วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Journal of Science & Technology
Phranakhon Rajabhat University

ปีที่ 7 ฉบับที่ 7 สิงหาคม 2560
Vol. 7 No. 7 August 2017

http://www.scipnru.com

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Journal of Science & Technology
Phranakhon Rajabhat University

ปีที่ 7 ฉบับที่ 7 สิงหาคม 2560
Vol. 7 No. 7 August 2017

เจ้าของ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สำนักงาน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคาร 21
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
โทรศัพท์ 0-2522-6609 โทรสาร 0-2522-6609

วัตถุประสงค์
1. เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่งานวิทยาการในสาขาวิชาต่างๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานทางด้านการวิจัย และการศึกษาค้นคว้า ของอาจารย์ นักศึกษา และผู้สนใจ
3. เพื่อเป็นสื่อกลางแลกเปลี่ยนความรู้ และแนวคิดทางวิชาการ ของบุคลากรทั้งภายในและนอกสถาบัน

Publisher
Faculty of Science and Technology
Phranakhon Rajabhat University

Office
Faculty of Science and Technology, Building 21
Phranakhon Rajabhat University
Tel. 0-2522-6609 Fax 0-2522-6609

Objectives
1. To promote dissemination of knowlenge in all fields of science and technology.
2. To publish research results of faculty, students and researchers.
3. To be a medium for the exchange of knowledge and ideas among faculty, students and researchers of Phranakhon Rajabhat University and other institutes.

บรรณาธิการ
ผศ.ดร. เดช บุญประจักษ์
รักษาราชการแทนอธิการบดี
ผศ.ดร.สืบตระกูล สุชาติ
คณบดี

กองบรรณาธิการ

ดร.สมคิด สุทธิธารธวัช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ดร.สุชาดา ไม้สนธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ดร.วุฒิชัย แพงาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ดร.ธนภูมิ ศิริงาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ดร.ประกายดาว ยิ่งสง่า	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร.วิสุทธนา สมุทรศรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร.ลดา มัทธุรศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร.จักรพงษ์ หรั่งเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร.รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร. ธัชชัย ปุษยะนาวิน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร.วฤชา ประจงศักดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ศรุดา นิติวรการ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ดร.อธิยา รัตนพิทยาภรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ดร.อะเคื้อ กุลประสูติดิลก	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ดร.อัญชลี นิลสุวรรณ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
ผศ.ดร.โองการ วณิชาชีวะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ฝ่ายศิลป์และภาพ

นางสาวขวัญเรือน ปิ๊จจ๊ะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ฝ่ายจัดการและเลขานุการ

นางขนิษฐา อยู่นุช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
นางสาวนธิดา งามสมภาร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
นางสาวเวียงศิริ แซ่อึง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
นางหนึ่งฤทัย ขยัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
นางสาวอารีย์ รอดดำรงค์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

บทความหรือข้อคิดเห็นใดๆ ในวารสารนี้เป็นของผู้เขียน ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับทัศนะของกองบรรณาธิการ
The views and opinions expressed in this journal are those of the author(s), and do not necessarily reflect the views and opinions of the editorial board.

สีในตำรับเครื่องสำอาง
Colours in Cosmetic Formulations

ณรงค์ฤทธิ์ หล้าพันธ์* และพนิดา แสนประกอบ
Narongrit Lahpun* and Panida Saenprakob
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220
Departmant of Cosmetic Science, faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220
***Corresponding author:** narongrit.l@pnru.ac.th

1. บทนำ

สีในเครื่องสำอางเป็นสารที่ใช้เพื่อสะท้อนเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์และเป็นสิ่งที่ดึงดูดผู้บริโภคให้สนใจในสินค้า ในอดีตมีการใช้สีที่ได้จากธรรมชาติ ไม่ว่าจะเป็นจากพืชหรือจากสัตว์ แต่ในปัจจุบันสีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เป็นสีที่ได้จากการสังเคราะห์ซึ่งมีความเสถียรมากกว่าสีจากธรรมชาติ แต่ปัญหาคือ สีทั้งหมดที่ถูกค้นพบมีมากกว่า 34,500 สาร จึงมีองค์กรหนึ่งที่ก่อตั้งขึ้นมาเพื่อรับผิดชอบในการวางระบบการจำแนกสี โดยการใช้ ดัชนีสี (colour index) เป็นรหัสสำหรับระบุสีที่ผ่านการลงทะเบียนผ่านสมาคมที่ชื่อว่า Society of Dyer and Colourists (SDC) ซึ่งเป็นประโยชน์แก่อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมอื่นๆที่ใช้สี เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมหมึกพิมพ์ อุตสาหกรรมสีทาบ้าน อุตสาหกรรมพลาสติก เป็นต้น อย่างไรก็ตามก่อนนำสีไปตำรับในเครื่องสำอาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย ควรมีการตรวจสอบประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าสีชนิดใดที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับล่าสุดที่เกี่ยวข้องกับสีที่อนุญาตให้ใช้ในการผลิตเครื่องสำอางเป็นประกาศฉบับปี พ.ศ. 2559

2. ประเภทของสี

การจำแนกประเภทของสีอาจแบ่งได้ตามคุณสมบัติการละลายในตัวกลาง (medium) ซึ่งสารสีที่ละลายน้ำ เรียกว่า สีย้อม (dyes) และสีที่ไม่สามารถละลายได้ในตัวกลาง เรียกว่า เม็ดสี (pigments)

2.1 สีย้อม

สีย้อม คือ สารสีที่ละลายได้ในในตัวทำละลาย ซึ่งสมาคมนิเวศวิทยาและพิษวิทยาของผู้ผลิตสีย้อมและเม็ดสีอินทรีย์ (Ecological and Toxicological Association of Dyes and Organic Pigment Manufacturers) ได้ให้คำจำกัดความของสีย้อมว่า สารอินทรีย์ที่ให้สีสันหรือสีเรืองแสงซึ่งแสดงสีโดยการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆ และมีคุณสมบัติในการละลายในตัวกลาง [1] ซึ่งการละลายขึ้นอยู่กับหมู่ฟังก์ชัน (functional group) ในโครงสร้าง

2.1.1 สีย้อมเอโซ (Azo dyes)

สีย้อมเอโซ เป็นสารสีที่มีหมู่เอโซ (-N=N-) ในโครงสร้าง และหากมีโซเดียม ซัลโฟเนต ปรากฏในโครงสร้างจะทำให้สารมีคุณบัติเป็นในการละลายได้ในน้ำ [2]

ตัวอย่างของสีย้อมในกลุ่มเอโซ เช่น ซันเซ็ต เยลโล่ เอฟซีเอฟ (Sunset Yellow FCF) ปองโซ เอสเอ็กซ์ (Ponceau SX) เป็นต้น

2.1.2 สีย้อมแซนธีน (Xanthene dyes)

สีย้อมแซนธีน แบ่งกลุ่มย่อยได้ 2 ประเภท ตามความเป็นกรด-ด่าง ได้แก่ ประเภทควินอย (Quinoid type) มีคุณสมบัติเป็นด่างซึ่งสามารถละลายได้ในน้ำ และประเภทแลคโทน (Lactone type) มีคุณสมบัติเป็นกรดซึ่งละลายได้ในน้ำมัน [2]

ตัวอย่างของสีย้อมในกลุ่มแซนธีน ประเภทควินอย เช่น โรตามีน บี (Rhodamin B) โฟลซีน บี (Floxine B) อีโอซิน วายเอส (Eosin YS) เป็นต้น

2.1.3 สีย้อมควิโนลีน (Quinoline dyes)

ตัวอย่างของสีย้อมควิโนลีน เช่น ควิโนโลน เยลโล่ เอสเอส (Quinolone Yellow SS) ซึ่งละลายได้ในน้ำมัน ควิโนโลน เยลโล่ ดับเบิ้ลยูเอส (Quinolone Yellow WS) ซึ่งละลายได้ในน้ำเพราะมี โซเดียม ซัลโฟเนต ในโครงสร้าง

2.1.4 สีย้อมไตรฟีนิลมีเทน (Triphenylmethane dyes)

สีย้อมกลุ่มนี้มีหมู่ไตรฟีนิลเมทิล (Triphenylmethyl group) ในโครงสร้างและสามารถละลายในน้ำได้ดีมาก เนื่องจากมีโซเดียม ซัลโฟเนต ตั้งแต่สองหมู่ขึ้นไป แต่สามารถทนแสงได้น้อย จึงควรมีการตรวจสอบความคงตัวของสีชนิดนี้ก่อนใช้ [2]

ตัวอย่างของสีย้อมในกลุ่มไตรฟีนิลเมทิล ได้แก่ บริลเลียนบลู เอฟซีเอฟ (Brilliant Blue FCF) เป็นต้น

2.1.5 สีย้อมแอนทราควิโนน (Anthraquinone dyes)

สีย้อมกลุ่มนี้เป็นสีที่มีความทนต่อแสงสูง [2] ซึ่งหากในโครงสร้างมีโซเดียม ซัลโฟเนตในโครงสร้างจะเป็นสีย้อมที่ละลายได้ในน้ำ เช่น อะลิซานิน ไซยานิน กรีน เอฟ (Alizanine cyanine green F) แต่ถ้าหากไม่มี จะมีคุณสมบัติในการละลายในน้ำมัน เช่น ควินิซาริน กรีน เอส เอส (Quinizarin green SS)

2.1.6 สีย้อมอื่นๆ

สีย้อมชนิดอื่นๆที่ใช้ในเครื่องสำอาง ได้แก่ สติลบีน (stilbene) แคโรทีนอยด์ carotenoid เอซีน (azine) อ็อกซาซีน (oxazine) อินดิกอยด์ (indigoid) ฟาโลไซยานิน (phthalocyanine)

2.2 เม็ดสี

เม็ดสี คือ สารสีที่ไม่สามารถละลายได้ในตัวกลาง ซึ่งสมาคมผู้ผลิตเม็ดสี (Color Pigment Manufacturers Association) ได้ให้คำนิยามของเม็ดสีว่า ของแข็งที่เป็นสาร อนินทรีย์ หรือตะกอนของสารอินทรีย์ที่ให้สีสัน สีดำ สีขาว หรือสีเรืองแสง ซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่สามารถละลายได้ในตัวกลางไม่ว่าจะเป็นผลจากทางเคมีหรือกายภาพ ซึ่งสีที่แสดงออกเกิดจากการดูดกลืนแสง และ/หรือ การกระเจิงแสง [1]

2.2.1 เลค (lake)

เลค เป็นเม็ดสีที่เกิดจากการตกตะกอนของสีย้อมที่ละลายน้ำในเกลือของโลหะ เช่น สตรอนเซียม แคลเซียม แบเรียม เซอร์โคเนียม เป็นต้น ซึ่งเลคไม่สามารถละลายได้ในน้ำ [4]

ตัวอย่างเลค ที่ใช้ในเครื่องสำอาง เช่น ดีแอนด์ซี เรด นัมเบอร์ซิกซ์ แบเรียมเลค (D&C Red No.6 Ba Lake) ดีแอนด์ซี เรด นัมเบอร์เซเว่น แคลเซียมเลค (D&C Red No.7 Ca Lake) เป็นต้น

2.2.2 เม็ดสีอนินทรีย์ (inorganic pigment)

เม็ดสีอนินทรีย์ บางทีถูกเรียกว่า เม็ดสีแร่ (mineral pigment) เนื่องจากถูกพบได้ในหินแร่ต่างๆ เม็ดสีอนินทรีย์เป็นอนุพันธ์ของออกไซด์ (oxides) ซิลิเกต (silicates) หรือ ฟอสเฟต (phosphates) ของแร่ต่างๆ เช่น เหล็ก แมงกานิสโครเมียม อะลูมิเนียม และไทเทเนียม ในปัจจุบันมีการสังเคราะห์แทนการใช้สีที่ได้จากธรรมชาติ อย่างไรก็ตามเม็ดสีอนินทรีย์มีข้อจำกัดในเรื่องของระดับสี ที่อาจไม่มีสีฉูดฉาดเหมือนสารสีกลุ่มอินทรีย์

ไอรอนออกไซด์ (iron oxide) เป็นตัวอย่างของเม็ดสี อนินทรีย์ที่ใช้ในเครื่องสำอาง ซึ่งหลากหลายสี เช่น สีดำ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำตาล

3. การเรียกชื่อสี

ประเทศสหรัฐอเมริกา สีที่มีการใช้ในผลิตภัณฑ์สุขภาพ ได้แก่ อาหาร ยา และเครื่องสำอาง ได้มีการควบคุมดูแลโดยองค์การอาหารและยา สหรัฐอเมริกา (the United States Food and Drug Administration) ซึ่งการจัดระบบสีของประเทศสหรัฐอเมริกา ยึดหลักการจำแนกการใช้งานโดยระบุอักษร ตัวอย่างเช่น FD&C Blue 1 ซึ่งหมายถึง สีชนิดนี้มีสีฟ้าที่สามารถใช้ได้ทั้งใน อาหาร (F:Food) ยา (D:Drug) และ เครื่องสำอาง (C:Cosmetics) และหากมีตัวย่อ Ext. เช่น Ext. D&C Yellow 7

หมายความว่า สีชนิดนี้มีสีเหลืองที่ใช้ได้ทั้งในยาและเครื่องสำอาง แต่ใช้ในเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้ภายนอก (External) เท่านั้น

ส่วนในประเทศในสหภาพยุโรปและประเทศไทยได้ใช้ดัชนีสี (colour index) ในการจัดระบบของการเรียกชื่อสี ซึ่งเลขดัชนีสี มี 5 หลัก ซึ่งมีการจัดกลุ่มของกลุ่มตัวเลขตามโครงสร้างเคมี ดังที่แสดงใน**ตารางที่ 1** ซึ่งเป็นการจัดหมวดหมู่โดยสมาคมผู้ใช้สีตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ในหนังสือ the Colour Index เล่ม 3

ตารางที่ 1 ช่วงดัชนีสีของกลุ่มสี [1]

ดัชนีสี	กลุ่มสาร
CI 10000-10299	Nitroso
CI 10300-10999	Nitro
CI 11000-19999	Azo: Monoazo
CI 20000-29999	Azo: Diazo
CI 30000-34999	Azo: Triazo
CI 35000-36999	Azo: Polyazo
CI 37000-39999	Azoic
CI 40000-40799	Stilbene
CI 40800-40999	Carotenoid
CI 41000-41999	Diphenylmethane
CI 42000-44999	Triarylmethane
CI 45000-45999	Xanthene
CI 46000-46999	Acridine
CI 47000-47999	Quinoline
CI 48000-48999	Methine and Polymethine
CI 49000-49399	Thiazole
CI 49400-49999	Indamine and Indophenol
CI 50000-50999	Azine
CI 51000-51999	Oxazine
CI 52000-52999	Thiazine
CI 53000-54999	Sulfur
CI 55000-55999	Lactone
CI 56000-56999	Aminoketone
CI 57000-57999	Hydroxyketone
CI 58000-72999	Anthraquinone
CI 73000-73999	Indigoid
CI 74000-74999	Phthalocyanine
CI 75000-75999	Natural Organic Colour
CI 76000-76999	Oxidation Bases
CI 77000-77999	Inorganic Colouring Matters

4. สีที่อนุญาตให้ใช้ในเครื่องสำอาง

สีที่อนุญาตให้ใช้ในเครื่องสำอางถูกประกาศโดยกระทรวงสาธารณสุข ในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับปี พ.ศ. 2559 เรื่อง สีที่อนุญาตที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง [3] ซึ่งสีที่ถูกอนุญาต ได้แก่ สีผสมอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข สีที่ได้รับการรับรองโดยองค์การอาหารและยาประเทศสหรัฐอเมริกา (United State Food and Drug Administration) ที่มีรายการสารอยู่ในหนังสือ Code of Federal Regulation และ สีที่ปรากฏใน**ตารางที่ 2** ซึ่งกลุ่มที่ 1 คือ สีที่ใช้ได้ในเครื่องสำอางทุกประเภท กลุ่มที่ 2 คือ สีที่ใช้ได้ในเครื่องสำอางทุกประเภทยกเว้นผลิตภัณฑ์ที่ใช้บริเวณรอบดวงตา กลุ่มที่ 3 คือ สีที่ใช้ได้ในเครื่องสำอางทุกประเภทยกเว้นผลิตภัณฑ์ที่สัมผัสกับเยื่อบุอ่อน (mucous membranes) และกลุ่มที่ 4 คือ สีที่ใช้แล้วล้างออก (rinse-off products)

ตารางที่ 2 ดัชนีสีที่อนุญาตให้ใช้ในเครื่องสำอาง (A-C)

	กลุ่ม 1	**กลุ่ม 2**	**กลุ่ม 3**	**กลุ่ม 4**
A*	CI	CI	CI	CI10006
	11920	10316	10020	CI 11725
	CI	CI	CI	CI 12120
	12085	15510	11680	CI 12370
	CI		CI	CI 12420
	12490		11710	CI 12480
	CI		CI	CI 12700
	14270		12010	CI 15620
				CI 18130

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
CI		CI	CI 18690
14700		13015	CI 18736
CI		CI	CI 18820
14720		15800	
CI		CI	
14815		16230	
CI		CI	
15525		18050	
CI			
15580			
CI			
15630			
CI			
15850			
CI			
15865			
CI			
15880			
CI			
15980			
CI			
15985			
CI			
16035			
CI			
16185			
CI			
16255			
CI			
16290			
CI			
17200			
CI			
18965			

	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
	CI			
	19140			
B*	CI		CI	CI 20040
	27755		21230	CI 20470
	CI		CI	CI 21100
	28440		26100	CI 21108
				CI 24790
C*				CI 40215

* A คือ monoazo;
B คือ diazo;
C คือ Stilbene;

ตารางที่ 3 ดัชนีสีที่อนุญาตให้ใช้ในเครื่องสำอาง (D-L)

	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
D*	CI			
	40800			
	CI			
	40820			
	CI			
	40825			
	CI			
	40850			
E*	CI		CI	CI
	42051		42045	42080
	CI		CI	CI
	42053		42510	42100
	CI		CI	CI
	42090		42735	42170
			CI	CI
			44045	42520
			CI	
			44090	
F*	CI	CI		CI
	45350	45405		45100

	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
	CI 45370 CI 45380 CI 45396 CI 45410 CI 45430			CI 45190 CI 45220
G*	CI 47005		CI 47000	
H*			CI 50420	CI 50325
I*				CI 51319
J*	CI 58000 CI 60725 CI 61565 CI 61570 CI 69800 CI 69825		CI 59040 CI 60730 CI 71105	CI 60724 CI 61585 CI 62045
K*	CI 73000 CI 73015 CI 73360			CI 73900 CI 73915
	CI 73385			
L*	CI 74160	CI 74260		CI 74100 CI 74180

* D คือ Carotenoid;
E คือ Triarylmethane;
F คือ Xanthene;
G คือ Quinoline;
H คือ Azine;
I คือ Oxazine;
J คือ Anthraquinone;
K คือ Indigoid;
L คือ Phthalocyanine;

ตารางที่ 4 ดัชนีสีที่อนุญาตให้ใช้ในเครื่องสำอาง (M-N)

	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
M*	CI 75100 CI 75120 CI 75125 CI 75130 CI 75135 CI 75170 CI 75300 CI 75470 CI 75810	CI 75480		
N*	CI 77000 CI 77002 CI 77004 CI 77007 CI 77013 CI 77015 CI 77120 CI 77163 CI 77220			

กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4
CI 77231			
CI 77266			
CI 77267			
CI 77268			
CI 77288			
CI 77289			
CI 77346			
CI 77400			
CI 77480			
CI 77489			
CI 77491			
CI 77492			
CI 77499			
CI 77510			
CI 77713			
CI 77742			
CI 77745			
CI 77820			
CI 77891			
CI 77947			

* M คือ Natural Organic Colour;
N คือ Inorganic colour

5. การตำรับสีในเครื่องสำอาง

การใช้สีในตำรับเครื่องสำอาง ควรคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลัก เช่น ต้องการแต่งเติมสีเพื่อสร้างเอกลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์เจลว่านหางจระเข้ หากเป็นเจลชนิดที่ละลายได้ในน้ำก็ควรใช้สีย้อมที่สามารถละลายได้ในน้ำ และสีที่ใช้ควรสอดคล้องกับความรู้สึกของผู้ใช้ เช่น ว่านหางจระเข้มีสีเขียวก็ควรแต่งสีผลิตภัณฑ์ด้วยสีเขียว แต่หากต้องการใช้สีในผลิตภัณฑ์เพื่อตกแต่งใบหน้า (makeup) ควรใช้สีที่เป็นเม็ดสีเพื่อไม่ให้สีเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อสัมผัสกับเหงื่อหรือน้ำมันบนผิว [5]

6. สรุป

สารให้สีในเครื่องสำอางนับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ สำหรับตำรับเครื่องสำอาง ซึ่งการเลือกใช้สีให้ถูกประเภทและเหมาะกับตำรับ จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตามหากมีการนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดควรคำนึงถึงข้อบังคับหรือกฎหมายในประเทศนั้นๆ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] "Society of Dyers and Colourists," [Online]. Available: https: / / colour- index. com [Accessed 17 June 2017].

[2] Mitsui, T. 1998. New Cosmetic Science. Elsevier Science B.V. The Netherlands.

[3] พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง. (2559, 28 ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดสีที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง เล่ม 133 ตอน 245. หน้า 17.

[4] Bombeli, K. and Bombeli, T. 2007. Recipes for Color Cosmetics, Hong Kong: Somerset Cosmetic Company, LLC.

