดำเนินการลงพื้นที่เพื่อศึกษาข้อมูลของหน่วยงานและดำเนินการรวบรวมเอกสารข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ง่ายต่อการรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ ข้อมูลที่ได้จากเอกสาร เช่น แบบฟอร์มจากเอกสาร รายงานต่างๆ คู่มือการปฏิบัติงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา ระบบกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง และจากนั้นได้ดำเนินการสัมภาษณ์คณะกรรมการดำเนินงานกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง โดยมีความเห็นตรงกันว่า “ทางหน่วยงานอยากได้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศหรือคอมพิวเตอร์ที่สอดคล้องกับการทำงานในระบบเดิมเข้ามามีส่วนช่วยในการบริหารจัดการหน่วยงาน เพราะปัจจุบันหน่วยงานนั้นได้เจริญเติบโตมากขึ้น ส่งผลให้จำนวนสมาชิกและจำนวนเงินที่หมุนเวียนในหน่วยงานได้เพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยลดปัญหาและข้อผิดพลาดในเรื่องของขั้นตอนระยะเวลาในการดำเนินงานและการให้บริการที่รวดเร็วถูกต้องแก่สมาชิก เป็นต้น” โดยสามารถวิเคราะห์ผลความต้องการของผู้ใช้งานระบบ ได้ดังนี้ ต้องการใช้งานระบบที่สามารถทำงานได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการใช้งาน มีการประมวลผลที่ถูกต้องและแม่นยำ ระบบสามารถค้นหาข้อมูลสมาชิก แก้ไขข้อมูลสมาชิกเปลี่ยนแปลงรายละเอียดได้ ระบบสามารถเก็บข้อมูลในรูปแบบฐานข้อมูลได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพกว่าระบบเดิม ต้องการให้การทำงานเป็นระบบระเบียบยิ่งขึ้น ต้องการลดปัญหาการขั้นตอนดำเนินงานและการบันทึกจัดเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิตยา อินทนนท์ และปริยานุช อุปแบ่ง (2552) ได้พัฒนาและจัดทำระบบจัดการกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมืองของหมู่บ้านท่าสี่ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำระบบบริหารจัดการข้อมูลที่ดี สารลดเพิ่มรายได้และลดค่าใช้จ่ายจากการดำเนินงาน ซึ่งเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการบริหารจัดการข้อมูลภายในกองทุนหมู่บ้าน

ซึ่งมีลักษณะเป็นโปรแกรมที่ทำการบันทึกข้อมูลการทำธุรกรรมต่างๆ ของระบบ รวมทั้งการเก็บบันทึกข้อมูลสมาชิกและข้อมูลอื่นๆ

จากนั้นวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง คณะผู้วิจัยใช้ทฤษฎี Waterfall Model ในการดำเนินการวิจัย ออกแบบและพัฒนาระบบงานให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานระบบ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนาแผนภาพกระแสข้อมูล การอธิบายการประมวลผล แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ในการออกแบบและพัฒนาระบบคณะผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 เป็นชุดเครื่องมือในการพัฒนาในส่วน User Interface และการพัฒนาฐานข้อมูลคณะผู้วิจัยได้เลือกใช้ Microsoft Access 2010 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ วิไลندا ฤทธิศร และคณะ (2552) ได้พัฒนาระบบบริหารจัดการกลุ่มออมทรัพย์สัจจะหมู่บ้าน สำหรับอำนวยความสะดวกในการบริหารจัดการกลุ่มออมทรัพย์หมู่บ้าน โดยซอฟต์แวร์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของฐานข้อมูลจัดเก็บเป็นตารางโดยใช้ Microsoft Access เป็นเครื่องมือจัดการและในส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ออกแบบและพัฒนาพื้นฐานการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio ใช้ ActiveX Control ต่างๆ ของ Microsoft Visual Studio ช่วยในการออกแบบระบบ

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง คณะผู้วิจัยได้การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบในด้านต่างๆ (Black Box Testing) ตามประเด็นที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งผลการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.71 อยู่ในระดับสูงมาก โดยเฉพาะด้านความถูกต้องในการประมวลผลของระบบ (Functional Testing) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงถึง 5.00 ในระดับสูงมาก รองลงมาคือด้านสมรรถนะภาพในการทำงานของระบบ (Performance Testing) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.63 อยู่ในระดับสูงมาก และด้านความยากง่ายในการใช้งาน (Usability Testing) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.51 อยู่ในระดับสูงมาก เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นระบบที่ไม่มีความซับซ้อน จึงง่ายต่อการใช้งาน

วัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง คณะผู้วิจัยได้นำระบบไปทดสอบใช้งานจริงพร้อมให้ผู้ใช้งานระบบตอบแบบสอบถามเพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านประสิทธิภาพในการใช้งานประโยชน์ของระบบ และด้านการออกแบบระบบดังนี้ ผลการประเมินด้านประสิทธิภาพในการใช้งานและประโยชน์ของระบบ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมอยู่ที่ 3.71 อยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะเรื่องความถูกต้องของการประมวลผล สูตรการคำนวณและการรายงานต่างๆ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุดที่ 3.92 อยู่ในระดับมาก และผลการประเมินด้านการออกแบบระบบผลการประเมินหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยความพึง

พอใจโดยรวมอยู่ที่ 3.54 อยู่ในระดับมาก โดยเฉพาะเรื่องระบบมีความเหมาะสมของเมนูการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุดอยู่ที่ 3.62 อยู่ในระดับมาก

สรุปได้ว่า ระบบบริหารจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์หมู่บ้านวังยาง สามารถนำไปใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพในเรื่อง การประมวลผลข้อมูลที่มีความถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำ รวมถึงการบันทึกข้อมูลหลักฐานทางด้านบัญชีให้มีความปลอดภัยแล้วมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นการลดขั้นตอนการดำเนินงานให้กับเจ้าหน้าที่บุคลากรได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วราพร แสตุ้ย และณัฐธิดา ในปีนา (2554) ได้จัดทำระบบกู้ยืมเงินกองทุนหมู่บ้าน กรณีศึกษาบ้านนาพาน อ.แม่ทะ จ.ลำปาง พบว่า ระบบสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองได้ตรงความต้องการของผู้ใช้งานระบบ เห็นได้จากที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับมาก จำนวน 20 คน ทั้งในด้านการออกแบบโปรแกรม ความปลอดภัยในการจัดเก็บข้อมูลและช่วยลดขั้นตอนการทำงานที่เคยปฏิบัติอยู่ประจำ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง มีระบบงานย่อยแบ่งออกเป็น 2 กองทุน คือ กองทุนสะสมทรัพย์ฯ และกองทุนฌาปนกิจฯ ในส่วนของกองทุนฌาปนกิจยังไม่มีผู้พัฒนาระบบ นักวิจัยรุ่นต่อไปสามารถนำไปต่อยอดในพัฒนาระบบให้ครอบคลุมได้ เพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพภายในอนาคต และสามารถพัฒนาระบบการบันทึกข้อมูลการทำธุรกรรมลงบนสมุดบัญชี เช่นเดียวกับสมุดบัญชีธนาคาร เพื่อเอื้ออำนวยในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานของหน่วยงานได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศบริการจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2559 จำนวนเงิน 20,000 บาท จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณคณะผู้วิจัยทุกท่านที่มีส่วนร่วมในดำเนินการลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศบริการจัดการกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง ตลอดจนการทดสอบระบบและส่งมอบระบบให้กับหน่วยงานกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง จนการดำเนินการวิจัยเสร็จสิ้นลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วาณิชยบัญชา. (2559). **การวิเคราะห์สถิติ สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย**. (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย.
- กองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง. (2542). **ประวัติการก่อตั้งกองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง**. กำแพงเพชร : กองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง.
- ณัฐพันธุ์ เขจรนันท์. (2551). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ : Information System Analysis and Design**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ธนพล ฉันทวีชัย. (2554). **ปฏิบัติการ Access 2010 ฉบับ Workshop**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- น้ำฝน พันธุ์มี. (2559, มิถุนายน 5). **เจ้าหน้าที่ฝ่ายบัญชี, กองทุนสัจจะสะสมทรัพย์บ้านวังยาง**. สัมภาษณ์.
- นิตยา อินทนนท์ และปริยานุช อุปแปง. (2552). **ระบบจัดการกองทุนหมู่บ้านและชุมชนเมือง**
กรณีศึกษา : หมู่บ้านท่าสี่ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง. ลำปาง : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง.
- บัญชา ปะสีละเตสัง. (2554). **พัฒนาแอปพลิเคชันด้วย Visual Basic 2010**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2548). **สถิติและวิธีการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- วรภาพร แสงด้อย และณัฐนิชา ไนปินตา. (2554). **ระบบกู้ยืมเงินกองทุนหมู่บ้าน กรณีศึกษาบ้านนาพาน อ.แม่ทะ จ.ลำปาง**. ลำปาง : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตลำปาง.
- วิลันดา ฤทธิธร และคณะ. (2552). **ระบบบริหารจัดการกลุ่มออมทรัพย์สัจจะหมู่บ้าน**. [Online]. Available : http://itd.htc.ac.th/st_it50/it5016/nidz/Web_Analyse/unit3.html. [2559, สิงหาคม 26].
- วุฒิพงษ์ ชินศรี และศิริวรรณ วาสุกี. (2558). **การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัย**. วารสารวิจัยและพัฒนาวิจัยและพัฒนาวลัยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 10(1), 1 - 1
- ศิริชัย กาญจนวาสี และคนอื่นๆ. (2551). **การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย**. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2555). **การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม)**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Best, J. W. (1997). **Research in Education**. Eglewood Cliffs, NJ. Prentice-Hall.

การวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

Analysis of formaldehyde in Cosmetic Products

เฉลิม ทราอินทร์(Chalerm Saiin)* ยศพล เกษมสุข(Yossapon Kasamsook)

อนงค์ วิสวรุ้งโรจน์(Anong Visavarungroj)*

ภาควิชาเภสัชเคมีและเภสัชเวช คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

*Corresponding author. E-mail: Chalerm@nu.ac.th, Anongv@nu.ac.th

บทคัดย่อ

ฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารที่นิยมใช้เป็นสารกันเสียในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง แต่เนื่องจากฟอร์มาลดีไฮด์อาจส่งผลให้เกิดการระคายเคืองบริเวณตา จมูก ระบบหายใจ และเป็นสารก่อมะเร็ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีกฎหมายควบคุมปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในตำรับเครื่องสำอาง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบวนการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เบื้องต้น และเพื่อทำการตรวจสอบเอกลักษณ์และวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ในขั้นตอนการพัฒนาระบวนการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เบื้องต้น ทำโดยศึกษาเปรียบเทียบจาก 3 วิธีดังนี้ คือ 1) วิธีการตรวจสอบเอกลักษณ์สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์โดยการทำปฏิกิริยากับ sulfuric acid และ salicylic acid 2) วิธีการตรวจสอบเอกลักษณ์สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์โดยการทำปฏิกิริยากับ silver-ammonium-nitrate TS และ 3) เป็นการพัฒนาจากวิธีที่ 1 โดยทำบนกระดาษกรอง จากการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณเบื้องต้น ทั้ง 3 วิธีดังกล่าวพบว่าวิธีแรกเป็นวิธีที่ให้ผลการตรวจสอบที่สังเกตผลได้ง่ายและชัดเจนที่สุด

ในขั้นตอนต่อมาคือการวิเคราะห์หาปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในตัวอย่างเครื่องสำอางที่มีจำหน่ายในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 5 ตัวอย่าง โดยใช้วิธีมาตรฐาน Colorimetric Spectroscopy (Acetylacetone method) วิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในตัวอย่างโดยใช้ standard curve ของฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีค่า $R^2=0.9968$ และ % recovery เท่ากับ 107.89, 114.00, 114.79, 101.97 และ 105.20 ตามลำดับ ได้ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในตำรับตัวอย่าง คือ 0.22%, 0.14%, 0.08%, 0.06% และ 0.01% ตามลำดับ

การศึกษาสรุปได้ว่าวิธีตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณเบื้องต้นที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ให้ผลการวิเคราะห์ที่สัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Acetylacetone method และช่วยเพิ่มความจำเพาะของการวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้วิเคราะห์เบื้องต้นนอกสถานที่ได้ และจากการวิเคราะห์ตัวอย่างเครื่องสำอางที่มีจำหน่ายในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 5 ตัวอย่างพบว่าเครื่องสำอาง 1 ตัวอย่างที่มีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เกิน 0.2% ตามที่กฎหมายกำหนด จึงควรมีการตรวจสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในสำอางอื่นๆ เพิ่มเติม

คำสำคัญ: ฟอรัมาลดีไฮด์ เครื่องสำอาง การตรวจสอบเอกลักษณ์ การวิเคราะห์ปริมาณ

Abstract

Formaldehyde (CH_2O) was commonly used as a preservative in cosmetic products. It was a known chemical irritant which produced chronic health effects in eyes, nose and respiratory system. The critical point was that formaldehyde was in the list of carcinogen. Thus, the maximal content of formaldehyde in cosmetic product must be regulated by law. In order to control quantity of formaldehyde in cosmetic products resulted in the development of analytical methods for formaldehyde. This research aimed to develop a process for identification and semi-quantitative analysis of formaldehyde, and analysis of formaldehyde in cosmetic product. Identification and semi-quantitative analysis for formaldehyde were developed by comparison study of 3 methods, 1) by the reaction with sulfuric acid and salicylic acid, 2) by the reaction with silver-ammonium-nitrate TS and 3) was developed by using method 1 on filter paper. It was found that the first method provided the best results because It was clear and easy to observe the color zone of the reaction.

After that, quantitative analysis by using the Colorimetric Spectroscopy (Acetylacetone method) in comparison with standard curve of formaldehyde with $R^2 = 0.9968$ was developed. It was found that % recovery of 5 samples were 107.89%, 114.00%, 114.79%, 101.97% and 105.20% respectively. The % recovery were in the acceptable range (80-120%). Thus, this method was acceptable for use in laboratory. Then, 5 samples of cosmetic products in Phitsanulok province were analyzed. The obtained results of formaldehyde content in 5 samples were 0.22%, 0.14%, 0.08%, 0.06% and 0.01%, respectively. To consider the relationship between the concentration of formaldehyde and color of reaction from 3 methods, the best method was the method 1. Because the color zone was agree with the concentration level of formaldehyde. Thus, the method 1 is suitable to provide the semi-quantitative analysis of formaldehyde in cosmetic products in the future.

It could be concluded that the method for identification and semi-quantitative analysis of formaldehyde in cosmetic products were newly developed.

The obtained results by using the newly method were related to the results of the acetylacetone method. The newly method can be used for off-site analysis. According to quantitative analysis of the 5 sample of cosmetics in Phitsanulok province, it found one sample with formaldehyde content over 0.2% as prescribed by law. Therefore, the others cosmetic products should be monitored the amount of formaldehyde.

Keywords: formaldehyde, cosmetic products, identification, Colorimetric Spectroscopy, acetylacetone method

บทนำ

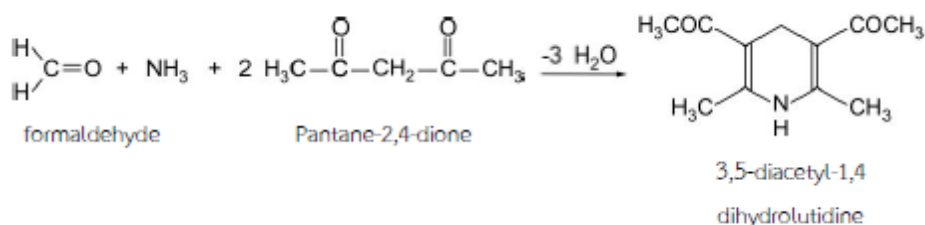
เนื่องจากปัจจุบันผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเป็นผลิตภัณฑ์ที่เข้าถึงได้ง่าย มีหลายหลายรูปแบบให้เลือกใช้ ดังนั้นด้านความปลอดภัย และคุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อ หรือเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆเหล่านี้ ทำให้ผู้ประกอบการหันมาสนใจคุณภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ประกอบกับกฎหมายที่ออกข้อบังคับใช้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง จึงทำให้เกิดการพัฒนาวิธีวิเคราะห์และเทคนิคในการตรวจสอบคุณภาพและความปลอดภัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น

ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นสารไม่มีสี ติดไฟได้ง่ายที่อุณหภูมิห้อง มีกลิ่นฉุน อาจส่งผลให้เกิดความรู้สึกระคายเคืองที่บริเวณตา จมูก และระบบหายใจได้ (US Department of Health and Human Services, 1999) ฟอร์มาลดีไฮด์มักจะเติมลงในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเพื่อช่วยต้านเชื้อแบคทีเรียและเป็นสารกันบูด สารนี้ไม่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของมนุษย์เพราะมีกลไกการออกฤทธิ์กดระบบทางเดินหายใจอาจทำให้เกิดโรคหอบหืด และโรคปอดอักเสบได้ หากได้รับสัมผัสทางผิวหนังทำให้เกิดการไหม้และยังเป็นสารกระตุ้นให้เกิดผื่นแพ้ นอกจากนี้ยังพบว่า เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น มะเร็งโพรงหลังจมูก โดยอาการทางคลินิกจะแบ่งเป็นสองระยะคือ ระยะเฉียบพลัน ทางเข้าสู่ร่างกายของฟอร์มาลดีไฮด์นั้น สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางการหายใจ ทางการกิน และซึมผ่านผิวหนัง กรณีที่ได้รับสารเข้าสู่ร่างกายในปริมาณน้อยอาจทำให้เกิดการระคายเคืองได้ทั้งต่อระบบทางเดินหายใจ และดวงตา ซึ่งเป็นอวัยวะที่มีความไวต่อสารสูงและฟอร์มาลดีไฮด์เป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีจึงรู้สึกระคายเคืองทางเดินหายใจและเยื่อตาได้ง่าย แม้ได้รับสัมผัสในปริมาณเล็กน้อย หากได้รับเข้าไปปริมาณมากจะมีฤทธิ์ระคายเคืองทางเดินหายใจรุนแรง ทำให้เกิดอาการปอดอักเสบและหอบหืดได้ การสัมผัสทางผิวหนังทำให้ผิวหนังไหม้ เป็นผื่นแดงอักเสบ และหากใช้มือสัมผัสสารโดยตรงอาจทำให้เล็บผิดรูป ในระยะยาว การสัมผัสในระยะยาวมีผลต่อการเกิดมะเร็งโพรงหลังจมูกได้ในมนุษย์ (ธีระศิษฐ์ เฉินบำรุง, 2560) การศึกษาพิษวิทยาของสารประกอบนี้แสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงของเครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของฟอร์มาลดีไฮด์ ดังนั้นการกำหนดค่าฟอร์มาลดีไฮด์เป็นตัวแปรควบคุม

คุณภาพมีความสำคัญมาก (Gholami et al., 2016) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 47) พ.ศ.2550 เรื่องกำหนดวัตถุกันเสียที่อาจเป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง โดยประกาศให้ใช้ฟอร์มาลดีไฮด์ได้สูงสุด 0.2% คำนวณในรูป free formaldehyde (สำหรับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีไซ เพื่อสุขอนามัยในช่องปาก) 0.1% คำนวณในรูป free formaldehyde (สำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อสุขอนามัยในช่องปาก) และห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทฉีดพ่นเพื่อให้เกิดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผลการเลือกใช้

ในการหาปริมาณสารใดสารหนึ่งโดยวิธีการทางห้องปฏิบัติการมีอยู่หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้มากคือการวัดความเข้มของสี (colorimetry) หรือการวัดความเข้มของแสง โดยการเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน (standard solution) ที่ทราบค่า ในระยะแรกๆ การเปรียบเทียบความเข้มของสี อาศัยสายตา (visual colorimetry) เพื่อให้การวัดมีความจำเพาะ (specificity) และความไว (sensitivity) สูง จึงได้พัฒนาเครื่องมือที่สามารถวัดความเข้มของแสงช่วงความยาวคลื่นแคบ ๆ ได้อย่างต่อเนื่องตามต้องการ และใช้ตัวไวแสงที่มีประสิทธิภาพสูง เครื่องมือดังกล่าวถูกเรียกว่า “สเปกโตรโฟโตมิเตอร์” (spectrophotometer) เมื่อใช้ทั้งสองเทคนิคร่วมกันทำให้เกิดประสิทธิภาพในการวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น เกิดเป็นเทคนิค colorimetric spectrometry (ชูชาติ อาริจิตราพันธุ์, 2560)

การวิเคราะห์ formaldehyde ในเครื่องสำอางโดยเทคนิค colorimetric spectrometry โดยทั่วไปมีอยู่ 3 วิธีคือ Schiff's reagent method , Chromotropic acid test และ Acetylacetone method (Commission Directive of 4th April 1990(90/207 EEC) (IV)) โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธี Acetylacetone method ในการวิเคราะห์ โดย formaldehyde จะทำปฏิกิริยากับ Pantane-2,4-dione ใน ammonium เกิดเป็น 3,5-diacetyl-1,4-dihydrolutidine ซึ่งจะถูกลักด้วย *n*-butanol ได้สารละลายสีเหลือง วิเคราะห์ปริมาณ formaldehyde ในตัวอย่างเปรียบเทียบกับ standard curve ของ formaldehyde ซึ่งเตรียมโดยใช้สถานะเดียวกันกับตัวอย่าง (Karlberg et al., 1998)



ภาพที่ 1 แสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นโดยวิธี Acetylacetone method

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงสร้างกระบวนการตรวจสอบและวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางโดยประยุกต์จาก 1) วิธีการตรวจสอบเอกลักษณ์สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ (USP 35-NF30) 2) งานวิจัย A simple spot test quantification method to determine formaldehyde in aqueous samples (Dar et al., 2016) 3) European Standard EN71 Safety of Toys และ 4) การตรวจหาวัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีจำหน่ายในประเทศไทย (อลัน อีวาซ และคณะ, 2530) แล้วนำมาวิเคราะห์ฟอร์มาลดีไฮด์ในเครื่องสำอางที่มีจำหน่ายในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 5 ตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบว่าปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในเครื่องสำอางในท้องตลาดเป็นไปตามที่กฎหมายกำหนดหรือไม่

วัสดุอุปกรณ์สารเคมีและวิธีทดลอง

1. ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

1.1 สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ (formadehyde solution) ความเข้มข้น 34.50%, 17.25%, 1.40 % และ 0.14%

1.2 ตัวอย่างเครื่องสำอางที่เตรียมขึ้นเอง

เตรียมตัวอย่างตามตารางที่ 1 จะได้ตัวอย่างที่เตรียมขึ้นเองคือ F1, F2, F3, F4 และ F5 ที่มี ความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ 8.62%, 0.86%, 0.49%, 0.14% และ 0.00% ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบในตำรับฟอร์มาลดีไฮด์ที่เตรียมขึ้นเอง

Ingredients	Working formula(g)				
	F1	F2	F3	F4	F5
Sodium lauryl sulfate	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
Formaldehyde solution 34.5%	2.00	-	-	-	-
Formaldehyde solution 3.45%	-	2.00	-	-	-
Formaldehyde solution 3.45%	-	-	1.00	-	-
Formaldehyde solution 0.34%	-	-	-	3.00	-
water	3.90	3.90	4.90	1.90	5.90

1.3 ผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีจำหน่ายในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 5 ตัวอย่าง

รายละเอียดของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่สุ่มซื้อจากร้านในจังหวัดพิษณุโลกเพื่อนำมาทดลองตามตาราง 2

ตาราง 2 รายละเอียดของผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ทำการสุ่มเพื่อนำมาทดลอง

ผลิตภัณฑ์	ประเภทผลิตภัณฑ์	ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์
Product 1	แชมพู	เนื้อครีมขาวขุ่น หนืด
Product 2	แชมพู	เนื้อครีมสีใส หนืด
Product 3	แชมพู	เนื้อครีมสีใส หนืด
Product 4	เจลแต่งผม	เนื้อเจลใส หนืด
Product 5	น้ำยาล้างเล็บ	เป็นของเหลวใส

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐาน และ reagents ที่ใช้ในการทดลอง

2.1 การเตรียม 0.1 N Sodium thiosulfate solution

ชั่ง Sodium thiosulfate 26 g และ sodium carbonate 200 mg ลงใน Volumetric flask 1000 ml เติมน้ำกลั่นจนครบขีดปริมาตร

2.2 การเตรียม 0.1 N Iodine solution

ชั่ง Potassium iodide 36 g, Iodine 14 g, เติม 3 หยดของ Hydrochloric acid แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 ml ใน Volumetric flask 1000 ml

2.3 การเตรียมน้ำแป้ง (starch TS)

ชั่ง 1 g ของ starch เติมน้ำ 200 ml แล้วนำไปให้ความร้อน ทิ้งให้เย็นลงแล้วนำส่วนที่ใสไปใช้

2.4 การเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์เพื่อใช้เป็น Stock Solutions

ชั่ง 5 g ของ 37-40 % ของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ลงใน Volumetric flask 1000 ml เติมน้ำกลั่นจนครบขีดปริมาตร

2.5 การเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์เพื่อใช้เป็น Standard Solutions

ปิเปต 5 ml ของสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ Stock Solutions ใส่ลงใน Volumetric flask 1000 ml เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปรับปริมาตร แล้วปิเปตสารละลายนี้ 5 ml ใส่ลงใน Volumetric flask 500 ml เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร (1 ml ของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์นี้จะมีฟอร์มาลดีไฮด์ 1 µg/ml)

2.6 เตรียม Sample solutions

ชั่งสารตัวอย่างให้มีปริมาณ 5 g ลงใน Volumetric flask 100 ml เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน

2.7 การเตรียม Pentane 2,4-dione reagent

ละลาย 15 g ของ anhydrous ammonium acetate, 0.3 ml ของ glacial acetic acid และ 0.2 ml ของ pentane 2,4-dione reagent ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ ใน Volumetric flask 100 ml

2.8 การเตรียม Reference solution

ละลาย 15 g ของ anhydrous ammonium acetate และ 0.3 ml ของ glacial acetic acid ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ ใน Volumetric flask 100 ml

3. การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

3.1 หาความเข้มข้นของ 0.1 N Sodium thiosulfate solution

ชั่ง Potassium dichromate 210 mg ลงใน glass stoppered 500 ml- flask เติมน้ำ 100 ml ผสมให้เข้ากันแล้วเติม Potassium iodide 3 g, Sodium bicarbonate 2 g และ 1 N Hydrochloric acid 5 ml ผสมให้เข้ากันแล้วตั้งไว้ที่มีด 10 นาที แล้วนำมาไทเทรตด้วย Sodium thiosulfate solution จนเกิดสีเหลืองเขียว เติม 3 ml ของ starch TS แล้วทำการไทเทรตต่อจนถึงจุดยุติสีฟ้า

3.2 หาความเข้มข้นของ 0.1 N Iodine solution

ปิเปต Iodine solution 25 ml ลงใน flask ขนาด 250 ml เติมน้ำ 100 ml เติม 1 ml ของ 0.1 N Hydrochloric acid ทำการไทเทรตด้วย Sodium thiosulfate solution จนมีสีเหลืองแล้วเติม Starch TS 2 ml ทำการไทเทรตต่อจนถึงจุดยุติไม่มีสี

3.3 หาความเข้มข้นของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์

ปิเปต 10 ml ของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ที่เตรียมขึ้น แล้วเติม 25 ml 0.1 N ของสารละลายไอโอดีน และ 10 ml 1 N สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตั้งทิ้งไว้ 5 นาทีที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม 11 ml 1 N H_2SO_4 ไทเทรตหาปริมาณ 0.1 N สารละลายไอโอดีนที่มากเกินพอด้วย 0.1 N สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ (1 ml ของ 0.1 N สารละลายไอโอดีน สมดุลพอดีกับ 1.5 mg ของฟอร์มาลดีไฮด์)

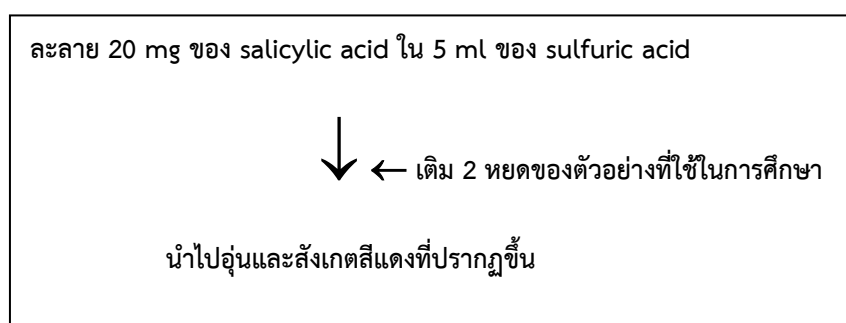
4. วิธีการทดลอง

4.1 การพัฒนาระบวนการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เบื้องต้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

การพัฒนาระบวนการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เบื้องต้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางนี้ได้ดัดแปลงมาจากวิธีตรวจสอบเอกลักษณ์ของฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระบุใน The United State Pharmacopeia 35-NF 30 โดยศึกษาเปรียบเทียบจาก 3 วิธี ดังต่อไปนี้

4.1.1 ทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid

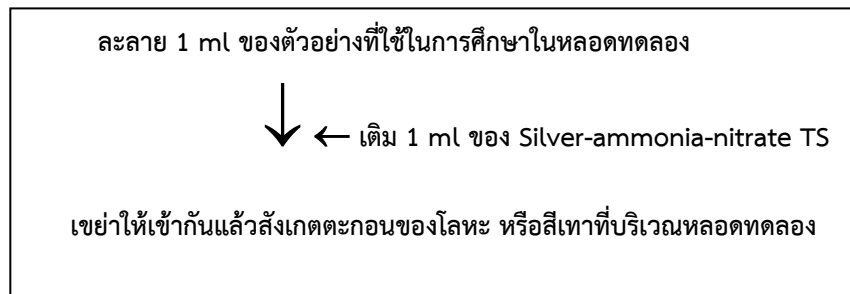
ผู้วิจัยออกแบบวิธีที่ใช้ในการศึกษาคือทำการทดลองกับสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ที่ความเข้มข้นต่างๆเพื่อสังเกตสีที่เกิดขึ้น และทำการทดลองกับตัวอย่างเครื่องสำอางที่เตรียมขึ้นเองเพื่อศึกษาสีที่เกิดขึ้นเมื่อมีครีมเบสในเครื่องสำอาง สุดท้ายทำการทดลองในตัวอย่างเครื่องสำอางที่มีจำหน่ายจำนวน 5 ตัวอย่าง ตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การศึกษาการทำปฏิกิริยาของ formaldehyde solution กับ salicylic acid และ sulfuric acid

4.1.2 ทำปฏิกิริยากับ Silver-ammonia-nitrate TS

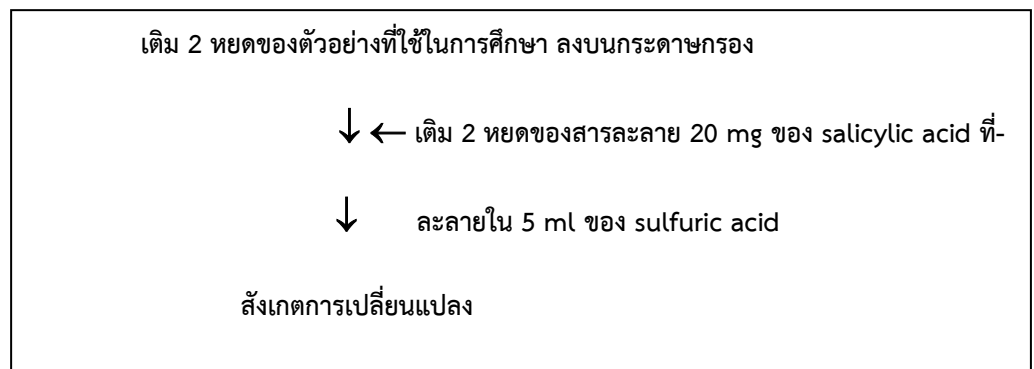
ผู้วิจัยออกแบบวิธีที่ใช้ในการศึกษาคือทำการทดลองกับสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ที่ความเข้มข้นต่างๆเพื่อสังเกตสีที่เกิดขึ้น และทำการทดลองกับตัวอย่างเครื่องสำอางที่เตรียมขึ้นเองเพื่อศึกษาสีที่เกิดขึ้นเมื่อมีครีมเบสในเครื่องสำอาง สุดท้ายทำการทดลองในตัวอย่างเครื่องสำอางที่มีจำหน่ายจำนวน 5 ตัวอย่าง ตามภาพ 3



ภาพที่ 3 การศึกษาการทำปฏิกิริยาของ formaldehyde
ในตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษากับ Silver-ammonia-nitrate TS

4.1.3 พัฒนาจากวิธีที่ 1 ทำลงบนกระดาษกรอง

ผู้วิจัยออกแบบวิธีที่ใช้ในการศึกษาคือทำการทดลองกับสารละลายฟอร์มาดีไฮด์ที่ความเข้มข้นต่างๆเพื่อสังเกตสีที่เกิดขึ้น และทำการทดลองกับตัวอย่างเครื่องสำอางที่เตรียมขึ้นเองเพื่อศึกษาสีที่เกิดขึ้นเมื่อมีครีมเบสในเครื่องสำอาง สุดท้ายทำการทดลองในตัวอย่างเครื่องสำอางที่มีจำหน่ายจำนวน 5 ตัวอย่าง ตามภาพ 4



ภาพที่ 4 แสดงการทำปฏิกิริยาของตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษากับ salicylic acid
และ sulfuric acid บนกระดาษกรอง

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีจำหน่ายภายใน จังหวัดพิษณุโลกจำนวน 5 ตัวอย่าง

วิเคราะห์ปริมาณโดยวิธี Colorimetric/Visible Spectroscopy ดังนี้

1. การเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์เพื่อใช้เป็น Stock Solutions

ชั่ง 5g ของ 37-40% ของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ลงใน Volumetric flask 1000 ml เติมน้ำกลั่นจนครบขีดปริมาตร แล้วจึงคำนวณความเข้มข้นที่แท้จริงของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์โดยทำดังต่อไปนี้

ปิเปต 10 ml ของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ที่เตรียมขึ้น แล้วเติม 25 ml 0.1 N สารละลายไอโอดีนและ 10 ml 1 N สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตั้งทิ้งไว้ 5 นาทีที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม 11 ml 1 N H_2SO_4 ไตรเตรทหาปริมาณ 0.1 N สารละลายไอโอดีนที่มากเกินไปด้วย 0.1 N สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ใช้น้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ (1 ml ของ 0.1 N สารละลายไอโอดีน สมดุลพอดีกับ 1.5 mg ของฟอร์มาลดีไฮด์)

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์เพื่อใช้เป็น Standard Solutions

ปิเปต 5 ml ของสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ Stock Solutions ใส่ลงใน Volumetric flask 1000 ml เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปรับปริมาตร แล้วปิเปตสารละลายนี้ 5ml ใส่ลงใน Volumetric flask 500 ml เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร (1 ml ของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์นี้จะมีฟอร์มาลดีไฮด์ 1 μ g/ml)

3. การเตรียมสารละลายตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนปริมาณ 5 g ลงใน Volumetric flask 100 ml เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน

4. ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาการทำให้เกิดสีระหว่าง ฟอร์มาลดีไฮด์ และ Pentane 2,4 - dione reagent

Sample solution: ปิเปต 10 ml ของสารละลายตัวอย่างใส่ใน Erlenmeyer flask 50 ml เติม 5 ml ของ Pentane 2,4-dione reagent เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 30 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน

Reference reagent: ปิเปต 10 ml ของสารละลายตัวอย่างใส่ใน Erlenmeyer flask 50 ml เติม 5 ml ของ Reference reagent เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 30 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน

Blank solution: เติม 5 ml ของ Pentane 2,4-dione reagent ใส่ใน Erlenmeyer flask 50 ml เติมน้ำกลั่นจนครบ 30 ml เขย่าให้เข้ากัน

Standard solution: ปิเปต 5,10,15,20 และ 25 ml ของสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ใส่ใน Erlenmeyer flask 50 ml เติม 5 ml ของ Pentane 2,4 – dione reagent แล้วเติมน้ำปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 30 ml เขย่าให้เข้ากัน

4.1 นำ Sample solution , Reference reagent , Blank solution และ Standard solution ทั้งหมดไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ โดยใช้อุณหภูมิ 60 องศา เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นทำให้เย็นลงในอ่างน้ำแข็ง เป็นเวลา 2 นาที ถ่ายลงในกรวยแยก 50 ml ซึ่งมี 10 ml *n*-butanol อยู่ ล้าง flask แต่ละใบด้วยน้ำกลั่น 3-5 ml เติมน้ำล้างลงในกรวยแยกนั้นๆ ตามลำดับเขย่าอย่างแรงภายใน 30 วินาที แล้วตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ทำการกรอง *n*-butanol ผ่านกระดาษกรองชนิด 1 PS นำ filtrate ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 nm (Shimadzu, UV-2450 UV-VIS Spectrophotometer) สำหรับ Sample solution วัดค่าการดูดกลืนแสงเทียบกับ Reference solution บันทึกผลเป็น A_1 ส่วน Blank solution วัดค่าการดูดกลืนแสงเทียบกับ *n*-butanol บันทึกผลเป็น A_2 ค่าการดูดกลืนแสงของ Standard solution วัดเทียบกับ *n*-butanol

4.2 การคำนวณ ทำ Calibration curve โดย plot กราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ 5, 10, 15, 20 และ 25 μg กับค่าการดูดแสงที่วัดได้ต่างๆ ที่ความยาว 410 nm (ค่าการดูดกลืนแสงที่แท้จริงได้จากการนำค่า A_2 ไปหักออกจาก A_1) % ฟอร์มาลดีไฮด์ในตัวอย่าง = ความเข้มข้นที่หาได้ (μg)/ $10^3 \times$ น.น.ตัวอย่างที่ชั่ง (g)

5. ขั้นตอนการหา % recovery

5.1 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้ค่าแน่นอน ประมาณ 5 g เติมสารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ 30 μg ลงใน Volumetric flask 100 ml เติมน้ำกลั่นจนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นปิเปตสารละลายนี้ 10 ml ใส่ใน Erlenmeyer flask 50 ml เติม 5 ml ของ pentane 2,4–dione reagent เติมน้ำกลั่นจนครบ 30 ml แล้วเขย่าให้เข้ากัน

5.2 ปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองเช่นเดียวกับการหาปริมาณในตัวอย่างฟอร์มาลดีไฮด์

5.3 การคำนวณค่า %recovery

$$\% \text{ recovery} = (x-y)100 / z$$

เมื่อ x = ค่าฟอร์มาลดีไฮด์ที่ได้จากหลังการเติมสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ (g)

Y = ค่าฟอร์มาลดีไฮด์ที่ได้ในตัวอย่าง (g)

z = สารละลายมาตรฐานฟอร์มาลดีไฮด์ที่เติมในตัวอย่าง (g)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การพัฒนากระบวนการตรวจสอบและวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เบื้องต้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

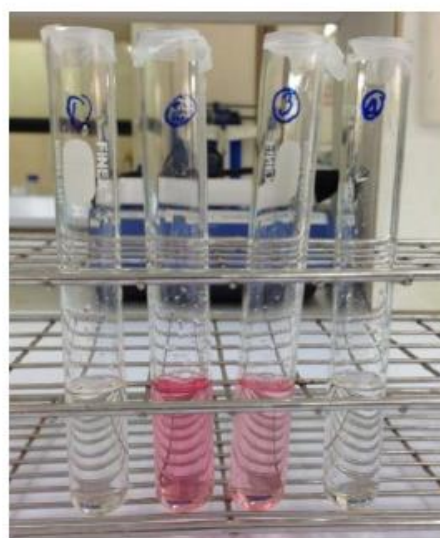
การพัฒนากระบวนการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เบื้องต้นในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ทำโดยดัดแปลงมาจากวิธีตรวจสอบเอกลักษณ์ของฟอร์มาลดีไฮด์ที่ระบุใน The United State Pharmacopeia 35-NF 30 โดยศึกษาเปรียบเทียบจาก 3 วิธี ได้ผลดังนี้

วิธี 1 ทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid

จากการทดลองกับสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีความเข้มข้น 34.50%, 17.25%, 1.40 % and 0.14% พบว่ามีสีส้มแดง แดงเข้ม ชมพู และสีชมพูอ่อน ปรากฏขึ้นตามภาพ 5 (ก)



ก



ข

ภาพที่ 5 สีที่เกิดขึ้นเมื่อ formaldehyde solution ทำปฏิกิริยากับ salicylic acid (20 mg) และ sulfuric acid; (ก)ใช้ salicylic acid 20 mg (ข)ใช้ salicylic acid 2 mg

เมื่อทดสอบโดยลดปริมาณของ salicylic acid ในการทำปฏิกิริยาพบว่าส่งผลให้เห็นสีที่แตกต่างกัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ 34.50%, 3.45%, 0.34 % and 0.03% พบว่ามีสีใส ชมพู ชมพู และสีใส ปรากฏขึ้นตามภาพ 5 (ข)

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ salicylic acid ในปริมาณที่ต่ำมากๆ เช่น 2 mg จะไม่สามารถตรวจสอบเอกลักษณ์ของฟอร์มาลดีไฮด์ที่มีความเข้มข้นสูง (34.50%) ได้ โดยจะไม่เห็นสี ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความไม่เหมาะสมของอัตราส่วนโดยโมล (mole ratio) ของสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาถึงอัตราส่วนโดยโมลที่เหมาะสมของปฏิกิริยาเคมีระหว่าง

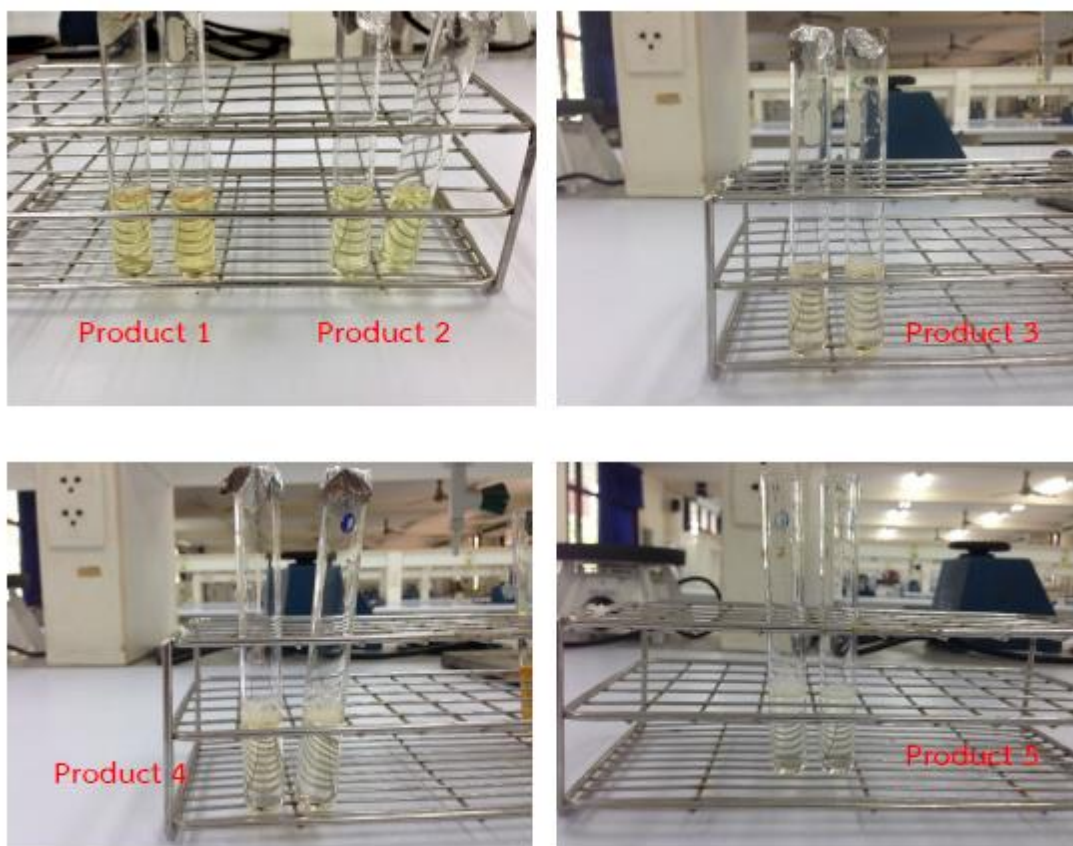
ฟอร์มัลดีไฮด์กับ salicylic acid ในตัวกลางที่เป็นกรด เพื่อที่จะทำให้ทราบถึงปริมาณ salicylic acid ที่เหมาะสมต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับฟอร์มัลดีไฮด์ในแต่ละความเข้มข้น

ทำการทดลอง ในตัวอย่างเครื่องสำอางที่เตรียมขึ้นเองโดยมีฟอร์มัลดีไฮด์ความเข้มข้น 8.62%, 0.86%, 0.49 %, 0.14% และ 0.00% พบว่ามีสีส้มแดง เหลืองเข้ม เหลือง เหลืองอ่อนและสีใสปรากฏขึ้นตามภาพ 6



ภาพที่ 6 สีที่เกิดขึ้นเมื่อตัวอย่างเครื่องสำอางที่เตรียมขึ้นเองทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid

ทำการทดลองในตัวอย่างที่มีจำหน่ายจำนวน 5 ตัวอย่างภายในจังหวัดพิษณุโลก พบว่า product 1, 2, 3, 4 และ 5 สังเกตเห็นสีเหลืองอมส้ม เหลืองอ่อน เหลืองอ่อน เหลืองอ่อน และสีใสตามภาพ 7



ภาพที่ 7 สีที่เกิดขึ้นเมื่อ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่สุ่ม ทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid

จากการศึกษาโดยทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid พบว่าสีที่ปรากฏขึ้นจากการทำการทดลองในตัวอย่างเปรียบเทียบ (Formadehyde solution) กับทำการทดลองในตัวอย่างที่เตรียมขึ้นและตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีจำหน่ายพบว่าช่วงสีที่อาจมีปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์เกิน 0.2 % ตามที่กฎหมายกำหนดคือช่วงสีเหลืองอมส้มจนถึงสีแดง วิธีนี้เป็นวิธีที่เห็นความแตกต่างของสีที่สัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ค่อนข้างชัดเจน

วิธี 2 ทำปฏิกิริยากับ Silver-ammonia-nitrate TS จากการทดลองกับ Standard solution ที่ความเข้มข้นของสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ ที่ 0.00%, 34.50%, 17.25%, 1.40 % and 0.14% พบว่ามีสีใส สีใส สีใส ตะกอนสีเทาอ่อน และตะกอนสีเทาเกาะที่หลอดทดลองปรากฏขึ้นตามภาพ 8 โดยพบการเกิดตะกอนสีเทาเกาะที่ข้างหลอดทดลองที่ช่วงความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ 1.40 – 0.14 %



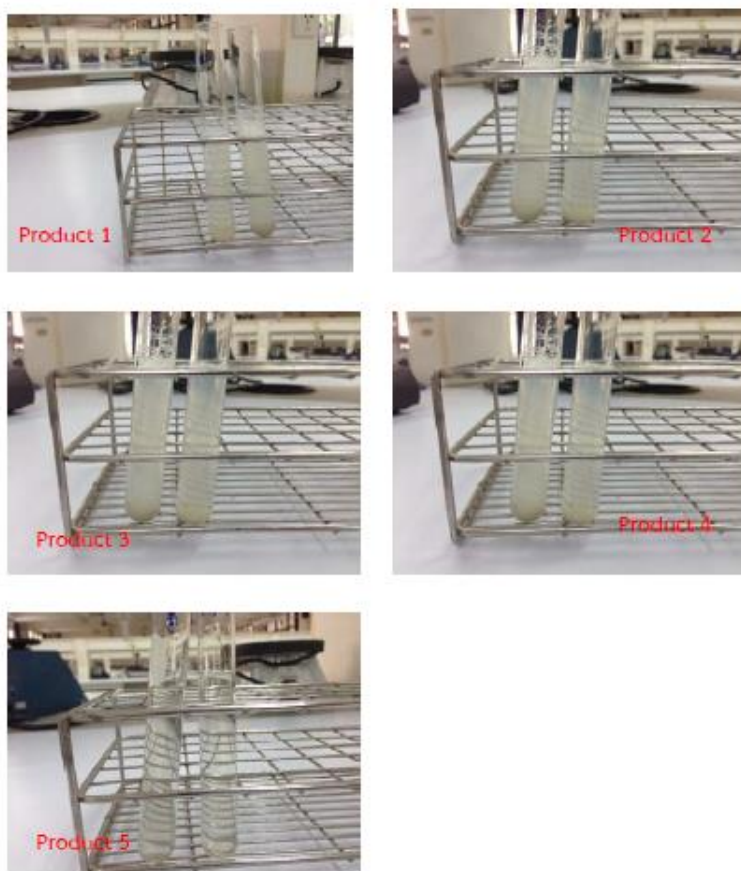
ภาพที่ 8 สารละลายฟอร์มาดีไฮด์ทำปฏิกิริยากับ Silver-ammonia-nitrate TS

ทำการทดลองในตัวอย่างเครื่องสำอางที่เตรียมขึ้นเองโดยมีสารละลายฟอร์มาดีไฮด์ความเข้มข้น 0.00%, 8.62%, 0.86%, 0.49 %, และ 0.14% พบว่าเกิดการตกตะกอนของครีมเบส (Sodium lauryl sulfate) เมื่อตั้งทิ้งไว้และเกิดฟองปรากฏขึ้นตามภาพ 9 แต่ไม่สามารถสังเกตเห็นตะกอนสีเทาเกาะข้างหลอดทดลอง เนื่องจากเกิดการรบกวนโดยครีมเบสที่ใช้ในการเตรียมเครื่องสำอาง



ภาพที่ 9 ตัวอย่างเครื่องสำอางที่เตรียมขึ้นเองทำปฏิกิริยากับ Silver-ammonia-nitrate TS

ทำการทดลองในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง 5 ตัวอย่างที่ซื้อจากร้านในจังหวัดพิษณุโลก พบว่า product 1-3 สังเกตเห็นการตกตะกอนของครีมเบส แต่ไม่สามารถสังเกตเห็นตะกอนสีเทาเกาะข้างหลอดทดลองเนื่องจากเกิดการรบกวนโดยครีมเบสที่มีในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์มีปริมาณฟอร์มาดีไฮด์ต่ำ ส่วน product 4-5 เห็นเป็นสีใสตามภาพ 10 แต่ไม่สามารถสังเกตเห็นตะกอนสีเทาเกาะข้างหลอดทดลอง เนื่องจากมีปริมาณฟอร์มาดีไฮด์ต่ำ



ภาพ 10 ตัวอย่างจำนวน 5 ตัวอย่างภายในจังหวัดพิษณุโลกทำปฏิกิริยากับSilver-ammonia-nitrate TS

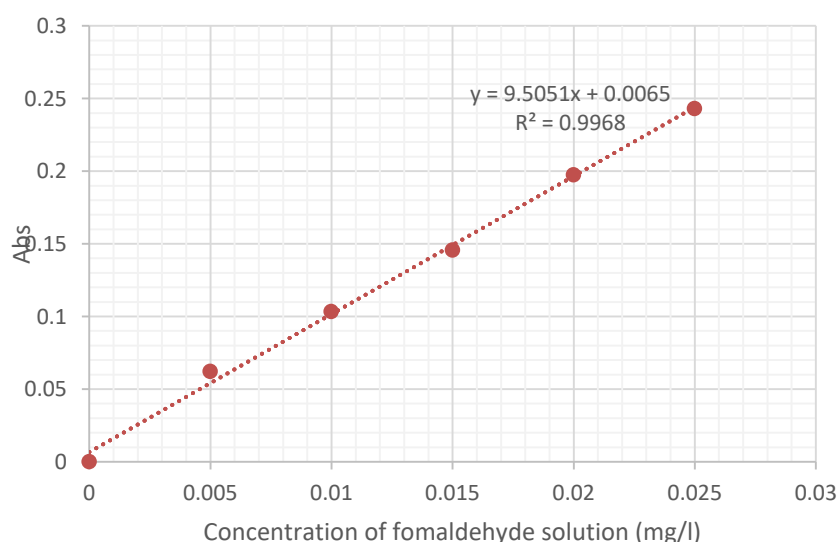
จากการศึกษาโดยทำปฏิกิริยากับ Silver-ammonia-nitrate TS พบว่าจะสามารถสังเกตเห็นตะกอนสีเทาเกาะที่ข้างหลอดทดลองได้เฉพาะกรณีที่มีปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ในตัวอย่าง 1.40-0.14 % โดยต้องไม่มีการรบกวนจากครีมเบสในเครื่องสำอางด้วย