[5] อรัญญา มโนสร้อย. 2533. เครื่องสำอาง เล่มที่ 2. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

บล็อกเชน: เงินของโลกอินเตอร์เน็ตและอนาคต

Blockchain: The internet of money and Future

เติมยศ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา* พรหมบัญชา พรหมมาหล้า และ กิตติพงษ์ แก้วประเสริฐ

Tomeyot Sanevong Na Ayutaya* Prombuncha Prommal and Gittipong Geawprasert

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์แอนิเมชันและมัลติมีเดีย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

Department of Computer Animation and Multimedia, Faculty of Science and Technology,

Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

***Corresponding author:** tomeyot@hotmail.com

1. บทนำ

บล็อกเชน (Blockchain) คือ ฐานข้อมูลแบบกระจายที่เก็บข้อมูลธุรกรรมการเงินที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเรียกว่า บล็อก เทคโนโลยีนี้มีศักยภาพในการปฏิวัติวงการธนาคาร โดยเป็นระบบแบบกระจาย กระจายข้อมูลธุรกรรมทั้งหมดระหว่างผู้ใช้งานทุกคน รวมถึง การทำธุรกรรมแต่ละรายการแบบเปิดเผย และใช้การยืนยันความถูกต้องโดยมติของผู้ใช้งานในระบบ โดยข้อมูลที่เก็บมีลักณะเป็น บล็อก เมื่อป้อนข้อมูลแล้วไม่สามารถลบออกได้ มีขนาดที่แน่นอนและสามารถตรวจสอบทุกรายการที่เคยทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดค่าใช้จ่าย เชื่อถือได้และมีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับการใช้งาน

ระบบการทำธุรกรรมในอดีตอย่างระบบธนาคาร ถูกออกมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยน เก็บข้อมูลเป็นศูนย์กลาง ให้ความน่าเชื่อถือและปกป้องข้อมูลผู้ซื้อและผู้ขาย แต่มีความเสี่ยงจากข้อจำกัด [1] เช่น

- ธนาคารมีความจำเป็นในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลธุรกรรมหรือการมีตัวกลาง
- ความเสี่ยงต่อการถูกโจมตีทางอินเทอร์เน็ตและข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ง่าย ทำให้ต้นทุนและความซับซ้อนในการทำธุรกิจสูงขึ้น ผู้ใช้งาน มีความเสี่ยงหากระบบธนาคารถูกโจมตี [2]
- ผู้ประกอบการต้องจ่ายเงินค่าใช้จ่ายสูงในการเข้าร่วมงานซึ่งมักเกี่ยวข้องกับ เอกสารและขั้นตอนการตรวจสอบที่ใช้เวลานาน

2. วิธีการทำงาน

เทคโนโลยีบล็อกเชน ได้รับการเปิดเผยต่อสาธารณชนเมื่อ 9 ปีที่แล้วโดย Satoshi Nakamoto เป็นแนวคิดเกี่ยวกับแนวคิดแบบสกุลเงินดิจิตอล (Cryptocurrency) ถูกตีพิมพ์บทความเรื่อง "Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System" ได้พูดถึง การโอนเงินในแบบอิเล็กทรอนิกส์ทำให้การชำระเงินออนไลน์ที่จะส่งโดยตรงจากฝ่ายหนึ่งไปยังอีกฝ่ายโดยไม่มีสถาบันการเงิน โดยใช้บิทคอยน์ (Bitcoin) เป็นสกุลเงินอิเล็กทรอนิกส์แรกที่ใช้แนวคิด เทคนิคสกุลเงินดิจิตอล คือใช้เครือข่ายและการสื่อในการแลกเปลี่ยน ข้อมูลเข้ารหัสเพื่อความปลอดภัย ต่างกับระบบรวมศูนย์แบบระบบธนาคาร [3]

บิทคอยน์ใช้หลักฐานการเข้ารหัสลับ แทนความไว้วางใจในบุคคลที่สาม เช่นระบบธนาคาร ใช้โดยความรู้พื้นฐานคือ ระบบเข้ารหัสแบบกุญแจอสมมาตร (Public Key Cryptography : Asymmetric Cryptography) และฟังก์ชันแฮช (Hash Function) โดยวิธีการทำงาน คือ สร้างลายเซ็น (Owner Key) เพื่อยืนยันความเป็นเจ้าของ ผ่านกุญแจส่วนตัว (Private Key) และ ใช้เลขที่บัญชี (Address) คือ กุญแจสาธารณะ (Public Key) [4]

ขั้นตอนที่ 1: สร้างกุญแจส่วนตัว จะถูกสร้างขึ้นมาก่อนเป็นตัวเลขขนาด 256 บิตโดยใช้กลวิธีที่แต่ละเลขที่ถูกสร้างขึ้นมาไม่มีโอกาสซ้ำกัน

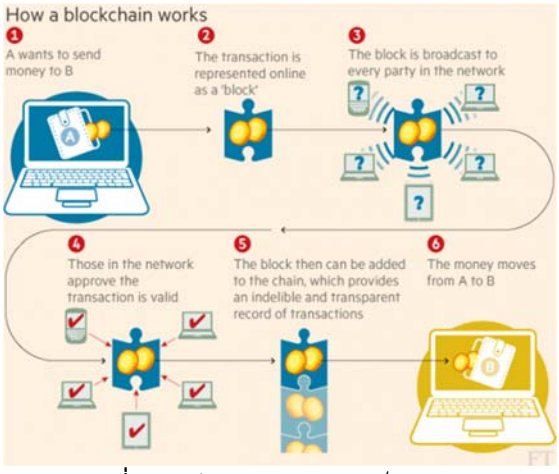
ขั้นตอนที่ 2: สร้างกุญแจสาธารณะจะถูกสร้างขึ้นจาก กุญแจส่วนตัว โดยใช้วิธี Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) ซึ่งจะทำให้ได้กุญแจสาธารณะที่สะท้อนตัวตนของกุญแจส่วนตัวได้ โดยจะไม่มีโอกาสซ้ำกัน โดย กุญแจสาธารณะ จะมีขนาดความยาวที่ 65 bytes

ขั้นตอนที่ 3: ฟังก์ชันแฮชกับกุญแจสาธารณะจนกลายเป็นชุดตัวอักษร Base58 ขนาดความยาว 33-34 ไบต์ซึ่งคือบัญชีของบิทคอยน์ ตัวอย่างตามภาพที่ 1

ภาพที่ 1 เมื่อสร้างบัญชีของบิทคอยน์ [5]

รูปแบบการรายการเดินบัญชีถูกเข้ารหัสโดยกุญแจสาธารณะเอาไว้ และเปิดเผยต่อคนทั่วไปว่ามีรายการบัญชีอะไรบ้างที่เกิดขึ้น ซึ่งทุกคนในเครือค่ายจะเห็นรายการเดินบัญชี แต่ไม่ทราบใครเป็นเจ้าของบัญชีเพราะทถูกเข้ารหัสไว้ ผู้ที่จะเปิดเผยธุรกรรมนั้นได้ต้องใช้กุญแจส่วนตัว เท่านั้น

รูปแบบการทำธุรกรรมของ บล็อกเชนประกอบรายการเดินบัญชีสาธารณะ (Public Ledger) โดยระบบแบบกระจาย ทุกคนจะมีข้อมูลรายการเดินบัญชีสาธารณะ ตัวอย่างการโอนเงินตามภาพที่ 2 เมื่อต้องการส่งเงินให้ B ระบบส่งข้อมูลการโอนเงินในรูปของ Cheque ไปยังทุกคนในระบบ แล้วทุกคนตรวจสอบความถูกต้องของรายการโอนเงินนี้ ถ้าถูกต้องทุกคนในเครือข่ายจึงเขียนรายการดังกล่าวในรายการเดินบัญชีสาธารณะของตัวเอง ถ้ามีความผิดพลาดระบบจะทำการยกเลิก Cheque ดังนั้นทุกคนจะรับรู้ข้อมูลการโอนเงิน แต่เจ้าของบัญชีเท่านั้นที่สามารถมีสิทธิใน Cheque นี้ได้ [6]

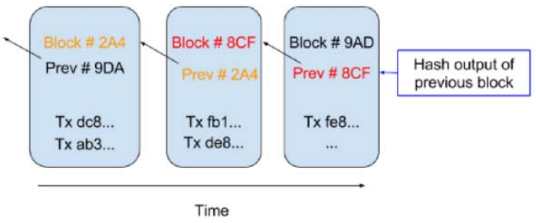


ภาพที่ 2 ลำดับการทำงานของบล็อกเชน [6]

3. ปัญหาจ่ายเงินคู่

ปัญหาจ่ายเงินคู่ (Double Spending) [7] คือ ในเวลาเดียวกันผู้ใช้เกิดการใช้จ่ายเงินมากกว่า 1 ครั้ง การใช้รายการเดินบัญชีสาธารณะอย่างเดียวจึงไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ ปัญหานี้ถ้าเป็นระบบรวมศูนย์จะไม่เกิดแต่จะเกิดบ่อยในระบบแบบกระจาย วิธีการแก้ปัญหาระบบ บล็อกเชน จะมีผู้ยืนยันความถูกต้องของรายการธุรกรรม (Miner) ลักษณะการประกาศรายการเดินบัญชีจะเปลี่ยนไป จากประกาศแล้ว ผู้ใช้ทุกคนจะเขียนข้อมูลลงในรายการเดินบัญชีสาธารณะของตัวเอง เป็นเมื่อมีรายการธุรกรรมใหม่ รายการธุรกรรมนั้น จะอยู่ในสถานะ ยังไม่ได้รับการยืนยัน (Unconfirmed) และจะยังไม่ถูกบันทึกไว้ในรายการเดินบัญชีสาธารณะ จนกว่าผู้ยืนยันความถูกต้องยืนยันแล้ว เท่านั้น โดย ระบบบล็อกเชนจะสร้างโจทย์พิเศษขึ้นมาให้แก้หนึ่งโจทย์ เป็นโจทย์ที่แก้ไขไม่ได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นความสามารถของแต่ละ ผู้ที่ต้องกรยืนยันคำตอบต้องแข่งขัน ในการหาคำตอบจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการ แฮส หรือ อัตราแฮส เมื่อได้คำตอบ ผู้ที่หาคำตอบได้จะสามารถยืนยันความถูกต้องของ รายการธุรกรรมทั้งหมดที่เกิดในระบบขณะช่วงเวลาดังกล่าวได้ และได้รับรางวัลเมื่อยืนยันเสร็จแล้ว จะส่งรายการธุรกรรมที่ยืนยันแล้ว ส่งในรูปแบบบล็อก คือในหนึ่งบล็อกประกอบโดยหลายรายการธุรกรมที่ทำการยืนยันความถูกต้อง แล้ว เพื่อทำการปรับรายการเดินบัญชีสาธารณะของตนเอง ดังนั้นรายการเดินบัญชีของผู้ใช้ จะเป็น

บล็อกมาเรียงต่อกันแทน หรือ บล็อกเชน โดยรูปแบบของรายการถูกบันทึกในบล็อกดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างรายการธุรกรรมในบล็อก [6]

4. แนวโน้มอนาคต

เทคโนโลยีบล็อกเชนไม่ได้สร้างการเปลี่ยนแปลงเฉพาะสถาบันการเงินเท่านั้น แต่ยังเอื้อให้กับธุรกิจอื่น ๆ โดยเฉพาะการลดบทบาทของตัวกลาง ในอนาคตเทคโนโลยีบล็อกเชน ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขา เนื่องจากความสามารถด้าน การตรวจสอบรายการ การป้องกัน การรักษาบันทึกประวัติ เช่น ในอุตสาหกรรมการจัดหาเงินแหล่งทุนเพื่อการพาณิชย์ ธุรกิจจำเป็นต้องซื้อสินค้าและบริการในรูปแบบเครดิตด้วยการติดต่อแบบปลายทางถึงปลายทาง (End-to-end) เพื่อหลีกเลี่ยงและแก้ไขข้อพิพาทเกี่ยวกับการทำธุรกรรม ในระบบ IBM Global Financing (IGF) [8] ใช้จัดหาเงินทุนให้กับ พันธมิตรทั่วโลกช่วยให้สามารถซื้อสินค้าและบริการจากซัพพลายเออร์ด้วยเครดิตที่ได้รับอนุมัติจากบริษัท IBM ที่มีผู้ร่วมค้าและซัพพลายเออร์กว่า 4,000 รายที่ใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างกันและไม่สามารถเข้ากันได้ IBM ย้ายข้อมูลทั้งหมดไปยังบล็อกเชนและใช้รายการเดินบัญชีสาธารณะ หรือ ในอุตสาหกรรมด้านประกันภัยสามารถใช้บล็อกเชน กับผู้ให้บริการประกันภัยจะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลการอ้างสิทธิ์ เช่น เมื่อเกิดอุบัติเหตุ ให้ลูกค้าได้รับการจ่ายเงินอย่างยุติธรรมและทันเวลา ด้วยระบบอัตโนมัติ การประมวลผลการเรียกร้องประกันจะมีการกำหนดเงื่อนไขตามกรมธรรม์เก็บไว้ใน บล็อกเชนและเชื่อมต่อกับข้อมูลที่เปิดเผยต่อสาธารณชนผ่านทางอินเทอร์เน็ต เมื่อใดก็ตามที่เกิดขึ้นเหตุการณ์ขึ้นจะมีรายงานโดยแหล่งที่เชื่อถือได้ ข้อมูลกรมธรรม์จะถูกเรียกโดยอัตโนมัติ จะดำเนินเรียกร้องตามเงื่อนไขของนโยบายที่กำหนดไว้ในสัญญาสมาร์ทและลูกค้าจะได้รับเงินประกันอย่างรวดเร็ว หรือในอุตสาหกรรมด้านอุปกรณ์อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things :IoT) เมื่ออุปกรณ์โต้ตอบกับอีกฝ่ายหนึ่งการโต้ตอบใด ๆ สามารถบันทึกไว้ในบล็อกเชน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความถูกต้อง ลดต้นทุน กรณีระบบโลจิสติกส์ใช้บล็อกเชน เพื่อทำให้กระบวนการ IoT เป็นไปโดยอัตโนมัติ มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นเนื่องจากการทำธุรกรรมทั้งหมดจะถูกบันทึกไว้อย่างไม่ลบเลือน หรือมีการปรับปรุงความถูกต้องและลดค่าใช้จ่ายผ่าน IoT [9] และในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์บริษัท Daimler AG ผู้ผลิตรถยนต์สัญชาติเยอรมัน ได้ทดลองนำเอาระบบบล็อคเชนจากโครงการ Hyperledger มาใช้งานกับระบบการเงินของบริษัท โดยนำบล็อคเชนมาเป็นตัวกลางในกระบวนการด้านการเงินระหว่างบริษัทและนักลงทุน ที่ปกติจะเสียเวลา 10 สัปดาห์ เมื่อผ่านตัวกลางอย่างธนาคาร ขณะที่ใช้ระบบบล็อคเชนแทนช่วยให้กระบวนการข้างต้นเร็วขึ้นมาก [10]

5. สรุป

บล็อกเชนเป็นนวัตกรรมที่ถูกออกแบบเพื่อความปลอดภัยและเป็นข้อมูลสาธารณะ ถูกใช้ในรูปแบบของเงินในรูปแบบสกุลเงินดิจิตัล สามารถลดต้นทุนในการเคลื่อนย้ายของเงินได้เพราะไม่ต้องผ่านตัวกลางอย่างธนาคาร โดยรูปแบบของข้อมูลถูกบันทึกในรูปบล็อกและเชื่อมโยงข้อมูลต่อกันทำให้ไม่ผ่านตัวกลางในการส่งข้อมูลอีกต่อไป สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมได้ในหลายรูปแบบ

6. กิตติกรรมประกาศ

การเรียบเรียงครั้งนี้ผู้เขียนขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และขอขอบคุณ อาจารย์ในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์แอนิเมชันและมัลติมีเดียทุกท่าน ที่ได้ให้กำลังใจ และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Manav Gupta. "Blockchain for dummies", 2017.

[2] Government Office for Science. "Distributed Ledger Technology:beyond block chain", 2017.

[3] Satoshi Nakemoto. "Bitcoin: A Peer-To-Peer Electronic Cash System", 2008.

[4] Junbang Huang (March 14, 2017). " Bitcoin and Blockchain part II: Keys and Addresses ". The linkedin Blog. linkedin. Retrieved July 2, 2017.

[5] Howard Anglin (August, 2016). "What is the Blockchain - Technical Overview". IBM Cloud Advisor. Retrieved July 2, 2017.

[6] Michael Crosby. " BlockChain Technology: Beyond Bitcoin", 2016.

[7] Meni Rosenfeld, Analysis of hashrate- based double-spending, 2012.

[8] Guillaume Hoareau. "Making Blockchain Real for Business Demonstration of Blockchain Scenario Part II". BM Corporation. Retrieved July 2, 2017.

[9] David Snyder," BLOCKCHAIN TECHNOLOGY for THE INTERNET OF THINGS". 42TEK, Inc. 2017.

[10] WILLIAM HOFFMAN (June 30, 2017). " WILLIAM HOFFMAN". autofinancenews. Retrieved July 2, 2017

การศึกษาสมบัติของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เตรียมโดยวิธีการพ่นละอองสารเคมี

The Study of Properties of ZnO Thin Film Prepared by Spray Pyrolysis Method

หนึ่งฤดี พลจันทึก[1] ธิติวุฒิ บุตรโสม[1] ประธาน ประจวบโชค[2] วุฒิชัย แพงาม[1] เจษฎา ประทุมสิทธิ์[1]
กนต์ธีร์ กิจเกียรติพงษ์[1] อาทิตย์ สารสมบูรณ์[1] วารุณี เกิดแสง[1] และ สืบตระกูล สุชาติ[1*]
Nuengruedee Pholchunthuek[1], Titiwut Butsom[1], Prathan Prachopchok[2] Wuttichai Phaengam[1]
Jedsada Prathumsit[1], Ganatee Gitgeatpong[1] Arthit Sansomboon[1] Warunee Kerdsang[1] and
Suebtarkul Suchat[1]*

[1]สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220
Department of Applied Physics, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220
[2]สาขาวิชาฟิสิกส์ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220
Department of Physics, College of Teacher Education, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220
***Corresponding author**: sueb@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้เตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ โดยวิธีการพ่นละอองสารเคมี ในระยะเวลาการเคลือบคงที่ 12 นาที อัตราการไหลของอากาศ 3 ลิตรต่อนาที อุณหภูมิของฐานรอง 400 องศาเซลเซียส ซึ่งการทดลองเคลือบฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ได้แปรค่าความเข้มข้นสารที่ต่างกันคือ 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์ จากนั้นนำไปศึกษาโครงสร้างผลึกด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ พบระนาบการเลี้ยวเบน (002), (103) และ (101) แสดงให้เห็นว่าฟิล์มบางมีโครงสร้างผลึกแบบเฮกซะโกนอล จากการศึกษาพื้นผิวของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เตรียมได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่าเกรนมีลักษณะโดยทั่วไปเป็นทรงกลมที่มีทั้งขนาดใหญ่และเล็กปะปนกัน และบางส่วนเกาะรวมกันเป็นกลุ่มก้อนเนื่องมาจากการเตรียมด้วยเทคนิคการพ่นละอองสารเคมี สารละลายอยู่ในรูปของละอองขนาดเล็ก ซึ่งละอองสารละลายที่เข้าสู่เตาให้ความร้อนจะทำปฏิกิริยากันแบบสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ โดยส่วนที่ทำปฏิกิริยากันสมบูรณ์จะเกิดการตกตะกอนขณะที่ยังอยู่ในภาวะที่ยังเป็นละออง และส่วนที่ไม่สมบูรณ์อาจจะเกิดจากละอองของสารละลายเกิดการรวมตัวกลับมาเป็นหยดของสารละลายอีกครั้ง และค่าความหนาของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นของสารเคมี 0.05 โมลาร์ มีความหนาเฉลี่ยประมาณ 694 นาโนเมตร สภาพความต้านทานไฟฟ้าของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้นสารในการพ่นละอองสารเคมีเท่ากับ 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์ มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า 255.42 Ω·cm, 87.48 Ω·cm, 17.41 Ω·cm และ 167.13 Ω·cm ตามลำดับ จากการศึกษานี้ทำให้เห็นว่า ฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ มีสภาพความต้านทานไฟฟ้าน้อยที่สุด

คำสำคัญ : ฟิล์มบาง ฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ วิธีการพ่นละอองสารเคมี

Abstract

Zinc oxide thin films were prepared by spray pyrolysis method. The deposition time was fixed at 12 minutes with the flowing rate of 3 liter/min while the substrate was heated at 400 Celsius. The solution concentration was varied from 0.02, 0.04, 0.05 and 0.1 molar. The crystal structure of the thin film was analyzed using x-rays diffraction technique at which the sharp (002), (103) and (101) Bragg peaks were observed suggesting the hexagonal structure. Scanning electron microscopy on the thin film surface showed mixed small and large grain sizes while some area showed a clump of grain which is the nature of spray pyrolysis technique. The thin film thickness prepared from the 0.05 molar solution was approximately 694 nanometers. Electrical resistivity of the obtained thin films prepared from the 0.02, 0.04, 0.05 and 0.1 molar solutions were 255.42 Ω·cm, 87.48 Ω·cm, 17.41 Ω·cm and 167.13 Ω·cm, respectively. This study showed that electrical resistivity of the thin film was highest when prepared by the 0.05 molar solution.

Keyword : Thin films, Zinc oxide thin films, Spray Pyrolysis

1. บทนำ

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิต พร้อมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบางที่มีโครงสร้างเป็นสามชั้น (Triple junction structure) รวมถึงเทคนิคที่ใช้ทำฟิล์มและการกำหนดเงื่อนไขในการทำฟิล์ม เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้ได้ค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่แตกต่างกัน ฟิล์มบางออกไซด์แบบโปร่งแสงเป็นอีกส่วนประกอบหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์และอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์ต่างๆ ดังนั้นคุณภาพและต้นทุนการผลิตของฟิล์มบางออกไซด์แบบโปร่งแสงจึงเป็นที่มาของการศึกษาฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์

ฟิล์มบางออกไซด์โปร่งใสนำไฟฟ้า (Transparent Conductive Oxide : TCO) โดย TCO ที่นิยมใช้ในปัจจุบันนั้นมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิดคือ อินเดียม ทิน ออกไซด์ (Indium Tin Oxide, ITO), ทินออกไซด์ (Tin Oxide, SnO_2) และ ซิงค์ออกไซด์ (Zinc Oxide, ZnO) กรณีของ ITO มีราคาแพงเหมาะที่จะใช้สำหรับงานวิจัยเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพมากกว่าการผลิตเป็นเชิงพาณิชย์ซึ่งมีต้นทุนการผลิตสูง ในส่วนของ SnO_2 จะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าซิงค์-ออกไซด์และปัจจุบันนิยมนำมาใช้ผลิตเชิงพาณิชย์แต่มีราคาแพง ส่วนเทคโนโลยีการสร้างฟิล์มนั้นค่อนข้างง่ายการทำให้ฟิล์มมีพื้นผิวขรุขระ เหมาะกับการใช้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ยังคงปิดเป็นความลับซึ่งทำได้ยากมาก ส่วนซิงค์-ออกไซด์มีเทคโนโลยีในการสร้างฟิล์มค่อนข้างง่าย สามารถทำให้พื้นผิวฟิล์มขรุขระได้ เหมาะกับการใช้ผลิตเซลล์แสงอาทิตย์

ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) คือวัสดุที่เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการประยุกต์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยมีช่องว่างแถบพลังงาน (energy gap) แบบตรงอยู่ในช่วงรังสีใกล้อุลตร้าไวโอเลต (near-UV spectral region) โครงสร้างซิงค์ออกไซด์ มีโครงสร้างแบบเวิดไซด์ (wurtzite structure) โดยมีลักษณะคล้ายกับ GaN คุณสมบัติของซิงค์ออกไซด์ มีการศึกษามาตั้งแต่ยุคต้นๆ ของการศึกษาสารกึ่งตัวนำ แต่การใช้ซิงค์ออกไซด์ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับสภาพนำไฟฟ้าที่น้อย โดยโครงสร้างผลึกของซิงค์ออกไซด์ โดยธรรมชาติมีชนิดการนำไฟฟ้าเป็นชนิดเอ็น ในปัจจุบันซิงค์ออกไซด์ถูกใช้ในด้านออปโต้อิเล็กทรอนิกส์ (optoelectronics) โดยถูกใช้เป็นฐานรองรับของ GaN มีงานวิจัยอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับการใช้ซิงค์ออกไซด์ เป็นส่วนประกอบ หรือ แทนที่ GaN ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยโฟกัสที่สมบัติทางด้านสารกึ่งตัวนำของซิงค์ ออกไซด์ โดยมีความพยายามเพิ่มการนำไฟฟ้าและควบคุมสภาพการนำไฟฟ้าชนิดเอ็น และเพิ่มสมบัติสภาพการนำไฟฟ้า

ชนิดพี ในการศึกษาด้านทฤษฎีมีการคำนวณโดยใช้ DFT (density functional theory) เพื่อศึกษาและเข้าใจบทบาทของข้อบกพร่องธรรมชาติ (native defect) และสารเจือที่จะเพิ่มสภาพการนำไฟฟ้าของซิงค์ออกไซด์

วิธีที่เตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ มีหลายวิธีเช่น วิธีแมคนีตรอนสปัตเตอร์ริ่ง, โซเจลสปินโคตติ้ง, เพ้าเลเซอร์ดิโพซิชั่น และ พ่นละอองสารเคมี วิธีพ่นละอองสารเคมีเป็นวิธีที่ง่ายและได้ฟิล์มที่มีสมบัติตามต้องการในการประยุกต์ใช้ต่างๆ โดย Caglar ได้เตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์โดยวิธีการเคลือบด้วย Spin coating พบว่าผลึกมีโครงสร้างแบบ Polycrystalline มีขนาดเกรนเฉลี่ย 28 นาโนเมตรและมีค่าการส่องผ่าน ทางแสง (Transparent) 90% พบว่าฟิล์มเป็น n-type มีค่า Eg = 3.30 eV ที่อุณหภูมิห้อง Jiang ได้ปลูกฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ด้วยเทคนิค RF magnetron sputtering บนแผ่นฐานแก้วภายใต้ความดันของแก๊สอาร์กอน มี Target เป็นของแข็งสารประกอบของซิงค์ออกไซด์ และ Bismuth oxide หลังจากได้ฟิล์มบาง ได้ผ่านการอบความร้อนที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสในบรรยากาศสุญญากาศ เป็นเวลา 4 ชั่วโมงพบว่า ซิงค์ออกไซด์มีการจัดเรียงผลึกตาม แนวแกน “c” ระนาบ (002) ค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำประมาณ 1.89×10^{-3} Ω.cm และค่าการส่องผ่าน ของแสงประมาณ 85% Jamil Kamal Salem ได้ศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคนาโนของซิงค์ ออกไซด์โดย เตรียมสารละลายที่ประกอบด้วยน้ำ สารลดแรงตึงผิวต่างชนิดกัน คือ Tx-100 ชนิดประจุไม่มีขั้ว SDS ชนิดประจุลบ และ CTAB ชนิดประจุบวกผลการวิเคราะห์พบว่าเมื่อเติม CTAB จะมีขนาดผลึก 3.4 นาโนเมตร เมื่อเทียบกับการใช้สารลดแรงตึงผิวชนิดอื่นที่ไม่ส่งผลกระทบต่อฟิล์ม เนื่องจากคุณสมบัติ CTAB นั้นมีโครงสร้างที่มีประจุ (ชอบน้ำ) และไม่มีประจุ (ไม่ชอบน้ำ) แสดงให้เห็นพฤติกรรมของ CTAB ทำให้เกิดความแตกต่างของขนาดผลึกและโครงสร้างอสัญฐานของซิงค์ออกไซด์ นอกจากนี้เมื่อเติม ได้ค่า Eg กว้างขึ้น เท่ากับ 3.65 eV ทำให้ฟิล์มสามารถดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่นสั้น แสงสีน้ำเงินเป็นช่วงสเปกตรัมที่ให้พลังงานสูง

จากรูปแบบต่าง ๆ ของการเคลือบฟิล์มบางที่กล่าวมาทั้งหมดพบว่า การเคลือบฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ด้วยการพ่นละอองสารเคมีจะมีต้นทุนการผลิตต่ำ และมีวิธีการที่ไม่ซับซ้อนยุ่งยากมากนักในการเคลือบ จึงทำให้เหมาะสำหรับใช้เป็นกระบวนการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม และมีความเป็นไปได้อย่างกว้างขวางจึงเลือกใช้ เป็นแนวทางในการทำวิจัยในครั้งนี้

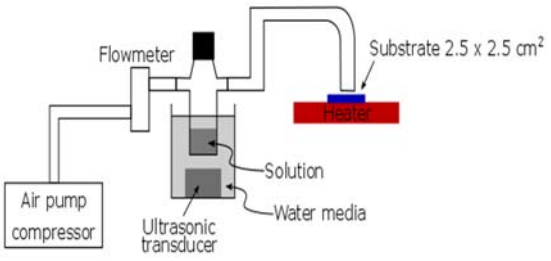
2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุอุปกรณ์ (materials)

แผ่นกระจกสไลด์ตัดให้ได้ขนาด 2.5 ซม. X 2.5 ซม. เตาให้ความร้อนกำลังสูงสุด 6000 วัตต์ เครื่องชั่งสาร เครื่อง Atomizer ปั้มลม สารตั้งต้น ซิงค์อะซิเตท (zinc acetate) เอธานอล 99.9% อะซีโตน

2.2 วิธีการ (methods)

การเตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์โดยวิธีการพ่นละอองสารเคมีโดยจัดชุดทดลองดังภาพที่ 1 ทำความสะอาดแผ่นกระจกกระจกสไลด์ที่ใช้เป็นฐานรองเคลือบ เตรียมสารละลายซิงค์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์ (ดังตารางที่ 1) ละลายด้วยเอธานอล 99.9% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำแผ่นกระจกสไลด์ไปอุ่นที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อเตรียมการเคลือบ เปิดเครื่องปั๊มลมปรับค่าอัตราการไหลของอากาศที่ 3 ลิตรต่อนาที เปิดเตาให้ความร้อนโดยให้อุณหภูมิฐานรองในการเคลือบอยู่ที่ 400 องศาเซลเซียส เปิดเครื่อง Atomizer เพื่อให้เกิดละอองสารเคมี ใช้ระยะเวลาในการพ่นละอองสารเคมี 12 นาที



ภาพที่ 1 แสดงการจัดชุดทดลองการเตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์โดยวิธีการพ่นละอองสารเคมี

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณสารตั้งต้นสำหรับการพ่นละอองสารเคมี

Zinc acetate	
Molar	**Weight (g)**
0.02	0.4389
0.04	0.8779
0.05	1.09745
0.1	2.1949

จากนั้นนำฟิล์มที่ได้ไปศึกษาโครงสร้างผลึกเชิงจุลภาค โดยเครื่องเอ็กซ์เรย์ดิแฟรกโตรมิเตอร์ (XRD) ของ Bruker รุ่น D8 Advance ซึ่งรังสีเอ็กซ์มีความยาวคลื่น 1.5418 อังสตรอม โดยใช้กระแส 40 มิลลิแอมป์ ความต่างศักย์ 40 กิโลโวลต์

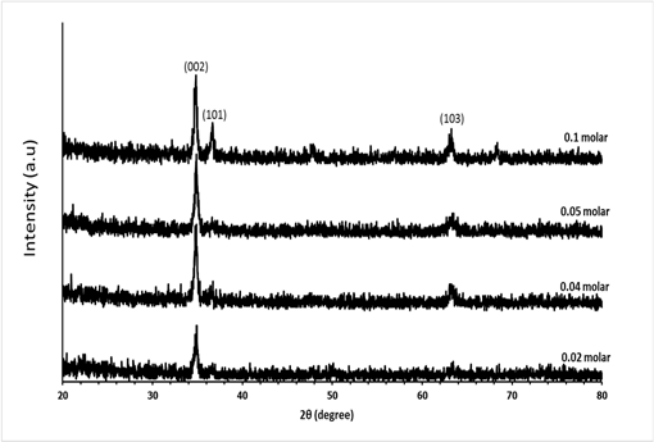
นำฟิล์มที่ได้ไปศึกษาโครงสร้างผลึกเชิงมหภาค โดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM) ของ JEOL รุ่น JSM-6400

นำฟิล์มที่ได้ไปวัดค่าการส่องผ่านแสงในช่วงความยาวคลื่น 300 ถึง 800 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ทางแสงในย่านความยาวคลื่นอัลตราไวโอเลต-ตามองเห็น-อินฟราเรด (UV-VIS-NIR Spectrophotometer) ของ Shimadzu รุ่น 3101PC

นำฟิล์มที่ได้ไปวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าด้วยวิธีขั้วปลายแหลมสี่ขั้วตามแนวเส้นตรง

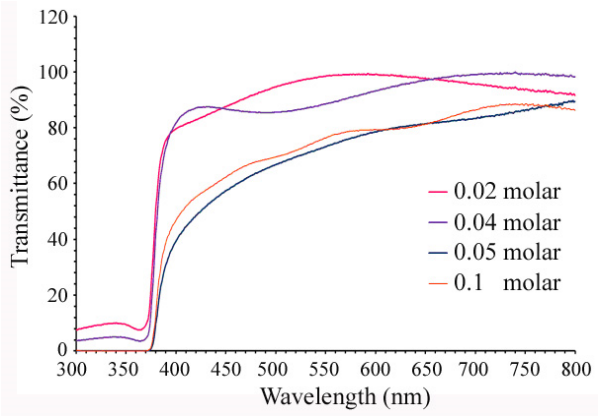
3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการศึกษาด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนด้วยรังสีเอ็กซ์ ที่มุมเลี้ยวเบน 2θ จาก 20 องศา ถึง 80 องศา ที่ความเข้มข้น 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์ ปรากฏการเลี้ยวเบนที่ระนาบหลัก (002) และระนาบที่รองลงมา (103) และที่ความเข้มข้น 0.1 Molar ยังปรากฏระนาบ (101) ดังภาพที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับ ASTM standard card JCPDS no.36-1451



ภาพที่ 2 ผลการวัดด้วยเทคนิค XRD ของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ เตรียมที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ที่ระยะการพ่นละอองสารเคมี 12 นาที เริ่มที่ความเข้มข้นของซิงค์ออกไซด์ ที่ 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์

การส่งผ่านแสงของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ ที่การแปรค่าความเข้มข้นต่าง ๆ ของสาร แสดงดังภาพที่ 3 พบว่าแสงไม่สามารถส่งผ่านที่ช่วงความยาวคลื่น 300 นาโนเมตร ถึง 370 นาโนเมตรได้ ดังภาพที่ 3

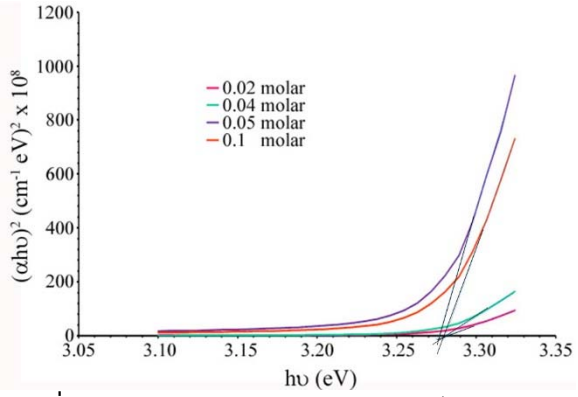


ภาพที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การส่งผ่านแสงของฟิล์มบาง ZnO ที่การแปรค่าความเข้มข้นของสาร

แต่ที่ช่วงความยาวคลื่น 371 นาโนเมตร ถึง 600 นาโนเมตร ที่ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์ แสงสามารถทะลุผ่านไปได้ดีกว่าความเข้มข้น 0.04, 0.05, และ 0.1 โมลาร์ และที่ช่วงความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร ถึง 800 นาโนเมตร จะเห็นว่าที่ความเข้มข้น 0.04 โมลาร์ มีการส่งผ่าน

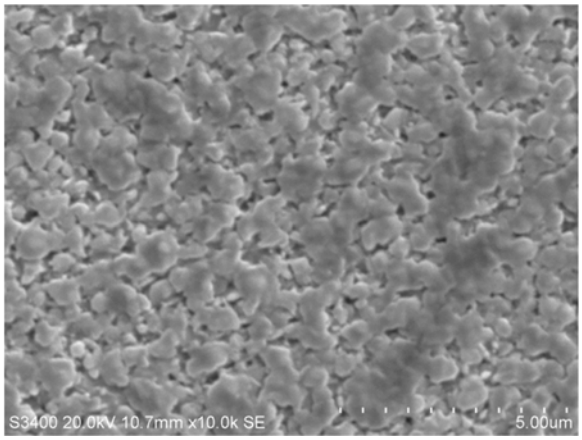
แสงสูงกว่าความเข้มข้น 0.02, 0.05, และ 0.1 โมลาร์ แสดงให้เห็นว่าฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์ มีความโปร่งแสงมาก

ค่าช่องว่างแถบพลังงานของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่การแปรค่าความเข้มข้นสารต่าง ๆ หาได้จากความสัมพันธ์ระหว่าง $(\alpha h\nu)^2$ กับพลังงานโฟตอน ($h\nu$) ของการแปรค่าความเข้มข้นสาร โดยการลากเส้นตรงตัดพลังงานโฟตอน พบว่าที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ มีค่าช่องว่างแถบพลังงาน 3.275 eV และที่ความเข้มข้น 0.02, 0.04 และ 0.1 โมลาร์ มีค่าช่องว่างแถบพลังงาน 3.28 eV ค่าช่องว่างแถบพลังงานนี้จะเป็นตัวกำหนดในการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของแสงโฟตอน เมื่อพลังงานที่ได้รับจากช่วงความยาวคลื่นแสงที่ตกกระทบมีค่าน้อยกว่าช่องว่างแถบพลังงานของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่การแปรค่าความเข้มข้นสารต่าง ๆ ฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ก็จะส่งผ่านแสงออกมา

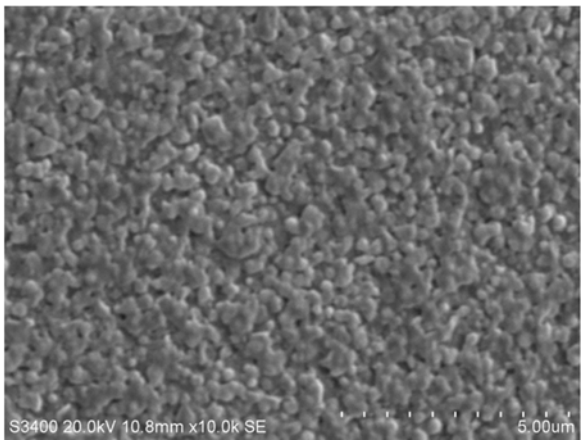


ภาพที่ 4 แสดงค่าช่องว่างแถบพลังงานของฟิล์มบาง ZnO ที่ความเข้มข้น 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์

จากการเปรียบเทียบพื้นผิวของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์จากภาพถ่าย SEM ในภาพที่ 5 ลักษณะผิวหน้าของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ มีเกรนที่ใหญ่กว่าภาพที่ 6 ลักษณะผิวหน้าของฟิล์มบาง ซิงค์ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 0.04 โมลาร์ ที่เตรียมโดยวิธีการพ่นละอองสารเคมี พบว่า เกรนมีลักษณะโดยทั่วไปเป็นทรงกลมที่มีทั้งขนาดใหญ่และเล็กปะปนกัน และมีอนุภาคบางส่วนเกาะรวมกันเป็นกลุ่มก้อน เนื่องจากการสังเคราะห์ด้วยเทคนิคการพ่นละอองสารเคมี สารละลายอยู่ในรูปของละอองขนาดเล็ก ซึ่งละอองสารละลายที่เข้าสู่เตาให้ความร้อนที่ทำปฏิกิริยากันสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ โดยส่วนที่ทำปฏิกิริยากันสมบูรณ์จะเกิดการตกตะกอนขณะที่ยังอยู่ในภาวะที่ยังเป็นละออง และส่วนที่ไม่สมบูรณ์อาจจะเกิดจากละอองของสารละลายเกิดการรวมตัวกลับมาเป็นหยดของสารละลายอีกครั้ง



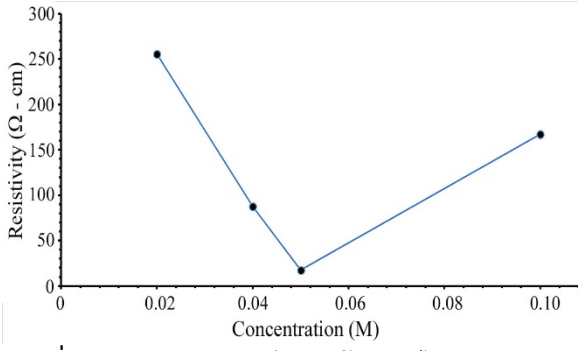
ภาพที่ 5 แสดงภาพถ่าย SEM ผิวหน้าของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เข้มข้น 0.1 โมลาร์



ภาพที่ 6 แสดงภาพถ่าย SEM ผิวหน้าของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เข้มข้น 0.04 โมลาร์

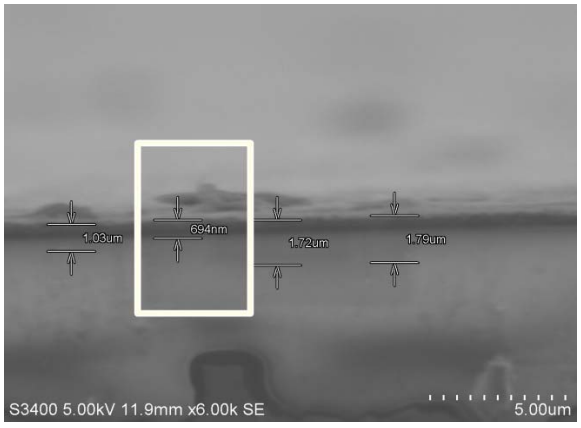
สภาพความต้านทานไฟฟ้าของฟิล์มบางซิงค์บางออกไซด์ โดยมีการแปรค่าความเข้มข้นสารในการพ่นละอองสารเคมีคือ 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์ ตามลำดับ มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า 255.42 Ω·cm,

87.48 Ω·cm, 17.41 Ω·cm และ 167.13 Ω·cm จะเห็นว่าที่ความเข้มข้นสารเคมีน้อย ๆ ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ามี แนวโน้มสูงขึ้น และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมี ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ามีแนวโน้มต่ำลง แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารเคมีมากขึ้น จะมีความเป็นผลึกมากกว่าความเข้มข้นของสารเคมีน้อย ๆ อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้ดีจึงนำไฟฟ้าได้ดี แต่ในความเข้มข้นสารเคมีที่ 0.1 โมลาร์ มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่มีแนวโน้มสูงขึ้น มีความเป็นผลึกมากเกินไป อาจทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้ไม่ดี จึงนำไฟฟ้าได้ไม่ดีอย่างที่ควรจะเป็น ภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์สภาพต้านทานไฟฟ้าของฟิล์มบาง ZnO ที่ความเข้มข้นของสาร 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์

ค่าความหนาของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์จากภาพถ่าย SEM ที่ความเข้มข้นของสารเคมี 0.05 โมลาร์ มีความหนาเฉลี่ยประมาณ 694 นาโนเมตร ในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงภาพถ่าย SEM ความหนาของฟิล์มบางซิงค์ ออกไซด์ ที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ค่าความหนาที่ใช้ในการคำนวณคือ 694 นาโนเมตร

4. สรุปผลการวิจัย

ในการเตรียมฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ จะทำการเตรียมฟิล์มบางโดยการพ่นละอองสารเคมี โดยที่ความเข้มข้นต่างกัน เตรียมที่ 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์ ในระยะเวลาการพ่นละอองสารเคมี 12 นาที อัตราการไหลของอากาศเตรียมที่ 3 ลิตรต่อนาที ให้อุณหภูมิเตาให้ความร้อน 400 องศาเซลเซียส ตามลำดับดังรูป จะเห็นว่าที่กระจกสไลด์ในความเข้มข้นที่ 0.02 โมลาร์ มีความใสกว่าในความเข้มข้นอื่นๆ เนื่องจากมีปริมาณสารในการเคลือบที่น้อยกว่า จึงทำให้ดูใสกว่า

ฟิล์มบาง ZnO เตรียมที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ระยะการพ่นละอองสารเคมี 12 นาที จากการศึกษาด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนด้วยรังสีเอ็กซ์ ที่มุมเลี้ยวเบน 2θ จาก 20 องศา ถึง 80 องศา ที่ความเข้มข้น 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์ ปรากฏการเลี้ยวเบนที่ระนาบหลัก (002) และระนาบที่รองลงมา (103) และที่ความเข้มข้น 0.1 Molar ยังปรากฏระนาบ (101) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Schmidt และคณะที่ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเกิดฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ ซึ่งมีโครงสร้างผลึกเป็นแบบเฮกซะโกนอล ซึ่งตรงกับ ASTM standard card JCPDS no.36-1451

สภาพความต้านทานไฟฟ้าของฟิล์มบางซิงค์บางออกไซด์ โดยมีการแปรค่าความเข้มข้นสารในการพ่นละอองสารเคมีคือ 0.02, 0.04, 0.05 และ 0.1 โมลาร์ ตามลำดับ มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า 255.42 Ω·cm, 87.48 Ω·cm, 17.41 Ω·cm และ 167.13 Ω·cm จะเห็นว่าที่ความเข้มข้นสารเคมีน้อย ๆ ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ามี แนวโน้มสูงขึ้น และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารเคมี ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ามีแนวโน้มต่ำลง แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารเคมีมากขึ้น จะมีความเป็นผลึกมากกว่าความเข้มข้นของสารเคมีน้อย ๆ อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้ดีจึงนำไฟฟ้าได้ดี แต่ในความเข้มข้น

สารเคมีที่ 0.1 โมลาร์ มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าที่มีแนวโน้มสูงขึ้น มีความเป็นผลึกมากเกินไป อาจทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้ไม่ดี จึงนำไฟฟ้าได้ไม่ดีอย่างที่ควรจะเป็น จากงานวิจัยทำให้เห็นว่า ฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ มีสภาพความต้านทานไฟฟ้าน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่าอิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ได้ดีจึงนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์ในเรื่องเครื่องมือและสถานที่ทำงานวิจัย รวมทั้งให้คำแนะนำต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] อุปถัมภ์ นาครักษ์. 2548. การศึกษาสมบัติของฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ที่เจือด้วยฟลูออรีนและพลวงซึ่งเตรียมโดยวิธีพ่นละอองสารเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชา ฟิสิกส์ประยุกต์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[2] นันทนัช วัฒนสุภิญโญ. 2553. สมบัติทางกายภาพของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์เจือด้วยอะลูมิเนียมและอินเดียมเตรียมโดยเทคนิค ดีซี แมกนีตรอน สปัตเตอริง. ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (ฟิสิกส์). กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[3] ใจเพชร แก้วโภคา. 2557. การปลูกฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เติมสารเจือด้วยกระบวนการผลิตต้นทุนต่ำสำหรับชั้นป้องกันสะท้อนแสงของเซลล์แสงอาทิตย์. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[4] Kaneko S., Yagi I., Murakami K. and Okuya M. 2001. Thermal decomposition of di-*n*-butyltin(IV) diacetate as a precursor for the spray pyrolysis deposition of oriented SnO_2 thin films. Solid State Ionics; 141-142: 463-470.