วิธี 3 พัฒนาจากวิธีที่ 1 ทำลงบนกระดาษกรอง พบว่ากระดาษกรองขาว เมื่อนำไปทำบนกระจกนาฬิกาก็ไม่สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลง

จากการศึกษาการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์เบื้องต้นทั้ง 3 วิธี พบว่าวิธีที่ 1 คือทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid ให้ความแตกต่างของการวิเคราะห์ฟอร์มัลดีไฮด์ที่ความเข้มข้นต่างๆได้ชัดเจนที่สุด และเป็นวิธีที่สามารถนำไปใช้ได้จริง แตกต่างจากวิธีที่ 2 และ 3 ที่จะต้องปรับปรุงหรือพัฒนาให้เหมาะกับการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์เบื้องต้นในเครื่องสำอาง ดังนั้นจากการพัฒนาการตรวจสอบเอกลักษณ์และวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์เบื้องต้นโดยการทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid จึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด

การวิเคราะห์หาปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีจำหน่ายภายในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 5 ตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีจำหน่ายภายในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 5 ตัวอย่างด้วยวิธี Colorimetric/Visible Spectroscopy โดยได้ Standard curve ของ formaldehyde solution ดังภาพที่ 11 มีค่า R-squared เท่ากับ 0.9968



ภาพ 11 Standard curve ของ formaldehyde solution

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางรวมถึง % recovery ตามตาราง 3 พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สุ่มจำนวน 5 ตัวอย่างในจังหวัดพิษณุโลกมีปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์ 0.22%, 0.14%, 0.08%, 0.06%, 0.01% ตามลำดับ และมี % recovery เท่ากับ 107.89%, 114.00%, 114.79%, 101.97% และ 105.20% ตามลำดับ ซึ่ง % recovery อยู่ในช่วง 80-120 ทำให้สามารถยอมรับผลของการวิเคราะห์นี้ได้

ตาราง 3 ปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง และ % recovery

Sample	ปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง(%)	เปอร์เซ็นต์ recovery
Product 1	0.22	107.89
Product 2	0.14	114.00
Product 3	0.08	114.79
Product 4	0.06	101.97
Product 5	0.01	105.20

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาการตรวจสอบและวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์โดยการทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid และวิธี Colorimetric/Visible Spectroscopy พบว่ามีความสอดคล้องกันโดยพิจารณาผลการวิเคราะห์จากผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางในท้องตลาดตำรับที่ 1 (Product 1) ซึ่งเมื่อตรวจสอบโดยวิธีพัฒนาขึ้นโดยการทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid ให้ผลเป็นสีเหลืองอมส้มที่อยู่ในช่วงที่อาจมีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เกินกว่า 0.2% และเมื่อเทียบผลวิเคราะห์โดยวิธี Colorimetric/Visible Spectroscopy พบว่ามีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ 0.22% แสดงว่าวิธีที่พัฒนาการตรวจสอบและวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์โดยการทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid เป็นวิธีที่สามารถนำไปใช้ตรวจสอบปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางเบื้องต้นได้

สรุปและข้อเสนอแนะ

วิธีการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เบื้องต้นโดยทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid สามารถตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เบื้องต้นในเครื่องสำอางได้ เนื่องจากให้ผลสัมพันธ์กับการวิเคราะห์โดยวิธี Colorimetric/Visible Spectroscopy (Acetylacetone method) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ ดังนั้นวิธีการตรวจสอบเอกลักษณ์และปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เบื้องต้นโดยทำปฏิกิริยากับ salicylic acid และ sulfuric acid เป็นวิธีการวิเคราะห์ทางเคมีวิธีหนึ่งที่ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว ไม่ซับซ้อน และต้นทุนต่ำ และวิธีการนี้ยังเป็นการป้องกันผลบวกเทียมให้การวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์โดยวิธี Acetylacetone method

ในการวิเคราะห์ปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในเครื่องสำอางจำนวน 5 ตัวอย่างในจังหวัดพิษณุโลก โดยวิธี Acetylacetone method พบว่ามี 1 ตัวอย่างที่มีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์ในเครื่องสำอางเท่ากับ 0.22 % เกินจากที่กฎหมายกำหนดคือ 0.2% เมื่อพบว่ามีผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีปริมาณฟอร์มาลดีไฮด์เกินกำหนดของกฎหมาย จึงเห็นควรว่าในอนาคตควรมีการเพิ่มจำนวนของตัวอย่างในการตรวจสอบปริมาณของฟอร์มาลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชนิดอื่นๆเพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้วิจัยขอขอบคุณคุณคุณสกวรัตน์ ทับทองกลาง ที่ได้ช่วยจัดหาสารเคมีและตรวจมาตรฐานเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. บทที่ 11 เครื่องวัดการดูดกลืนแสง. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ [ออนไลน์].

[อ้างอิงถึง 20 สิงหาคม 2560]. เข้าถึงได้จาก:

<https://home.kku.ac.th/chuare/12/spectrophotometer.pdf>

ธีระศิษฐ์ เฉินบำรุง. Formaldehyde. ฐานข้อมูลการดูแลรักษาผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษสารเคมี. มูลนิธิ

สัมมาอาชีวะ. [ออนไลน์]. [อ้างอิงถึง 25 พฤษภาคม 2560] เข้าถึงได้จาก:

www.summacheeva.org/index_thaitox_formaldehyde.htm

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 47) พ.ศ.2550. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 124. ตอนพิเศษ 164
ง, หน้า 3.

อลัน อิฆวาส และคณะ (2530). การตรวจหาวัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีจำหน่ายใน
ประเทศไทย. รายงานวิจัย. กองพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข,
หน้า 20-26.

Commision Directive of 4th April 1990 (90/207 EEC) (IV): Identification and
determination of free formaldehyde. *Official Journal of European
Communication no.L108*, 28/04/90, pp. 92-101.

Dar, A., Shafique, U., Anwar, J., Zaman, W., Naseer, A. (2016). A simple spot test
quantification method to determine formaldehyde in aqueous
samples." *Journal of Saudi Chemical Society*, 20, S352-S356.

European Standard EN71 Safety of Toys – Part 9, 10, 11 – organic chemical
compounds in toys – requirements, limits and sample extraction procedure.

Gholami, A., Mohsenikia, A., Masoum, S. (2016). Determination of very low level of
free formaldehyde in liquid detergents and cosmetic products using
photoluminescence method. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*,
Article ID 1720530, 8 pages.

Karlberg,A.T., Skare, L., Lindberg, I., Nyhammar, E. (1998). A method for quantification
of formaldehyde in the presence of formaldehyde donors in skin-care
products, *Contact Dermatitis*, 38(1), 20-28.

The United States Pharmacopeia Convention. (2005). The United States
Pharmacopeia 2005: USP 35; the national formulary: NF 30. Rockville, MD:
United States Pharmacopeia Convention; 2011 Jul 29.

US Department of Health and Human Services. (1999). Toxicological profile for formaldehyde. *Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, 468 pages.

ผลของภูไมท์ซัลเฟตต่อการเจริญของเห็ดเป๋าฮื้อ

Effect of pumice sulfate on the growth of Abalone Mushroom

(*Pleurotus ostreatus* (FR.) Guel).

ศิริประภา ศรีทอง(Siriprapa Srithong)* ชัยวัช จารุธรรม(Chaitawat Jarutat)

สาขาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

*Corresponding author. yuii_siriprapa@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของภูไมท์ซัลเฟตต่อการเจริญของเห็ดเป๋าฮื้อได้ศึกษาในอาหารวุ้นพีดีเอ เมล็ดข้าวฟ่าง และถั่วก๊อช จำนวน 5 ชุดการทดลอง คือ ชุดการทดลองที่ 1 ไม่เติมภูไมท์ซัลเฟต ชุดการทดลองที่ 2 เติมภูไมท์ซัลเฟต 1% ชุดการทดลองที่ 3 เติมภูไมท์ซัลเฟต 2% ชุดการทดลองที่ 4 เติมภูไมท์ซัลเฟต 3% และชุดการทดลองที่ 5 เติมภูไมท์ซัลเฟต 4% ผลการศึกษาในอาหารวุ้นพีดีเอพบว่าทุกชุดการทดลองที่เติมภูไมท์ซัลเฟตมีการเจริญของเส้นใยที่รวดเร็วกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดการทดลองที่ 4 มีการเจริญเร็วที่สุด รองลงมาคือชุดการทดลองที่ 3, ชุดการทดลองที่ 5, ชุดการทดลองที่ 2 และชุดการทดลองที่ 1 โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีได้ 7.92, 7.60, 7.58, 7.52 และ 6.50 เซนติเมตร ตามลำดับ การศึกษาในเมล็ดข้าวฟ่างพบว่าเส้นใยเห็ดเป๋าฮื้อมีการเจริญที่ใกล้เคียงกันทุกชุดการทดลอง สำหรับการศึกษาผลผลิตเห็ดเป๋าฮื้อในถั่วก๊อชพบว่าจำนวนดอกเห็ดต่อก้อน ความกว้างของดอกเห็ด ความยาวก้านดอกเห็ด และน้ำหนักดอกเห็ด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชุดการทดลอง ดังนั้นภูไมท์ซัลเฟตมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเป๋าฮื้อในอาหารวุ้นพีดีเอ แต่ไม่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยในเมล็ดข้าวฟ่าง และไม่ส่งผลต่อผลผลิตเห็ดเป๋าฮื้อในถั่วก๊อช

คำสำคัญ : เห็ดเป๋าฮื้อ ภูไมท์ซัลเฟต

Abstract

The effect of the addition of pumice sulfate (PS) to potato dextrose agar (PDA), or millet or mushroom substrates on the growth of abalone mushroom was examined *in vitro* studies. The PS treatments were: not supplemented with PS, supplemented with 1% PS, supplemented with 2% PS, supplemented with 3% PS and supplemented with 4% PS. After 12 days on PDA media, the addition of PS significantly increased the growth of mycelium compared to PDA alone. The colony

diameter was the highest in 3% PS (7.92 cm.), followed by 2%PS (7.60 cm.), 1%PS (7.58 cm.), 4%PS (7.52 cm.) and PDA without PS (6.50 cm.). The addition of PS to the millet substrate had no effect on colony diameter. The sawdust substrates supplemented with 1-4 % PS yielded the same amount of abalone mushrooms (number of mushroom per bag, width of the cap, length of the stalk, fresh weight of mushrooms) as the control without PS. Therefore, supplementing with pumice sulfate affected the growth of mycelium in PDA but did not affected mycelial growth on millet substrates nor the yield of mushrooms in the sawdust substrate.

Keywords: Abalone mushroom, pumice sulfate, *Pleurotus ostreatus*

บทนำ

เห็ดที่พบในธรรมชาติมีจำนวนมากกว่า 100,000 ชนิด โดยพบมากในฤดูฝน สามารถแบ่งเป็นเห็ดรับประทานได้ เห็ดสมุนไพร และเห็ดพิษ สำหรับเห็ดรับประทานได้ที่กำลังพัฒนาเป็นการค้า เช่น เห็ดเข็มเงิน เห็ดเข็มทอง เห็ดยานางิ เห็ดถั่ว เห็ดตีนแรด และเห็ดเป๋าฮื้อ เป็นต้น โดยประเทศไทยถือได้ว่ามีสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดได้เป็นอย่างดี การเพาะเห็ดในประเทศไทยทั้งเป็นอาชีพเสริมและอาชีพหลักมีเพิ่มมากขึ้นทุกปี โดยปี 2544/2545 มีผลผลิตประมาณ 121,900 ตัน คิดเป็นมูลค่า 5,446 ล้านบาท ทำให้เกิดการหมุนเวียนทางเศรษฐกิจไม่ต่ำกว่า 12,000 ล้านบาท ทั้งนี้เนื่องจากประชากรเพิ่มมากขึ้น จึงมีความต้องการอาหารโปรตีนที่ราคาไม่แพง แต่มีคุณค่าทางอาหารสูง ดังนั้นธุรกิจการเพาะเห็ดในปัจจุบันจึงมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว (วิทยา ทวีสุข, 2554)

เห็ดเป๋าฮื้อนับว่าเป็นเห็ดเศรษฐกิจอีกประเภทหนึ่งที่ตลาดมีความต้องการสูง ราคาดีตลอดปี มีรสชาติอร่อย โครงสร้างดอกเห็ดไม่นิ่ม ไม่เสื่อมสภาพเร็ว จึงเก็บดอกสดไว้ได้นาน โรงงานมีความต้องการสูง สามารถเพาะได้ในวัสดุหลายชนิด เช่น ขี้เลื่อย ชังข้าวโพด ฟางข้าว เป็นต้น แต่พบว่าเกษตรกรมีการเพาะกันน้อย เนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อนานประมาณ 45 วัน ซึ่งแตกต่างจากเห็ดอื่นๆที่ใช้ระยะเวลาน้อยกว่า เช่น เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรมที่ใช้ระยะเวลาในการบ่มเชื้อนานประมาณ 18-21 วัน

กูโมท์ซัลเฟตเป็นสารปรับปรุงสภาพที่มีการพัฒนาคุณภาพขึ้นมาสามารถนำไปใช้กับพืชเกือบทุกชนิด ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดชนิดต่างๆ เพื่อส่งเสริมการเจริญและเพิ่มผลผลิต เช่น การวิจัยของ ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ(2542) ที่ศึกษาสูตรการทำอาหารวุ้นเพื่อเพาะเลี้ยงเห็ดตับเต่า พบว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากดอกเห็ดตับเต่าบนอาหารวุ้น พีดีเอ (PDA) ซึ่งใช้เลี้ยงเห็ดทั่ว ๆ ไป แต่สำหรับเห็ดตับเต่าพบว่าเจริญช้า ต่อมามีการใช้กูโมท์ซัลเฟต 20 กรัมต่อลิตร เติมลงใน

อาหารในขั้นตอนการเตรียมอาหาร พบว่าได้ผลดีกว่าการใช้ฟิโตเพียงอย่างเดียว เมื่อดัดแปลงเพื่อเลี้ยงเชื้อบนเมล็ดข้าวฟ่าง ก็สามารถทำให้เชื้อเต็มขวดภายใน 3 สัปดาห์

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ (2543) ใช้กูโมท์ซัลเฟต 3% ของน้ำหนักวัสดุเพาะแทนปูนขาวและยิปซัม เนื่องจากมี calcite เป็นส่วนประกอบซึ่งเป็นการเพิ่มแคลเซียมและปรับสภาพฟิโตของวัสดุเพาะ นอกจากนี้ สามารถใช้กูโมท์ผสมกับน้ำอัตรา 200-300 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร รดบนกองและรอบกองเพาะเห็ดฟางจนชุ่ม สามารถลดปริมาณศัตรูเห็ด เช่น ไร มด ปลวก และไส้เดือนฝอยลงได้ ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณและคุณภาพได้ระดับหนึ่ง

สุทธิชัย สมสุข (2553) ได้ศึกษาผลของการใช้วัสดุเพาะและวัสดุอาหารเสริมชนิดต่างๆ ประกอบด้วย ขี้เถ้า ผักตบชวา กูโมท์ รำข้าว และผักตบชวาที่ใช้กับขี้เถ้าที่ผ่านการเพาะมาแล้ว ร่วมกับกลุ่มจุลินทรีย์และน้ำหมักชีวภาพต่อผลผลิตเห็ดฟางที่เพาะในตะกร้าพลาสติก พบว่าการใช้กูโมท์เป็นวัสดุอาหารเสริมทำให้ออกเห็ดฟางมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อดอกได้ผลดีเช่นเดียวกับการใช้ผักตบชวา กูโมท์ และรำข้าวเป็นอาหารเสริม โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาผลของกูโมท์ซัลเฟตที่มีต่อการเจริญของเห็ดเป๋าฮื้อโดยศึกษาการเจริญของเส้นใยในอาหารวุ้น , เมล็ดข้าวฟ่าง และในถุงก้อนเชื้อโดยเปรียบเทียบผลผลิตเห็ดที่ได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของกูโมท์ซัลเฟตที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเป๋าฮื้อในอาหารวุ้นฟิโต เมล็ดข้าวฟ่างและเปรียบเทียบปริมาณของกูโมท์ซัลเฟตที่มีผลต่อผลผลิตเห็ดเป๋าฮื้อในถุงก้อนเชื้อ

วิธีดำเนินการวิจัย

1.เชื้อเห็ดเป๋าฮื้อ

หัวเชื้อเห็ดเป๋าฮื้อบริสุทธิ์ที่ใช้ในการวิจัยได้ทำการจัดซื้อจากกลุ่มงานวิจัยพัฒนาธนาคารเชื้อพันธุ์พืชและจุลินทรีย์ สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

2. การศึกษาผลของกูโมท์ซัลเฟตที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเป๋าฮื้อในอาหารวุ้น

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ชนิดสำเร็จรูปโดยการผสมกับน้ำกลั่นตามอัตราส่วน จากนั้นทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุด ชุดการทดลองละ 3 ข้าง ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 อาหารเลี้ยงเชื้อฟิโต ไม่เติมกูโมท์ซัลเฟต

ชุดที่ 2 อาหารเลี้ยงเชื้อฟิโต เติมกูโมท์ซัลเฟต 10 กรัมต่อลิตร (ร้อยละ 1)

ชุดที่ 3 อาหารเลี้ยงเชื้อฟิโต เติมกูโมท์ซัลเฟต 20 กรัมต่อลิตร (ร้อยละ 2)

ชุดที่ 4 อาหารเลี้ยงเชื้อฟิโต เติมกูโมท์ซัลเฟต 30 กรัมต่อลิตร (ร้อยละ 3)

ชุดที่ 5 อาหารเลี้ยงเชื้อฟิโต เติมกูโมท์ซัลเฟต 40 กรัมต่อลิตร (ร้อยละ 4)

นำแต่ละชุดการทดลองบรรจุลงในขวด ปิดจุกสำลี และหุ้มด้วยกระดาษ นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ (autoclave) เป็นเวลา 15 นาที

3.การย้ายเส้นใยดอกเห็ดลงบนอาหารวุ้น

ตัดเส้นใยเห็ดในอาหารวุ้นด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร นำมาวางไว้ตรงกลางอาหารวุ้น พื้ดเื่อทั้ง 5 ชุดการทดลอง จากนั้นนำไปเก็บไว้ในที่แห้ง สะอาด ไม่ถูกแสง จนเส้นใยเห็ดเจริญรอบเนื้อเยื่อบนอาหารวุ้น วัดการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดโดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนี บันทึกผล

4.เปรียบเทียบปริมาณของภูไมท์ซัลเฟตที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในเมล็ดข้าวฟ่าง

เตรียมเมล็ดข้าวฟ่างโดยล้างเมล็ดข้าวฟ่างให้สะอาด นำไปแช่น้ำ 12 ชั่วโมงแล้วต้มให้เมล็ดปริแตก เทใส่ตะแกรงเกลี่ยให้ทั่ว ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วบรรจุลงขวด ปิดปากขวดด้วยสำลี หุ้มกระดาษ

การทดลองนี้ได้ทำการศึกษาการเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในเมล็ดข้าวฟ่าง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุด ชุดละ 3 ขั้ว ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 เมล็ดข้าวฟ่าง ไม่เติมภูไมท์ซัลเฟต

ชุดที่ 2 เมล็ดข้าวฟ่าง เติมภูไมท์ซัลเฟต 10 กรัมต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 1)

ชุดที่ 3 เมล็ดข้าวฟ่าง เติมภูไมท์ซัลเฟต 20 กรัมต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 2)

ชุดที่ 4 เมล็ดข้าวฟ่าง เติมภูไมท์ซัลเฟต 30 กรัมต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 3)

ชุดที่ 5 เมล็ดข้าวฟ่าง เติมภูไมท์ซัลเฟต 40 กรัมต่อกิโลกรัม (ร้อยละ 4)

นำชุดการทดลองทั้งหมดไปนึ่งด้วยเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ (autoclave) ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นำออกจากเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ วางทิ้งไว้ให้เย็น เลือกหัวเชื้อเห็ดเป่าฮื้อที่เจริญเติบโตดีที่สุดจากผลการทดลองในข้อที่ 3 โดยใช้เข็มเขี่ยตัดหัวเชื้อขนาดประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร มาวางลงในขวดเมล็ดข้าวฟ่าง จากนั้นนำไปเก็บไว้ในที่แห้ง สะอาด ไม่ถูกแสง จนเส้นใยเห็ดเจริญ บันทึกผลการทดลอง เมื่อเส้นใยเห็ดเจริญดีแล้วให้เลือกชุดการทดลองที่ดีที่สุด เพื่อนำไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

4. เปรียบเทียบปริมาณของภูไมท์ซัลเฟตที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยและผลผลิตของเห็ดเป่าฮื้อในถั่วก่อนเชื้อ

สูตรอาหารก่อนเชื้อ ประกอบด้วย

ซีเลื่อย	100	กิโลกรัม	รำละเอียด	5	กิโลกรัม
ดีเกลือ	0.2	กิโลกรัม	ปูนขาว	1	กิโลกรัม
น้ำสะอาด	60-65	ลิตร			

ถุงก่อนเชื้อจะทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุด ชุดละ 10 ซ้ำ ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 ถุงก่อนเชื้อ ไม่เติมภูไมท์ซัลเฟต

ชุดที่ 2 ถุงก่อนเชื้อ เติมภูไมท์ซัลเฟต 10 กรัมต่อกิโลกรัม

ชุดที่ 3 ถุงก่อนเชื้อ เติมภูไมท์ซัลเฟต 20 กรัมต่อกิโลกรัม

ชุดที่ 4 ถุงก่อนเชื้อ เติมภูไมท์ซัลเฟต 30 กรัมต่อกิโลกรัม

ชุดที่ 5 ถุงก่อนเชื้อ เติมภูไมท์ซัลเฟต 40 กรัมต่อกิโลกรัม

หลังจากเตรียมสูตรอาหารได้แล้วให้นำส่วนผสมทั้งหมดไปคลุกเคล้าให้เข้ากัน วิธีตรวจสอบความชื้นว่าเหมาะสมหรือไม่โดยใช้มือบีบแล้วแบมือออกดูว่าก้อนซีเลื้อยยังเป็นก้อนอยู่ หากระหว่างบีบมีน้ำไหลออกมาแสดงว่าแฉะเกินไปหรือถ้าแบมือแล้วก้อนซีเลื้อยแตกออกแสดงว่าแห้งเกินไป จากนั้นบรรจุใส่ถุงพลาสติกที่ใช้เพาะเห็ดเมื่ออัดก้อนเชื้อแน่นดีแล้วใส่คอขวดพลาสติกอุดด้วยสำลีและปิดด้วยกระดาษแล้วรัดยางวงให้แน่น นำก้อนเชื้อที่ได้ไปนึ่งฆ่าเชื้อทันทีใช้เวลาประมาณ 3-4 ชั่วโมงนับจากน้ำเดือดแล้วทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำหัวเชื้อเห็ดที่เราเพาะเลี้ยงไว้ในเมล็ดข้าวฟ่างที่ดีที่สุดตามการทดลองในข้อ 3 ใช้ประมาณ 20 เมล็ดต่อก้อนเชื้อลงในก้อนเชื้อที่เย็นดีแล้ว ปิดปากถุงด้วยสำลีหรือกระดาษทันที นำก้อนเชื้อที่ถ่ายเชื้อเห็ดลงเรียบร้อยแล้วไปบ่มไว้ในโรงบ่มก้อนเชื้อต่อไป เมื่อก้อนเชื้อมีเส้นใยขาวทั่วทั้งก้อน น้ำหนักเบาว่าตอนเริ่มบ่มเชื้อ ไม่มีรา ไม่มีไรศัตรูเห็ด เส้นใยจับเป็นแผ่นขาว เป็นตุ่มดอกเห็ดเล็กๆ ย้ายเข้าโรงเรือนเปิดดอก รดน้ำทันที เมื่อถุงก่อนเชื้อให้ผลผลิตดอกเห็ดบันทึกข้อมูลจำนวนดอกเห็ด น้ำหนักสดที่ได้เพื่อหาค่าเฉลี่ยต่อดอก ความกว้างของหมวกดอก ความยาวของก้านดอกในแต่ละชุดการทดลอง

5.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัย

1.ผลการศึกษาผลของภูไมท์ซัลเฟตต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในอาหารวัน

จากการนำเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร มาวางไว้ตรงกลางอาหารวันพีดีเอ นำไปเก็บไว้ในที่แห้ง สะอาด ไม่ถูกแสง จนเส้นใยเห็ดเจริญรอบเนื้อเยื่อบนอาหารวันวัดการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดโดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคนิจนเต็มจานเพาะเชื้อ ผลการทดลองแสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ความกว้างของโคลนเชื้อเห็ดเป่าฮื้อที่เจริญบนอาหารวุ้นพีดีเอในแต่ละชุดการทดลอง

ปริมาณภูมิไทม์	เส้นผ่านศูนย์กลางของโคลนในอาหารวุ้น (เซนติเมตร)			
	วันที่ 3	วันที่ 6	วันที่ 9	วันที่ 12
ร้อยละ 0	1.81 ^a	2.66 ^b	4.75 ^b	6.50 ^b
ร้อยละ 1	1.75 ^a	2.80 ^{ab}	5.73 ^a	7.52 ^a
ร้อยละ 2	1.78 ^a	2.82 ^{ab}	5.74 ^a	7.60 ^a
ร้อยละ 3	1.75 ^a	2.82 ^{ab}	5.69 ^a	7.92 ^a
ร้อยละ 4	1.80 ^a	2.95 ^a	5.63 ^a	7.58 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

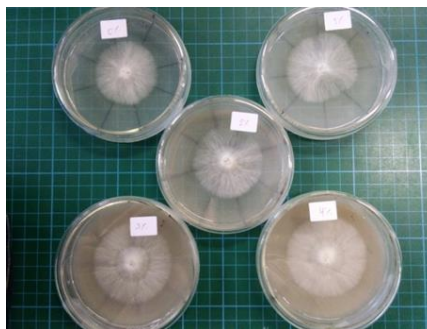
จากตาราง 1 พบว่า การเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในวันที่ 3 ในทุกชุดการทดลองทั้งที่เติมและไม่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดที่ไม่เติมภูมิไทม์ซัลเฟต วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคลนเฉลี่ยได้เท่ากับ 1.81 เซนติเมตร ในขณะที่ชุดการทดลองที่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคลนเฉลี่ยได้ 1.75, 1.78, 1.75 และ 1.80 เซนติเมตร ตามลำดับ

ในวันที่ 6 ของการเจริญของเส้นใยเห็ด พบว่า ชุดการทดลองที่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตร้อยละ 4 มีการเจริญของเส้นใยดีที่สุด วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคลนเฉลี่ยได้ 2.95 เซนติเมตร รองลงมาคือชุดการทดลองที่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตร้อยละ 3, 2 และ 1 ซึ่งความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดได้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดการทดลองที่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตร้อยละ 4 โดยมีขนาดความกว้างของโคลนเท่ากับ 2.82, 2.82 และ 2.80 เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับชุดการทดลองที่ไม่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตพบว่ามีขนาดความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางของโคลนน้อยที่สุดเท่ากับ 2.66 เซนติเมตร แต่เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดการทดลองที่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตร้อยละ 1, 2 และ 3

ในวันที่ 9 ของการเจริญของเส้นใยเห็ด พบว่าทุกชุดการทดลองที่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตมีการเจริญของเส้นใยที่เร็วกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมภูมิไทม์ซัลเฟต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดการทดลองที่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตร้อยละ 1, 2, 3 และ 4 มีการเจริญของเส้นใยซึ่งวัดความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางโคลนได้ 5.73, 5.74, 5.69 และ 5.63 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติแล้วพบว่าทั้ง 4 ชุดการทดลองนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ชุดการทดลองที่ไม่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตมีการเจริญของเส้นใยน้อยที่สุด วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคลนได้ 4.75 เซนติเมตร

ในวันที่ 12 ของการเจริญของเส้นใยเห็ด พบว่าทุกชุดการทดลองที่เติมภูมิไทม์ซัลเฟตมีการเจริญของเส้นใยที่มากกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดการทดลองที่เติม

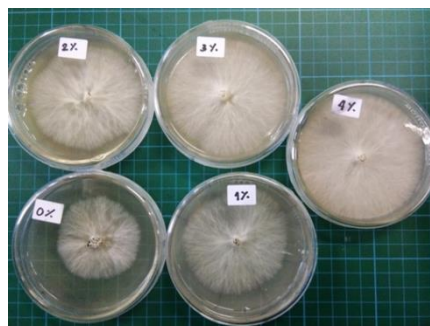
ไมท์ซัลเฟตร้อยละ 3 มีการเจริญเร็วที่สุด วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีได้ 7.92 เซนติเมตร รองลงมาคือร้อยละ 2 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีได้ 7.60 เซนติเมตร ร้อยละ 4 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีได้ 7.58 เซนติเมตร และร้อยละ 1 วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีได้ 7.52 เซนติเมตร สำหรับชุดการทดลองที่ไม่เติมไมท์ซัลเฟตวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีได้ 6.50 เซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ทุกชุดการทดลองที่เติมไมท์ซัลเฟตมีขนาดความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับปริมาณไมท์ซัลเฟตที่เติมลงในอาหารวุ้น (PDA) ในปริมาณที่แตกต่างกัน (ร้อยละ 1-4) มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพ 1 การเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในอาหารวุ้นที่เติมไมท์ซัลเฟตร้อยละ 0 - 4 ในวันที่ 6



ภาพ 2 การเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในอาหารวุ้นที่เติมไมท์ซัลเฟตร้อยละ 0 - 4 ในวันที่ 9



ภาพ 3 การเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในอาหารวุ้นที่เติมไมท์ซัลเฟตร้อยละ 0 - 4 ในวันที่ 12
2.ผลการเปรียบเทียบปริมาณของไมท์ซัลเฟตที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในเมล็ดข้าวฟ่าง

จากการศึกษาผลของภูมิโพลีแซคคาไรด์ที่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในอาหารวุ้นได้เลือกหัวเชื้อเห็ดเป่าฮื้อในอาหารวุ้นที่เติมภูมิโพลีแซคคาไรด์ร้อยละ 3 มาใช้ในการศึกษาการเจริญของเส้นใยในเมล็ดข้าวฟ่าง หลังจากการใส่ชิ้นวุ้นที่มีการเจริญของเส้นใยเห็ดพบว่าทุกชุดการทดลองมีการเจริญของเส้นใยใกล้เคียงกัน ตั้งแต่วันแรกจนถึงวันที่เส้นใยมีการเจริญในเมล็ดข้าวฟ่างจนเต็มขวด



ภาพ 4 การเจริญของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อในเมล็ดข้าวฟ่างที่เติมภูมิโพลีแซคคาไรด์ร้อยละ 0-4

3. ผลการเปรียบเทียบปริมาณของภูมิโพลีแซคคาไรด์ที่มีผลต่อผลผลิตของเห็ดเป่าฮื้อในถุงก้อนเชื้อ

หลังจากใส่หัวเชื้อเห็ดเป่าฮื้อที่เจริญในเมล็ดข้าวฟ่างลงในถุงก้อนเชื้อ จากนั้นรอกจนเส้นใยเดินจนเต็มก้อนเชื้อจึงนำเข้าสู่วังเรือนเพื่อเตรียมเปิดดอก หลังจากเปิดดอกในโรงเรือนพบว่า ในแต่ละชุดการทดลองให้ผลผลิตเห็ดโดยมีจำนวนดอกต่อก้อน ความกว้างของดอก ความยาวก้านดอก และน้ำหนักดอก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจำนวนดอกมีความสัมพันธ์กับความกว้างของดอก คือ หากมีจำนวนดอกมาก ความกว้างของดอกจะน้อย ในขณะเดียวกันหากจำนวนดอกน้อย ความกว้างของดอกจะมาก ดังนั้นการเติมภูมิโพลีแซคคาไรด์ในถุงก้อนเชื้อไม่มีผลต่อผลผลิตเห็ดทั้งจำนวนดอกเห็ดต่อก้อนเชื้อ น้ำหนักดอก ความกว้างดอก และความยาวก้านดอก ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ผลผลิตของเห็ดเป่าฮื้อในแต่ละชุดการทดลอง

ปริมาณภูมิโพลีแซคคาไรด์	ความกว้างของดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	ความยาวก้านดอกเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนดอกเฉลี่ยต่อก้อน	น้ำหนักดอกเฉลี่ย (กรัม)
ร้อยละ 0	11.88 ^a	2.67 ^a	1.9 ^a	71.34 ^a
ร้อยละ 1	11.91 ^a	3.03 ^a	2.0 ^a	79.23 ^a
ร้อยละ 2	11.64 ^a	3.25 ^a	2.2 ^a	75.07 ^a
ร้อยละ 3	10.71 ^a	3.05 ^a	2.2 ^a	78.32 ^a
ร้อยละ 4	12.98 ^a	3.16 ^a	1.6 ^a	73.48 ^a

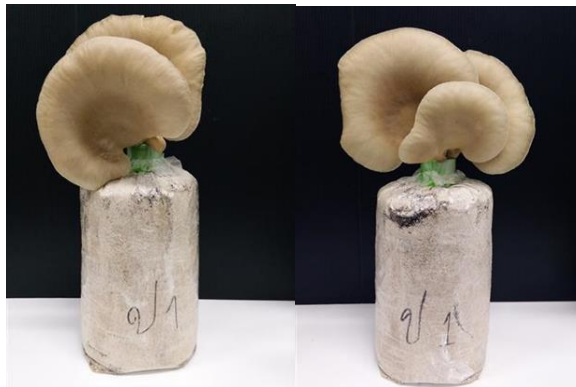
หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยวิธี DMRT ที่ ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพ 5 เห็ดเป๋าฮื้อหลังจากเปิดดอกในโรงเรือน



ภาพ 6 เห็ดเป๋าฮื้อในถุงก้อนเชื้อที่ไม่เติมภูไมท์ซิลเฟต



ภาพ 7 เห็ดเป๋าฮื้อในถุงก้อนเชื้อที่เติมภูไมท์ซิลเฟต 1%



ภาพ 8 เห็ดเป๋าฮื้อในถุงก้อนเชื้อที่เติมภูไมท์ซัลเฟต2%



ภาพ 9 เห็ดเป๋าฮื้อในถุงก้อนเชื้อที่เติมภูไมท์ซัลเฟต3%



ภาพ 10 เห็ดเป๋าฮื้อในถุงก้อนเชื้อที่เติมภูไมท์ซัลเฟต4%

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาผลของภูไมท์ซัลเฟตต่อการเจริญของเห็ดเป๋าฮื้อ โดยศึกษาการเติมภูไมท์ซัลเฟตร้อยละ 1-4 เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่เติม ซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็น การศึกษาในอาหารวุ้นพีดีเอ การศึกษาในเมล็ดข้าวฟ่าง และการศึกษาผลผลิตเห็ดในถุงก้อนเชื้อ พบว่าการเติมภู

ไมท์ซัลเฟตในอาหารวันพีดีเอ ทำให้เส้นใยของเห็ดเป่าฮื้อมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วกว่า เมื่อเทียบกับชุดการทดลองที่ไม่เติมไมท์ซัลเฟต

จากการทดลองนี้พบว่าไมท์ซัลเฟตมีผลต่อการเจริญของเส้นใยเห็ดในอาหารวันพีดีเอ การเติมไมท์ซัลเฟตทำให้เส้นใยของเห็ดเป่าฮื้อมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วกว่า เนื่องจากในไมท์ซัลเฟตประกอบด้วยไมท์ (ร้อยละ 50) ซัลเฟต (ร้อยละ 7) แคลเซียม (ร้อยละ 12) ฟอสฟอริกแอซิด (ร้อยละ 0.20) แมกนีเซียม (ร้อยละ 0.01) เหล็ก (ร้อยละ 0.01) สังกะสี (ร้อยละ 0.005) ซึ่งเป็นแร่ธาตุที่ช่วยส่งเสริมการเจริญของเส้นใยเห็ด ชุดการทดลองที่เติมไมท์ซัลเฟตจึงมีการเจริญของเส้นใยที่รวดเร็วกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chang and Miles (2004) พบว่าซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมช่วยส่งเสริมการเจริญของเห็ดตระกูลนางรม (*Pleurotus* spp.) สำหรับแร่ธาตุที่ต้องการในปริมาณน้อยเช่น แคลเซียม สังกะสี แมงกานีส เหล็ก คอปเปอร์ และโมลิบดีนัม นิยมเติมในปริมาณไม่มาก

งานวิจัยของ Royse *et al.* (2004) พบว่า การเติมไมท์และไมท์ซัลเฟตในวัสดุเพาะเห็ดนางรมขาว (*Pleurotus cornucopiae*) พบว่าเมื่อเติมไมท์และไมท์ซัลเฟตทำให้เส้นใยเห็ดเจริญหนาขึ้น ส่งผลให้ระยะเวลาในการจับปมดอกเร็วขึ้น ดอกเห็ดจึงเกิดเร็วขึ้น

สำหรับการศึกษาในเมล็ดข้าวฟ่างซึ่งเป็นหัวเชื้อก่อนที่จะนำไปใส่ในก้อนเชื้อพบว่าไมท์ซัลเฟตไม่มีผลต่อการเจริญของเส้นใยในเมล็ดข้าวฟ่าง เนื่องจากพบว่าการเจริญของเส้นใยเห็ดที่ใกล้เคียงกันทั้งในชุดการทดลองที่เติมและไม่เติมไมท์ซัลเฟต และการศึกษาผลผลิตเห็ดเป่าฮื้อหลังจากเปิดดอกในโรงเรือนพบว่า ในแต่ละชุดการทดลองให้ผลผลิตเห็ดโดยมีจำนวนดอกต่อก้อน ความกว้างของดอก ความยาวก้านดอก และน้ำหนักดอก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากงานวิจัยของ Murugesan *et al.* (1995) ได้ศึกษาการเติมยิบซัมและไมท์ซัลเฟตในวัสดุเพาะเห็ดนางฟ้า พบว่าการเติมไมท์ซัลเฟตร้อยละ 20 และยิบซัมร้อยละ 10 ทำให้ผลผลิตเห็ดนางฟ้าที่ได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) นอกจากนี้การเติมไมท์ลงในวัสดุเพาะร้อยละ 20 และ 30 ให้ปริมาณผลผลิตทั้งหมดไม่แตกต่างจากชุดควบคุมที่ไม่เติม

Fenadzo *et al.* (2010) ได้ศึกษาผลของการใช้วัสดุเพาะเห็ดและอาหารเสริมชนิดต่างๆ สำหรับการเพาะเห็ดนางฟ้าและนางรม ผลการวิจัยพบว่าสัดส่วนของสารต่างๆ ที่ใช้เป็นอาหารเสริมไม่ควรสูงเนื่องจากมีโอกาสในการลดปริมาณผลผลิต (yield reduction)

Thongsook and Kongbangkerd (2011) พบว่าการเติมยิบซัม ไมท์ และไมท์ซัลเฟตในวัสดุเพาะเห็ดนางรม ทำให้เส้นใยมีความหนาแน่นมากขึ้น เกิดการจับปมดอกกลายเป็นดอกเห็ดได้เร็วขึ้น แต่ไม่มีผลต่อระยะเวลาในการเดินเส้นใย นอกจากนี้การเติมไมท์ซัลเฟตในวัสดุเพาะไม่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของเห็ดนางรม แต่การเติมไมท์ซัลเฟตในวัสดุเพาะที่ระดับมากเกินไปมีผลในการ

ลดผลผลิตรวม ซึ่งเกิดจากแคลเซียมซัลเฟต (ยิปซัม) ซึ่งเป็นส่วนผสมที่มีความเข้มข้นในระดับสูง (ร้อยละ 7)

Yildiz *et al.* (1998) รายงานว่าในกุโมท์ซัลเฟตและยิปซัมมีปริมาณซัลเฟอร์ 7.0% และ 17.0% แต่จากการศึกษาพบว่า ซัลเฟอร์ไม่มีผลต่อการเพาะเห็ดนางฟ้าเนื่องจากตรวจไม่พบซัลเฟอร์ในเนื้อเยื่อของเห็ดนางฟ้า (*P. ostreatus* var. *salignus*)

จากงานวิจัยดังกล่าวได้สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ซึ่งพบว่าการเติมหรือไม่เติมกุโมท์ซัลเฟต ทำให้ระยะเวลาในการเดินของเส้นใยเห็ดเป่าฮื้อทั้งในเมล็ดข้าวฟ่างและในก้อนเชื้อเห็ดไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ผลผลิตเห็ดเป่าฮื้อก็ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชุดการทดลอง สาเหตุเนื่องจากเห็ดเป่าฮื้อเป็นเห็ดที่อยู่ในตระกูลเดียวกับเห็ดนางรม ดังนั้นการใช้กุโมท์ซัลเฟตเป็นแหล่งอาหารเสริมในเห็ดเป่าฮื้อ จึงให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกัน

ในขณะที่งานวิจัยของ สุทธิชัย สมสุข (2553) ได้ศึกษาการใช้ ขี้เถ้า รำข้าว กุโมท์ ผักตบชวา และขี้เลื่อยที่ผ่านการใช้งานแล้วผสมร่วมกับผักตบชวาเป็นอาหารเสริมในการเพาะเห็ดฟางในตะกร้า พบว่าการใช้ขี้เถ้าให้ผลผลิตดีที่สุด (น้ำหนักสดต่อตะกร้า) ในขณะที่กุโมท์ให้ผลผลิตเห็ดฟางดีเทียบเท่ากับการใช้รำข้าว และผักตบชวา นั่นคือให้ผลผลิตเห็ดฟางไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นการเติมกุโมท์ซัลเฟตเป็นอาหารเสริมในการเพาะเห็ด จึงให้ผลแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับชนิดของเห็ด ในเห็ดฟางพบว่าสามารถให้ผลผลิตดีเทียบเท่ากับการใช้รำข้าวเป็นอาหารเสริม ในขณะที่เห็ดสกุลนางรม (*Pleurotus* sp.) พบว่าการใช้ กุโมท์ซัลเฟตเป็นอาหารเสริมไม่ได้ช่วยเพิ่มผลผลิตเห็ด แต่ช่วยให้เส้นใยของเห็ดมีความหนาแน่นมากขึ้น และพบว่าเส้นใยเห็ดเดินเร็วขึ้นในอาหารวุ้นพืติเอออย่างเห็นได้ชัดเจน ถึงแม้ว่าการเติมกุโมท์ซัลเฟตไม่มีผลต่อผลผลิตเห็ดเป่าฮื้อทั้งจำนวนดอกเห็ดต่อก้อนเชื้อ น้ำหนักดอก ความกว้างดอก และความยาวก้านดอกแต่มีผลทำให้การเจริญเติบโตของเส้นใยในอาหารวุ้นพืติเออรวดเร็วกว่า จึงมีส่วนทำให้สามารถลดระยะเวลาการเกิดดอกเห็ดให้สั้นลงได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประจำปี 2560

เอกสารอ้างอิง

- ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. (2542). การศึกษาเห็ดกลุ่มตับเต่าในประเทศไทย. ในการสัมมนาไมคอร์ไรซา: สถานภาพ การวิจัยใน ปัจจุบันและอนาคต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ตีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. (2543). รายงานการวิจัยเรื่อง การเพาะเห็ดฟางด้วยฟักถั่ว เปลือกมัน ลำปะหลังและถั่วเขียวแช่เห็ดเห็ดแก้ว. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิทยา ทวีสุข. (2554). การเพาะเห็ดแบบเศรษฐกิจพอเพียง. ปทุมธานี. สกายบุ๊กส์.
- สุทธิชัย สมสุข. (2553). ผลของการใช้วัสดุเพาะและวัสดุอาหารเสริมชนิดต่างๆร่วมกับจุลินทรีย์และ น้ำหมักชีวภาพต่อผลผลิตเห็ดฟางที่เพาะในตะกร้าพลาสติก. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 18 (2). 17-36.
- Chang, S.T., Miles, P.G.. (2004). Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value Medicinal Effect and Environmental Impact. CRC Press, Boca Raton.
- Fanadzo, M., Zireva, D.T., Dube, E., Mashingaidze, A.B., (2010). Evaluation of various substrates and supplements for biological efficiency of *Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus ostreatus*. Afr. J. Biotechnol. 9, 2756–2761.
- Murugesan AG, Vijayalakshmi GS, Sukumaran N. and Mariappan C. (1995). Utilization of water hyacinth for oyster mushroom cultivation . *Bioresource Technology* 51(1): 97-98.
- Royse DJ, Rhodes TW, Ohga S. and Sanchez JE (2004). Yield, mushroom size and time to production of *Pleurotus cornucopiae* (oyster mushroom) grown on switch grass substrate spawned and supplemented at various rates. *Bioresource Technology* 91(1): 85-91.
- Thongsook, T., and Kongbangkerd, T. (2011). Influence of calcium and silicon supplementation into *Pleurotus ostreatus* substrates on quality of fresh and canned mushrooms. *Food Sci Technol Int.* 17(4): 351-365.
- Yildiz A., Karakaplan M. and Aydin F. (1998). Studies on *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kum. var. *salignus* (Pers. ex Fr.) Konr. et Maubl.: cultivation, proximate composition, organic and mineral composition of carpophores. *Food Chemistry* 61(1-2): 127-130.

แอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้ AR สำหรับเด็กปฐมวัย

AR Instructional media for Early Childhood

นายวรวัฒน์ ไอยสุวรรณ(Worrawat Aiyasuwan)

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

*Corresponding author. E-mail: fusezarock66@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่อง แอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้ AR (Augmented Reality) สำหรับเด็กปฐมวัย มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ 1.) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กชั้นปฐมวัย ซึ่งเป็นวัยที่กำลังมีพัฒนาการทางสมอง 2.) เพื่อนำเสนอแนวคิดใหม่เกี่ยวกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ที่หันมาใช้เทคโนโลยีมากขึ้น 3.) เสริมสร้างความน่าสนใจให้กับการเรียนรู้ โดยนำเทคโนโลยี AR เข้ามาผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกในจินตนาการ และ 4.) เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสื่อสิ่งพิมพ์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา เครื่องที่ใช้ประกอบด้วย 1.) Maya ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับทำโมเดล 2.) Unity เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้รวมตัว Marker เข้ากับโมเดลหรือวิดีโอ 3.) Vuforia Developer Portal เป็นคลังข้อมูลสำหรับเก็บ Marker ของงาน 4.) โปรแกรม Vegas Pro 13 ใช้สำหรับงานตัดต่อวิดีโอ จากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ทดสอบได้รับการพัฒนาขึ้น และยังสามารถพัฒนาบทเรียนใหม่ทำให้ผู้เรียนได้รับความสนุกสนานมากขึ้น รวมไปถึงยังได้เพิ่มมูลค่าให้กับสื่อสิ่งพิมพ์อีกด้วย และเป็นไปตามนโยบาย Thailand 4.0

คำสำคัญ : ระบบ AR (Augmented Reality) นโยบาย Thailand 4.0

Abstract

There are 4 objectives for the education about the AR application (Augmented Reality) for early childhood as following 1.) Supporting the early childhood's education and knowledge that their brains are developing. 2.) Providing a new trend of thought about technology learning in the present. 3.) Making the interesting of education by using technology AR blend with the reality and imagination. and 4.) To add value for publication, this quality research includes 4 things. 1.) Maya is the software for creating Model. 2.) Unity is the software to gather Marker and model or video together. 3.) Vuforia Developer Portal is the space to keep the information from Marker. 4.) Vegas Pro 13 uses to edit a video. From the education, we have founded the sample group that was tested by this program were

enhanced and learned the new knowledge. Moreover, It can enhances and add value for publication. Eventually, AR application also keep on Thailand 4.0 policy.

Keywords: AR (Augmented Reality) Thailand 4.0

บทนำ

ปัจจุบัน AR (Augmented Reality) คือ เทคโนโลยีใหม่ ที่ผสมเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นเป็นวัตถุ 3 มิติลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง มีมุมมองถึง360องศา เป็นการเปิดโลกกว้าง สร้างสรรค์จินตนาการ โดยผ่านทางอุปกรณ์ , กล้องมือถือ , Computer ร่วมกับการใช้ software ต่างๆ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพนั้นเป็น object โดน AR นั้นสามารถอยู่ได้ทุกที่หรือสิ่งต่างก็สามารถเติม AR เข้าไปได้โดยเป็นสัญลักษณ์ที่แปะอยู่ตามวัตถุต่างๆเมื่อ แสแกนก็จะมี 3D Model, Video, Web View หลักการทำงานของ AR นั้นประกอบด้วย 1.Marker หรือ Target 2.กล้อง webcam, โทรศัพท์มือถือที่เอาไว้สำหรับสแกนตัว Marker 3.ส่วนแสดงผล อาจจะเป็นจอมคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์มือถือ 4.ส่วนประมวลผลเพื่อไว้สำหรับสร้าง Object3D หรือ Video viewer เช่น Software “Unity” โดยเจ้าตัว AR นั้นสามารถอยู่ได้ในทุกที่ที่สามารถติดตัว Marker ไว้ได้ เมื่อสแกนก็จะเห็น 3D models, Video, Web view แสดงออกมาบนอุปกรณ์ที่ใช้สแกนทำให้ง่ายต่อการโฆษณาเพื่อโปรโมทสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น สินค้า, สถานที่ท่องเที่ยว และงานอีเว้นต่างๆ และยังใช้ในด้านการศึกษได้อีกด้วยนั่นก็คือการเพิ่มตัว Marker ลงไปในหนังสือเรียนและเมื่อสแกนก็จะพบกับ 3D Models ที่จะทำให้นักเรียนได้เห็นขึ้นมาเป็นวัตถุจริงๆ หรือเมื่อสแกนแล้วจะพบ Video สื่อการเรียนการสอนที่อาจารย์เตรียมไว้ ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ใหม่ในการเรียนรู้ และยังทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียนมากขึ้นไม่มากก็น้อย และเทคโนโลยีนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนไปได้อีกหลายรูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับการสอนของวิชาต่างๆ

การนำการเรียนรู้ผ่านเกม (Game Base Learning) มาใช้เกิดขึ้นมานานแล้วในต่างประเทศ แต่ยังคงถือว่าเป็นเรื่องใหม่และยังไม่ค่อยแพร่หลายมากนัก โดยบริษัทที่นำ การเรียนรู้ผ่านเกม เข้ามาในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นบริษัทที่ลิขสิทธิ์ของสื่อต่างๆเหล่านั้นอยู่แล้วในต่างประเทศ ในประเทศไทยมีผู้เชี่ยวชาญและศึกษาเรื่องนี้้อย่างจริงจังน้อยมาก เป็นผลให้ยังไม่มีการเรียนรู้ผ่านเกมที่มีลิขสิทธิ์เป็นผลจากคนไทยที่ได้รับการยอมรับจากสากล

ภาษาอังกฤษเป็นภาษาต่างประเทศที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด เนื่องจากเป็นภาษากลางที่ใช้สื่อความหมายไปเกือบทั่วโลก ทั้งในฐานะที่เป็นเครื่องมือที่จะเข้าถึงแหล่งวิทยาการต่างๆ และค้นคว้าความรู้ใหม่ ซึ่งปัจจุบัน มีคนทั่วโลกใช้ภาษาอังกฤษเป็นหลักในการสื่อสารถึง2,000 ล้านคน หรือ 1 ใน 3 ของประชากรโลก ดังนั้น จึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะส่งเสริมให้ประชากร

ได้เรียนรู้ภาษาอังกฤษในระดับที่จะสื่อสารได้ เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ และประกอบอาชีพ
ตลอดจนารเจรจาต่อรองสำหรับการแข่งขัน ด้านเศรษฐกิจและสังคมในเวทีสากล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กชั้นปฐมวัย ซึ่งเป็นวัยที่กำลังมีพัฒนาการทางสมอง
- 2.) เพื่อนำเสนอแนวคิดใหม่เกี่ยวกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ที่หันมาใช้เทคโนโลยีมากขึ้น
- 3.) เสริมสร้างความน่าสนใจให้กับการเรียนรู้ โดยนำเทคโนโลยี AR เข้ามาผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงกับโลกในจินตนาการ
- 4.) เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสื่อสิ่งพิมพ์