[5] Jamdagni P., Khatri P. and Rana J.S. 2016. Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using flower extract of Nyctanthes arbor-tristis and theirantifungal activity. Journal of King Saud University - Science. 47(6): 889-893.

วัสดุชีวภาพสำหรับการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์

Biometerials for Medical Applications

ชโนภาส ชนลักษณ์ดาว วรวดี สุชัยยะ สุธาทิพย์ ทองเล่ม* และเจริญพร โชคบริบาล

Chanopat Chonlakdao, Voravadee Suchaiya, Sutatip Thonglem*, Jaroenporn Chokboribal

สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพ 10220

Department of Materials Science, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220

***Corresponding author**: sutatip.t@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

วัสดุชีวภาพถูกนำมาใช้ในทางการแพทย์อย่างหลากหลาย เช่น หลอดเลือดหัวใจเทียม วัสดุทดแทนกระดูกและข้อต่อ วัสดุทางทันตกรรม และด้านพันธุวิศวกรรมเนื้อเยื่อ เป็นต้น เนื่องจากความเข้ากันได้ทางชีวภาพกับเนื้อเยื่อและไม่เป็นพิษต่อร่างกาย วัสดุชีวการแพทย์สามารถสังเคราะห์ได้จากวัสดุกลุ่ม โลหะ โลหะผสม เซรามิก แก้ว พอลิเมอร์ และวัสดุผสม การเลือกใช้วัสดุสำหรับการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์นั้น วัสดุต้องสามารถรวมเข้ากับเนื้อเยื่อบริเวณโดยรอบได้ และมีความทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเนื่องจากต้องสัมผัสกับเนื้อเยื่อและของเหลวภายในร่างกายเป็นระยะเวลานาน ยิ่งไปกว่านั้นการขึ้นรูปของวัสดุจะเป็นการจำลองรูปแบบของอวัยวะที่ต้องการนำไปทดแทนและต้องคำนึงถึงความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ทั้งทางโครงสร้างและสมบัติเชิงกล

คำสำคัญ : วัสดุชีวภาพ, ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ, วัสดุชีวการแพทย์

Abstract

Biomaterials are used in various medical applications such as artificial coronary artery, bond and join replacement materials, dental materials and tissue engineering due to the their good compatibility and non-toxicity to human body. Biomedical materials can be synthesized from several kinds of materials such as metal, alloy, ceramic, glass, polymer and composites. In the selection of biomaterials for medical application, these materials not only are able to integrate with surrounding tissue, but also have good resistance to corrosion owing to the long term contacting with tissue and human fluid. Moreover, with a careful application- specific structural and mechanical design consideration, biomaterials are shaped to resemble the body part to be replaced.

Keywords: Biomaterials, Biocompatibility, Biomedical material

1. บทนำ

วัสดุชีวภาพ (Biomaterials) คือ วัสดุที่ถูกนำมาใช้กับร่างกายของสิ่งมีชีวิต เพื่อทดแทนหรือซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่ถูกทำลาย โดยจะต้องมีสมบัติเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย (non-toxicity) [1] อีกทั้งมีสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมและสมบัติเชิงกลที่ดี วัสดุชีวภาพจะผลิตจากวัสดุกลุ่ม โลหะ (Metal) โลหะผสม (Alloy) เซรามิก (Ceramic) แก้ว (Glass) พอลิเมอร์ (Polymer) และวัสดุคอมโพสิต (Composite) โดยจะถูกเลือกใช้ตามความเหมาะสมของบริเวณที่ต้องการการทดแทน เช่น โลหะ โลหะผสม เซรามิก และแก้ว มักจะถูกเลือกใช้เป็นวัสดุเพื่อทดแทนกระดูกและข้อต่อ ส่วนพอลิเมอร์จะถูก

นำมาใช้ในทางชีวภาพด้านวิศวกรรมเนื้อเยื่อ ทดแทนหลอดเหลือด หัวใจและเนื้อเยื่อในดวงตา และใช้งานเป็นวัสดุภายนอก เช่น ทำแผ่นปิดแผล ระบบนำส่งยา และคอนแทคเลนส์ ส่วนวัสดุคอมโพสิตจะถูกใช้ในงานทางทันตกรรมบูรณะฟัน เป็นต้น [1]

นอกจากการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมแล้ว กระบวนการขึ้นรูปวัสดุนั้นๆ ก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน ซึ่งการขึ้นรูปจะเป็นการจำลองรูปแบบของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่ต้องการนำไปทดแทน เช่น การขึ้นรูปวัสดุทดแทนกระดูกให้มีโครงสร้างคล้ายอวัยวะเดิม จำพวก ข้อต่อสะโพกและกระโหลกศรีษะ รวมถึงการสร้างรูพรุนในเนื้อวัสดุทดแทนกระดูก เพื่อให้เกิดเนื้อเยื่อกระดูกจริงแทรกตัวผ่านรูพรุนและเชื่อมติดกับเนื้อเยื่อรอบๆ ในส่วนของพอลิเมอร์ก็ขึ้นรูปให้มีลักษณะเป็นโครงร่าง หรือรูพรุนขนาดเล็ก เพื่อให้เซลล์ยึดเกาะและเจริญเติบโตเพื่อพัฒนาเป็นเนื้อเยื่อใหม่ในงานวิศวกรรมเนื้อเยื่อ และ สามารถจะดูดซับของเหลวและเกิดการแลกเปลี่ยนของเหลวและอากาศได้ดีในวัสดุปิดแผล และวัสดุคอมโพสิต จะแข็งตัวได้ง่ายโดยใช้แสงจึงถูกใช้ในงานทันตกรรมบูรณะฟันเป็นหลัก จากที่กล่าวมานี้จะเห็นได้ว่าวัสดุทางชีวภาพถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างหลากหลายในทางการแพทย์

2. ประเภทของวัสดุชีวภาพ

วัสดุชีวภาพสามารถสังเคราะห์ได้จากวัสดุ 4 ประเภทหลักๆ [1] ดังนี้

2.1 โลหะและโลหะผสม

เนื่องจากสมบัติทั่วไปของโลหะมีความแข็งแรงเชิงกลที่ดี เหนียว ไม่แตกหักเสียหายได้ง่าย จึงได้นำมาใช้ในการรักษาด้านการแพทย์ แต่ในความเป็นจริงไม่สามารถนำโลหะทุกชนิดมาประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ได้ เนื่องจากวัสดุส่วนมากที่นำมาใช้กับร่างกายจะเกิดการสึกกร่อนจากสภาวะของเหลวภายในร่างกาย เมื่อโลหะสึกกร่อนจะเป็นพิษต่อร่างกายได้

ดังนั้นโลหะที่นำใช้ในทางการแพทย์จะต้องมีแสดงสมบัติความเฉื่อยทางชีวภาพ (Bioinert) และทนต่อการสึกกร่อนได้ดี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1. กลุ่มโลหะมีตระกูล ได้แก่ กลุ่มของโลหะทองคำ (Au), เงิน (Ag), และแพลทินัม (Pt)

2. กลุ่มโลหะผสม ได้แก่ เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel) โลหะผสมของโคบอลต์-ไทเทเนียม โลหะผสมระหว่างนิเกิล-ไทเทเนียม และโลหะผสมระหว่างโคบอลต์-โครเมียม

ซึ่งโลหะแต่ละประเภทมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันและนำไปใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ โลหะมีตระกูลมักนำไปใช้งานด้านทันตกรรม เนื่องจากทนต่อการกัดกร่อน ไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อ เช่น การใช้ครอบฟันเป็นทองคำ หรือรากเทียม (implant) ทำจากโลหะไทเทเนียม (Ti) กะโหลกเทียมทำจากเงิน (Ag) แต่เป็นกลุ่มที่มีราคาแพง ในขณะที่กลุ่มโลหะผสม มีความแข็งแรงมากกว่าและมีราคาต่ำกว่า สามารถนำไปใช้งานได้หลายหลาย เช่น ด้านทันตกรรม ออร์โทพีดิกส์ ศัลยกรรม และมักใช้งานที่เป็นวัตถุดิบการผลิตอุปกรณ์การแพทย์ต่างๆ

ภาพที่ 1 ตัวอย่างวัสดุโลหะที่ใช้ทางการแพทย์
ที่มา: (A) http://www.aalto.fi/en/current/news/2015-05-05-003/,
(B) http://www.australiandentalgroup.com.au/dental-implants,
และ (C) http://www.insidemetaladditivemanufacturing.com/blog/how-3d-printing-is-changing-the-face-of-surgery

2.2. พอลิเมอร์

พอลิเมอร์เป็นวัสดุที่มีลักษณะเฉพาะตัว เป็นสายโซ่โมเลกุลยาวที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่มีโครงสร้างทางเคมีซ้ำกัน (monomer) ที่เหมือนหรือต่างกันมาต่อกันจนเป็นสายโซ่ยาวและพับกันไปมาพอลิเมอร์สามารถแบ่งตามชนิดได้ 2 ประเภท คือ

1. พอลิเมอร์ธรรมชาติ (natural polymer) ได้แก่ แป้ง (starch) ยางธรรมชาติ (natural rubber) และเซลลูโลส (cellulose) เป็นต้น

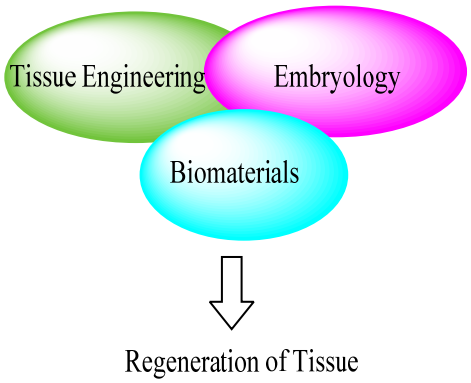
2. พอลิเมอร์สังเคราะห์ (synthetic polymer) ได้แก่ พอลิเอทิลีน (polyethylene: PE) พอลิพอพิลีน (poly-propylene: PP) พอลิสไตรีน (polystyrene: PS) พอลิเอส-เทอร์ (polyester) พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinylchloride: PVC) และ พอลิเอไมด์ (polyamide) เป็นต้น

ทั้งพอลิเมอร์ธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ ได้ถูกนำมาใช้งานทางด้านการแพทย์หลายหลายประเภท ตัวอย่าง เช่น พอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น พอลิเมทิลเมทาคริเลต (polymethyl methacrylate : PMMA) นำมาใช้เป็นวัสดุฐานฟันปลอม (denture base) และคอนแทคเลนส์ (contact lens) และ พอลิเอสเทอร์นำมาผลิตผ้าปิดแผล (wound patch) เป็นต้น

(A) (B) (C)

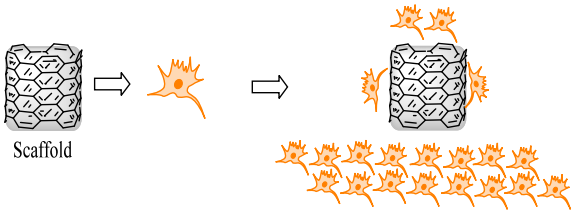
ภาพที่ 2 ตัวอย่างวัสดุพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่ใช้ทางการแพทย์
ที่มา: (A) http://www.yamahachidental.co.jp /en/products/07synthetic_resin/ 01_4denture_bases_pc/01basis_pc/, (B), www.comfi-range.com/dressing-retention.html และ (C) https://www.thomasutton.com/ contacts/lens-types.html

ส่วนพอลิเมอร์ธรรมชาตินั้นมีบทบาทสำคัญอย่างมากต่องานพันธุวิศวกรรมเนื้อเยื่อ (Tissue engineering) เนื่องจากพอลิเมอร์ธรรมชาติสามารถสลายตัวและมีฤทธิ์ทางชีวภาพต่อเซลล์และเนื้อเยื่อ โดยสารสกัดจากธรรมชาติสามารถนำมาขึ้นรูปเป็นวัสดุประเภทฟิล์ม (film) หรือโครงร่างค้ำจุน (scaffold) เพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและประโยชน์ทางการแพทย์ โดยแผนภาพการกระบวนการทำงานของวัสดุชีวภาพต่องานพันธุวิศวกรรม ดังนี้

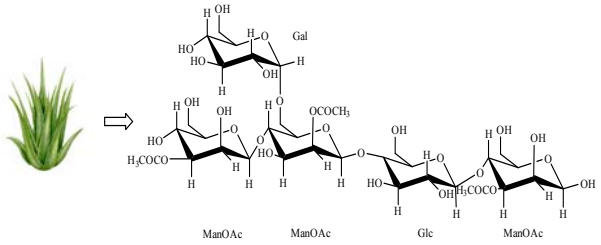


ภาพที่ 3 แผนภาพการกระบวนการทำงานของวัสดุชีวภาพต่องานพันธุวิศวกรรม

ในปี พ.ศ. 2557 Chantarawaratit et. al [2] และ Boonyagul et. al [3] ทำการวิจัยสร้างโครงร่างค้ำจุนจากสารอะซีแมนแนน (Acemannan) นำไปเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเซลล์สร้างเส้นใยเหงือก ผลที่ได้ผลว่าโครงร่างค้ำจุนนี้เหนี่ยวนำให้เซลล์สร้างสารที่จำเป็นต่อการหายของแผล พร้อมทั้งเหนี่ยวนำการเพิ่มจำนวนเซลล์เส้นใยเหงือกและเซลล์สร้างกระดูก ซึ่งสารอะซีแมนแนนนี้ สามารถสกัดได้จากว่านหางจระเข้ จากการศึกษาวิจัยของเจริญพร โชคบริบาล และคณะ [4] ในปี พ.ศ. 2558 ที่สกัดและพิสูจน์เอกลักษณ์โครงสร้างสารอะซีแมนแนน และหาหมู่ฟังก์ชันที่สำคัญของคาร์โบไฮเดรตจากส่วนวุ้นของว่านหางจระเข้



ภาพที่ 4 โครงสร้างพอลิเมอร์ธรรมชาติจากสารอะซีแมนแนมที่เหนี่ยวนำการเพิ่มจำนวนเซลล์เนื้อเยื่อ

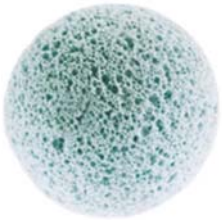


ภาพที่ 5 โครงสร้างของอะซีแมนแนน (Acemannan)

ทั้งนี้พอลิเมอร์มีข้อดี คือ มีความเหนียวน้ำหนักเบา สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ราคาถูกและไม่เกิดการกัดกร่อนเหมือนโลหะ แต่พอลิเมอร์มีความแข็งแรงน้อยกว่าโลหะทำให้ไม่สามารถใช้งานในลักษณะที่ต้องรับแรงที่สูงมากนัก เช่น ไม่นิยมใช้พอลิเมอร์ในการทำฟันปลอมที่ทำหน้าที่บด (molar)

2.3. เซรามิกและแก้ว

เซรามิกและแก้วได้ถูกนำมาใช้งานทางด้านการแพทย์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเซรามิกมีสมบัติเด่น คือ มีความแข็งสูง ทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี มีสมบัติเข้ากันได้ทางชีวภาพ และมีสมบัติทางเคมีตลอดจนสมบัติทางกายภาพคล้ายคลึงกระดูกมนุษย์ การนำเซรามิกมาประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ เช่น ใช้ประดิษฐ์ลูกนัยน์ตาเทียม หัวและเบ้ากระดูกข้อสะโพกเทียม ครอบฟัน ฟันปลอม เซรามิกและแก้วบางประเภทมีความเฉื่อยทางชีวภาพ และบางประเภทมีความสามารถในการกระตุ้นทางชีวภาพ (Bioactive) ซึ่งสามารถสร้างพันธะเคมีกับเนื้อเยื่อในร่างกายได้ ทำให้เกิดการยึดเน้นระหว่างวัสดุและเนื้อเยื่อได้ดี ซึ่งส่งผลให้การรักษาให้เป็นไปอย่างรวดเร็วกว่าเซรามิกที่ไม่สร้างพันธะ ตัวอย่างเช่น ไฮดรอกซีอะพาไทต์ (Hydroxyapatite) แก้วเซรามิกแคลเซียมฟอสเฟต (Calcium phosphate glass ceramic) และ ไบโอกลาสส์ (Bioglass) เป็นต้น ซึ่งรูปทรงของวัสดุก็มีผลต่อการใช้งาน เช่น ไฮดรอกซีอะพาไทต์รูปทรงกลมเหมาะสำหรับใช้เป็นโครงร่างกระดูกในการผ่าตัดกระดูกคอ และไฮดรอกซีอะพาไทต์ รูปแท่งเหมาะสำหรับการใช้เป็นโครงร่างกระดูก เพื่อเชื่อกระดูกสันหลัง เป็นต้น



ภาพที่ 6 ไฮดรอกซีอะพาไทต์รูปทรงกลม
ที่มา:https://www.networkmedical.co.uk/ophthalmic/product-type/orbital-implants/coronet-hydroxyapatite-orbital-implant

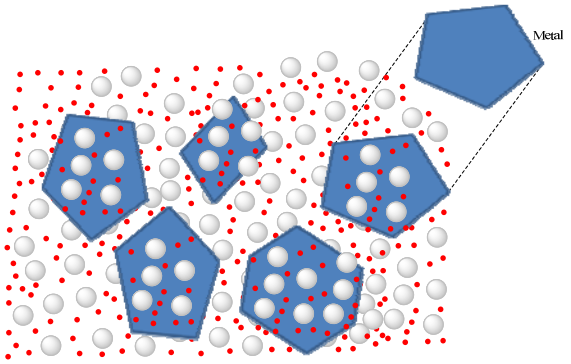
2.4. วัสดุคอมโพสิต

วัสดุคอมโพสิต คือ วัสดุที่มีองค์ประกอบที่แตกต่างกันตั้งแต่ 2 ส่วนขึ้นไป แต่ละส่วนแยกจากกันชัดเจน เป็นวัสดุที่ประกอบด้วยองค์ประกอบที่แตกต่างกันในระดับมหภาค และมีสมบัติเป็นสมบัติของแต่ละองค์ประกอบต่างที่รวมกันอยู่ วัสดุคอมโพสิตมีหลายประเภท และสามารถเลือกใช้วัสดุประเภทต่างๆเข้ามาร่วมกันเป็นวัสดุคอมโพสิตชนิดใหม่ ไม่ว่าจะเป็นการรวมกันของพลาสติกกับเซรามิก โลหะกับโลหะ พลาสติกกับโลหะ ในกรณีที่วัสดุชนิดใดชนิดหนึ่งยังมีสมบัติที่ไม่เหมาะสมหรือเพียงพอต่อการใช้งานตามต้องการจึงต้องมีการนำเอาวัสดุหลายประเภทมารวมเข้าด้วยกัน เพื่อนำเอาข้อดีของวัสดุแต่ละประเภทมาใช้ประโยชน์ร่วมกัน ตัวอย่างของคอมโพสิตทางการแพทย์ ได้แก่ วัสดุอุดฟันหรือวัสดุเคลือบหลุมร่องฟัน ซึ่งประกอบไปด้วยพลาสติกประเภท BIS-GMA ผสมรวมกับผงซิลิกา เพื่อเป็นวัสดุใช้แทนอะมัลกัม เนื่องจากมีสีสันที่ใกล้เคียงฟันธรรมชาติมากกว่า

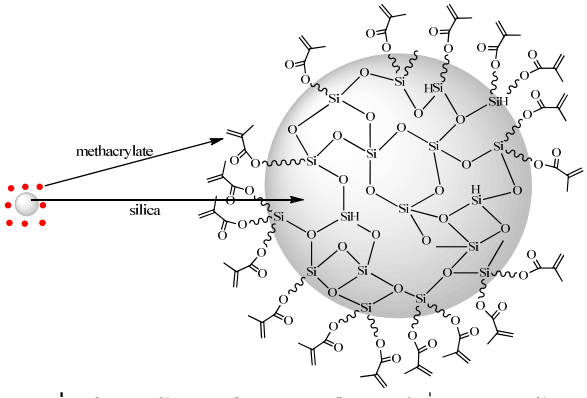
ภาพที่ 7 โครงสร้างทางเคมีของ BIS-GMA

ข้อเทียมบางประเภทผลิตจากพลาสติกที่เสริมแรงด้วยเส้นในคาร์บอน ทำให้มีสมบัติเชิงกลใกล้เคียงกับกระดูกธรรมชาติมากกว่าข้อเทียมโลหะ และมีวัสดุคอมโพสิตชนิด

หนึ่ง คือ ออร์โมเซอร์ ซึ่งประกอบด้วย โลหะ – แก้ว ในเรซินเมทริกซ์ ซึ่งสารเรซินเมทริกซ์อาจเป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์กลุ่มเมทาคริเลต (methacrylate) ถูกนำไปใช้ในทางการแพทย์



ภาพที่ 8 โครงสร้างคอมโพสิต ออร์โมเซอร์ ซึ่งประกอบด้วย โลหะ – แก้ว ในเมทริกซ์เรซิน



ภาพที่ 9 โครงสร้างคอมโพสิต ออร์โมเซอร์ ซึ่งประกอบด้วย โลหะ – แก้ว ในเมทริกซ์เรซิน (ส่วนขยายจากภาพที่ 8)