วิธีดำเนินการวิจัย

1.รูปแบบการวิจัย

แอปพลิเคชันนี้เป็นงานวิจัยเชิงพัฒนา ที่จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้
เป็นไปตามเทคโนโลยีในปัจจุบัน

2.ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นปฐมวัยของโรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จำนวน 50 คน

3.เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

Hardware

- กล้อง Webcam หรือกล้องโทรศัพท์มือถือ
- ส่วนแสดงผล อาจจะใช้จอคอมพิวเตอร์ หรือจอโทรศัพท์มือถือ
- เครื่องปรี้นสำหรับปรี้น Marker หรือ Target
- เครื่องคอมพิวเตอร์

Software

- โปรแกรม Unity
- Vuforia Developer Portal
- โปรแกรม Vegas Pro 13
- โปรแกรม Maya

4.การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยให้นำแอปพลิเคชันไปให้กลุ่ม
ตัวอย่างทดลองใช้ เป็นจำนวน 50 คน

5.การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนทดลองใช้แล้วเก็บผลคะแนนไว้สำหรับเปรียบเทียบกับหลังจากทดลองใช้ ว่ามีการพัฒนาเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด จากนั้นก็ให้ทำแบบสำรวจความพึงพอใจเพื่อนำเอาข้อมูลมาคำนวณทางสถิติต่างๆ เช่น ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาซึ่งมุ่งศึกษาตามวัตถุประสงค์ นั่นคือ การพัฒนาทางสมองของเด็กปฐมวัย การนำเสนอแนวคิดใหม่ๆ ให้กับบทเรียนในปัจจุบัน เสริมสร้างความน่าสนใจให้กับสื่อการเรียนการสอน และสุดท้ายคือเพิ่มมูลค่าให้กับสื่อสิ่งพิมพ์ ซึ่งผลการวิจัยนั้นก็ได้พัฒนากลุ่มตัวอย่างให้มีความรู้เพิ่มมากขึ้น รวมไปถึงยังได้พัฒนาบทเรียนใหม่ให้กับผู้สอนและได้นำเอาเทคโนโลยีใหม่มาประยุกต์เข้ากับสื่อการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกและแปลกใหม่ และยังได้เพิ่มมูลค่าให้กับสื่อสิ่งพิมพ์ในยุคที่หนังสือเริ่มนิยมน้อยลง

อภิปรายผล

ผลการวิจัยสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง “ผลการใช้แอปพลิเคชันสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษบนแท็บเล็ตวิชาภาษาอังกฤษสำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2” ทั้งนี้เพราะมีการทำงานที่คล้ายคลึงกัน ก่อนที่สร้างได้นั้นได้มีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาในวิชา ภาษาอังกฤษ เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ พร้อมทั้งกำหนดวัตถุประสงค์ เพื่อใช้ในการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ อีกทั้งยังได้อาศัยหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ นั่นคือเมื่อเรียนรู้ไปแล้วก็ได้ทำการทดสอบความรู้ของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

จากผลสรุปและการอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนการนำแอปพลิเคชันสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษบนแท็บเล็ตวิชาภาษาอังกฤษไปใช้กับนักเรียนควรมีการตรวจการใช้งานนักเรียนมีทักษะการใช้แท็บเล็ตก่อน ซึ่งนักเรียนควรเรียนรู้ขั้นตอนและวิธีการใช้ให้ถูกต้อง เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านต่างๆ กับการจัดการเรียนการสอน

2. ควรมีการเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ ห้องเรียน สัญญาณอินเทอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ตไร้สายให้พร้อมก่อนการจัดการเรียนการสอน
3. ควรมีการวิจัยและพัฒนา แอปพลิเคชันสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่สอดคล้องกับกิจกรรมคุณธรรมให้มีความหลากหลาย เช่น กิจกรรมเพื่อนช่วยเพื่อน หรือการผลิตสื่อที่หลากหลาย เช่น 3D ในการผลิตตัวสื่อ การใช้บทบาทสมมติให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม จะทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำ แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ต ไปใช้ร่วมกับวิธีสอนต่างๆ เช่น การเรียนแบบร่วมมือ การเรียนแบบสืบสอบ
2. ควรมีการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตสำหรับการจัดการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษในการพัฒนาทักษะการอ่านและการเขียน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากการช่วยเหลือจากหลายๆฝ่าย โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทรงเกียรติ ภาวดี ในการแนะนำ ตรวจสอบ ให้ข้อเสนอแนะ ติดตามความเคลื่อนไหวของงานวิจัย ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของอาจารย์เป็นอย่างยิ่ง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุสติ พรผล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตักเตือน และให้แนวคิดต่างๆที่เป็นประโยชน์อย่างมาก

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์ทุกท่าน เพื่อนๆนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ที่ให้การช่วยเหลือในการทำงานวิจัยฉบับนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับการช่วยเหลือและกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ เพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆที่คอยให้ความช่วยเหลืออีกมากมาย ที่ไม่สามารถกล่าวนามได้หมด ในที่นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณและขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

ก้องเกียรติ หิรัญเกิด. (2558). ขั้นตอนการทำ VIDEO AR. App ตอนที่ 1/2. เข้าถึงเมื่อ 14 มีนาคม 2561 ค้นจาก <https://www.youtube.com/watch?v=H-ziWHKmJ3A&list=WL&index=3&t=0s>

- กฤษณณัฐ หนูหนู. (2559). สอนทำ AR (Augmented Reality) ใน Unity ขั้นพื้นฐาน โดย อ.นัท. เข้าถึงเมื่อ 11 เมษายน 2561. ค้นจาก
<https://www.youtube.com/watch?v=brJYge6lBfs>
- นิติคุณ ยุกตะนันท์. (2558). MESISE.COM - สอน VUFORIA ใส่ VDO และโมเดล. เข้าถึงเมื่อ 7 เมษายน 2561. ค้นจาก
<https://www.youtube.com/watch?v=xlyyajgqCyA&list=WL&index=4&t=0s>
- นิติคุณ ยุกตะนันท์. (2560). MESISE.COM - สอนทำ AR ตั้งแต่ลง SDK UNITY 2017. เข้าถึงเมื่อ 8 เมษายน 2561. ค้นจาก
<https://www.youtube.com/watch?v=q4Wu6Ls3jD8&list=WL&index=2&t=0s>
- รมณียา สุธรรมจรรยา. (2558). ผลการใช้แอปพลิเคชันสำหรับสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษบนแท็บเล็ตวิชาภาษาอังกฤษสำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาราชบุรี เขต 2. เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2561.
- ศรีวิทย์ สุวรรณกิติ. (2522). วิธีสอนภาษาอังกฤษ. เข้าถึงเมื่อ 10 เมษายน 2561 พิมพ์ครั้งที่ 2. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- สกุล สุขศิริ. (2550). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบ Game Base Learning. เข้าถึงเมื่อ 3 เมษายน 2561. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการพัฒนาศักยภาพทรัพยากรมนุษย์และองค์การ, สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

**ระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
ภาษาอังกฤษ Online meeting room reservation system,
Faculty of Science and Technology, Phuket Rajabhat University**

กานติมา โสมณวัฒน์(Kantima Somnawat)*

ภุริทรัพย์ เดชพิพัฒน์ประชา(Bhurisub Dejpipatpracha)

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

*Corresponding author. E-mail: Kantima.151238@gmail.com, bhurisub@pkru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการจองห้องประชุมภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต 2) เพื่อให้ทำการจองห้องประชุมเป็นที่เรียบง่ายและรวดเร็วไม่เสียเวลากับการจัดเก็บข้อมูล ซึ่งอยู่ในรูปแบบ Web database โดยสามารถตรวจสอบข้อมูล เพิ่ม ลบ แก้ไข รวมไปถึงรายละเอียดต่างๆของห้องประชุม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้จัดทำระบบนี้ขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่บุคลากรและเจ้าหน้าที่ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำไปใช้เป็นระบบสารสนเทศสำหรับการจัดการทรัพยากร (ห้องประชุม) จะช่วยเพิ่มอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่ที่สามารถตรวจสอบความพร้อมใช้งานของห้องประชุม สามารถจอง ยกเลิกการจอง ตรวจสอบข้อมูล เปลี่ยนแปลงการจอง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: จองห้องประชุม, การจัดการทรัพยากร

Abstract

This research is a research to develop an information system for meeting room reservation within the Faculty of Science and Technology. Phuket Rajabhat University. Aims to 1) To develop an online meeting room reservation system. Faculty of Science and Technology Phuket Rajabhat University 2) To make meeting room reservations simple and fast, do not waste time with storage. Which is in the Web format. can check the data, add, delete, edit. Including the details of the meeting room. The researcher has developed this system to facilitate the personnel and staff of the Faculty of Science and Technology. It is used as information system

for resource management (meeting room). It facilitates the staff to check the availability of the meeting room. Can reserve, Cancel reservation, information verification. Reservation changes Efficiently.

Keywords: Meeting Room Reservation, resource management

บทนำ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ซึ่งทางคณะได้มีการให้บริการในด้านต่างๆเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักศึกษาและบุคลากรในคณะ ซึ่งรวมไปถึงการเปิดให้ใช้ห้องประชุม เพื่อไว้ใช้สำหรับการสัมมนาจัดอบรม หรือการเรียนการสอน นอกห้องเรียน โดยผู้สนใจที่จะใช้ห้องประชุมจะต้องกรอกข้อมูลเพื่อทำการจองห้องประชุมก่อนใช้งาน โดยระบบการจองจะเป็นระบบ เขียนด้วยมือ และจัดเก็บเป็นเอกสารรวมไปถึงในแต่ละครั้งผู้ที่ขอใช้บริการจะไม่สามารถเช็คได้ว่าห้องประชุมไหนว่าง หรือไม่ว่าง ซึ่งทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการจองห้องประชุมทั้ง ปัญหาด้านการจองห้องประชุมที่อาจจะชนกัน ปัญหาในความล่าช้าของผู้ดูแลในการตรวจสอบผู้ขอเข้าใช้บริการห้องประชุม รวมไปถึงปัญหาในด้านเอกสารที่อาจจะเสื่อมเสีย หรือเสียหายจากการเก็บไว้ได้

ในปัจจุบันการจองห้องภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ไม่ว่าจะเป็นห้องประชุมเพื่อการเรียนการสอน ประชุม สัมมนา หรืออบรม ผู้ใช้จำเป็นต้องเดินทางมาหรือพูดคุยกับ ผู้ดูแลห้องเพื่อทำการค้นหาเวลาและห้อง ที่ว่างซึ่งทำได้ยากและเสียเวลาทั้งสองฝ่าย บทความนี้จึงนำเสนอการพัฒนาระบบออนไลน์เพื่อการจัดการห้องประชุม การเรียน การสอน และสัมมนา โดยที่ระบบนี้จะอำนวยความสะดวกกับผู้ที่ต้องการใช้ห้องด้วยการให้ผู้ใช้สามารถจองห้อง และค้นหาดูห้องที่ว่างได้ผ่านระบบ ในขณะที่เดียวกันระบบนี้ก็อำนวยความสะดวกให้กับผู้จัดการห้อง ในการประสานงานกับผู้ดูแลเปิดปิดห้องเพื่อให้บริการห้องกับผู้ใช้ทั่วไป ในการออกแบบระบบนี้ผู้จัดทำได้คำนึงถึงความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานของผู้จองห้องเป็นหลัก โดยเน้นผู้ใช้เป็นสำคัญ

ดังนั้นผู้จัดทำได้มองเห็นปัญหาดังกล่าวจึงจัดทำระบบ จองห้องประชุมออนไลน์ ขึ้นเพื่อนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาปรับใช้กับระบบการจองห้องประชุม เพื่อแก้ไขปัญหาด้านความล่าช้า และลดความผิดพลาดในการจองห้องประชุม รวมไปถึงเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้มาขอใช้บริการและเจ้าหน้าที่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

2. เพื่อให้ทำการจองห้องประชุมเป็นที่เรียบง่ายและรวดเร็วไม่เสียเวลากับการจัดเก็บข้อมูล

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบการจองห้องประชุม ได้จัดทำระบบนี้ขึ้นมาเพื่อต้องการอำนวยความสะดวกสบายให้แก่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต หรือผู้ที่ต้องการตรวจสอบความพร้อมใช้งานของห้องประชุม สามารถจอง ยกเลิกการจอง เปลี่ยนแปลงการจอง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษา หลักการทฤษฎีต่างๆ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบโดย มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การจอง สมาชิก ผู้ดูแลระบบ และห้องประชุม

การจอง หมายถึง แสดงความต้องการสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น มีการนัดหมายการประชุม สถานที่แห่งหนึ่ง จึงทำการจองล่วงหน้า ว่าต้องการใช้ห้องประชุมนั้น เพื่อให้วันและเวลาไม่ซ้ำกัน

สมาชิก หมายถึง สมาชิกในการจองห้องประชุมออนไลน์ ที่สามารถทำการจองห้องประชุมได้ ซึ่งจะต้องทำการสมัครก่อนจึงจะทำการจองได้

ผู้ดูแลระบบ หมายถึง ผู้ควบคุมระบบการจองห้องประชุมทั้งหมดที่มีอำนาจในการอนุมัติ หรือยกเลิกการจอง รวมไปถึงยกเลิกการสมัครสมาชิกได้

ห้องประชุม หมายถึง สถานที่ที่บุคคลหลาย ๆ บุคคล ทำการนัดหมายมารวมตัวกัน เพื่อทำการปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจไปพร้อม ๆ กัน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อำนาจ สวัสดิ์นะที(2557 : บทคัดย่อ) การวิจัยเรื่องการพัฒนาบบจองห้องประชุมออนไลน์ มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการใช้งานห้องประชุม ในมหาวิทยาลัยซึ่งปัจจุบันเป็นแบบกรอกเอกสารและรอผล การตอบรับทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการติดตามผลนาน เมื่อมีการพัฒนาระบบการใช้งานนี้ขึ้นมาก็จะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในส่วนต่างๆ ของระบบ ประกอบด้วย อาจารย์หรือบุคคลภายนอกของมหาวิทยาลัย ผู้ดูแลระบบ ได้แก่งอแงอาคารซึ่งเป็นผู้รวบรวมเอกสารและการตอบรับหรือปฏิเสธในการจองห้องประชุม

การวิจัยนี้ใช้รูปแบบการทำงานแบบออนไลน์โดยการพัฒนาเว็บไซต์ที่สะดวกต่อการเข้าถึงของคณาจารย์และ บุคคลภายนอกจากที่ต่างๆ ที่ต้องการจองใช้ห้องประชุมในการจัดกิจกรรมต่างๆ เช่น การจัดกิจกรรมของแต่ละคณะ หรือ สาขาวิชา การจัดสัมมนาในรายวิชาต่างๆ ซึ่งต้องใช้ห้องประชุมตามขนาดของนักศึกษา

จากผลการทดสอบการวิจัยพบว่าเว็บไซต์ดังกล่าวสามารถตอบสนองการใช้งาน สำหรับการจองห้องประชุม มหาวิทยาลัย มีรูปแบบเว็บที่ง่ายต่อการใช้งาน มีกราฟิกประกอบเพื่อเพิ่มความสวยงาม และมีคำแนะนำสำหรับผู้ใช้งาน ทั่วไป ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน

สุรักษ์ สิมคาน (2558 : บทคัดย่อ) ในปัจจุบันการจองห้อง ไม่ว่าจะเป็นห้องคันคว่ำส่วนตัว ห้องประชุมกลุ่มย่อย ซึ่งผู้ใช้บริการจำเป็นต้องเดินมาขออนุญาตจากผู้ดูแลห้อง และผู้ดูแลจะ คั่นหาเวลาและห้องที่ว่าง ซึ่งเป็นการเสียเวลาทั้งสองฝ่าย บทความนี้จึงนำเสนอการพัฒนาระบบบริหาร

จัดการจองห้อง ออนไลน์ เพื่อการจัดการจองห้องสัปดาห์ส่วนตัว ห้องประชุมกลุ่มย่อย โดยที่ระบบนี้จะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่ ต้องการใช้ห้อง ให้สามารถจองห้องและค้นหาห้องที่ว่างผ่านระบบ และขณะเดียวกันระบบนี้ก็จะอำนวยความสะดวก ให้กับผู้ดูแลห้องในการเปิดและปิดห้องให้บริการ กับผู้ใช้บริการ ในการออกแบบระบบนี้คำนึงถึงความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานของผู้รับบริการเป็นหลัก

ระบบบริหารจัดการจองห้องออนไลน์ ที่ได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อเพิ่ม ความสะดวกในการทำงาน ระหว่างผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการ ให้มีการทำงานที่รวดเร็วขึ้น เนื่องจากกระบวนการทำงาน ของระบบเดิมจะมีความยุ่งยากเนื่องจากการต้องมีการติดต่อ ส่งหนังสือ สืบค้นห้องว่างและตารางเวลา ซึ่งระบบบริหารจัดการจองห้องออนไลน์มีความคล้ายคลึงกันในหน่วยงานต่างๆ จึงสามารถนำไปใช้งาน ร่วมกันได้โดยไม่ต้องพัฒนาหลายๆ ระบบ คือพัฒนาระบบให้มีการทำงานแบบศูนย์กลาง (Centralize) ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขอบเขต

ระบบการจองห้องประชุมออนไลน์ จะแบ่งขอบเขตงานออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้ดูแลระบบ

- สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไขข้อมูลห้องประชุม
- สามารถอนุมัติ/ยกเลิกการจอง
- สามารถอนุมัติ/ยกเลิกการสมัครสมาชิก
- สามารถแสดงข้อมูลการจองห้องประชุม
- สามารถดูรายละเอียดต่างๆของห้องประชุม

ส่วนที่ 2 ผู้ใช้งาน

1. สมาชิก

- สามารถทำการจองห้องประชุมได้
- สามารถแสดงข้อมูลการจองได้
- สามารถแสดงข้อมูลห้องประชุมได้
- สามารถตรวจสอบห้องว่างได้
- สามารถดูรายละเอียดต่างๆของห้องประชุมได้
- สามารถแก้ไข/ยกเลิกการจองได้

2. ผู้ใช้งานทั่วไป

- ต้องทำการสมัครสมาชิกก่อนเข้าใช้งานระบบ

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ บุคลากรและเจ้าหน้าที่คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

3. เครื่องมือที่ใช้ (Hardware/Software)

Hardware

- เครื่องคอมพิวเตอร์ ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows)

Software

- โปรแกรม PHP Script Language ใช้ในการเขียนโปรแกรม
- โปรแกรม MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล
- โปรแกรม phpMyAdmin Database Manager ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลผ่านหน้าเว็บ

เพจ

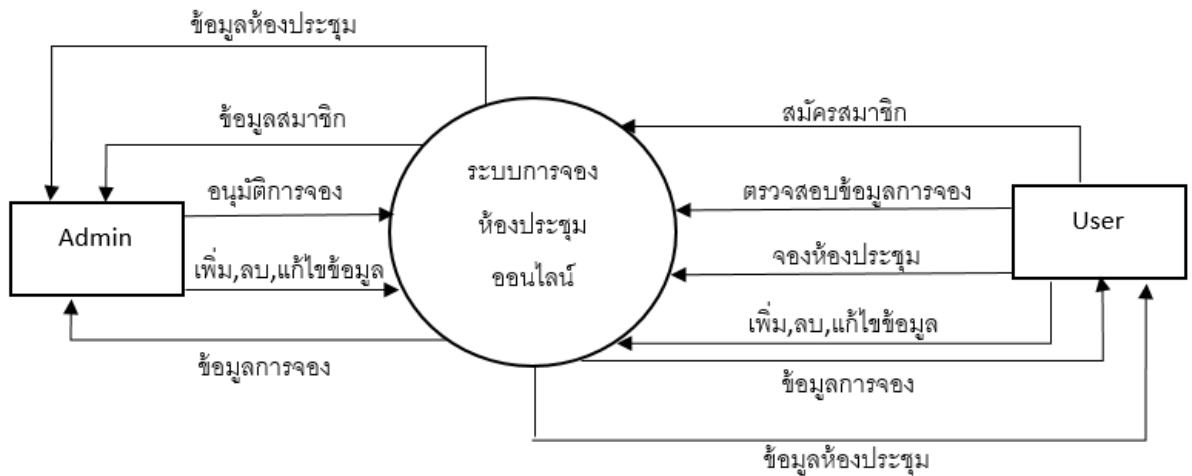
- โปรแกรม Xampp ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมกับฐานข้อมูล

4. ขั้นตอนการดำเนินการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งขั้นตอนการ
ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาของการจองห้องประชุม พบว่าการ
จองห้องประชุมแต่ละครั้งมีความล่าช้าในการจัดการข้อมูล อีกทั้งประสบกับปัญหาต่าง ๆ เช่น เอกสาร
ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล บางครั้งข้อมูลอาจมีความสูญหายจากการฉีกขาดของเอกสารและการจัดส่ง
เอกสารมีความล่าช้าในการทำงานเป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษาความเป็นไปได้โดยการแก้ปัญหาด้วย
การพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการจองห้องประชุมออนไลน์ อีกทั้งระบบเทคโนโลยีสารสนเทศใน
ปัจจุบันสามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น

1.2 การออกแบบระบบ แบบจำลองขั้นตอนการทำงานของระบบโดยใช้ context diagram
แสดงการทำงานของระบบ โดยสามารถจำลองได้ด้วยแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram :
DFD) ได้ดังนี้

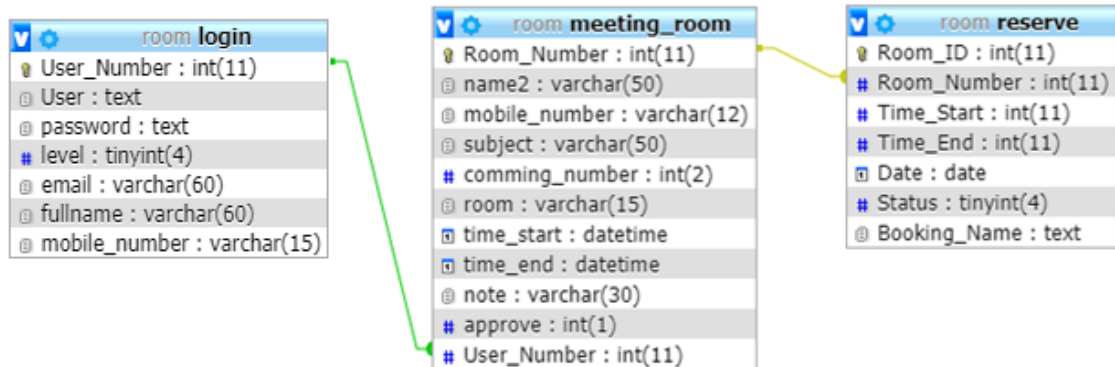


ภาพ 1 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

มีขั้นตอนการทำงานของระบบตามภาพที่แสดงดังนี้

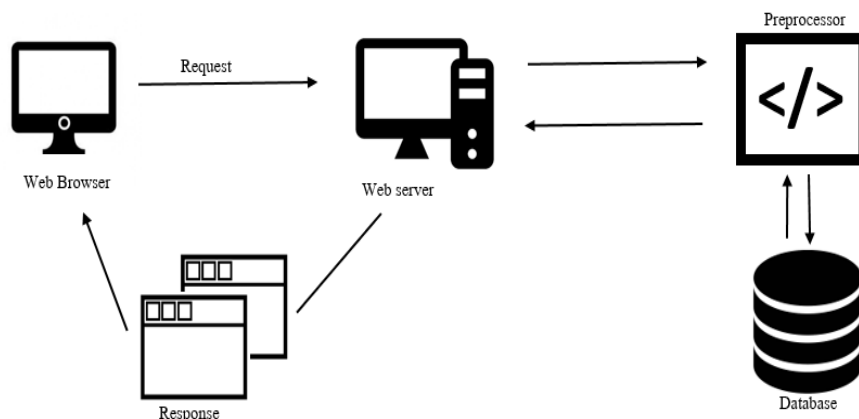
1. User ทำการสมัครสมาชิกเพื่อใช้งานระบบ
2. User ทำการ login เข้าสู่ระบบ
3. User ตรวจสอบข้อมูลการจอง
4. User ทำการจองห้องประชุม
5. User สามารถดูข้อมูลการจอง
6. Admin สามารถดูข้อมูลการจองและอนุมัติการจองห้องประชุม
7. User ทำการ logout ออกจากระบบ
8. ข้อมูลจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล

1.3 ขั้นตอนในการออกแบบ (Design) ได้ดำเนินการออกแบบโครงสร้างจอภาพให้มีความง่าย
 เหมาะสมกับผู้ใช้งานทั่วไป และออกแบบระบบสารสนเทศ



ภาพ 2 แผนผังความสัมพันธ์ระหว่างตารางและข้อมูล

1.4 ขั้นตอนการพัฒนา (Development) ระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลจึงเลือกใช้โปรแกรมจัดการระบบฐานข้อมูล MySQL และเขียนสคริปต์ด้วยภาษาPHP หลังจากได้การพัฒนาระบบทดสอบติดตั้งระบบฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์จำลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้บริการ (Client) เพื่อตรวจสอบด้านข้อมูลและด้านการออกแบบระบบปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง



ภาพ 3 การทำงานร่วมกันระหว่างเครื่อง

1.5 การทดลองใช้ (Implementation) ผู้วิจัยได้นำระบบสารสนเทศทดลองใช้ หลังจากการทดลองและได้นำระบบสารสนเทศไปใช้งานจำเป็นต้องบำรุงรักษาข้อมูลให้มีความถูกต้องรวมทั้งเพิ่มเติมฟังก์ชันการทำงานอื่น ๆ

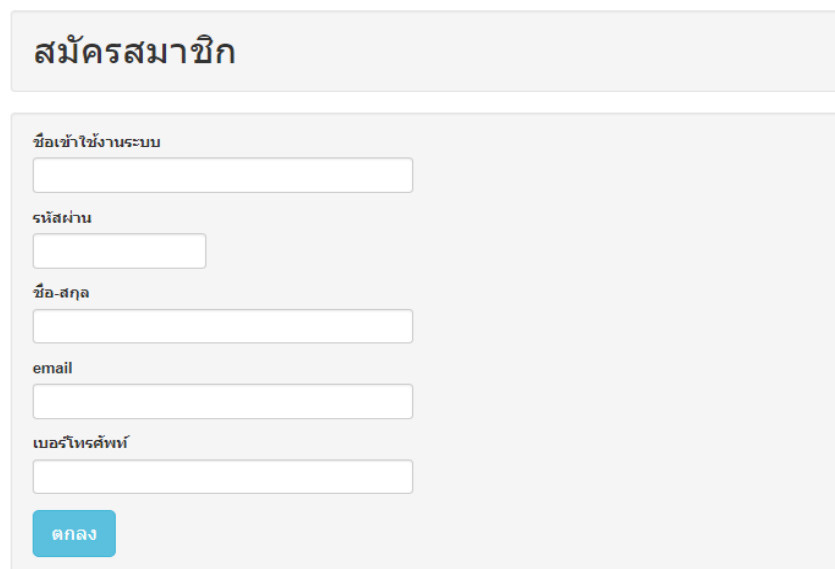
1.6 สถิติที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำค่าเฉลี่ยที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมิน (พิสุทธา อาริราษฎร์. 2550 : 176) ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1.ผลการพัฒนาระบบสารสนเทศ

ระบบสารสนเทศสำหรับการพัฒนาระบบสารสนเทศสำหรับการจองห้องประชุมออนไลน์ที่
พัฒนาขึ้นโดยวิจัยสามารถนำไปใช้งานได้จริง



สมัครสมาชิก

ชื่อเข้าใช้งานระบบ

รหัสผ่าน

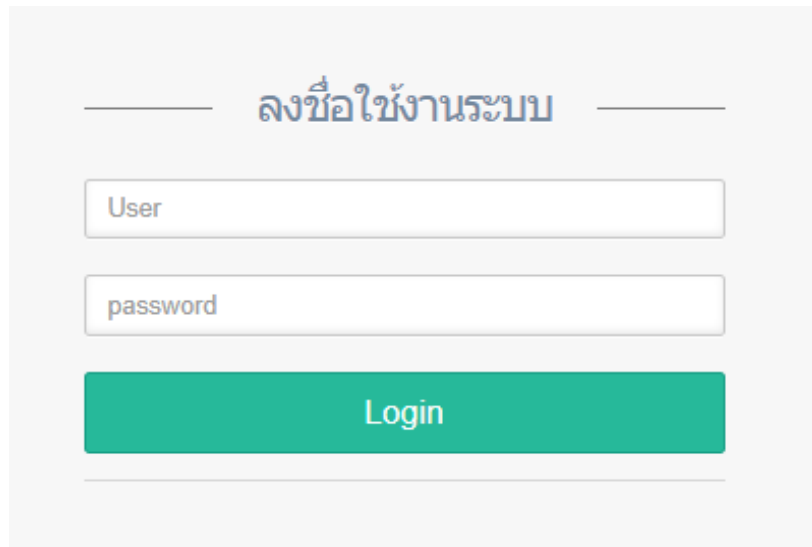
ชื่อ-สกุล

email

เบอร์โทรศัพท์

ตกลง

ภาพ 4 หน้าจอการสมัครสมาชิก



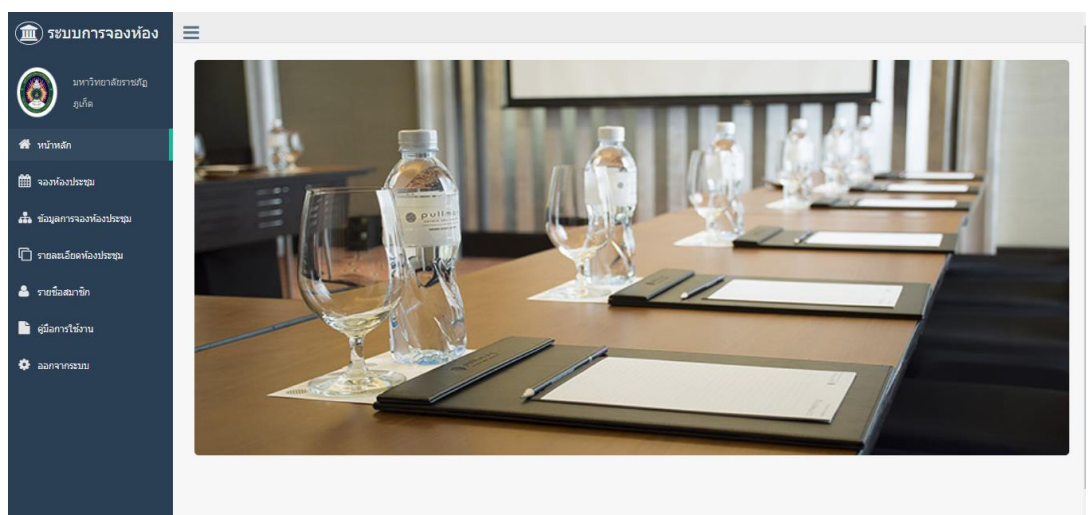
ลงชื่อใช้งานระบบ

User

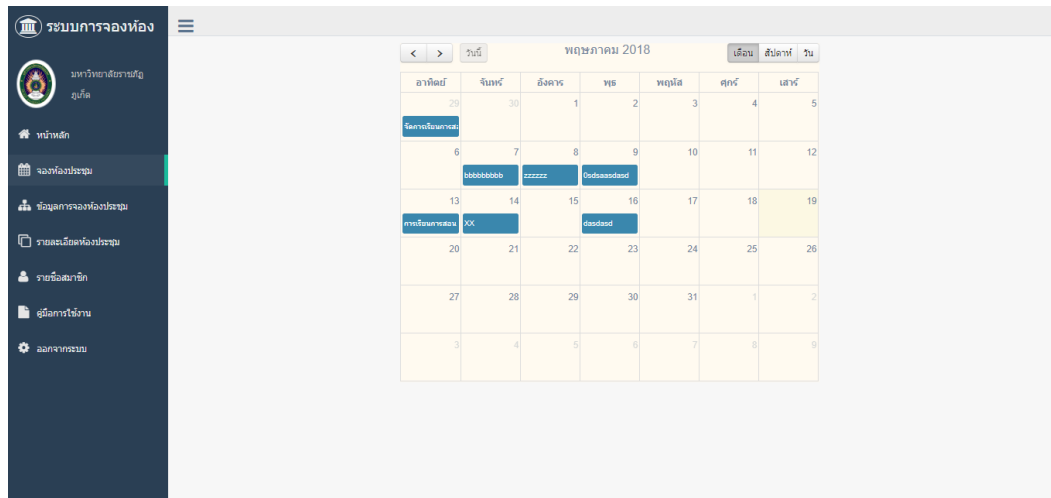
password

Login

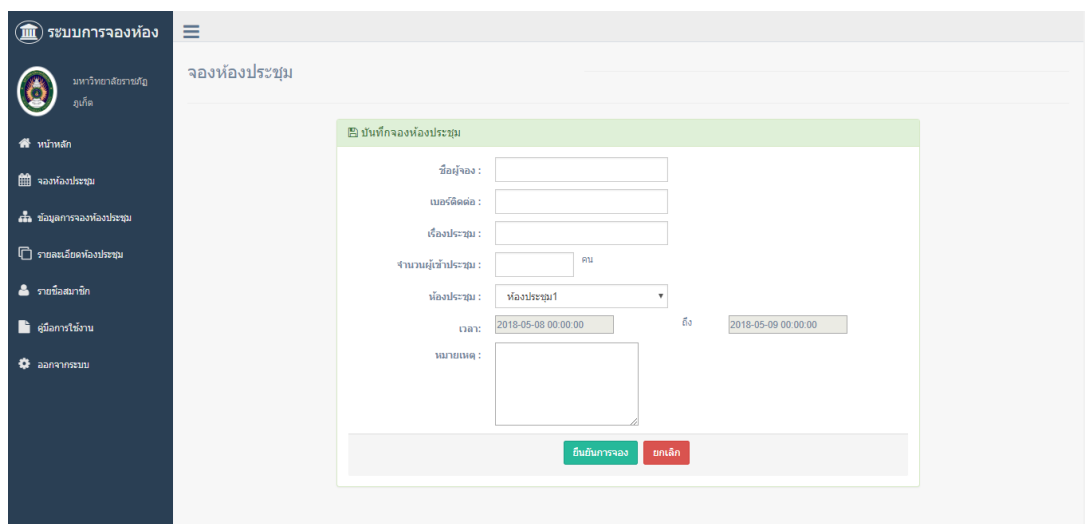
ภาพ 5 หน้าจอการ login



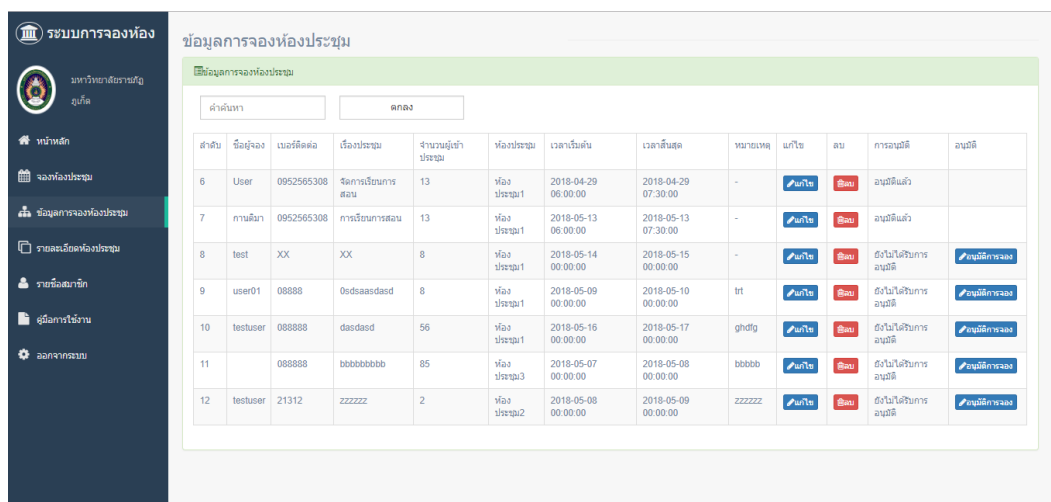
ภาพ 6 หน้าจอการใช้งานระบบ



ภาพ 7 หน้าจอการตรวจสอบและการจองห้อง



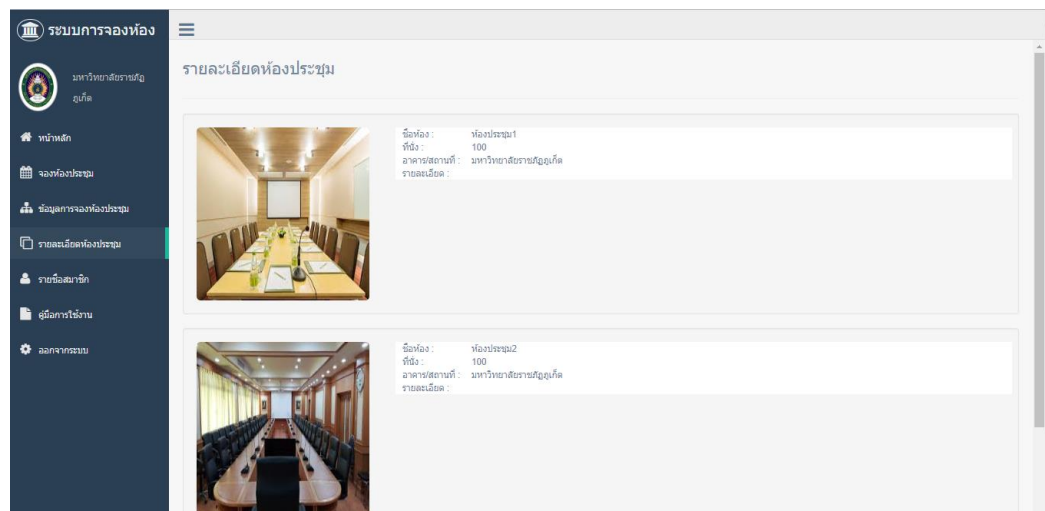
ภาพ 8 หน้าจอบันทึกการจอง



ภาพ 9 หน้าจอข้อมูลการจอง

The screenshot displays the 'จองห้องประชุม' (Book Meeting Room) page. On the left is a dark blue sidebar with the university logo and a menu including 'หน้าหลัก', 'จองห้องประชุม', 'ข้อมูลการจองห้องประชุม', 'รายละเอียดการจองประชุม', 'รายชื่อสมาชิก', 'คู่มือการใช้งาน', and 'ออกจากระบบ'. The main content area is titled 'จองห้องประชุม' and 'ฟอร์มแก้ไขข้อมูลการจอง' (Form to edit booking information). It contains a form with the following fields: 'ชื่อผู้จอง' (Booker Name) with value 'User', 'เบอร์ติดต่อ' (Contact Number) with value '0952565308', 'เรื่องประชุม' (Meeting Subject) with value 'จัดการเรียนการสอน', 'จำนวนผู้เข้าประชุม' (Number of Attendees) with value '13' and unit 'คน', 'ห้องประชุม' (Meeting Room) with a dropdown menu showing 'ห้องประชุม1', 'เวลา' (Time) with a date range from '2018-04-29 06:00:00' to '2018-04-29 07:30:00', and 'หมายเหตุ' (Remarks) with a text area. At the bottom are two buttons: 'ยืนยันการจอง' (Confirm Booking) in green and 'ยกเลิก' (Cancel) in red.

ภาพ 10 หน้าจอแก้ไขข้อมูลการจอง



ภาพ 11 หน้าจอรายละเอียดห้องประชุม

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้งานแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ระบบ ด้านการใช้งาน ด้านประโยชน์ที่ได้รับ จำนวน 5 ฉบับ มี รายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

ความพึงพอใจต่อระบบ	$\bar{x}$	SD.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาระบบ			
1. ระบบตอบสนองตามความต้องการของผู้ใช้	4	0	มาก
2. ระบบมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ	4.2	0.44	มาก
3. ระบบแสดงข้อมูลได้อย่างเหมาะสมครบถ้วน	4.4	0.54	มาก
ด้านการใช้งาน			
4. ความง่ายในการใช้งานระบบ	4.4	0.54	มาก
5. ระบบมีเมนูการเลือกใช้งานเหมาะสม	3.8	0.44	มาก
6. มีการใช้รูปแบบตัวอักษรที่เหมาะสม อ่านง่าย	4	0	มาก
7. มีการใช้ขนาดอักษรที่เหมาะสม	4.2	0.44	มาก
8. มีการเลือกใช้สีที่เหมาะสมสบายตา	3.6	0.54	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับ			
9. ระบบช่วยให้ประหยัดกระดาษในการทำงาน	4.6	0.54	มากที่สุด
10. ระบบช่วยให้การประมวลผลข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำ	4.6	0.54	มากที่สุด
11. ระบบไปใช้ประโยชน์ต่อยอดงานอื่นๆได้	4.8	0.44	มากที่สุด
โดยรวม	4.2	0.40	มาก

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้ใช้งานระบบจองห้องประชุม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต มีความพึงพอใจต่อระบบจอง ห้องประชุม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นโดยรวม พบว่า ผู้ใช้ระบบจองห้องประชุม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต มีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับ มาก

สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาระบบจองห้องประชุมคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต พบว่า ระบบจองห้องประชุมประกอบด้วย ตรวจสอบข้อมูล เพิ่ม ลบ แก้ไข รวมไปถึงรายละเอียดต่างๆของห้องประชุม และผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบจองห้องประชุมคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต โดยภาพรวมผู้ใช้งานโปรแกรมอยู่ในระดับมาก ซึ่งด้านที่มีความ

พึงพอใจมากที่สุดคือด้านประโยชน์และการนำไปใช้ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการวางแผนก่อนดำเนินงาน การวิเคราะห์ระบบที่มีขั้นตอนที่เชื่อถือได้ตลอดจนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมให้สามารถจัดการระบบการห้องประชุมสะดวกยิ่งขึ้น สามารถตรวจสอบสถานะห้องประชุม มีระบบสมาชิกเข้ามาจัดการเพื่อให้่ายต่อการเก็บข้อมูลผู้เข้าจองห้องประชุมมีระบบการจองที่ใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถเก็บข้อมูลการจองโดยแบ่งเป็นห้องประชุมเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบและแก้ไขซึ่งช่วยให้ในการจัดการข้อมูลสะดวกรวดเร็วลดขั้นตอนการทำงานและลดการผิดพลาดระหว่างการทำงานลงไปได้มากกว่าระบบการจองแบบเดิม

ระบบบริหารจัดการจองห้องออนไลน์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ที่ได้พัฒนาขึ้นมาเพื่อเพิ่มความสะดวกในการทำงานระหว่างผู้ใช้บริการและผู้ให้บริการให้มึการทำงานที่รวดเร็วขึ้นเนื่องจากกระบวนการทำงานของระบบเดิมจะมีความยุ่งยากเนื่องจากต้องมีการติดต่อส่งหนังสือสับคันห้องว่างและตารางเวลา ซึ่งระบบบริหารจัดการจองห้องออนไลน์มีความคล้ายคลึงกันในหน่วยงานต่างๆจึงสามารถนำไปใช้งานร่วมกันได้โดยไม่ต้องพัฒนาหลายระบบคือพัฒนาระบบให้มีการทำงานแบบศูนย์กลาง โดยมีการใช้งานจริงที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับผู้ใช้งาน

- 1.1. ควรสมัครสมาชิกก่อนการใช้งานระบบการจองห้องประชุมออนไลน์
- 1.2. ผู้ใช้งานควรเช็คความถูกต้องของข้อมูลทุกครั้งก่อนการบันทึกข้อมูล

2. สำหรับผู้พัฒนาต่อ

- 2.1. ควรมีการใช้สีส้นเพื่อเพิ่มความสนใจของโปรแกรม
- 2.2. ในการออกแบบควรนึกถึงความต้องการของผู้ใช้งานเป็นส่วนใหญ่

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยคำแนะนำการให้คำปรึกษาให้กำลังใจและคอยกำกับ ดูแล จากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณคุณอาจารย์ หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้จัดทำขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ในห้องปฏิบัติการและในหลักสูตรที่คอยให้คำแนะนำและเป็นที่กำลังใจเสมอมาในการทำงานและสร้างความคิดครั้งนึ่งบางครั้ง บางคราว และต้องขอขอบคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดในชีวิตคือ บิดา มารดาและบุคคลในครอบครัว อันเป็นที่เคารพรัก ซึ่งได้เลี้ยงดูคอยสั่งสอนผู้จัดทำมาเป็นอย่างดีพร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่าง

เต็มที่และยังให้กำลังใจความรักเสมอมาผู้จัดทำขอกราขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์ที่ได้มาจากโครงการวิจัย ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2549). *การวิเคราะห์และออกแบบระบบ (System Analysis and Design)*
ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม. ซีเอ็ดดูเคชั่น, กรุงเทพฯ.
- สุรวัชร์ สิมคาน. (2558). *ระบบบริหารจัดการห้องออนไลน์ของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัย
นครพนม*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : www.lib.nu.ac.th/pulinet4/download/techno. 2
ธันวาคม 2558.
- อำนาจ สวัสดิ์นะที. (2557). *การพัฒนาระบบจองห้องประชุมออนไลน์*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราช
ภัฏจันทรเกษม
- นิรมล ทับทิม. (2551). *การพัฒนาระบบการจองห้องประชุม สำหรับธนาคารเพื่อการเกษตรและ
สหกรณ์การเกษตร (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- สุพรรณ สุกคำภา.(2558).*การพัฒนาระบบบริหารจัดการห้องประชุม วิทยาลัยนครราชสีมา*.

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ

กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ชำโอง อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น

Development of a Database System for Purchasing and Exporting

Organic Vegetables. Case Study : Ban Sawang-Sum ong,

Sum Sung , Khon Kaen

จิตราภา คนฉลาด(Jitrapa Konchalard)^{1*} เกษราภรณ์ โฉมทอง(Katesaraporn Chumthong)²

วัชรินทร์ รัฐสีวงศ์(Watcharin Ratsriwong)³

¹²³ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย

*Corresponding author. E-mail : greentea_ha@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษและเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ชำโอง อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น เก็บรวบรวมข้อมูลโดยเดินทางไปสัมภาษณ์ยังบ้านสว่าง-ชำโอง อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบ พัฒนา ติดตั้ง และทดลองใช้งาน โดยใช้วงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) และพัฒนาโปรแกรมด้วย Visual studio 2010 โดยใช้ภาษา Visual Basic ในการเขียนโปรแกรม เพื่อพัฒนาระบบงาน และใช้ฐานข้อมูล SQL Server Express 2008

ผลการวิจัยพบว่า

1. ด้านความสามารถในการทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ระบบมีความสามารถบันทึก แก้ไข และลบข้อมูล ได้สอดคล้องกับความต้องการ รองลงมา ได้แก่ ความสามารถในการกรอกข้อมูลมีความสอดคล้องกับความต้องการ และการเรียกดูข้อมูลมีความสอดคล้องกับความต้องการ ตามลำดับ
2. ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ความถูกต้องในการทำงานของระบบ รองลงมา ได้แก่ ความถูกต้องของระบบในการแสดงรายงาน และความถูกต้องของการประมวลผลข้อมูล ตามลำดับ
3. ด้านฟังก์ชันการทำงานของระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่แสดงในระบบ รองลงมา ได้แก่ การจัดวางข้อมูลในส่วนต่างๆ ของระบบให้เหมาะสมสะดวก ต่อการใช้งาน และการจัดวางรูปแบบของระบบมีความชัดเจน เข้าใจง่ายและไม่ซับซ้อน ตามลำดับ

คำสำคัญ: ระบบฐานข้อมูล ผักปลอดสารพิษ รับซื้อ-ส่งออก

Abstract

The objective of this research for development of a database system for purchasing and exporting organic vegetables. And to evaluate the efficiency of a database system for purchasing and exporting organic vegetables. Case Study : Ban Sawang-Sum ong, Sum Sung , Khon Kaen. Data collection was conducted by interviewing Ban Sawang-Sam ong, Amphoe Sung Sam, Khon Kaen. After that, the data was analyzed, designed, developed, installed and tested. Using Visual Development System (SDLC). Developing Visual Studio 2010 program using Visual Basic programming language. To develop the system. And use SQL Server Express 2008 database.

The research found that

1. The ability to work according to the needs of users. The overall is very high. It is found that the first three are the system has the ability to save, edit and delete data in accordance with the needs, followed by the ability to fill data is consistent with the requirements. And the data retrieval is consistent with the requirements in order.

2. The accuracy of the system. The overall is very high. It is found that the first three are the accuracy of the system as a whole, followed by the correctness of the system to display the report. And the accuracy of data processing, respectively.

3. Functional aspects of the system. The overall is very high. It is found that the first three are the appropriateness of the volume of data displayed in the system, followed by the layout of the data. The system is easy to use and layout of the system is clear. Simple and easy to understand

Keywords: Database Systems Organic Vegetable Purchasing and Exporting

บทนำ

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีได้มีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก การนำเอาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้งานนั้น ก็เพื่ออำนวยความสะดวก รวดเร็ว ลดความยุ่งยากในการบริหารจัดการข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทั้งในองค์กรภาครัฐ และองค์กรภาคเอกชน ก็

ล้วนนำคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการได้เป็นอย่างดี อาทิเช่น การบริหารจัดการสินค้า การบริหารรายรับ-จ่าย และการบริหารจัดการทรัพยากร เป็นต้นซึ่งในปัจจุบันนี้ในหลายๆ ธุรกิจ นำเอาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีเข้ามาส่วนหนึ่งในการทำธุรกิจที่สำคัญในโลกยุคใหม่

จากผลการวิเคราะห์สถานภาพผู้ประกอบการบ้านสว่าง-ชาโอง อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น (ไชยรัตน์ สัมณ, 2556) สืบจากข้อมูลขั้นพื้นฐาน (จปฐ.) และข้อมูลการลงทะเบียนแก้ปัญหา ความยากจน (สย.) พบว่าชาวบ้านถือครองที่ดินเฉลี่ย ครอบครัพละ 5 ไร่ ทำนาได้กำไร 400 บาทต่อ ไร่ เมื่อหมดฤดูกาล มักใช้เวลากับบอขายมุข เล่นการพนัน ดื่มเหล้า เพื่อให้ชาวบ้านมีรายได้เพิ่มขึ้น และไม่มีเวลาไปมั่วสุมบอขายมุข จึงต้องวางกลยุทธ์สลายความยากจน นำพื้นที่ว่างเปล่าริมรั้วบ้าน ข้าง ถนนของชุมชนมาทำเป็นพื้นที่สาธารณะประโยชน์จำนวน 8 แห่ง เนื้อที่ 229 ไร่ 1 งาน และให้สมาชิก 686 ราย ใช้เป็นพื้นที่ทำแปลงปลูกพืชผัก กล้วย ฝรั่ง ถั่วฝักยาว พริก มะเขือ ผักบุ้ง ผักกาดขาว หอม ผักชี สะระแหน่ และผักพื้นบ้านอื่นๆ เฉลี่ยแล้วแต่ละรายมีพื้นที่จำกัดแค่เพียง 60 ตารางเมตร แม้พื้นที่จะน้อยนิด แต่การปลูกผักที่ทำรายได้สูงต้องปลูกผักปลอดสารพิษ จึงต้องพึ่งพาคุณากรจาก มหาวิทยาลัยขอนแก่น ราชภัฏบ้านสว่าง และตัวแทนชาวบ้านมาร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ถ่ายทอด ความรู้ทำให้ผักอำเภอลำปางปลอดสารพิษ เพื่อช่วยให้การดำเนินงานของสหกรณ์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ชาโอง อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น เพื่อให้มีผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถจัดการ ข้อมูลปฏิบัติงานได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว แม่นยำ และลดความผิดพลาด อีกทั้งเป็นช่องทางการ ประชาสัมพันธ์ผลผลิตเพื่อช่วยเพิ่มฐานลูกค้าไปสู่อำเภอลำปางจังหวัดขอนแก่นให้มากขึ้น