3. การขึ้นรูปวัสดุทางชีวภาพ

การขึ้นรูปหรือผลิตวัสดุทางชีวภาพนั้น จะเป็นการจำลองรูปแบบของอวัยวะที่ต้องการนำไปทดแทน วัสดุที่เลือกใช้ต้องเข้ากันได้ทางชีวภาพในตำแหน่งนั้นๆ ไม่มีความเป็นพิษและตอบสนองต่อแรงกระทำที่ตำแหน่งทดแทนนั้นได้อย่างเหมาะสม เทคนิคการขึ้นรูปสามารถทำได้ด้วยวิธีการที่หลากหลายขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุและการนำไปใช้ ตัวอย่างเช่น

3.1. กลุ่มโลหะและโลหะผสม

ในการขึ้นรูปทั้งโลหะและโลหะผสมนั้นแต่เดิมจะใช้การหลอมและหล่อลงในแม่พิมพ์ แต่เนื่องจากจุดหลอมเหลวสูงและไวต่อปฏิกิริยาของวัสดุประเภทนี้ จึงนิยมขึ้นรูปด้วยเทคโนโลยีโลหะผงวิทยา คือการใช้ผงโลหะเป็นสารตั้งต้นในการขึ้นรูปแล้วให้ความร้อนเพื่อให้ผงโลหะเชื่อมต่อกัน [5]

ในปัจจุบันโลหะผสมเป็นกลุ่มที่นิยมนำมาผลิตวัสดุทดแทนกระดูกและข้อต่อ ซึ่งโลหะผสมเหล่านี้มีความเฉื่อยทางชีวภาพสูง เนื่องจากมีกลไกการสร้างออกไซด์ที่ผิวของโลหะ ทำให้ต้านทานการกัดกร่อนของของเหลวในร่างกายได้ แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการกระตุ้นทางชีวภาพหรือการเหนี่ยวนำให้เกิดเนื้อเยื่อใหม่ทดแทนยังไม่ดีพอในวัสดุกลุ่มนี้ เมื่อเทียบกับเซรามิกและแก้วที่มีสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟส เป็นองค์ประกอบ เช่น ไฮดรอกซีอะพาไทต์ แก้วเซรามิกแคลเซียมฟอสเฟต และ ไบโอกลาสส์ เป็นต้น จึงได้มีการพัฒนาการเคลือบผิวโลหะผสมเหล่านี้ด้วยสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟส แบ่งออกเป็น 5 ประเภท [6] ได้แก่

1. กระบวนการแบบเปียก (Wet process) เช่น การแช่วัสดุในสารละลายจำลองคล้ายกับของเหลวของมนุษย์ (SBF) หรือสารละลายอื่นๆที่มีส่วนประกอบของแคลเซียมและฟอสเฟต จะทำให้เกิดการเติบโตของเซลล์อะพาไทต์บนผิวของวัสดุ และวิธีการโซล-เจล เป็นวิธีที่นำวัสดุลงไปจุ่มลงในเจลของแคลเซียมและฟอสฟอรัส

2. กระบวนการที่อุณหภูมิสูง (High temperature process) เป็นกระบวนการที่ไฮดรอกซีอะพาไทต์ถูกทำให้แตกตัวด้วยพลังงานสูง เช่น พลาสมา (Plasma) ไอออนบีม (Ion-Beam) เลเซอร์ (Laser) และ อาร์เอฟสปัตเตอริง (RF sputtering) อนุภาคที่แตกตัวจะเคลือบไปบนพื้นผิวโลหะผสม นอกจากนี้ก็ยังรวมถึงวิธีการกดอัดที่อุณหภูมิสูง (Hot isostatic pressing) ด้วย โดยจะนำอนุภาคของที่ไฮดรอกซีอะพาไทต์ไปกระจายให้ทั่วพื้นผิวโลหะผสมและทำให้เกิดการฝังตัวด้วยความดันและอุณหภูมิสูง

3. ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical) เป็นการเคลือบผิวด้วยกระบวนการทางไฟฟ้าเคมี เช่น การตกสะสมของ ไฮดรอกซีอะพาไทต์ที่ขั้วแคโทด (Cathodic deposition) ที่มาจากแคลเซียมและฟอสฟอรัสในสารอิเล็กโตรไลท์ และการ

เคลื่อนย้ายอนุภาคของไฮดรอกซีอะพาไทต์ไปเกาะที่ขั้วแคโทด (Electrophoresis)

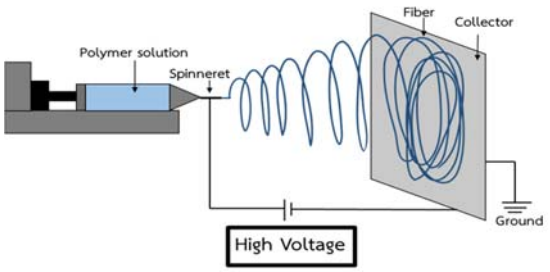
4. การเปลี่ยนเฟส (Phase conversion) เช่น กระบวนการไฮโดรเทอร์มอล (Hydrothermal) คือ การเกิดปฏิกริยาเคมี โดยใช้น้ำที่มีอุณภูมิสูงเป็นตัวแรงปฏิกริยา

5. กระบวนการอื่นๆ เช่น กระบวนการเทอร์มอลซับสเตรท (Thermal substrate)

3.2 กลุ่มพอลิเมอร์

วัสดุกลุ่มพอลิเมอร์มักจะถูกนำไปใช้ในงานพันธุวิศวกรรมเนื้อเยื่อและวัสดุปิดแผล สำหรับพอลิเมอร์ในงานพันธุวิศวกรรมเนื้อเยื่อ นอกจากจะมีความเข้ากันได้ทางชีวภาพแล้ว จะต้องมีลักษณะเป็นโครงร่างค้ำจุน เพื่อให้เซลล์ยึดเกาะ แบ่งตัว และเจริญเติบโตเพื่อพัฒนาเป็นเนื้อเยื่อใหม่ ในขณะที่พอลิเมอร์แผ่นปิดแผลจะมีบทบาทสำคัญในการรักษาแผล ถ้าแผ่นปิดแผลมีความเป็นรูพรุนขนาดเล็กสูง จะป้องกันแบคทีเรียไปยังบาดแผล และจะดูดซับของเหลวได้ดี เกิดการแลกเปลี่ยนของเหลวและอากาศได้ดี และยังสามารถใส่ยาเข้าไปในส้นใยได้ ซึ่งวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ขึ้นรูปได้ทั้งพอลิเมอร์ในงานพันธุวิศวกรรมเนื้อเยื่อและวัสดุปิดแผล ให้มีลักษณะเป็นโครงร่างหรือรูพรุน คือ กระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต (Electrospinning) [7]

กระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต เป็นเทคนิคการขึ้นรูปเส้นใยพอลิเมอร์ด้วยการให้ศักย์ไฟฟ้ากำลังสูง ทำให้เกิดการต่างศักย์ระหว่างเข็มโลหะที่ต่อกับหลอดบรรจุสารละลายพอลิเมอร์และวัสดุรองรับ เมื่อให้ศักย์ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นจนมีค่ามากกว่าแรงตึงผิวของสารละลายพอลิเมอร์ สารละลายจะพุ่งออกจากปลายเข็มอย่างต่อเนื่องเป็นเส้นใยไปยังวัสดุรองรับ เกิดการซ้อนทับกันแบบไม่ถักทอของเส้นใยบนวัสดุรองรับ [7]



ภาพที่ 10 กระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิต

3.3 กลุ่มเซรามิกและแก้ว

จากที่กล่าวมาแล้วว่าวัสดุกลุ่มของสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟส เช่น ไฮดรอกซีอะพาไทต์ แก้วเซรามิกแคลเซียมฟอสเฟต และ ไบโอกลาสส์ จะมีความสามารถในการกระตุ้นทางชีวภาพที่ดี จึงได้มีการนำวัสดุในกลุ่มนี้มาขึ้นรูปเป็นชิ้นส่วนกระโหลกศีรษะ เบ้ากระดูกสะโพกเทียม ครอบฟันและฟันปลอมทั้งชิ้น ซึ่งการขึ้นรูปมักจะแบ่งออกเป็น 2 วิธีการ [8] คือ

1. การหล่อขึ้นรูปชิ้นงาน โดยจะต้องสร้างแม่พิมพ์ด้วยปูนปลาสเตอร์หรือซิลิโคน สำหรับหล่อขึ้นรูป ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการสร้างรูปแบบสามมิติก็มีบทบาทอย่างมากสำหรับออกแบบต้นแบบของแม่พิมพ์ จากนั้นก็ใช้เครื่องพิมพ์สามมิติมาสร้างแม่พิมพ์ตามต้นแบบที่ออกแบบไว้ วิธีการนี้จะสามารถผลิตแม่พิมพ์ที่มีความซับซ้อนได้ เมื่อได้แม่พิมพ์จะนำไปหล่อด้วยสารเหลวข้น (Slurry) ที่มีองค์ประกอบของสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟส เช่น ไฮดรอกซีอะพาไทต์ผสมวัสดุประสาน เมื่อแห้งแล้วก็แกะออกจากพิมพ์และนำไปเผาซินเตอร์ (sinter) เพื่อให้ของเหลวและวัสดุประสานระเหยออก และเกิดการเชื่อมประสานของโครงสร้างในวัสดุ

2. การอัดขึ้นรูปชิ้นงาน โดยจะต้องสร้างแม่พิมพ์เช่นเดียวกับการหล่อ แต่สารตั้งต้นสำหรับทำชิ้นงานจะเป็นผงของสารประกอบแคลเซียมฟอสเฟส เช่น ไฮดรอกซีอะพาไทต์ผสมกับวัสดุประสานคนให้เข้ากัน นำไปใส่ลงในแม่พิมพ์ อัดขึ้นรูปด้วยแรงดัน แกะออกจากพิมพ์และนำไปเผาซินเตอร์เพื่อให้วัสดุประสานระเหยออกและเกิดการเชื่อมประสานของโครงสร้างในวัสดุ

ลักษณะโครงสร้างของวัสดุทดแทนกระดูกที่จำเป็นต้องคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งคือ โครงสร้างรูพรุน ซึ่งจะช่วยให้เนื้อเยื่อกระดูกจริงแทรกตัวผ่านรูพรุนและเชื่อมติดกับเนื้อเยื่อรอบๆ ทำให้เกิดการยึดเกาะระหว่างกระดูกจริงและกระดูกทดแทนได้ และยังเป็นทางส่งผ่านของของเหลวในร่างกาย [5] ซึ่งกระบวนการสร้างรูพรุนจะเป็นกระบวนการทำร่วมกับการขึ้นรูปชิ้นงานที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งการสร้างรูพรุนมีหลายวิธีด้วยกัน [9] ตัวอย่างเช่น

• การระเหยออกของสารที่สามารถระเหยได้ เช่น พาราฟิน แนฟธาลีน คาร์บอน แป้ง แป้งสาลี ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และ โพลิเมอร์ โดยจะผสมสารเหล่านี้ลงไปกับสารตั้งต้นและนำไปขึ้นรูป ในระหว่างกระบวนการเผาซินเตอร์ สารเหล่านี้จะระเหยออก

• การละลายออกของเกลือและพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้ โดยไม่ผ่านการเผาซินเตอร์ โดยจะผสมสารเหล่านี้ลงไปกับสารตั้งต้นและนำไปขึ้นรูป และนำไปแช่น้ำเพื่อละลายสารเหล่านี้ออก

• การเปลี่ยนโครงร่างปะการังหรือกระดูกธรรมชาติที่มีรูพรุนอยู่แล้วให้เป็นเหมาะสมกับใช้ในร่างกายมนุษย์ เช่น การเปลี่ยนแคลเซียมคาร์บอเนตในโครงร่างปะการังไปเป็นไฮดรอกซีอะพาไทต์ หรือกำจัดสารอินทรีย์ออกจากกระดูกธรรมชาติ เป็นต้น

• การทำให้เกิดโฟมของสารแขวนลอยเซรามิก หรือการทำให้เกิดปฏิกิริยาระเหยของก๊าซ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เกลือคาร์บอเนต และผงฟู ที่อยู่ในวัสดุที่ขึ้นรูปแล้วก่อนนำเอาไปเผาซินเตอร์

• การใช้โครงร่างจำลองจากพอลิเมอร์ เป็นการชุบของผสมที่ต้องการสร้างรูพรุนให้ชุ่มบนวัสดุจำลองพอลิเมอร์แล้วนำไปเผาเพื่อกำจัดพอลิเมอร์ออก

3.4 กลุ่มวัสดุคอมโพสิต

วัสดุคอมโพสิตมักจะถูกใช้ในงานทางทันตกรรมบูรณะฟันเป็นหลัก เช่น เรซินคอมโพสิต โดยจะใช้วิธีการหล่อ และฉายแสงเพื่อให้คอมโพสิตแข็งตัว รูปร่างของวัสดุคอมโพสิตก็จะเป็นไปตามโครงฟันหรือแม่พิมพ์ที่ต้องการ ซึ่งจะเป็นการขึ้นภาพที่ไม่ซับซ้อนและทำได้อย่างรวดเร็ว [10]

4. การประยุกต์ใช้วัสดุชีวภาพในทางการแพทย์

วัสดุชีวภาพได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องและถูกนำมาไปใช้อย่างหลากหลายในทางด้านการแพทย์ เนื่องจากวัสดุชีวภาพเป็นวัสดุที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกายเมื่อนำมาแทนเนื้อเยื่อภายในร่างกาย โดยการประยุกต์ใช้วัสดุชีวภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้ [11-13]

4.1 กลุ่มอุปกรณ์ฝังในร่างกาย (Implantable medical device)

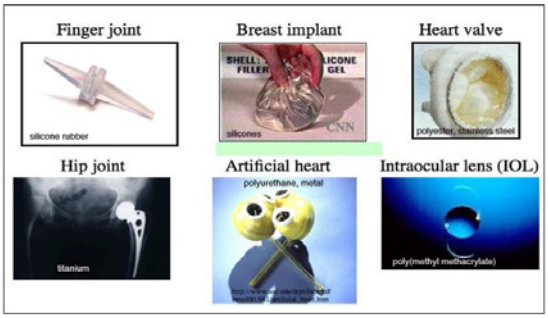
คือ วัสดุชีวภาพที่ถูกฝังเข้าไปในร่างกายเพียงบางส่วนหรือทั้งหมด (partially or wholly absorbed) เพื่อแทนเนื้อเยื่อหรืออวัยวะโดยให้คงอยู่ในร่างกายเป็นเวลานาน เมื่ออวัยวะภายในร่างกายเกิดความเสียหาย จึงมีการนำวัสดุชีวภาพมาใช้ทดแทนชิ้นส่วนเดิมโดยทำการศัลยกรรมฝังเข้าไปในร่างกาย [11] เช่น

• วัสดุชีวภาพที่ใช้ทดแทนหลอดเลือดและหัวใจ (Cardiovascular medical devices) เมื่อหัวใจและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับหัวใจเช่น หลอดเลือดและลิ้นหัว เกิดความเสียหายอาจทำให้ระบบไหลเวียนเลือดเกิดความผิดปกติจึงมีการนำวัสดุชีวภาพมาทดแทน เช่น การทำหลอดเลือดเทียมและลิ้นหัวใจเทียมจากวัสดุพอลิเมอร์ เป็นต้น

• วัสดุชีวภาพที่ใช้ทดแทนกระดูกและข้อต่อ (Orthopedic devices) การศัลยกรรมกระดูกและข้อต่อถือเป็นด้านหนึ่งที่สำคัญเนื่องจากกระดูกและข้อต่อถือเป็นอวัยวะที่สำคัญในร่างกาย สาเหตุของการเสียหายของกระดูกและข้อต่อ อาจเกิดจากการเสื่อมสภาพ เช่น โรคกระดูกเสื่อมหรือโรครูมาตอยด์ซึ่งข้อต่อในบริเวณต่างๆ เช่น สะโพก เข่า ไหล่ ข้อเท้า และข้อศอก มีการเปลี่ยนสภาพไป ไม่สามารถทำหน้าที่ได้อย่างปกติ จึงก่อให้เกิดความเจ็บปวดขึ้น หรือเกิดจากการแตกหักเสียหายของกระดูกและข้อต่อ ในยุคแรกวัสดุที่นำมาทดแทนในการศัลยกรรมกระดูกและข้อต่อเป็นวัสดุที่ใช้แล้วไม่เกิดปฏิกิริยาต่อต้านจากเนื้อเยื่อข้างเคียง ได้แก่ วัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม [14,15] แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุชีวภาพหลากหลายที่มีทั้งวัสดุที่มาจากทั้งโลหะ โลหะผสม พอลิเมอร์ เซรามิก แก้ว และวัสดุผสม เนื่องจากบริเวณกระดูกและข้อต่อมีบริเวณที่มีเนื้อเยื่อทั้งแข็งและอ่อนปนกันที่เป็นส่วนของผิวสัมผัสและวัสดุรองรับ จึงต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมให้มีความเข้ากันได้กับเนื้อเยื่อบริเวณนั้นและบริเวณใกล้เคียง และปลอดภัยไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย

• วัสดุชีวภาพที่ใช้แทนเนื้อเยื่อในดวงตา (Ophthalmic devices) เนื้อเยื่อภายในดวงตาอาจมีการติดเชื้อ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการมองเห็นลดลง บางครั้งอาจถึงขั้นตาบอดได้ เช่น การเป็นต้อชนิดต่างๆ โดยมากมักนำวัสดุชีวภาพจากพอลิเมอร์เพื่อมาทดแทนกระจกตา หรือเนื้อเยื่อในดวงตาเมื่อเกิดความเสียหาย

• วัสดุชีวภาพที่ใช้ด้านทันตกรรม (Dental applications) วัสดุชีวภาพที่ใช้ในการบูรณะฟัน เช่นวัสดุอุดฟัน ฟันเทียมและรากฟันเทียม วัสดุที่จะนำมาใช้ด้านทันตกรรมต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายประการได้แก่ ต้องสามารถเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อ ต้องสามารถยึดติดกันได้ดีกับโครงสร้างฟันหรือกระดูก และลักษณะทางกายภาพต้องมีความคล้ายคลึงกับโครงสร้างของฟันและเนื้อเยื่อบริเวณใกล้เคียง วัสดุชีวภาพที่นิยมนำมาใช้ด้านทันตกรรมส่วนมากเป็น พอลิเมอร์ เซรามิก และวัสดุผสม [11]



ภาพที่ 11 ตัวอย่างของวัสดุชีวภาพที่ใช้แทนเนื้อเยื่อและอวัยวะในร่างกาย
ที่มา: https://www.uweb.engr.washington.edu/research/tutorials/introbiomat.html

• โครงร่างค้ำจุนในงานทางพันธุวิศวกรรมเนื้อเยื่อ พันธุวิศวกรรมเนื้อเยื่อ เป็นกระบวนการสร้างเนื้อเยื่อ (regeneration of functional tissues) เพื่อทดแทนซ่อมแซม เนื้อเยื่อหรืออวัยวะที่สูญเสียไป [16] โดยการนำวัสดุชีวภาพทำหน้าที่เป็นโครงเลี้ยงเซลล์ (scaffold) ซึ่งจะทำหน้าที่เลี้ยงเซลล์และขยายพันธุ์ให้มีปริมาณมากพอและมีการชักนำให้เปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื่อเยื่อที่ต้องการอย่างสมบูรณ์ใหญ่ วัสดุที่นิยมใช้เป็นโครงเลี้ยงเซลล์ส่วนใหญ่เป็นพอลิเมอร์จากธรรมชาติ เช่น คอลลาเจน เจลาติน ไหม หรือวัสดุสังเคราะห์ที่สามารถเข้ากันได้ดีกับเนื้อเยื่อและไม่เป็นพิษต่อร่างกายขึ้น เช่น พอลิแล็กติกแอสิด (Polylactic acid) และ พอลิคาร์โปแลคโตน (Polycarpolactone; PCL)

4.2 กลุ่มอุปกรณ์ภายนอก (Totally externals device)

คือ วัสดุชีวภาพที่ใช้ทางด้านการแพทย์ซึ่งไม่ได้ฝังอยู่ในร่างกาย แต่ต้องใช้ในการสัมผัสกับอวัยวะหรือการนำเข้าไปสัมผัสกับของเหลวภายในร่างกาย โดยสัมผัสหรืออยู่ในร่างกายเป็นระยะไม่นาน เช่น

• วัสดุชีวภาพที่ใช้เป็นอุปกรณ์เกี่ยวกับดวงตา (Ophthalmic devices) เช่น คอนแทคเลนส์ซึ่งเป็น Optical disc ที่บางมากมีขนาดประมาณเหรียญ 50 สตางค์ คอนแทคเลนส์ในปัจจุบันมีหลายชนิดมีทั้งแบบนิ่ม แบบแข็งแต่ยอมให้ก๊าซผ่าน และเลนส์แบบพิเศษที่มีทั้งแบบใช้แล้วทิ้ง และใช้สำหรับการบำบัดและแบบสี โดยส่วนมากวัสดุที่ใช้ในการทำเลนส์จะเป็นวัสดุพอลิเมอร์ ได้แก่ พอลิเมทิลเมทาคริเลต (polymethyl methacrylate; PMMA) ซึ่งข้อดีมากของวัสดุนี้คือมีความเข้ากับร่างกายได้สูง

• วัสดุปิดแผล (Wound dressing) ผิวหนังเป็นอวัยวะที่ห่อหุ้มร่างกายซึ่งอยู่ชั้นนอกสุดเพื่อให้คงรูปร่างอยู่ได้ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ป้องกันอันตรายต่างๆจากสิ่งแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เชื้อโรคต่างๆ และควบคุมอุณหภูมิร่างกาย และรับความรู้สึกต่างๆ เป็นต้น ดังนั้นเมื่อผิวหนังเกิดแผล จึงจำเป็นต้องมีวัสดุที่เหมาะสมในการปิดแผลเพื่อช่วยป้องกันเชื้อโรคต่างเข้าสู่บาดแผล ซึ่งในปัจจุบันวัสดุปิดแผลมีมากมายในท้องตลาด โดยส่วนมากมักผลิตจากวัสดุพอลิเมอร์ ที่มีลักษณะเป็นฟิล์มปิดแผล หรือเป็นเส้นใยเป็นแผ่น เช่นผ้าก๊อซ เป็นต้น [11,17]

• วัสดุนำส่งยา (Drug delivery materials) เมื่ออวัยวะของร่างกายเกิดการอักเสบหรือติดเชื้อ อาจเป็นอันตรายนำมาซึ่งการสูญเสียอวัยวะ หากร้ายแรงอาจถึงขั้นเสียชีวิต การได้รับการรักษาหรือได้รับยาอย่างทันท่วงที จะเป็นวิธีหนึ่งในการบรรเทาอาการเหล่านั้น ดังนั้นกระบวนการนำตัวยาเข้าสู่ร่างกายจึงเป็นจำเป็น ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุเพื่อนำส่งตัวยาเข้าสู่ร่างกาย เพื่อรักษาเสถียรภาพของตัวยา ให้เข้าไปรักษาได้อย่างตรงจุดและไม่สลายตัวไปก่อน ดังนั้นจึงได้มีการวิจัยและพัฒนาชนิดของวัสดุนำส่งยาและกระบวนการนำส่งยาอย่างต่อเนื่อง เช่น การใช้วัสดุจากพอลิเมอร์เป็นเม็ดกลมร้อยเป็นสายผสมยาปฏิชีวนะพื่อนำส่ง

เข้าสู่ร่างกาย โดยส่วนวัสดุนำส่งยามาจากพอลิเมอร์ที่มาจากธรรมชาติ เช่น ไคตินไคโตแซน ที่ได้จากเปลือกกุ้ง และแป้ง หรือพอลิเมอร์สังเคราะห์เช่น พอลิเมทิลเมทาคริเลต เป็นต้น คุณสมบัติของวัสดุนำส่งยาต้องไม่เป็นพิษและไม่ตกค้างในร่างกาย ต้องสามารถผสมกับตัวยาและบรรจุยาในปริมาณที่ต้องการโดยไม่ทำให้ตัวยามีเสถียรภาพลดลงก่อนถึงจุดที่จะรักษา เป็นต้น [11]

5. สรุป

วัสดุชีวภาพ คือ วัสดุที่ถูกนำมาใช้เพื่อทดแทนหรือซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่ถูกทำลาย โดยจะต้องมีสมบัติเข้ากันได้ทางชีวภาพ ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย มีสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมและสมบัติเชิงกลที่ดี ผลิตได้จากวัสดุที่หลากหลายประเภท ทั้ง โลหะ โลหะผสม เซรามิก แก้ว พอลิเมอร์ และวัสดุคอมโพสิต โดยจะถูกเลือกใช้ให้สอดคล้องระหว่างสมบัติของวัสดุนั้นๆกับความเหมาะสมของบริเวณที่ต้องการการทดแทนหรือซ่อมแซม ซึ่งการขึ้นรูปจะเป็นการจำลองรูปแบบของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อนั้นๆ และต้องคำนึงถึงความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ทั้งทางโครงสร้าง เช่น ความพรุน และสมบัติเชิงกล เช่น ความแข็งแรง

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] จินตมัย สุวรรณประทีป. วัสดุการแพทย์ ใน สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ ๓๐. Available: http://kanchanapisek.or.th/kp6/sub/other_sub.php?file=encyclopedia/book30.html (July 4, 2017).