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลในการจัดการบริหารจัดการข้อมูลต่างๆ ของธุรกิจเกี่ยวกับเกษตรกรรมในยุคดิจิทัล โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ปลอดสารพิษไร้สารเคมี และเป้าหมาย ของการบริโภคคือผลผลิตจากการเกษตร ในการทำธุรกิจเกี่ยวกับเกษตรกรรม เพื่อจำหน่ายผลผลิตทางการ เกษตรเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย โดยผู้วิจัยได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผัก ปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ชาโอง อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่นเพื่อช่วยลดปัญหาการ บริหารจัดการข้อมูลงานเดิม พัฒนามาเป็นระบบบริหารจัดการฐานข้อมูลใหม่ที่ถูกต้อง เหมาะสม รองรับการดำเนินงานให้เป็นมาตรฐานในอนาคตได้ มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยเชิงบูรณาการ เพื่อพัฒนาการจัดการการผลิตผักปลอดสารพิษ และสินค้าแปรรูปผักปลอดสารพิษ จังหวัดเชียงใหม่ ยกระดับสู่มาตรฐาน (วีระศักดิ์ สมยานะ, 2551) เพื่อพัฒนาระบบการบริหารการผลิตผักปลอด สารพิษของจังหวัดเชียงใหม่ ให้ได้รับมาตรฐานระดับสากลผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรเน้นการปลูก เพื่อบริโภคเป็นหลัก ที่เหลือถึงจะนำไปจำหน่ายให้กับชุมชนของตนเองและส่งขายไปยังตลาดชุมชน เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัว ซึ่งเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการผลิตได้มาตรฐาน GAP ของกรมวิชาการ เกษตร จังหวัดเชียงใหม่ และได้มอบใบรับรองมาตรฐานให้กับเกษตรกร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบ พัฒนาติดตั้ง และทดลองใช้งาน โดยใช้วงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) (ธีรวัฒน์ และเอกพันธ์, 2552) และทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยมีขอบเขตงานดังนี้ นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา มาวิเคราะห์และออกแบบระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปางอย่างละเอียด เพื่อกำหนดแนวทางสำหรับการออกแบบระบบงานใหม่ ให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้งาน โดยใช้แบบจำลอง ได้แก่ แผนภาพบริบท และแผนภาพกระแสข้อมูล เป็นต้น หลังจากนั้นทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษใหม่เสร็จสิ้น แล้วนำระบบไปติดตั้ง จากนั้นทดลองใช้งานและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ใช้งานระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 30 ราย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพทั่วไป ส่วนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ใช้มาตราส่วนประมาณค่าตามแนวคิดของลิเคิร์ท (Likert's scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม มีลักษณะเป็นแบบปลายเปิด และมีการทดสอบคุณภาพเครื่องมือ แบบสอบถามใช้การทดสอบค่าความเที่ยงตรงและค่าความเชื่อมั่น โดยการทดสอบค่าความเที่ยงตรงนั้นพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิในด้านเนื้อหาโครงสร้างความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ จำนวน 3 ท่าน และการทดสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

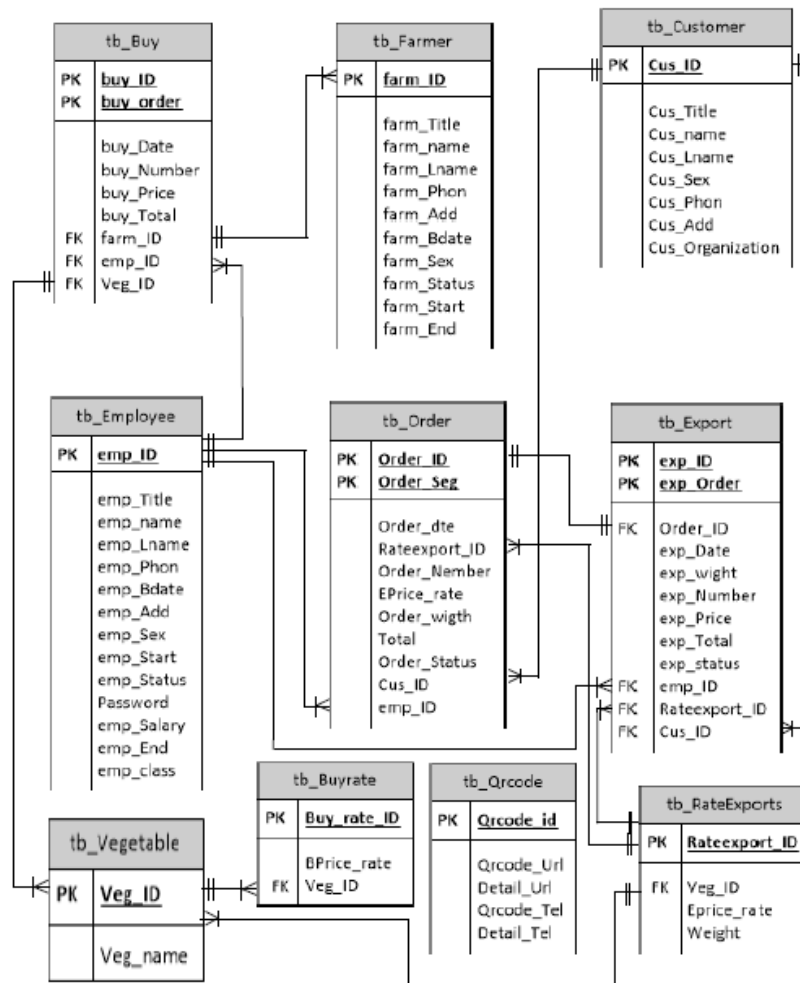
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเดินทางไปสัมภาษณ์ยังบ้านสว่าง-ข้าโอง อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบ โดยใช้วงจรการพัฒนาระบบ (SDLC) หลังจากนั้นทำการพัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษใหม่เสร็จสิ้นแล้วนำระบบไปติดตั้ง จากนั้นทดลองใช้งาน และประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบนำแบบประเมินไปแจกกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโอง อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 30 ราย ซึ่ง ผู้วิจัยได้ชี้แจงรายละเอียดต่างๆ ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

4. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินที่ได้รับกลับคืนมาวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปตารางประกอบคำอธิบายโดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูล (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	หมายความว่า
4.21-5.00	มากที่สุด
3.41-4.20	มาก
2.61-3.40	ปานกลาง
1.81-2.60	น้อย
1.00-1.80	น้อยที่สุด

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์การพัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโอง อำเภอลำปาง จังหวัดขอนแก่น ความต้องการของผู้ปฏิบัติงาน มีส่วนที่เกี่ยวข้อง 4 กลุ่มได้แก่ ลูกค้า พนักงาน เกษตรกร และผู้ดูแลระบบ ดังภาพ 1 แผนภาพบริบท



ภาพ 2 แผนภาพจำลอง ER-Diagram

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโอง อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง มีหน้าจการทำงานเพื่อใช้เป็นส่วนในการติดต่อกับผู้ใช้งานหลายส่วน อาทิเช่น หน้าจอแสดงข้อมูลการสั่งซื้อ หน้าจอแสดงข้อมูลการส่งออก หน้าจอการออกรายงานข้อมูลคิวอาร์โค้ด เป็นต้น ดังภาพ 3 ถึง ภาพที่ 5



ข้าหลวงฯ ยอมนำให้

สำนักงานนโยบายและแผนการเกษตรและที่ราบสูง

รหัสการรับซื้อ: 10004

ลำดับที่: 1

วันที่การรับซื้อ: 10/11/2560

ข้อมูลลูกค้า

รหัสลูกค้า: 5489565650666

ชื่อ - นามสกุล: คุณสมเกียรติ สาร

ข้อมูลการรับซื้อ

รหัสการรับซื้อเอกสารสิทธิ์:

ชื่อที่ดินแปลงเอกสารสิทธิ์:

ราคา: บาท

น้ำหนัก:

จำนวน:

การรับซื้อ

เพิ่มรายการ

ลบรายการ

แก้ไขรายการ

รหัสการรับซื้อ	ลำดับที่	วันที่	ชนิดไม้ของเอกสารสิทธิ์	ชนิดไม้ของเอกสารสิทธิ์	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ราคา (บาท)	รวม (บาท)	รวม (บาท)	รวม (บาท)
10004	1	2017-11-10	107	การนำไม้	350	15.00	5	75	
	2	2017-11-10	108	ไม้	250	51.00	10	510	
	3	2017-11-10	104	ไม้	350	25.00	10	250	

☐ บันทึก
 ☐ ไม่บันทึก
 ☐ ส่งออก
 ☐ ยกเลิก

การรวมทั้งหมด (บาท) **835**

หมายเหตุ: 1205074589966 ชื่อ - นามสกุล: คุณสมเกียรติ สาร สำนักงาน: สำนักงาน นโยบายและแผนการเกษตรและที่ราบสูง วันที่: 11/11/2560 23:12:06

ภาพ 3 หน้าจอแสดงข้อมูลการสั่งซื้อ



“ข้าวสูง” บอกราคา
ผ่านแอปพลิเคชันจากสารไทย

รหัสการส่งออก: E000000006

วันที่การส่งออก: 7/11/2560

รหัสการสั่งซื้อ: 10002

ชื่อลูกค้า: หจก. สมปดป. สาขาสว.

ชื่อองค์กร: สมปดป.ไทย

แสดงข้อมูล

สถานะส่งออก

☐ อนุกรมการจัดส่ง
☒ ยืนยันการนำส่ง

ยกเลิก	จัดซื้อ	รายการซื้อ	วันที่	ชื่อผลิตภัณฑ์	น้ำหนัก
☒	10002	1	7/11/2560	กกสพ.	200
☐	10002	2	7/11/2560	กกสพ.	350
☐	10002	3	7/11/2560	กกสพ.	200
☐	10002	4	7/11/2560	กกสพ.	200

---หมายเหตุ---

สถานะ: C: ยืนยัน
สถานะ: S: ยืนยันส่งออก

ส่งออก

ส่งออก

บันทึก

ยกเลิก

ข้อมูลหน้าจอ: 1265874589966 ชื่อ: นายสมปดป. วิเศษชัย จุฬารัตน์ ตำแหน่ง: พนักงาน วันที่: 7/11/2560 23:48:30

ภาพ 4 หน้าจอแสดงข้อมูลการส่งออก

ภาพ 5 หน้าจอการออกรายงานข้อมูลคิวอาร์โค้ด

จากการพัฒนาระบบเสร็จสิ้นแล้ว นำระบบที่พัฒนาไปติดตั้ง และใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย ผู้วิจัยทำการแจกแบบประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความสามารถทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ และด้านฟังก์ชันการทำงานของระบบ มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตาราง1 ด้านความสามารถทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน

รายการประเมิน	ความคิดเห็น		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความสามารถในการกรอกข้อมูลมีความสอดคล้องกับความต้องการ	4.29	0.58	มาก
2. การเรียกดูข้อมูลมีความสอดคล้องกับความต้องการ	4.26	0.63	มาก
3. ระบบมีความสามารถบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลได้สอดคล้องกับความต้องการ	4.32	0.86	มาก
4. ระบบสามารถช่วยลดขั้นตอนการทำงานที่เคยปฏิบัติอยู่เป็นประจำได้	4.00	0.66	มาก
5. ข้อมูลที่กรอกลงในระบบสามารถอัปเดตได้	4.07	0.76	มาก
ผลสรุปการประเมิน	4.18	0.69	มาก

จากตาราง 1 พบว่า ประสิทธิภาพด้านความสามารถทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.18$ S.D.=0.69) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ระบบมีความสามารถบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลได้สอดคล้องกับความต้องการ ($\bar{x}=4.32$ S.D.=0.86) รองลงมา ได้แก่ ความสามารถในการกรอกข้อมูลมีความสอดคล้องกับความต้องการ ($\bar{x}=4.29$ S.D.=0.58) และการเรียกดูข้อมูลมีความสอดคล้องกับความต้องการ ($\bar{x}=4.26$ S.D.=0.63) ตามลำดับ

ตาราง2 ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ความถูกต้องของการประมวลผลข้อมูล	4.39	0.65	มาก
2. ความถูกต้องของระบบในการแสดงผล	4.32	0.47	มาก
3. ความถูกต้องของระบบในการแสดงรายงาน	4.40	0.66	มาก
4. ความถูกต้องของการคำนวณจำนวนเงินแต่ละขั้นตอนในระบบ	4.21	0.83	มาก
5. ความถูกต้องในการทำงานของระบบ	4.42	0.57	มาก
ผลสรุปการประเมิน	4.34	0.63	มาก

จากตาราง 2 พบว่า ประสิทธิภาพด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.34$ S.D.=0.63) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ความถูกต้องในการทำงานของระบบ ($\bar{x}=4.42$ S.D.= 0.57) รองลงมา ได้แก่ ความถูกต้องของระบบในการแสดงรายงาน ($\bar{x}=4.40$ S.D.= 0.66) และความถูกต้องของการประมวลผลข้อมูล ($\bar{x} =4.39$ S.D.= 0.65) ตามลำดับ

ตาราง 3 ด้านฟังก์ชันการทำงานของระบบ

รายการประเมิน	ความคิดเห็น		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การเรียกดูข้อมูลทำได้ง่ายและสะดวก ไม่มีความซับซ้อน	4.06	0.52	มาก
2. การจัดวางรูปแบบของระบบมีความชัดเจน เข้าใจง่ายและไม่ซับซ้อน	4.11	0.69	มาก
3. การจัดวางข้อมูลในส่วนต่างๆ ของระบบให้ความสะดวกต่อการใช้งาน	4.21	0.62	มาก
4. ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่แสดงในระบบ	4.28	0.71	มาก
ผลสรุปการประเมิน	4.20	0.64	มาก

จากตาราง 3 พบว่า ประสิทธิภาพด้านฟังก์ชันการทำงานของระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.20$ S.D.=0.64) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่แสดงในระบบ ($\bar{x}=4.28$ S.D.= 0.71) รองลงมา ได้แก่ การจัดวางข้อมูลในส่วนต่างๆ ของระบบให้ความสะดวกต่อการใช้งาน ($\bar{x}=4.21$ S.D.= 0.62) และการจัดวางรูปแบบของระบบมีความชัดเจน เข้าใจง่ายและไม่ซับซ้อน ($\bar{x} =4.11$ S.D.= 0.69) ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

หลังจากที่ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโองอำเภอข้าสูง จังหวัดขอนแก่น สามารถนำผลการประเมินมาสรุป ดังนี้

1. ด้านความสามารถทำงานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.18$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ระบบมีความสามารถบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลได้สอดคล้องกับความต้องการ ($\bar{x}= 4.32$) รองลงมา ได้แก่ ความสามารถในการกรอกข้อมูลมีความสอดคล้องกับความต้องการ ($\bar{x}=4.29$) และการเรียกดูข้อมูลมีความสอดคล้องกับความต้องการ ($\bar{x} =4.26$) ตามลำดับ

2. ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.34$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ความถูกต้องในการทำงานของระบบในภาพรวม ($\bar{x}=4.42$) รองลงมา ได้แก่ ความถูกต้องของระบบในการแสดงรายงาน ($\bar{x}=4.40$) และความถูกต้องของการประมวลผลข้อมูล ($\bar{x}=4.39$) ตามลำดับ

3. ด้านฟังก์ชันการทำงานของระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.20$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 อันดับแรก ได้แก่ ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่แสดงในระบบ ($\bar{x}=4.28$) รองลงมา ได้แก่ การจัดวางข้อมูลในส่วนต่างๆ ของระบบให้เหมาะสมต่อการใช้งาน ($\bar{x}=4.21$) และการจัดวางรูปแบบของระบบมีความชัดเจน เข้าใจง่ายและไม่ซับซ้อน ($\bar{x}=4.11$) ตามลำดับ

จากผลสรุปและอภิปรายผลการพัฒนาระบบฐานข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกผลผลิตผักปลอดสารพิษ กรณีศึกษา : บ้านสว่าง-ข้าโฮง อำเภอข้าสูง จังหวัดขอนแก่น พบว่า ระบบระบบฐานข้อมูลที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถบริหารจัดการข้อมูลการรับซื้อ-ส่งออกได้เป็นอย่างดีเหมาะสม ครบถ้วน ตรงกับความต้องการการใช้งาน และระบบสามารถนำมาไปใช้งานได้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของไชยรัตน์ ทศคร. (2556) เรื่อง การจัดการระบบสารสนเทศเพื่อการผลิตและการตลาดของสหกรณ์ผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ อำเภอข้าสูง จังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่า ปัญหาการขาดข้อมูลเพื่อการบริหารและวางแผนเป็นปัญหาหนึ่งที่ทำให้การบริหารงานกลุ่ม เกษตรไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร การนำเอาระบบสารสนเทศมาใช้ในการจัดการข้อมูล จึงเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้ธุรกิจของกลุ่มเกษตรกรมีข้อมูลที่เป็นปัจจุบันในการบริหารได้ดี

ข้อเสนอแนะ

ระบบสามารถพัฒนาให้เป็นแบบออนไลน์ เพื่อรองรับการสั่งซื้อจากลูกค้าและกลุ่มสหกรณ์ อีกทั้งในอนาคตน่าจะระบบไปพัฒนาการเก็บข้อมูลการปลูกผักของเกษตรกร ว่าเกษตรกรคนใดปลูกผักชนิดอะไรบ้าง เพื่อช่วยในการตรวจสอบ และติดต่อรับซื้อผักจากเกษตรกรได้สะดวกขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ไชยรัตน์ ทศคร. (2556). การจัดการระบบสารสนเทศเพื่อการผลิตและการตลาดของสหกรณ์ผู้ปลูกผักปลอดภัยจากสารพิษ อำเภอข้าสูงจำกัด จังหวัดขอนแก่น. รายงานการศึกษาระดับปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาธุรกิจการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
ไชยรัตน์ สัมฉน. (2556). ผักปลอดสารพิษข้าสูง ดิกรีสงายถึงห้างดัง. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม
2559. <https://www.thairath.co.th/content/351950>

ธีรวัฒน์ ประกอบผล และเอกพันธ์ คำปัญญา. (2552). *การวิเคราะห์และออกแบบระบบ*. กรุงเทพฯ :
ซีเอสเอ็มเดีย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *ทฤษฎีความพึงพอใจ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2559.

www.google.co.th/?hl=th&gwsrd=cr&ei=2F2xV5WULsnxvASfxbioAw

วีระศักดิ์ สมยานะ. (2551). *โครงการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อพัฒนาการจัดการการผลิตผักปลอด
สารพิษและสินค้าแปรรูปผักปลอดสารพิษ จังหวัดเชียงใหม่ระดับสู่มาตรฐาน*. Rajabhat
ChiangMai Research Journal, Vol. 10 No.1 October 2008-March 2009.

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายใน จังหวัดศรีสะเกษ

A Development of Database and Application Tourism Advice System in Sisaket Provinces

ธีรพงศ์ สงผัด^{1*} สุพจน์ สิงห์ยัต¹

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

*Corresponding author. E-mail: teerapong.song@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ มีการพัฒนาระบบฐานข้อมูลและแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1).เพื่อสร้างฐานข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวและเส้นทางการท่องเที่ยวของจังหวัดศรีสะเกษ 2).เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ 3).เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ โดยแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้สะดวกแก่การใช้งาน การออกแบบของเมนูกับไอคอนให้เข้าใจง่ายเพื่อให้คุ้นเคยกับการใช้งานโดยไม่ประสบปัญหา เกี่ยวกับการแสดงผลในหน้าจอที่มีขนาดต่างกันนำเอาเทคนิค Responsive web design มาใช้ประกอบการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ผลการวิจัย พบว่า 1). สามารถจัดการฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว และจัดการข้อมูลเส้นทางการท่องเที่ยวได้ 2). ผู้ใช้สามารถใช้งานแอปพลิเคชันได้ทุกอุปกรณ์และสามารถเดินทางไปแหล่งท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษได้อย่างแม่นยำ 3).เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.57 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก แอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ สามารถนำไปใช้งานได้จริงและเกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้งานแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ

คำสำคัญ: ท่องเที่ยว แอปพลิเคชัน เส้นทางการท่องเที่ยว

Abstract

This research developed the database and mobile application for traveling guidance in Sisaket province. Its purposes are 1) to create a travelling and route guidance database, 2) to develop a mobile application for travelling guidance in Sisaket province and 3) to evaluate the performance of the application. The

application is designed based on convenient for usage, menu and icon simplification design, and including responsive technique for representing in different monitors.

Results show that 1) tourist locations and routes are uncomplicated for management 2) the application can identity travelling routes for users with precision 3) the average performance of the application is 4.75 with good level. This means that the application can apply for real world situations and also make advantage for users.

Keywords: Tourism, Application, tourist routes

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้นไม่ว่าจะเป็นทางด้านการศึกษา ด้านธุรกิจ ด้านเกษตรกรรม ด้านการแพทย์ ฯลฯ ล้วนแล้วได้พัฒนาระบบที่ใช้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการดำเนินงานในชีวิตประจำวันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และความสามารถที่หลากหลาย และปัจจุบันการออกแบบเว็บไซต์ด้วยแนวคิดใหม่ที่เรียกว่า Responsive Web Design คือการที่จะทำให้เว็บไซต์ สามารถแสดงผลได้อย่างเหมาะสม บนอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน โดยใช้ โค้ดร่วมกัน URL เดียวกัน (Narisa, 2560) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว การออกแบบเว็บไซต์ ในส่วนของ Web layout ให้สามารถนำเสนอเนื้อหาหรือ Content ที่ตอบสนองการใช้งานบนอุปกรณ์ที่ต่างกันได้ รองรับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์ทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ Notebook Tablet โทรศัพท์มือถือ Smart Phone ต่าง ๆ เช่น iPhones, iPad, BlackBerry, Samsung, ฯลฯ ที่มีมาตรฐานขนาดหน้าจอที่แตกต่างกัน การจะทำ Responsive Web Design มักใช้เทคนิคหลายๆ อย่าง ร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็น Fluid Grid, Flexible Images และ CSS3 Media Queries ซึ่งการเขียนแบบนี้ จะช่วยลดความซ้ำซ้อนของโค้ด และยังทำให้การแก้ไขโค้ดในภายหลังทำได้ง่าย

สำหรับงานในด้านการท่องเที่ยว ในปัจจุบันนักท่องเที่ยวจำนวนมากใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเฉพาะอินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลเพื่อเตรียมตัวในการเดินทาง รวมไปถึงข้อมูลเส้นทางและแผนที่ ที่จะช่วยให้นักท่องเที่ยวทราบถึงระยะทางที่จะไปยังสถานที่ท่องเที่ยว โรงแรม ที่พัก ร้านอาหาร หรือสถานที่สำคัญต่างๆ ซึ่งคุณณรงค์ พลธิราช ได้ทำการสำรวจ จัดทำฐานข้อมูล และวิเคราะห์เส้นทาง และจัดทำแผนที่เส้นทางท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดชลบุรี เพื่อสร้างเส้นทางการท่องเที่ยวที่สั้นที่สุดให้นักท่องเที่ยว(ณรงค์ พลธิราช ,2556) ผู้ใช้งานจึงไม่สามารถเดินทางตามเส้นทางท่องเที่ยวที่แนะนำไว้ได้ทำให้ผู้ใช้งานพลาดโอกาสในการท่องเที่ยวสถานที่บางแห่งที่น่าสนใจได้

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้จัดทำจึงได้นำเอาแนวคิดมาทำการพัฒนาให้เป็น แอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยว ที่แสดงผลข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัดศรีสะเกษ เส้นทางเดินทาง แนะนำเส้นทางท่องเที่ยวจังหวัดศรีสะเกษ และนำเสนอกิจกรรมในแหล่งท่องเที่ยววันนั้น ๆ ข้อมูลเส้นทางและแผนที่ ที่จะช่วยให้นักท่องเที่ยวทราบถึงระยะทางที่จะไปยังสถานที่ท่องเที่ยว โรงแรม ที่พัก ร้านอาหาร หรือสถานที่สำคัญต่าง ๆ พร้อมทั้งสามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างฐานข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวและเส้นทางท่องเที่ยวของจังหวัดศรีสะเกษ
2. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ

เกษ

วิธีดำเนินการวิจัย

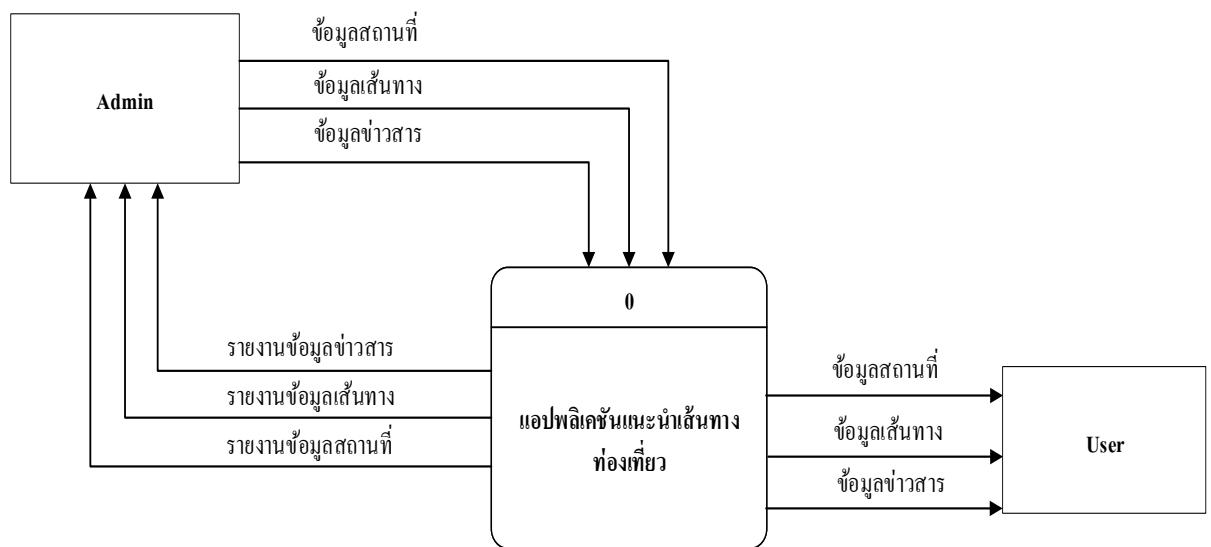
1. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียด โดยผู้วิจัยได้ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สำนักงานการท่องเที่ยวและกีฬาจังหวัดศรีสะเกษ สำนักงานเกษตรจังหวัดศรีสะเกษและองค์การบริหารส่วนจังหวัดศรีสะเกษ ทำให้ได้ข้อมูลการจัดทำเส้นทางท่องเที่ยวในจังหวัดศรีสะเกษ ดังนี้