[2] Chantarawaratit, P., Sangvanich, P., Banlunara, W., and Soontornvipart, K. 2014. Acemannan sponges stimulate alveolar bone, cementum and periodontal ligament regeneration in canine class II furcation defect model. Journal of Periodontal Research, 49(2): 164-178.

[3] Boonyagul, S., Banlunara, W., Sangvanich, P., and Thunyakitpisal, P. 2014. Effect of acemannan, an extracted polysaccharide from Aloe vera, on BMSCs proliferation, differentiation, extracellular matrix synthesis, mineralization, and bone formation in a tooth extraction model. Odontology, 102(2): 310-317.

[4] Chokboribal, J., Tachaboonyakiat, W., Sangvanich, P., Ruangpornvisuti, V., Jettanacheawchankit, S., and Thunyakitpisal, P. 2015. Deacetylation affects the physical properties and bioactivity of acemannan, an extracted polysaccharide from Aloe vera. Carbohydrate Polymers, 133: 556–566.

[5] อัมพิกา บันสิทธิ์. 2555. การพัฒนากระดูกเทียมโลหะเสมือนจริง. วารสารเทคโนโลยีวัสดุ, 65: 72-78.

[6] Narayanan, R., Seshadri, S.K. Kwon, T.Y. and Kim, K.H. 2008. Calcium phosphate–based coatings on Titanium and its alloys. Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials, 85(1): 279-99.

[7] อรวรรณ สุวรรณทอง. 2558. กระบวนการปั่นเส้นใยด้วยไฟฟ้าสถิตสำหรับประยุกต์ใช้ทางการแพทย์. วารสารวิทยาศาสตร์ มข, 43(4): 564-578.

[8] มินตรา พื้นดี, มนต์สรวง จารุภูมิ, คมกฤต เล็กสกุล, เจนจิรา สร้อยแก้ว และ สุณิสา คำปา. 2555. การศึกษาและประยุกต์ใช้เทคนิคการขึ้นรูปต้นแบบรวดเร็วเพื่อการพัฒนาการผลิตกระดูกขาเทียมและชิ้นส่วนกระโหลกศรีษะ. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการประจำปี พ.ศ. 2555, 1274-1280.

[9] Sopyan, I., Mel, M., Ramesh, S. and Khalid, K. A. 2007). Porous hydroxyapatite for artificial bone applications. Science and Technology of Advanced Materials, 8: 116-123.

[10] ปิยะนารถ เอกวรพจน์. 2557. วัสดุบูรณะฟันเรซินคอมโพสิต: ส่วนประกอบ การพัฒนา และการเลือกใช้งาน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี), 6(12): 122-133.

[11] Davis, J. R. 2003. Overview of Biomaterials and Their Use in Medical Devices. Handbook of Materials for Medical Devices. ASM International.

[12] Long, M. and Rack, H.J. 1998. Titanium Alloys. Handbook of Materials for Medical Devices in Total Joint Replacement—A Materials Science Perspective, Biomaterials, 19, 1621-1639.

[13] Park, J. B. and Bronzino, J. D. 2003. Biomaterials : principles and applications, CRC PressLLC.

[14] รศ.นพ.อารี ตนาวลี, ภาควิชาออร์โธปิดิกส์, คณะแพทยศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Available: http://www.orthochula.com/knee/miniknee.html (July 4, 2017).

[15] Buddy D. R. An Introduction to Biomaterials. University of Washington Engineered Biomaterials.
Available: https://www.uweb.engr.washington.edu/research/tutorials/introbiomat.html (July 4, 2017).

[16] รศ. ดร.ศิริพร ดำรงศักดิ์กุล และ ผศ. ดร.โศรดา กนกพานนท์, ภาควิชาวิศวกรรมเคมี, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
Available:http://www.chulapedia.chula.ac.th/index.php. (July 4, 2017).

[17] Winaikosol, k. 2013. Advanced Wound Dressing. Srinagarind Medical Journal. 28; 1-6

ความนิยมในการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงของประชากรในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์

Favoring of Choosing Sin Tin Daeng of Local People at Ban Lamduan Tai, Krasang District, Buriram Province

อารยา กำลังรัมย์ ประกายดาว ยิ่งสง่า และ พิชย์ชัย ทองนวรัตน์*

Araya Kamlangrum, Prakaidao Yingsanga and Pitchai Thongnavarat*

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

Department of Agricultural Management Technology, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220

***Corresponding author**: parun_kaw@hotmail.com

บทคัดย่อ

การใส่ผ้าซิ่นเป็นเอกลักษณ์ของสตรีไทยในภาคอีสาน และเป็นประเพณีที่ทำกันเป็นประจำในระหว่างการว่างเว้นจากการทำนา โดยผ้าซิ่นตีนแดงเป็นผ้าที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในจังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อเป็นการอนุรักษ์ให้การใส่ผ้าซิ่นตีนแดงให้อยู่คู่กับประชากรในภาคอีสาน การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล และโอกาสในการนำผ้าซิ่นตีนแดงไปใช้ 2) ความนิยมเกี่ยวกับการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดง และ 3) ปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ จากการลงพื้นที่เก็บแบบสอบถามจำนวน 115 คน พบว่า 1) ประชากรในการวิจัยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 41-50 ปี จบการศึกษาสูงสุดในระดับมัธยมศึกษา ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป ประชากรร้อยละ 98.3 ครัวเรือนนิยมใส่ผ้าซิ่นตีนแดง ประชากรส่วนใหญ่ซื้อผ้าซิ่นตีนแดง 2 ครั้งต่อปี จำนวนเงินที่ใช้ในการซื้อเฉลี่ยประมาณ 1,000-2,000 บาทต่อครั้ง โดยปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อมากที่สุด คือ ราคาคิดเป็นร้อยละ 84.3 ตามด้วยรายได้และรายจ่ายในครัวเรือนมีผลต่อการตัดสินใจซื้อร้อยละ 79.1 2) ประชากรนิยมใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในการเข้าร่วมกิจกรรมเทศกาลงานบุญต่าง ๆ โดยเฉพาะการทำบุญตักบาตรในเทศกาลวันสงกราต์และวันลอยกระทงถึงร้อยละ 99.1 และ 96.5 ตามลำดับ 3) ประชากรให้ข้อเสนอแนะว่าอยากให้มีการพัฒนาลวดลายผ้าซิ่นตีนแดงให้ทันสมัยมากขึ้นเพื่อส่งเสริมให้เยาวชนรุ่นหลังนิยมสืบไป

คำสำคัญ: ผ้าซิ่น ผ้าซิ่นตีนแดง เอกลักษณ์ สตรีไทย ภาคอีสาน

Abstract

Sarong is unique to Thai women in Isaan. And it is a tradition that is done regularly during the absence of farming. Sin Tin Daeng fabric is a popular sarong in Buriram province. In order to conserve the wearing of Sin Tin Daeng to Isaan people the purposes of this research, therefore, were to study 1) personal factors 2) the popularity of using Sin Tin Daeng and 3) the issues and suggestions of Sin Tin Daeng's wearer in Lamduan village, Lamduan district, Krasang district, Buriram province. A total of 115 questionnaires were collected from the survey area. The results found that 1) most of the respondents were female, 41-50 years old, and having general contractor as career. The population of 98.3 percent preferred to wear Sin Tin

Daeng. Most of the people buy the Sin Tin Daeng three times a year. The average purchase price is about 1,000-2,000 baht per time. The most important factor affecting the purchase decision is the price, accounted for 84.3 percent of population. The second factor was household expenditure, accounted for 79.1 percent of population. 2) People was used Sin Tin Daeng to attend the festivals, especially on Songkran day and Loy Kratong day, at 99.1 and 96.5 percent, respectively. 3) The population suggested that they would like Sin Tin Daeng to have more modern pattern to encourage younger generations to follow this tradition of wearing Sin Tin Daeng.

Keywords: Sarong, Sin Tin Daeng, Unique, Thai wamen, Isaan

1. บทนำ

การทอผ้าไหมมัดหมี่ของชาวบุรีรัมย์เป็นการใช้ลายเก่าแก่ดั้งเดิมที่สืบทอดกันมา [1] ซึ่งลักษณะของผ้าไหมมีความแตกต่างจากผ้าต่างประเทศบางชนิดมีลักษณะเป็นปุ่มปมและมีลวดลายสวยงามแปลกตา นอกจากนี้กระแสนิยมของคนในยุคปัจจุบันนิยมผลิตภัณฑ์ทำด้วยมือเนื่องจากจะมีความสวยงามประณีตมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำด้วยเครื่องจักร โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากเส้นใยธรรมชาติจะมีราคาสูงกว่าผ้าที่ผลิตจากเส้นใยสังเคราะห์ ซึ่งเมื่อนำเส้นใยธรรมชาติมาผ่านกระบวนการทำด้วยมือทั้งหมด จึงทำให้ชาวต่างชาติเห็นว่าผ้าไหมเป็นสิ่งล้ำค่ามากในบรรดาผ้าทั้งหมด [2] ผ้าไหมชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมในจังหวัดบุรีรัมย์คือ ผ้าซิ่นตีนแดง ซึ่งเป็นการค้นคิดของบรรพบุรุษของชาวอำเภอพุทไธสง เป็นมรดกตกทอดของชาวพุทไธสง ไม่มีในท้องถิ่นอื่น มีกระบวนการทำที่ยุ่งยากกว่ามัดหมี่ชนิดอื่น ทำให้ไม่ได้รับความนิยมจนเกือบจะสูญหายไป จนกระทั่งมีการนำซิ่นชนิดนี้ไปแสดงในงานนิทรรศการอีสานใต้ ครั้งที่ 2 จึงทำให้ซิ่นตีนแดงกลับมานิยมอีกครั้ง จนซิ่นตีนแดงกลายเป็นสิ่งที่จำเป็นแก่ชาวพุทไธสงและนาโพธิ์ทุกครัวเรือน และในที่สุดผ้าซิ่นตีนแดงก็กลับมาเป็นที่นิยมและสร้างรายได้ให้กับชุมชน และกลายเป็นเอกลักษณ์ประจำจังหวัดบุรีรัมย์ ผ้าซิ่นตีนแดงหรือที่เรียกกันว่า “ หมี่รวด ” จะเป็นผ้าพื้นที่ย้อมสีแดงในส่วนของหัวซิ่นและตีนซิ่น ตัวซิ่นจะเป็นสีดำลวดลายมัดหมี่ที่มีสีแดง สีเหลือง สีน้ำตาล มีสีเขียวปนบ้างเล็กน้อย ลวดลายที่ใช้ในการทอตัวซิ่นจะเป็นลายแข่วเลื่อย ลายนาค ลายขอแบบต่างๆ นิยมทอเป็นไหมลีบ (เส้นไหมจากเปลือกนอกของรังไหม) เพราะมีเส้นขนาดใหญ่ทอเสร็จเร็ว เห็นลวดลายชัดเจนลักษณะพิเศษของผ้าซิ่นหัวแดงตีนแดงจะมีการจกสีไหมเหมือนผ้าแพรวาเพิ่มเติมในส่วนของตีนซิ่นสีแดง ซึ่งนิยมใช้ลายเก็บตีนดาว [1] การทราบข้อมูลเบื้องต้นที่มีผลต่อความนิยมในการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการส่งเสริมและอนุรักษ์ให้การนุ่งผ้าซิ่นตีนแดงเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่นอย่างยั่งยืน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษา 1) ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล และโอกาสในการนำผ้าซิ่นตีนแดงไปใช้ 2) ความนิยมเกี่ยวกับการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดง และ 3) ปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 ประชากร

ประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 160 ครัวเรือน

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบสอบถาม(Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีลักษณะคำถามที่กำหนดคำตอบปลายปิด (closed question) และปลายเปิด (Open-ended) โดยแบ่งเนื้อหาของแบบสอบถามออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 ข้อมูลด้านเศรษฐกิจ
ตอนที่ 3 กิจกรรมการใช้ผ้าไหม
ตอนที่ 4 ความนิยมในการเลือกใช้ผ้าชิ่นตีนแดงในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์
ตอนที่ 5 ข้อเสนอแนะ

2.3 เกณฑ์การแปลผล

2.3.1 การเลือกปฏิบัติในกิจกรรมการใช้ผ้าไหม

กำหนดการวัดแบบสเกลนามบัญญัติ (Nominal Scale) วัดจากการนำผ้าไหมไปใช้ ได้แก่ ปฏิบัติ และไม่ปฏิบัติ

ปฏิบัติ = 1
ไม่ปฏิบัติ = 0

2.3.2 การสังเกตคุณภาพของผ้าไหมก่อนตัดสินใจบริโภค

กำหนดการวัดแบบช่วง (interval Scale) วัดการสังเกตคุณภาพของผ้าไหมก่อนตัดสินใจบริโภค ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยให้คะแนนดังนี้

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

คำนวณช่วงกว้างระหว่างชั้น จากสูตร [3]
อันตรภาคชั้น = ค่าพิสัย/จำนวนชั้น
= (คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด)/จำนวนชั้น
= (5-1)/5 = 0.8
ดังนั้นจากสูตร จึงกำหนดช่วงคะแนนสำหรับช่วงพิจารณาดังนี้
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.80 หมายถึง มีความเห็นน้อยที่สุด
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.81-2.60 หมายถึง มีความเห็นน้อย
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.61-3.40 หมายถึง มีความเห็นปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.41-4.20 หมายถึง มีความเห็นมาก
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.21-5.00 หมายถึง มีความเห็นมากที่สุด

2.3.3 ความนิยมในการเลือกใช้ผ้าชิ่นตีนแดง

กำหนดการวัดแบบช่วง (interval Scale) วัดการสังเกตคุณภาพของผ้าไหมก่อนตัดสินใจบริโภค ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 5 ระดับ โดยให้คะแนนดังนี้

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

คำนวณช่วงกว้างระหว่างชั้นจากสูตร [3]
อันตรภาคชั้น = พิสัย/จำนวนชั้น
= (คะแนนสูงสุด-คะแนนต่ำสุด)/จำนวนชั้น
= (5-1)/5= 0.80

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าวสามารถแปลความหมายของระดับคะแนนได้ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.80 หมายถึง มีความคิดเห็นน้อยที่สุด

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.81 – 2.60 หมายถึง มีความคิดเห็นน้อย

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.62 – 3.40 หมายถึง มีความคิดเห็นปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.41 – 4.20 หมายถึง มีความคิดเห็นมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.21 – 5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นมากที่สุด

2.4 การทดสอบเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามจากแนวคิดทฤษฎี ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกรอบแนวความคิดในการวิจัย เพื่อรวบรวมข้อมูลต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ และได้นำเสนอเครื่องมือต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความตรงของเนื้อหาและแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

จากนั้นทำการทดสอบความเชื่อมั่น เพื่อให้แบบสอบถามมีความถูกต้องและสมบูรณ์ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของแบบสอบถามผู้วิจัยจึงได้นำแบบสอบถามไปทดสอบกับตัวแทนประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 30 ราย แล้วนำผลการวิเคราะห์มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) ความนิยมในการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดง มีค่าเท่ากับ 0.86

นำผลการทดสอบที่ได้มาทำการปรับปรุงแก้ไขและตรวจสอบโดยคณะกรรมการที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์อีกครั้งก่อนที่จะนำไปสอบถามกับประชากร

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลแล้ว ผู้วิจัยจะตรวจสอบความสมบูรณ์ และความสอดคล้องของคำตอบในแบบสอบถามทุกข้อทุกประเด็น นำข้อมูลที่ถูกต้องเรียบร้อยแล้วมาจัดหมวดหมู่ เพื่อบันทึกลงรหัสแล้วนำข้อมูลไปประมวลผล หาค่าสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปและทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังนี้ หาค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการวิจัย

3.1 ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล

เพศ พบว่า ผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 85 ราย คิดเป็นร้อยละ 73.9 เป็นเพศชาย จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 26.1

อายุ พบว่า ผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนมากมีช่วงอายุ 31-40 ปี จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 30.4 รองลงมาคือช่วงอายุ 41-50 ปี จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 25.2 ช่วงอายุ 20-30 ปี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 19.1 ช่วงอายุ 51-60 ปี จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 13.9 และน้อยที่สุดคือ ช่วงอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 10.4

ระดับการศึกษา พบว่า ผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนมากจบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 41.7 รองลงมาประถมศึกษาจำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 36.5 ต่ำกว่าประถมศึกษา 10 คน คิดเป็นร้อยละ 8.7 ปวช./ปวส. จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 7.0 ปริญญาตรี 5 คน คิดเป็นร้อยละ 4.3 และ น้อยที่สุดคือปริญญาโทหรือสูงกว่า 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.9

อาชีพ พบว่า ผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนมากประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 41.7 รองลงมาเป็นเกษตรกร จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 21.7 รับราชการ จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 17.4 ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 11.3 แม่บ้านจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 7.8 และน้อยที่สุดนักเรียน/นักศึกษา จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.7

3.2 ปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจ

สมาชิกในครัวเรือน พบว่า ผู้ที่ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนมากจะมีสมาชิก 4-6 คน ในแต่ละครัวเรือนเป็นจำนวน 92 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมา 1-3 คน จำนวน 12 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 10.4 และน้อยที่สุด 7 คนขึ้นไป จำนวน 11 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 9.6

ผู้ใช้ผ้าไหมในครัวเรือน พบว่า ผู้ที่ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ในครัวเรือนส่วนมากมีจำนวน 1-5 คน จำนวน 113 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 98.3 รองลงมา 6-10 คน จำนวน 2 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 1.7

รายได้ พบว่า ผู้ใช้ผ้าชิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนมากมีรายได้ 5000-10,000 บาท จำนวน 72 คน คิดเป็นร้อยละ 62.6 รองลงมา มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 21.7 มีรายได้ 10,000-15,000 บาท จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 10.4 และน้อยที่สุด 15,000 บาทขึ้นไป จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 5.2

รายจ่าย พบว่า ผู้ใช้ผ้าชิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนมากผู้ที่มีรายจ่ายต่ำกว่า 5,000 บาท จำนวน 72 คน คิดเป็นร้อยละ 62.6 และผู้ที่มีรายจ่ายมากกว่า 5000 บาทขึ้นไป จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 37.4

รายได้และรายจ่ายต่อการตัดสินใจซื้อ พบว่า ผู้ใช้ผ้าชิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนมากรายได้และรายจ่ายมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ จำนวน 91 คน คิดเป็นร้อยละ 79.1 และ ไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 20.9

ความถี่ในการซื้อ พบว่า ผู้ใช้ผ้าชิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนมากซื้อ 2 ครั้งต่อปี จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 39.1 ซื้อ 3 ครั้งต่อปี จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 20.0 ซื้อ 1 ครั้งต่อปี จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 19.1 ซื้อ 4 ครั้งต่อปี จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 17.4 ซื้อ 5 ครั้งต่อปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 2.6 และน้อยที่สุดคือซื้อ 5 ครั้งขึ้นไป จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.9

ราคามีผลต่อการตัดสินใจ พบว่า ผู้ใช้ผ้าชิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนมากราคามีผลต่อการตัดสินใจซื้อ จำนวน 97 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 84.3 และราคาไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 15.7

จำนวนเงินที่ใช้ พบว่า ประชากรใช้เงินในการซื้อผ้าชิ่นตีนแดงที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ในแต่ละครั้งส่วนมาก 1,000-2,000 บาท คิดเป็นร้อยล่ะ 37.4 รองลงมา 2,000-3,000 บาท จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 33.0 ต่ำกว่า 1,000 บาท มีจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 21.7 และน้อยที่สุด คือ 3,000 บาทขึ้นไป จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 7.8

จากการวิเคราะห์การเลือกปฏิบัติในกิจกรรมการใช้ผ้าชิ่นตีนแดงช่วงเทศกาลสำคัญของประชากรบ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าประชากรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีการปฏิบัติและไม่ปฏิบัติ แบ่งออกเป็น 2 เทศกาล

เทศกาลสงกรานต์

ท่านใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการทำบุญตักบาตร พบว่า ประชากรร้อยละ 99.1 ใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการทำบุญตักบาตร ส่วนอีกร้อยละ 0.9 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการทำบุญตักบาตรในเทศการสงกรานต์

ท่านใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในพิธีการแห่พระเข้าวัด พบว่า ประชากรร้อยละ 89.6 ใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในพิธีการแห่พระเข้าวัด ส่วนอีกร้อยละ 10.4 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการแห่พระเข้าวัดในเทศกาลสงกรานต์

ท่านใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการสรงน้ำพระ พบว่า ประชากรร้อยละ 90.4 ใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการสงน้ำพระ ส่วนอีกร้อยละ 9.6 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการสรงน้ำพระในเทศกาลสงกรานต์

ท่านใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในพิธีการรดน้ำขอพรจากผู้ใหญ่พบว่า ประชากรร้อยละ 89.6 ใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในพิธีการรดน้ำขอพรจากผู้ใหญ่ ส่วนอีกร้อยละ 10.4 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในพิธีการรดน้ำขอพรจากผู้ใหญ่

ท่านใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการเล่นกิจกรรมต่าง ๆ พบว่า ประชากรร้อยละ 78.3 ใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการเล่นกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนอีกร้อยละ 21.7 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการเล่นกิจกรรมต่าง ๆ

ท่านใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการเล่นรดน้ำ พบว่า ประชากรร้อยละ 78.3 ใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการเล่นรดน้ำ ส่วนอีกร้อยละ 21.7 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการเล่นรดน้ำ

ท่านได้ไปชมการประกวดผ้าไหมประจำปีในเทศกาลสงกรานต์ พบว่า ประชากรร้อยละ 92.2 ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการไปชมการประกวดผ้าไหมประจำปีใน

เทศกาลสงกรานต์ ส่วนอีกร้อยละ 7.8 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการไปชมการประกวดผ้าไหมประจำปีในเทศกาลสงกรานต์

เทศกาลวันลอยกระทง

ในการประกวดนางนพมาศมีการนำผ้าชิ่นตีนแดงมาใช้ พบว่า ประชากรร้อยละ 87.0 นำผ้าชิ่นตีนแดงมาใช้ในการประกวดนางนพมาศ ส่วนอีกร้อยละ 13.0 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการประกวดนางนพมาศ

ท่านใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการทำบุญตักบาตร พบว่า ประชากรร้อยละ 96.5 ใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการทำบุญตักบาตรส่วนอีกร้อยละ 3.5 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการทำบุญตักบาตร

ท่านใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในงานรำวง พบว่า ประชากรร้อยละ 72.2 ใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในงานรำวงส่วนอีกร้อยละ 27.8 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในงานรำวง

การวิเคราะห์การเลือกปฏิบัติในกิจกรรมการใช้ผ้าชิ่นตีนแดงช่วงงานบุญของประชากรบ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าประชากรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีการปฏิบัติและไม่ปฏิบัติ

ท่านมีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการเตรียมอุปกรณ์เครื่องเซ่นไหว้ พบว่า ประชากรร้อยละ 96.5 มีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการเตรียมอุปกรณ์เครื่องเซ่นไหว้ ส่วนอีกร้อยละ 3.5 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในเตรียมอุปกรณ์เครื่องเซ่นไหว้

ท่านมีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการไหว้ศาลปู่ตาประจำหมู่บ้าน พบว่า ประชากรร้อยละ 90.4 มีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการไหว้ศาลปู่ตาประจำหมู่บ้าน ส่วนอีกร้อยละ 9.6 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการไหว้ศาลปู่ตาประจำหมู่บ้าน

ท่านมีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการเซ่นไหว้ศาลพระภูมิพระจำบ้าน พบว่า ประชากรร้อยละ 89.6 มีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการเซ่นไหว้ศาลพระภูมิพระจำบ้าน ส่วนอีกร้อยละ 10.6 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการเซ่นไหว้ศาลพระภูมิพระจำบ้าน

ท่านมีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมแซนโฎนตาที่บ้าน พบว่า ประชากรร้อยละ 90.4 มีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมแซนโฎนตาที่บ้าน ส่วนอีกร้อยละ 9.6 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมแซนโฎนตาที่บ้าน

ท่านมีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมบายเบ็น พบว่า ประชากรร้อยละ 87.0 มีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมบายเบ็น ส่วนอีกร้อยละ 13.0 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมบายเบ็น

ท่านมีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมที่วัด พบว่า ประชากรร้อยละ 108 มีการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมที่วัด ส่วนอีกร้อยละ 6.1 ไม่ปฏิบัติหรือไม่ใส่ชุดผ้าชิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมที่วัด

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็น ในการสังเกตคุณภาพของผ้าชิ่นตีนแดงก่อนตัดสินใจซื้อของประชากรบ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าผู้ใช้มีการสังเกตคุณภาพของผ้าชิ่นตีนแดงก่อนตัดสินใจซื้อรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.11) และเมื่อแยกพิจารณาแยกเป็นรายข้อปรากฏว่าผู้ใช้มีความคิดเห็นระดับมากที่สุด 4 ข้อโดยมีค่าเฉลี่ยสูง 3 อันดับแรก คือท่านสังเกตลายทอมีความสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 4.23) ข้อที่ 4 ท่านดูความแข็งแรงของเนื้อผ้าก่อนตัดสินใจซื้อ (ค่าเฉลี่ย 4.22) และข้อ 2 ท่านเลือกผ้าที่มีสีสม่ำเสมอกันทั้งผืน (ค่าเฉลี่ย 4.20) ผู้ใช้มีการสังเกตระดับปานกลาง 1 ข้อ คือผู้ใช้เลือกซื้อผ้าไหมที่มีตรารับรองคุณภาพ (ค่าเฉลี่ย3.77)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็น ความนิยมในการเลือกใช้ผ้าชิ่นตีนแดงในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่าผู้ใช้มีความนิยมในการเลือกใช้ผ้าชิ่นตีนแดงรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 5.17) และเมื่อแยกพิจารณาแยกเป็นรายข้อปรากฏว่า ผู้ใช้มีความคิดเห็นระดับมากที่สุด 4 ข้อโดยมีค่าเฉลี่ยสูง 3 อันดับแรกคือการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงแดงบ่งบอกถึงวัฒนธรรมชาวอีสานใต้ (ค่าเฉลี่ย 4.82) ข้อที่ 4 ท่านคิดว่าการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงเป็นการอนุรักษ์วัฒนธรรมไทย (ค่าเฉลี่ย 4.30) และข้อที่ 15 ท่านคิดว่าการมอบ

ของขวัญเป็นผ้าซิ่นตีแดง (ค่าเฉลี่ย 4.25) ผู้ใช้มีความนิยมในระดับมาก 13 ข้อ โดยแบ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรกคือข้อที่ 6 การสวมใส่ผ้าซิ่นตีนแดงของหน่วยงานราชการในวันสุดสัปดาห์มีความเหมาะสมเพียงใด (ค่าเฉลี่ย 3.99) ข้อที่ 16 ท่านนิยมใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในโทนสีสดใส (ค่าเฉลี่ย 3.90) และข้อที่ 18 ท่านคิดว่ามีความเหมาะสมเพียงใดที่ผ้าซิ่นตีนแดงเป็นลวดลายของผ้าทางภาคอีสาน (ค่าเฉลี่ย 3.89) ผู้ใช้มีความนิยมระดับปานกลาง 2 ข้อ คือ ข้อที่ 10 ในพิธีแต่งงานจำเป็นต้องมีการมอบผ้าซิ่นตีนแดง (ค่าเฉลี่ย 3.33) และข้อที่ 20 หากมีลวดลายผ้าแบบใหม่มาเป็นลวดลายผ้าประจำภาคอีสานท่านมีความพึงพอใจเพียงใด (ค่าเฉลี่ย 2.94) และผู้ใช้มีความนิยมน้อยมี 1 ข้อ คือ ข้อที่ 19 ท่านมีความต้องการให้มีการสืบทอดวัฒนธรรมการทอผ้าสู่รุ่นลูกรุ่นหลานเพียงใด (ค่าเฉลี่ย 2.90)

4. การอภิปรายผล

จากการศึกษาความนิยมในการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงของประชากรในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ โดยผู้วิจัยทำการศึกษาจากประชากร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 115 ราย มีรายระเอียดดังนี้

ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ

รายได้และรายจ่ายเป็นองค์ประกอบหลักที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผ้าซิ่นตีนแดงมาใช้ในชีวิตประจำวันอีกทั้งผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์เห็นว่าราคาของผ้าซิ่นตีนแดงมีผลต่อการเลือกซื้อผ้าซิ่นตีนแดงมาใช้ และผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในครัวเรือนนั้นมีจำนวน 1-5 คนเป็นส่วนมาก ความบ่อยในการซื้อผ้าซิ่นตีนแดง 2 ครั้งต่อปีเท่านั้นเนื่องจากประชากรมีรายได้ไม่มากนัก และ สอดคล้องกับผลงานวิจัยที่ศึกษาลักษณะการมาท่องเที่ยวที่หมู่บ้านทุ่งโฮ้ง พบว่ามากับกลุ่มเพื่อนมีความถี่ในการเดินทางประมาณ 1-2 ครั้ง จำนวนเงินที่ใช้จ่ายในการซื้อสินค้าต่อครั้งมีค่าใช้จ่ายประมาณ 300-500 [4]

การเลือกปฏิบัติในการใช้ผ้าซิ่นตีนแดงช่วงเทศกาล

การเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงมีความสำคัญต่อเทศกาลสงกรานต์เป็นการรักษาขนบธรรมเนียมประเพณีของชาวอีสานใต้โดยมีการใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการทำบุญตักบาตรแล้วผู้คนเดินทางไปวัดเพื่อทำบุญหรือเล่นกิจกรรมในวันสงกรานต์ร่วมกันนั้นจะร่วมใจกันใส่ผ้าซิ่นตีนแดงกันเป็นจำนวนมากอีกทั้งยังมีเทศกาลลอยกระทง งานบุญแซนโฎนตา หรือสารทเขมร พิธีกรรมทำบุญใหญ่ของชาวอีสานใต้ จังหวัดบุรีรัมย์ ในพิธีกรรมนี้มีส่วนมากจะใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการร่วมทำพิธีและมีส่วนน้อยนักที่ไม่ใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการประกอบพิธี สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ อรทัย สายสะอาดและคณะ [5] พบว่าผู้ซื้อส่วนใหญ่จะซื้อผ้าไหมเพื่อสวมใส่ในงานพิธีสำคัญๆ

ความนิยมในการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์

จากการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงของประชากรในพื้นที่ บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ส่วนมาประชากรในพื้นที่จะมองว่าการใส่ผ้าซิ่นตีนแดงนั้นเป็นการอนุรักษ์วัฒนธรรมไทยและบ่งบอกบอกถึงวัฒนธรรมของชาวอีสานใต้ แม้ไม่ใช่ช่วงเทศกาลหากมีการใส่ผ้าซิ่นตีนแดงนั้นคนในพื้นที่คิดว่ามีความเหมาะสมเป็นอย่างมาก เพราะมีความสะดวกในการหาซื้อได้ง่ายเนื่องจากมีการวางขายกันเป็นจำนวนมากแล้วยังมีความนิยมในการเลือกโทนผ้าที่มีสันสดใสซึ่งในการมอบผ้าซิ่นตีนแดงในพิธีแต่งงานหรือจะมอบให้เป็นของขวัญนั้นมีความเหมาะสมอย่างยิ่ง มีการสืบทอดวัฒนธรรมการทอผ้าของชาวบ้านสู่รุ่นลูกรุ่นหลานและส่วนน้อยนักที่ต้องการให้มีลวดลายใหม่ๆเข้ามาสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมพ์นิภา รัตนจันทร์ [6] ซื้อเพื่อเป็นของฝากในโอกาสต่าง ๆ ข้อพิจารณาในการตัดสินใจเลือก ซื้อผลิตภัณฑ์ผ้าไหม คือ คุณภาพการทอเนื้อผ้าผู้มีอิทธิพลคือ ตัวเอง ซื้อประเภทผลิตภัณฑ์ผ้าไหม คือ ซื้อผ้าผืนนี้ ซื้อประเภทผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผ้าไหม คือเสื้อผ้า โทนสีที่เลือกซื้อคือ สีชมพู

ข้อเสนอแนะ

จากข้อเสนอแนะของประชากรในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ในความนิยมการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงพบ ประชากรจำนวน 4 ราย อยากให้ผ้าซิ่นตีนแดงมีการพัฒนาลวดลายแบบใหม่ให้มีมากขึ้น และอยากให้มีมีรักษาวัฒนธรรมประจำท้องถิ่นโดยให้ยึดหลักการสวมใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการเข้าร่วมกิจกรรมหรือประเพณีของชาวจังหวัดบุรีรัมย์ไว้ เพื่อที่จะได้เผยแพร่ให้เด็กหรือเยาวชนคนรุ่นหลังได้เรียนรู้และสืบต่อไป

5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความนิยมในการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงความนิยมในการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงใน บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สรุปผลได้ดังนี้

ตอนที่ 1 ปัจจัยพื้นฐานส่วนบุคคล

ผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในพื้นที่ บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 73.9 มีอายุเฉลี่ย 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 25.2 และ มีระดับการการศึกษาสูงสุดในระดับมัธยมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 41.7 มีอาชีพรับจ้างทั่วไปเป็นส่วนมาก คิดเป็นร้อยละ 39.1

ตอนที่ 2 ปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจ

ผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในพื้นที่ บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ส่วนมากมีสมาชิก 4-6 คน ในแต่ละครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 80 ผู้ที่ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในครัวเรือนส่วนมากมีจำนวน 1-5 คน คิดเป็นร้อยละ 98.3 ส่วนมากมีรายได้ 5,000-10,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 62.6 ส่วนมากมีรายจ่ายต่ำกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 62.6 รายได้และรายจ่ายมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ คิดเป็นร้อยละ 79.1 ความถี่ในการซื้อ 2 ครั้งต่อปี คิดเป็นร้อยละ 39.1 ราคาผ้าซิ่นตีนแดงมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ คิดเป็นร้อยล่ะ 84.3 และประชากรใช้เงินในการซื้อผ้าซิ่นตีนแดง ในแต่ละครั้งส่วนมาก 1,000-2,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 37.4

ตอนที่ 3 การเลือกปฏิบัติในกิจกรรมการใช้ผ้าซิ่นตีนแดงช่วงเทศกาลสำคัญ

1. การเลือกปฏิบัติของประชากรในการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในกิจกรรมช่วงเทศกาลสงกรานต์ในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สรุปได้ดังนี้ ประชากรร้อยละ 99.1 ใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการทำบุญตักบาตร ประชากรร้อยละ 89.6 ใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในพิธีการแห่พระเข้าวัด ประชากรร้อยละ 90.4 ใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการสงน้ำพระ ประชากรร้อยละ 89.6 ใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในพิธีการรดน้ำขอพรจากผู้ใหญ่ ประชากรร้อยละ 78.3 ใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการเล่นกิจกรรมต่าง ประชากรร้อยละ78.3 ใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการเล่นรดน้ำ และประชากรร้อยละ 92.2 ไปชมการประกวดผ้าไหมประจำปีในเทศกาลสงกรานต์

2. การเลือกปฏิบัติในกิจกรรมการใช้ผ้าซิ่นตีนแดงช่วงเทศกาลลอยกระทงของผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในพื้นที่ บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ สรุปได้ดังนี้ ประชากรร้อยละ87.0 นำผ้าซิ่นตีนแดงมาใช้ในการประกวดนางนพมาศ ประชากรร้อยละ 96.5 ใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการทำบุญตักบาตร และประชากรร้อยละ 72.2 ใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในงานรำวง

3. การเลือกปฏิบัติในกิจกรรมการใช้ผ้าซิ่นตีนแดงช่วงงานบุญประเพณีสารทเขมร (แซนโฎนตา) ของผู้ใช้ผ้าซิ่นตีนแดงในพื้นที่ บ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ประชากรร้อยละ 96.5 มีการใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการเตรียมอุปกรณ์เครื่องเซ่นไหว้ ประชากรร้อยละ 90.4 มีการใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการไหว้ศาลปู่ตาประจำหมู่บ้าน ประชากรร้อยละ 89.6 มีการใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการเซ่นไหว้ศาลพระภูมิ ประชากรร้อยละ 90.4 มีการใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรแซนโฎนตาที่บ้าน ประชากรร้อยละ 87.0 มีการใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมบายเบ็น และประชากรร้อยละ 108 มีการใส่ผ้าซิ่นตีนแดงในการประกอบพิธีกรรมที่วัด

4.การสังเกตคุณภาพของผ้าซิ่นตีนแดงก่อนตัดสินใจบริโภคของประชากร บ้านลำดวนใต้ตำบลลำดวน

อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ ผู้ใช้มีการสังเกตคุณภาพของผ้าชิ่นตีนแดงก่อนตัดสินใจซื้อรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.11) และเมื่อแยกพิจารณาแยกเป็นรายข้อปรากฏว่า ผู้ใช้มีความคิดเห็นระดับมากที่สุด 4 ข้อโดยมีค่าเฉลี่ยสูง 3 อันดับแรกคือท่านสังเกตลายทอมีความสม่ำเสมอ (ค่าเฉลี่ย 4.23) ข้อที่ 4 ท่านดูความแข็งแรงของเนื้อผ้าก่อนตัดสินใจซื้อ (ค่าเฉลี่ย 4.22) และข้อที่ 2 ท่านเลือกผ้าที่มีสีสม่ำเสมอกันทั้งผืน (ค่าเฉลี่ย 4.20) ผู้ใช้มีการสังเกตระดับปานกลาง 1 ข้อ คือผู้ใช้เลือกซื้อผ้าไหมที่มีตรารับรองคุณภาพ (ค่าเฉลี่ย 3.77)

ตอนที่ 4 ความนิยมในการเลือกใช้ผ้าชิ่นตีนแดงของประชากรบ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน

อำเภอกระสังจังหวัดบุรีรัมย์ ผู้ใช้มีความนิยมในการเลือกใช้ผ้าชิ่นตีนแดงรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 5.17) และเมื่อแยกพิจารณาแยกเป็นรายข้อปรากฏว่า ผู้ใช้มีความคิดเห็นระดับมากที่สุด 4 ข้อโดยมีค่าเฉลี่ยสูง 3 อันดับแรกคือการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงบ่งบอกถึงวัฒนธรรมชาวอีสานใต้ (ค่าเฉลี่ย 4.82) ข้อที่ 4 ท่านคิดว่าการใส่ผ้าชิ่นตีนแดงเป็นการอนุรักษ์วัฒนธรรมไทย (ค่าเฉลี่ย 4.30) และข้อที่ 15 ท่านคิดว่าการมอบของขวัญเป็นผ้าชิ่นตีแดง (ค่าเฉลี่ย 4.25) ผู้ใช้มีความนิยมในระดับมาก 13 ข้อ โดยแบ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรกคือข้อที่ 6 การสวมใส่ผ้าชิ่นตีนแดงของหน่วยงานราชการในวันสุดสัปดาห์มีความเหมาะสมเพียงใด (ค่าเฉลี่ย 3.99) ข้อที่ 16 ท่านนิยมใส่ผ้าชิ่นตีนแดงในโทนสีสดใส (ค่าเฉลี่ย 3.90) และข้อที่ 18 ท่านคิดว่ามีความเหมาะสมเพียงใดที่ผ้าชิ่นตีนแดงเป็นลวดลายของผ้าทางภาคอีสาน (ค่าเฉลี่ย 3.89) ผู้ใช้มีความนิยมระดับปานกลาง 2 ข้อ คือ ข้อที่ 10 ในพิธีแต่งงานจำเป็นต้องมีการมอบผ้าชิ่นตีนแดง (ค่าเฉลี่ย3.33) และข้อที่ 20 หากมีลวดลายผ้าแบบใหม่มาเป็นลวดลายผ้าประจำภาคอีสานท่านมีความพึงพอใจเพียงใด (ค่าเฉลี่ย 2.94) และผู้ใช้มีความนิยมน้อยมี 1 ข้อ คือ ข้อที่ 19 ท่านมีความต้องการให้มีการสืบทอดวัฒนธรรมการทอผ้าสู่รุ่นลูกรุ่นหลานเพียงใด (ค่าเฉลี่ย 2.90)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาความคิดเห็นของประชากรผู้ใช้ผ้าชิ่นตีนแดงในพื้นที่อื่นๆเพิ่มเติม

2. ควรมีการถ่ายทอดรู้พื้นฐานของผ้าไหม และมีการถ่ายทอดให้ชาวบ้านเพิ่มเติม

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และประชากรผู้ตอบแบบสำรวจในบ้านลำดวนใต้ ตำบลลำดวน อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] คณะกรรมการฝ่ายประมวลเอกสารและจดหมายเหตุ. ในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ. 2544. วัฒนธรรมพัฒนาการทางประวัติศาสตร์ เอกลักษณ์และภูมิปัญญาจังหวัดบุรีรัมย์. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงมหาดไทย กระทรวงศึกษาธิการ กรมศิลปากร.

[2] วลี มโนมัธย์. (2554). ดร.ฤกษ์ ศยามานนท์ (ที่ปรึกษาในการเขียนและเรียบเรียง) กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ. (ออนไลน์). http://www.thaikasetsart.com. (10 สิงหาคม 2559)

[3] สุรินทร์ นิยมางกูร. 2548. *สถิติวิจัย*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 467 น.

[4] ศิรินภา วงศ์ตุ้ย. 2558. ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการตัดสินใจเลือกซื้อผ้าหม้อห้อมของนักท่องเที่ยวชาวไทย ที่หมู่บ้านทุ่งโฮ้ง อ.เมือง จ.แพร่. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี. คณะบริหารธุรกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[5] อรทัย สายสะอาด อรสา อินทร์น้อย และสุดาพร ตังควนิช. 2557. ค่านิยมการ และพฤติกรรมการซื้อผ้าไหมของผู้บริโภคชาวไทยในจังหวัดอุบลราชธานี ชาวกัมพูชาในจังหวัดเสียมเรียบ และชาวลาวในเมืองชนะสมบูรณ์. วารสารศรีวนาลัยวิจัย. 4(7): 58-64.

[6] พิมพ์นิภา รัตนจันทร์ ผุสดี นิลสมัคร สุพรรณี พรภักดี ปุริม หนุนนัด และ ณพรรณ สินธุศิริ. 2556. พฤติกรรมของนักท่องเที่ยวในการซื้อผลิตภัณฑ์ผ้าไหมของโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์. คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา.