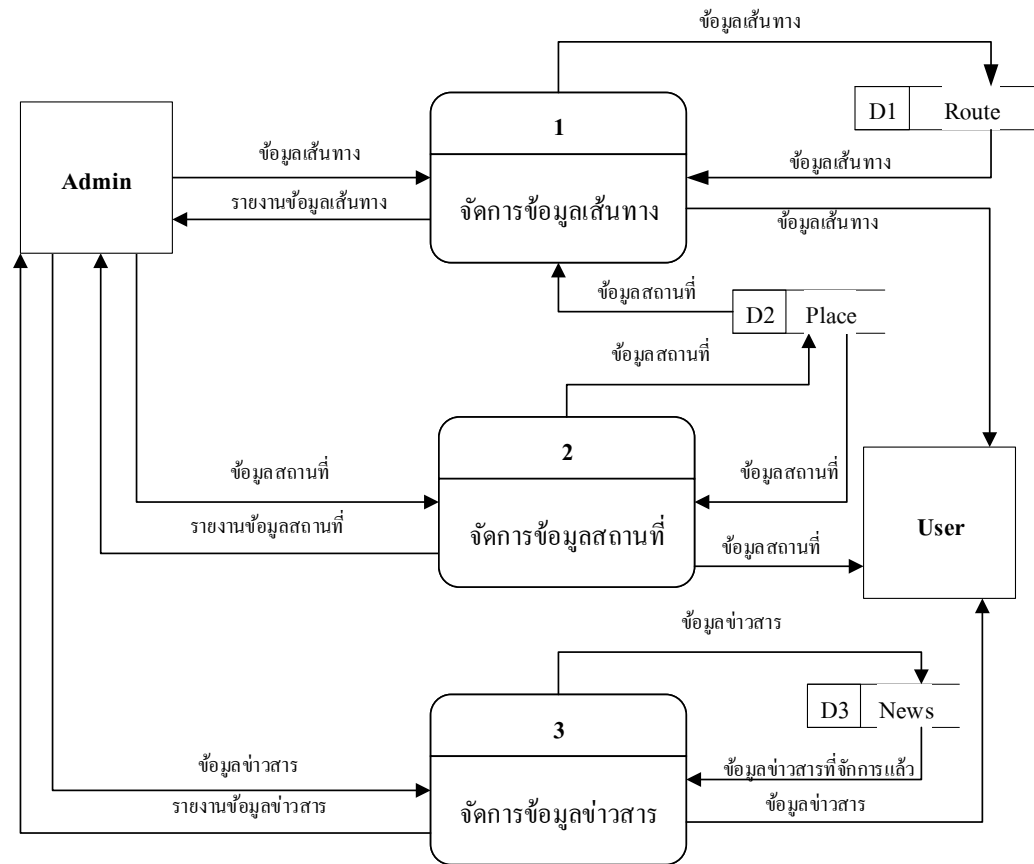
- 1) เส้นทางท่องเที่ยวที่ 1 ซิตีทัวร์ 1 ประกอบด้วยแหล่งท่องเที่ยว คือ ถนนกวางเฮง เส้นทางในตัวเมืองศรีสะเกษ, ศูนย์แสดงพันธุ์สัตว์น้ำ, สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์ และศูนย์แสดงสินค้า OTOP อบจ.ศรีสะเกษ
- 2) เส้นทางท่องเที่ยวที่ 2 ซิตีทัวร์ 2 ประกอบด้วยแหล่งท่องเที่ยว คือ วัดพระโต, วัดพระธาตุเรืองรอง, วัดพระธาตุสุพรรณหงส์และศูนย์แสดงสินค้า OTOP อบจ.ศรีสะเกษ
- 3) เส้นทางท่องเที่ยวที่ 3 แดนปราสาทขอม ประกอบด้วยแหล่งท่องเที่ยว คือ วัดสระกำแพงน้อย, วัดสระกำแพงใหญ่ (หลวงปู่เครื่อง), วัดประหารรังสรรค์ (หลวงปู่ห้วย), ชมและชิมไก่ย่างห้วยทับทันและบ้านปราสาท
- 4) เส้นทางท่องเที่ยวที่ 4 อันซีนศรีสะเกษ ประกอบด้วยแหล่งท่องเที่ยว คือ วัดตะเคียนอำเภอกุขันธุ์, วัดล้านขวด, ผามออีแดงและตลาดบ้านปูน อำเภอสรีรัตนะ

2 ขั้นตอนออกแบบและวิเคราะห์ระบบ (System Analysis and System Design)

จากผลศึกษาและการวิเคราะห์งานทำให้ได้ขอบเขตความต้องการของผู้ใช้ การวิเคราะห์และออกแบบระบบ เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะทำให้เกิดการพัฒนา ระบบที่มีประสิทธิภาพ โดยการวิเคราะห์จะเกี่ยวข้องกับงานของการออกแบบผังรายละเอียดต่างๆ ของการดำเนินงานและสร้างผังการทำงานต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ เช่น ผังแสดงรายละเอียดรวม (Context Diagram) และผังแสดงการไหลเวียนข้อมูล (Data Flow Diagram)



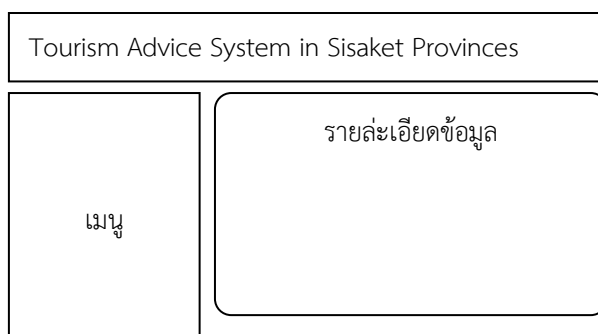
ภาพ 1 แผนภาพ (Context Diagram) ของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยว



ภาพ 2 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) ของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยว

3 ขั้นตอนการพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบฐานข้อมูลออนไลน์ ใช้โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล MySQL และใช้ภาษา PHP ในการเขียนเว็บเพื่อติดต่อกับฐานข้อมูล การวิเคราะห์โครงสร้างของฐานข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการในการนำข้อมูลไปใช้ของผู้ใช้ พัฒนาหน้าจอติดต่อกับผู้ใช้โปรแกรม (User interface) ผ่านเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ Web Application Responsive Web Design สำหรับผู้ใช้งานผ่านหน้าจอสมาร์ตโฟน



ภาพ 3 แสดงภาพหน้าจอติดต่อกับผู้ใช้โปรแกรม (User interface)

4 ขั้นตอนประเมินผลการวิจัย

ในการครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบสอบถามเพื่อวัดระดับความคิดเห็น (Likert Scale) เกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรม เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านการท่องเที่ยวและคอมพิวเตอร์ จำนวน 4 คน และผู้ดูแลระบบที่เป็นผู้นำเข้าข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว จำนวน 6 คน

5. ขั้นตอนการวิเคราะห์และประเมินผล

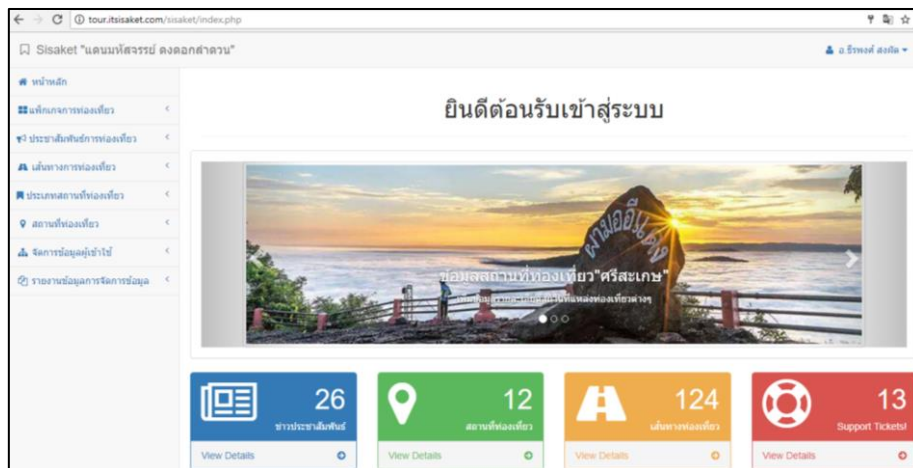
การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินประสิทธิภาพของการใช้การจัดทำแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ โดยผู้เชี่ยวชาญและการประเมินประสิทธิภาพโดยกลุ่มผู้ใช้งาน โดยใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล (บุญชม ศรีสะอาด, 2549) เพื่อนำเสนอข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และนำเสนอตารางประกอบความเรียง โดยกำหนดวิธีแปลความหมายตามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามที่ผู้ตอบแบบสอบถามประมาณค่าไว้ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนและความหมายไว้ดังนี้

1 มากที่สุด	คะแนน	5
2 มาก	คะแนน	4
3 ปานกลาง	คะแนน	3
4 น้อย	คะแนน	2
5 น้อยที่สุด	คะแนน	1

ผลการวิจัย

1 สร้างฐานข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวและเส้นทางการท่องเที่ยวของจังหวัดศรีสะเกษ

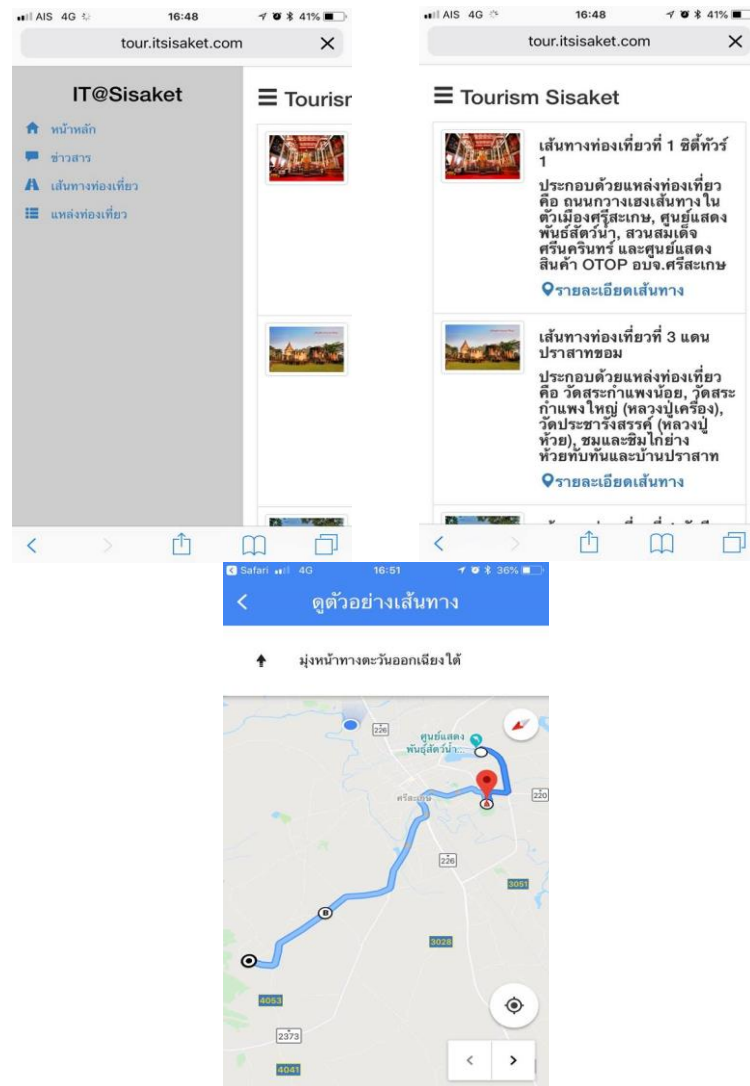
ผู้ใช้โปรแกรมสำหรับผู้ดูแลระบบในการจัดการฐานข้อมูลของแหล่งท่องเที่ยวและเส้นทางการท่องเที่ยวของจังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งสามารถจัดการข้อมูลผ่านเว็บไซต์ได้ โดยเข้าผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล <http://tour.itsisaket.com/sisaket/login.php>



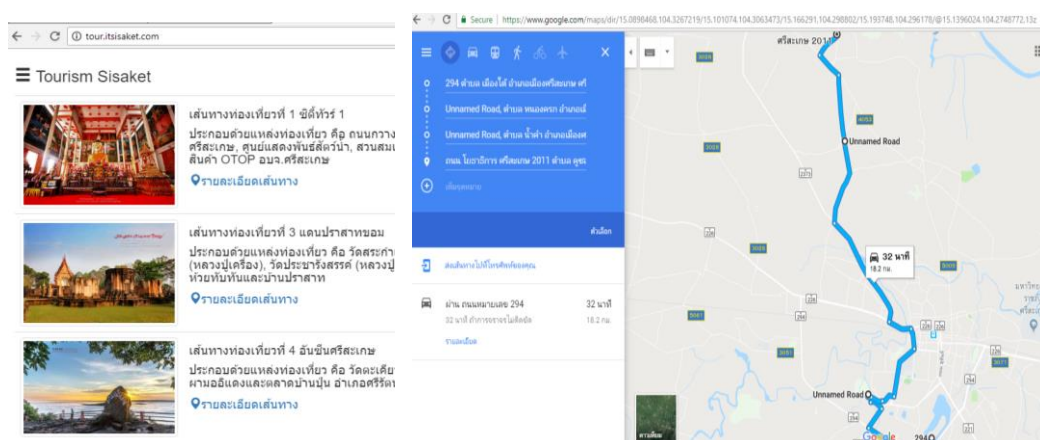
ภาพ 4 แสดงภาพหน้าหลักของระบบจัดการฐานข้อมูลท่องเที่ยว

2.พัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ

แอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป ที่เข้าใช้งานแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ พัฒนาโดยใช้รูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน (web Application) โดยใช้ออกแบบเว็บไซต์ในรูปแบบของ Responsive Web Design เพื่อให้สามารถรองรับการทำงานได้ทุกอุปกรณ์ ซึ่งประกอบด้วยแถบเมนู แพคเกจเส้นทางท่องเที่ยว สถานที่ท่องเที่ยว ข่าวสารการท่องเที่ยว โดยเข้าผ่านระบบเว็บไซต์ ที่อยู่ <http://tour.itsisaket.com>



ภาพ 5 แสดงภาพหน้าจอการแสดงผลบนสมาร์ตโฟน



ภาพ 6 แสดงภาพหน้าจอการแสดงผลบนคอมพิวเตอร์

3.หาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ

3.1 ผู้พัฒนาได้ประเมินประสิทธิภาพของระบบแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการท่องเที่ยวและคอมพิวเตอร์ จำนวน 4 คน และผู้ดูแลระบบที่เป็นผู้นำเข้าข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว จำนวน 6 คน ที่ได้ใช้งานระบบการจัดการแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ผลการเก็บแบบสอบถามมีดังนี้

ตาราง 1 ตารางแสดงผลการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)

ความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)	$\bar{X}$	S.D.
1. ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ	4.80	0.40
2. ความเหมาะสมในการจัดรูปแบบ ง่ายต่อการอ่าน และการใช้งานของระบบ	4.60	0.66
3. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	4.20	0.75
4. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความสัญลักษณ์และรูปภาพในการสื่อความหมาย	4.70	0.64
5. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้	4.50	0.50
ค่าเฉลี่ย	4.56	0.64

จากตาราง 1 ผลการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.56) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.80) รองลงมาคือ ความเหมาะสมในการใช้ข้อความ สัญลักษณ์ และรูปภาพในการสื่อความหมาย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.70) ความเหมาะสมในการจัดรูปแบบ ง่ายต่อการอ่าน และการใช้งานของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.60) ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.50) และความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.20) ตามลำดับ

ตาราง 2 ตารางแสดงผลการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

การรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	$\bar{X}$	S.D.
1. การกำหนดรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าใช้ระบบ	4.40	0.80
2. การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการใช้งานของผู้ใช้ระบบ	4.50	0.81
3. การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	4.60	0.49
4. การป้องกันการล้นเหลวของข้อมูล มีการแจ้งเตือนผู้ใช้ในระบบ	4.70	0.64
ค่าเฉลี่ย	4.55	0.71

จากตาราง 2 ผลการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ การรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.55$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า การป้องกันการล้นเหลวของข้อมูล มีการแจ้งเตือนผู้ใช้ในระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.70$) รองลงมา คือ การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$) การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการใช้งานของผู้ใช้ระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.50$) และการกำหนดรหัสผู้ใช้ และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าใช้ระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.40$) ตามลำดับ

ตาราง 3 ตารางแสดงผลการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test)

การทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test)	$\bar{X}$	S.D.
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	4.50	0.67
2. ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล	4.70	0.46
3. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในระบบ	4.50	0.81
4. ความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล	4.80	0.40
5. ความถูกต้อง น่าเชื่อถือของระบบ	4.50	0.67
6. ระบบมีการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น มีการแจ้งเตือนผู้ใช้ในระบบ	4.60	0.66
ค่าเฉลี่ย	4.60	0.64

จากตาราง 3 ผลการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Function Test) พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ความรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.80$) รองลงมา ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.70$) ระบบมีการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นมีการแจ้งเตือนผู้ใช้ในระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$) ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.50$) ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.50$) และความถูกต้อง น่าเชื่อถือของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.50$)

3.2 ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันฯ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูล ดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ได้แก่ นักท่องเที่ยวในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 100 คน ที่ได้ทำการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ ผลการเก็บแบบสอบถามมีดังนี้

ตาราง 4 ตารางแสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.
1. ความง่ายต่อการใช้งานของแอปพลิเคชัน	4.36	0.66
2. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	4.26	0.77
3.ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	4.04	0.66
4. ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย	4.24	0.71
5. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้	4.10	0.78
6.ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	4.18	0.48
7.คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย	4.20	0.70
8.ความถูกต้องของข้อมูลรายละเอียดสถานที่ท่องเที่ยว	4.22	0.67
9.ความรวดเร็วในการประมวลผลของแอปพลิเคชัน	3.84	0.84
10.ประสิทธิภาพโดยรวมของแอปพลิเคชัน	4.14	0.70
ค่าเฉลี่ย	4.60	0.64

จากตาราง 4 พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจมากที่สุดต่อแอปพลิเคชันสูงสุด คือ ความง่ายต่อการใช้งานของแอปพลิเคชัน ($\bar{X}=4.36$) รองลงมาคือ ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ ($\bar{X}=4.26$) และ ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย ($\bar{X}=4.24$) ตามลำดับ ส่วนความพึงพอใจที่ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจรองลงมา คือ ความถูกต้องของข้อมูลรายละเอียดสถานที่ท่องเที่ยว ($\bar{X}=4.22$) ต่อมาคือ คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย ($\bar{X}=4.20$) รองลงมาคือ ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ ($\bar{X}=4.18$) ประสิทธิภาพโดยรวมของแอปพลิเคชัน ($\bar{X}=4.14$) ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ ($\bar{X}=4.10$) ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย ($\bar{X}=4.04$) และน้อยที่สุด ความรวดเร็วในการประมวลผลของแอปพลิเคชัน ($\bar{X}=3.84$) ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

การออกแบบแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ พัฒนาโดยใช้รูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน (web Application) โดยใช้การออกแบบของเมนูกับไอคอนให้เข้าใจง่ายเพื่อให้คุ้นเคยกับการใช้งาน โดยไม่ประสบปัญหา เกี่ยวกับการแสดงผลในหน้าจอที่มีขนาดต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของคุณณัฏฐณ์ เพ็ชรพุ่ม ที่นำเอาเทคนิค Responsive web design มาใช้ประกอบการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน(ณัฏฐณ์ เพ็ชรพุ่ม, 2557) จะช่วยให้เว็บเพื่อการท่องเที่ยวประเทศไทย สามารถทำงานได้ครอบคลุมทุก ๆ ระบบปฏิบัติการ และผู้ใช้สามารถเข้าไปใช้งานผ่านอุปกรณ์ที่ต่างชนิดกัน ไม่ว่าจะเป็นสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถรองรับการทำงานได้ทุกอุปกรณ์ ระบบแบ่งออกแบบ เป็น 2 ส่วนได้ดังนี้ คือ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งส่วนนี้จะคอยทำงานตามที่ใช้ต้องการ ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้ฟังก์ชันได้ดังนี้ มีฟังก์ชันในการแสดงเส้นทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยวที่ผู้ใช้ต้องการ และส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถเพิ่ม แก้ไข หรือลบ ข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางและสถานที่ได้ จะคอยเพิ่มเติมข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวใหม่ๆ จัดการฟังก์ชันต่าง ๆ และอัปเดตส่วนต่าง ๆ ของแอปพลิเคชัน โดยผู้วิจัยได้สร้างฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานของแหล่งท่องเที่ยวด้วย เช่น ชื่อแหล่งท่องเที่ยว รูปภาพ ประเภทแหล่งท่องเที่ยว รวมทั้งพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของแหล่งท่องเที่ยวนั้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง แอปพลิเคชัน อัจฉริยะเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัดปราจีนบุรี โดยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของแหล่งท่องเที่ยว และศึกษาดำเนินการที่ตั้งของสถานที่ท่องเที่ยวจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล (ประจักษ์ สายดวงดี และกัลยาณี สถานทุ,2557) แอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษพัฒนาโดยใช้ Responsive web design ในการออกแบบหน้าจอที่ติดต่อกับผู้ใช้และใช้การเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลโดยใช้ภาษา PHP ซึ่ง

แตกต่างจากงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการจัดการเส้นทางการท่องเที่ยวของจังหวัดขอนแก่นด้วยเว็บเซอร์วิส โดยพัฒนาเว็บไซต์เพื่อเป็นศูนย์กลางในการให้บริการข้อมูลการท่องเที่ยวภายในจังหวัดขอนแก่น (ธนพร เจษฎาเมธาชจร และ อมรรรัตน์ สอนสา, 2551) และผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชันให้เรียบง่ายใช้งานง่ายเข้าใจง่ายและคุ้นเคย ตอบสนองผู้ใช้งานแอปพลิเคชันใช้งานได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้อง ในแอปพลิเคชันถูกออกแบบมาให้ใช้เส้นทางท่องเที่ยว นำเทคโนโลยีมาใช้นำเสนอรายละเอียดสถานที่ท่องเที่ยว และมีฟังก์ชันตอบสนองความต้องการให้กับผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในการวางแผนเดินทางท่องเที่ยวได้

ด้านการพัฒนาแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ ได้มีการทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบฟังก์ชันการใช้งานแอปพลิเคชัน เพื่อตรวจสอบประเมินประสิทธิภาพของระบบแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการท่องเที่ยวและคอมพิวเตอร์ โดยประเมินทั้งหมด 3 ด้าน คือ ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ ($\bar{X}=4.56$) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ ($\bar{X}=4.55$) และด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ($\bar{X}=4.60$)

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและพัฒนา ครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทราบถึงปัญหาและข้อเสนอแนะต่างๆ หลายน ประเด็น จากข้อเสนอแนะทางผู้ทดสอบใช้แอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยว ที่สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงระบบ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ยิ่งขึ้นและเป็นแนวทางในการวิจัยต่อไปดังนี้

- 1) ปรับปรุงรูปแบบการสืบค้นให้เป็นการสืบค้นแบบขั้นสูง และสามารถใช้ตัวดำเนินการ ในการสืบค้นได้ เพื่อเพิ่มทางเลือกในการสืบค้นแก่ผู้ใช้
- 2) เพิ่มขีดความสามารถของเว็บเซิร์ฟเวอร์และเครือข่ายให้สามารถรองรับความต้องการเข้าใช้ของผู้ใช้ได้เพียงพอและรวดเร็วขึ้น
- 3) พัฒนาต่อให้เป็นแอปพลิเคชัน เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานระบบได้ โดยไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลา

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิจัยเรื่องพัฒนาระบบฐานข้อมูลและแอปพลิเคชันแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวภายในจังหวัดศรีสะเกษ ครั้งนี้จะสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ทรงคุณวุฒิจากงานวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ

และตรวจสอบ แก้ไข ข้อบกพร่องทุกขั้นตอนของการดำเนินงาน และขอขอบคุณฝ่ายวิจัยและพัฒนา
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนทุนสำหรับการนำเสนอและเผยแพร่บทความวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.ประเภทการท่องเที่ยว.(2560). การแบ่งประเภทของการท่องเที่ยว. (สืบค้น มีนาคม 2560).ค้นหาจาก

<https://sites.google.com/site/archcommunitydevelopment/tourism>.

กิตติ ภัคดีวัฒนกุล. (2549). คัมภีร์ PHP. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด

จิราณู และคณะ. (2554). ศักยภาพการจัดการแหล่งท่องเที่ยวเมืองมรดกโลกของประเทศไทย
กรณีศึกษา อุทยานประวัติศาสตร์สุโขทัย – ศรีสัชนาลัย-กำแพงเพชรและอุทยาน
ประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยาเพื่อการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน. คณะวิทยาการ
จัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

ธนพร เจษฎาเมธาขจร และ อมรรัตน์ สอนสา. (2551). การจัดการเส้นทางการท่องเที่ยวของจังหวัด
ขอนแก่นด้วยเว็บเซอร์วิส, คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นฤพนธ์ เพ็ชรพุ่ม, (2557) . การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยวประเทศไทย. ภาควิชา
เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยา สารสิน.

ประจักษ์ สายดวงดีบ และกัลยาณี สถานทุง. (2557). แอปพลิเคชันอัจฉริยะเพื่อการท่องเที่ยวจังหวัด
ปราจีนบุรีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. ปรินญานินพนธ์อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิตสาขา
เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สวัสดิษฐ์ เกรียงไกรเพชร. (2555). Google Maps API เพื่อสร้าง Google Map Mashup ภาควิชา
วิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพัตรา กำลังมาก. (2555). การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ส่งเสริมการท่องเที่ยวกรุงรัตนโกสินทร์โดย
เรือท่องเที่ยวเจ้าพระยา บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. จุลนิพนธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยี
สารสนเทศเพื่อการออกแบบ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัย
ศิลปากร.

สุพิน วรรณ. (2543). PHP web Application Development. กรุงเทพฯ : เบนมาร์ค วิชั่น.

- สุวิชัย อินทรภิรมย์. (2554). ระบบนำทางการท่องเที่ยวของจังหวัด สุราษฎร์ธานีด้วย กูเกิ้ลแมพเอ
พีไอ บนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. ภาควิชาจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะ
เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Narisa. (2560). เรื่องความรู้เกี่ยวกับ Web Application . (สืบค้น กุมภาพันธ์ 2560). ค้นหาจาก
[http://narisara212 .blogspot.com/2014/01/web-application-search-
engine.html](http://narisara212.blogspot.com/2014/01/web-application-search-engine.html).