นวัตกรรมการจัดการน้ำเสียชุมชนสำหรับประเทศไทย

Innovative Wastewater Management for Thailand

ธัชชัย ปุษยะนาวิน[1*], ธรรมรัตน์ คุตตะเทพ[2] และ จงรักษ์ ผลประเสริฐ[3]

Tatchai Pussayanavin, Thammarat Koottatep and Chongrak Polpresert

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

[2]คณะสิ่งแวดล้อม ทรัพยากร และการพัฒนา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

[3]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[1]Department of Environment Science, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

[2]School of Environmental, Resources and Development, Asian Institute of Technology, Thailand

[3]Faculty of Engineering Thammasat University, Thailand

***Corresponding author**: poktatchai@gmail.com

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของประชากรในเมืองหลวง ปริมณฑล และเมืองใหญ่ๆเป็นหนึ่งในสาเหตุหลักที่มีผลต่อความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ ระบบบำบัดน้ำเสียตามบ้านเรือน อาทิ บ่อเกรอะบ่อซึม หรือถังบำบัดสำเร็จรูป ที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการบำบัดสารอินทรีย์และเชื้อโรค ทำให้น้ำเสียจากบ้านเรือนหรือน้ำเสียที่ออกจากระบบฯ ปนเปื้อนแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน หรือแม่น้ำลำคลองต่างๆ ส่งผลให้มีกลิ่นสีที่ไม่พึงประสงค์และตรวจพบเชื้อโรครวมทั้งสารก่อมลพิษที่เกินกว่าค่ามาตรฐานทางสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การลักลอบทิ้งกากปฏิกูลที่ยังไม่ผ่านการบำบัดที่เหมาะสมในพื้นที่ไร่นา หรือ คูคลอง ส่วนใหญ่จะพบในเขตชานเมืองเป็นหนึ่งในปัญหาที่สำคัญที่แพร่กระจายเชื้อโรคไปสู่สิ่งแวดล้อมและเกิดปัญหาการเจ็บป่วยของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง ด้วยเหตุนี้แนวทางการจัดการน้ำเสียอย่างยั่งยืนตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 จึงได้ถือกำเนิดขึ้น โดยนำพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ชีวภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น นอกจากนี้การพัฒนานวัตกรรมระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยเช่น ถังบำบัดสิ่งปฏิกูลที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่กับระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสีย และสามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาใช้ใหม่ได้ เทคโนโลยีดังกล่าวคาดว่าสามารถ ช่วยลดการเจ็บป่วย และเสียชีวิตจากปัญหาการจัดการน้ำเสียที่ไม่เหมาะสม ทำให้แหล่งน้ำมีคุณภาพดีขึ้น

คำสำคัญ : น้ำเสียจากชุมชน, มลพิษแหล่งน้ำ, ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กากปฏิกูล, การนำน้ำกลับมาใช้

Abstract

A rapid increase of population density in urban area and economic growth of Thailand have caused serious water pollution and health problems. One of the main reasons is the ineffective of the prevalent sanitation system used for treating domestic wastewaters including toilet wastewater and greywater. Most households and buildings in Thailand employ on-site treatment systems such as cesspools or commercial septic tank package to treat toilet wastewaters, while grey water (from bathing, cleaning etc.) is usually discharged untreated into nearby stream drainages or canals and rivers. A recent survey found the efficient of these on-site treatment systems to still contain high concentrations of organic matters and fecal

microorganisms, causing several pollutions of the nearby storm sewers and water courses. Thus, Sustainable wastewater managements under the royal initiative of his majesty the king Rama IX is established for resolving environmental issues. An innovative sanitation technology recently developed is integration of solar septic tank and constructed wetland for treatment of wastewater. This technology which is cost-effective should be able to protect the public health and improving quality of the canals and rivers in the urban areas.

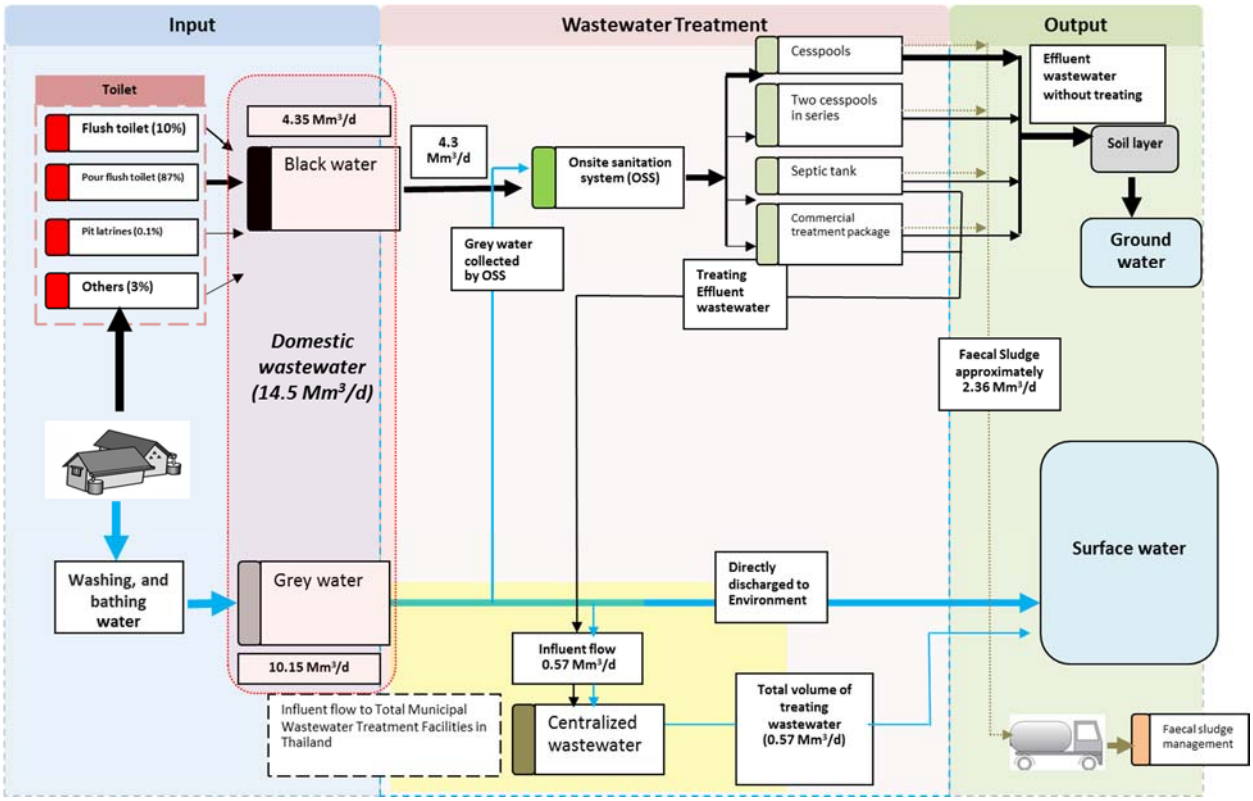
Keyword: Domestic wastewater, Water pollution, On-site wastewater treatment, Feacal sludge and Water reuse

1. บทนำ

การเติบโตทางเศรษฐกิจและเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรในเมืองหลวงต่างๆของประเทศไทย เป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำธรรมชาติและลำคลอง มลพิษทางแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ มาจากกิจกรรมการใช้น้ำภายในบ้านเรือนของประชาชนเช่น การซักล้าง, อาบน้ำ และ ขับถ่ายสิ่งปฏิกูลหรือของเสีย จากรายงานของกรมควบคุมมลพิษ (2552) พบว่า ปริมาณน้ำเสียจากบ้านเรือนหรือน้ำเสียชุมชนที่ปล่อยทิ้งต่อวันมีปริมาณถึง 14 ล้านลูกบาศลิตรต่อวัน โดยจำแนกเป็นน้ำเสียจากกิจกรรมการซักล้าง (10.15 ล้านลูกบาศลิตรต่อวัน) และน้ำเสียจากห้องน้ำ (4.35 ล้านลูกบาศลิตรต่อวัน) โดยน้ำเสียที่มีอยู่ในประเทศทั้งหมดนั้นจะมีการบำบัดโดยระบบบำบัดขนาดใหญ่หรือ โรงบำบัดน้ำเสีย (Centralized wastewater treatment plants) เพียง 5-20 เปอร์เซ็น และมากกว่า 50 เปอร์เซ็นของน้ำเสียจะปล่อยโดยตรงไปสู่ลำคลอง หรือแหล่งน้ำตามธรรมชาติ (ภาพที่ 1) จึงทำให้แม่น้ำลำคลองส่วนใหญ่ในที่อยู่ใกล้ชุมชนจะมีปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็น และสีขุ่นหรือดำ ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้ในการอุปโภคหรือบริโภคได้ ในกรณีตัวอย่างเช่น คลองแสนแสบที่มีค่าการละลายของอ๊อกซิเจนที่ต่ำสุดถึง 0 มิลลิกรัมต่อลิตร [1] ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำไม่สามารถอยู่ได้ ในหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยได้มีการสร้างโรงบำบัดน้ำเสียหลายแห่งเพื่อให้เพียงพอต่อน้ำเสียที่เกิดขึ้น แต่เนื่องจากข้อจำกัดในด้านการลงทุนและการใช้พื้นที่ที่ในการก่อสร้างที่มากทั้งในส่วนของระบบการวางท่อและโครงสร้างของระบบบำบัดน้ำเสีย ทำให้การแก้ปัญหาโดยการสร้างโรงบำบัดน้ำเสียยังล่าช้าและไม่สามารถครอบคลุมในหลายๆพื้นที่ จากความเหมาะสมในการด้านการติดตั้ง การจัดการน้ำเสียชุมชนส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นในรูปแบบระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-site wastewater treatment) เช่น ระบบบ่อเกรอะบ่อซึมและถังบำบัดสำเร็จรูป (ภาพที่ 2) เนื่องจากข้อจำกัดในด้านการบำบัด และการออกแบบที่ไม่เหมาะสม [2] การสำรวจประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่พบว่า คุณภาพน้ำที่ออกมายังมีค่าสารอินทรีย์และเชื้อโรคที่สูงกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ [3] ดัชนีชี้บ่งค่าบีโอดี (BOD_5) ซีโอดี (TCOD) ของน้ำเสียที่ออกมาอยู่ประมาณ 200 และ 1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณของเชื้อก่อโรค (Fecal coliform และ E. coli) มีจำนวนมากถึง 10^6 เอ็มพีเอ็น/100มิลลิลิตร (MPN/100mL) [4] นอกจากนั้นค่าของสารอาหาร (TN และ TP) ในน้ำเสียที่ออกมาจากระบบบำบัดน้ำเสียมีค่าสูง จากข้อมูลการสำรวจและงานวิจัยได้ยืนยันถึงปัญหามลพิษแหล่งน้ำในประเทศไทยที่เกิดจากระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพด้อย

นอกจากนี้กากปฏิกูลที่สะสมภายในระบบบำบัดยังคงมีเชื้อโรคหรือสารอินทรีย์ในระดับที่สูงมากเมื่อเทียบกับน้ำเสียที่เกิดขึ้นตามบ้านเรือนทั่วไปจึงมีความจำเป็นที่จะต้องบำบัดอย่างเหมาะสมก่อนทิ้งไปสู่สิ่งแวดล้อม เนื่องจากปัญหาระบบการจัดการกากปฏิกูลที่อย่างไม่เหมาะสมในประเทศไทยหรือประเทศที่กำลังพัฒนา กากปฏิกูลส่วนใหญ่จะถูกลักลอบนำไปทิ้งไปสู่ นาข้าว สวน และ ลำคลอง ในบริเวณเขตชานเมือง จึงทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคและส่งผลต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

ตามมา องค์การอนามัยโลก [5] รายงานว่ามีประชากรในประเทศกำลังพัฒนา เสียชีวิตจากการจัดการน้ำเสียบ้านเรือนและสิ่งปฏิกูลที่ไม่ถูกต้องมากถึง 2,500 คนต่อวัน หรือประมาณ 1 ล้านคนต่อปี และเจ็บป่วยประมาณ 8,000 คนต่อวัน ประชากรประเทศไทยที่เจ็บป่วยด้านระบบทางเดินอาหารจากปัญหาการจัดการน้ำเสียและสิ่งปฏิกูลที่ไม่เหมาะสมมีประมาณ 400,000 คนต่อปีในช่วง พ.ศ. 2553-2555 [6] ปัญหาดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น จึงต้องมีการแก้ไขและจัดการอย่างเร่งด่วน



ภาพที่ 1 การจัดการน้ำเสียชุมชนในประเทศไทย

2. การจัดการน้ำเสียชุมชนอย่างยั่งยืนตามแนวพระราชดำริ

จากปัญหาด้านการจัดการน้ำเสียดังกล่าว พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ทรงห่วงใยถึงปัญหาการพัฒนาสิ่งแวดล้อมให้เกิดความสมดุลควบคู่ไปกับการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ จึงได้พัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเสียอย่างยั่งยืน (ภาพที่ 3) โดยยึดหลักพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ชีวภาพนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อม [7] ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ง่าย และเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในประเทศไทย อาทิ

(1) ระบบบ่อบำบัดน้ำเสียใช้หลักธรรมชาติ (Lagoons) หรือระบบ “สายลมและแสงแดด” โดยสายลมช่วยเติมอากาศที่บริเวณผิวน้ำ และแสงแดดช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย เป็นเทคนิคที่ไม่ซับซ้อนและง่ายต่อการควบคุม บ่อบำบัดน้ำเสียในโครงการฯ ประกอบไปด้วยบ่อตกตะกอน บ่อผึ่ง และบ่อปรับสภาพ ในแต่ละบ่อแตกต่างกันที่ความลึก (ตารางที่ 1) และอาศัยหลักการเก็บพักน้ำในระยะเวลาที่เหมาะสมกับค่าสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่เข้ามาในแต่ละบ่อ โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 5-15 วัน น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดจะไหลล้นจากด้านบนลงสู่ด้านล่างของบ่อถัดไปเพื่อช่วยกระจายตัวของออกซิเจนจากบริเวณผิวน้ำ

ไปยังด้านล่างของบ่อถัดไป และยังช่วยเพิ่มการทำงานของจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสียให้ดียิ่งขึ้น [8]

(2) ระบบพืชและหญ้ากรองน้ำเสีย (Plant filtration) ระบบนี้จะนำพืชเข้ามาช่วยในการบำบัดน้ำเสีย โดยพืชช่วยการดูดซับสารอาหารอาทิเช่น ไนโตรเจน หรือฟอสฟอรัส นอกจากนี้พืชสามารถช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในดิน ผ่านปากใบลงสู่รากพืชทำให้เพิ่มความสามารถในการทำงานของจุลินทรีย์ในดินได้ดียิ่งขึ้น การควบคุมระบบจะเก็บพักน้ำเสียในระยะเวลา 5 วันสลับกับปล่อยแห้ง 2 วัน พืชที่ใช้จะแบ่งเป็นพืชที่หาได้ทั่วไปเช่น ธูปฤาษี, กกกลม หรือหญ้าแฝก และพืชที่นำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่นหญ้าคาลลา, หญ้าโคสครอส และหญ้าสตาร์ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพพืชจะต้องเก็บเกี่ยวทุกๆ 50-60 วัน [9]

(3) ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (Constructed wetland) กลไกลการบำบัดของระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมจะคล้ายคลึงกับระบบพืชและหญ้ากรองน้ำเสีย แตกต่างในส่วนของการควบคุมระบบ โดยระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียมจะเก็บพักน้ำเสียในแปลงพืชในระยะเวลาเก็บพัก 1-2 วัน ที่ระยะความสูง 10-30 เซนติเมตรจากดิน โดยจะทำการเติมน้ำเสียเข้าในระบบแบบต่อเนื่อง พืชที่ใช้คือ ธูปฤาษี พุทธรักษา และกกกลม [9]

ภาพที่ 2 ระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไปตามบ้านเรือน

ภาพที่ 3 เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริ

(Green Network Issue 55 July 2014, www.chaoprayanews.com)

ภาพที่ 4 ถังบำบัดสิ่งปฏิกูลพลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่กับระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

3. นวัตกรรมระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน

จากปัญหาการจัดการน้ำเสียจากบ้านเรือนและสิ่งปฏิกูลที่มีผลกระทบต่อแหล่งน้ำและสุขภาพอย่างมากในปัจจุบัน ทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านสุขาภิบาลแนวใหม่เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรค รวมถึงปัญหามลพิษแหล่งน้ำที่มาจากน้ำเสียบ้านเรือนและสิ่งปฏิกูล เทคโนโลยีที่กำลังพัฒนาคือ ถังบำบัดสิ่งปฏิกูลพลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่กับระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (ภาพที่ 4) ซึ่งเป็นหนึ่งในระบบสุขาภิบาลรูปแบบใหม่ที่สามารถ กำจัดเชื้อโรค และลดการสะสมของกากปฏิกูลภายในระบบอย่างมีประสิทธิภาพ [10] โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์รับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ถ่ายเทความร้อนเข้ากับถังบำบัดสิ่งปฏิกูลทั่วไปตามบ้านเรือน ผลการวิจัยพบว่าถังบำบัดสิ่งปฏิกูลพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถสามารถลดปริมาณเชื้อก่อโรค (E. coli) ในน้ำเสียที่จะออกจากระบบลงได้ถึง 10^3-10^6 เอ็มพีเอ็น/100มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณเชื้อก่อโรคที่ออกจากระบบมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง [11] ถังบำบัดสิ่งปฏิกูลพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้จริงในชุมชน ขนาด 1,000 ลิตรมีอุณหภูมิภายในระบบประมาณ 40-55 องศาเซลเซียสสามารถลดปริมาณเชื้อก่อโรคลงได้ถึง 3-5 Log และลดการสะสมของกากตะกอนมากกว่าระบบทั่วไปถึง 50 เปอร์เซ็น [12] จึงทำให้ลดปริมาณการสูบกากปฏิกูลและปัญหาการจัดการที่ไม่เหมาะสมหรือลักลอบทิ้งลงได้ ผลผลิตพลอยได้ (By-product) จากระบบนี้คือก๊าซชีวภาพที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้มในครัวเรือนได้ และเมื่อติดตั้งควบคู่กับระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม ขนาด 4 ตารางเมตร สามารถลดสารอินทรีย์ เชื้อก่อโรค สารอาหาร และของแข็งต่างๆในน้ำได้ตามาตรฐานน้ำทิ้งของประเทศไทย และตาม WHO guildline สำหรับการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (ตารางที่ 2) [10]

4. บทสรุป

จากปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำของประเทศไทยมีสาเหตุมาจากการจัดการน้ำทิ้งชุมชนที่ไม่เหมาะสม นวัตกรรมการจัดการน้ำเสียชุมชนทั้งแนวทางการจัดการน้ำเสียชุมชนอย่างยั่งยืนตามแนวพระราชดำริ และ การประยุกต์ใช้นวัตกรรมระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน ด้วยระบบถังบำบัดสิ่งปฏิกูลพลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่กับพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม สามารถช่วยแก้ไข หรือบรรหาดังกล่าวได้ นอกจากนี้ประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีดังกล่าวคาดว่ามีความเหมาะสมกับต้นทุน สามารถช่วยลดการเจ็บป่วยและเสียชีวิตจากปัญหาน้ำเสียชุมชนและกากปฏิกูล ทำให้แหล่งน้ำมีคุณภาพดีขึ้น ในอนาคตแนวทางการจัดการนี้จะมีส่วนสำคัญที่

ช่วยแก้ไขปัญหามลพิษแหล่งน้ำสำหรับประเทศไทยและ
ภูมิภาคได้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การออกแบบบ่อบำบัดน้ำเสีย

เกณฑ์การออกแบบ	บ่อตกตะกอน	บ่อผึ่ง	บ่อปรับสภาพ
ความลึก, เมตร	3-5	1.5-3	1-2
ระยะเวลาเก็บพักน้ำ, วัน	10-50	5-20	5-10
ภาระการรับสารอินทรีย์, กิโลกรัม BOD/เฮกแตร์-วัน	มากกว่า 300	100-300	ต่ำกว่า 100
กลไกลการบำบัด	บำบัดสารอินทรีย์และตกตะกอนของแข็งแขวนลอย	บำบัดสารอินทรีย์	ลดค่าของแข็งแขวนลอยและฆ่าเชื้อโรค
ผลผลิตพลอยได้	แก๊สชีวภาพ	สาหร่ายและจุลลินทรีย์	-

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดจากถังบำบัดสิ่งปฏิกูลพลังงานแสงอาทิตย์ควบคู่กับระบบพื้นที่ชุ่มน้ำเทียม

พารามิเตอร์	**หน่วย**	**ความเข้มข้น**	**มาตรฐานน้ำทิ้งประเทศไทย (อาคารประเภท จ)**
		น้ำที่ผ่านการบำบัด	
TCOD	mg/L	45 ± 9	
BOD_5	mg/L	7 ± 3	<200
TKN	mg/L	10 ± 4	
NH_3-N	mg/L	8 ± 2	
TP	mg/L	1 ± 1	
TSS	mg/L	19 ± 7	<60
Total Coliform	MPN/100ml	6.83×10^2	
Escherichia coli	MPN/100ml	3.37×10^2	

5. กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้ได้รับข้อมูลการสำรวจประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย และเทคโนโลยีด้านสิ่งแวดล้อมแนวใหม่จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียภายใต้การสนับสนุนเงินทุนจากมูลนิธิ Bill & Melinda Gates

6. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักการระบายน้ำ, 2550, สรุปสถานการณ์คุณภาพน้ำในคลองเขตกรุงเทพมหานคร, สำนักจัดการคุณภาพน้ำ

[2] Pussayanavin T., Koottatep T., Phoocharoen N., Panuvatvanich A., Eamrat R., Polprasert C., CFD Simulation for Improving Performance of Septic

Tanks,the 13th IWA Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems (SWWS) and the 5th IWA Specialized Conference on Resources-Oriented Sanitation (ROS). Athens, Greece, 2016.

[3] PCD, 2014. http://www.pcd.go.th Pollution Control Department

[4] Koottatep T., Eamrat. R., Pussayanavin, T. and Polprasert C., 2014, Hydraulic Evaluation and Performance of On-Site Sanitation Systems in Central Thailand: Environ Eng Res. 2014; 19(3): 269-274

[5] WHO, 2013. http://www.who.int/gho/ Publications/world_health_statistics/2013/en/, World Health Organization

[6] NSO 2013. Office of the Permanent Secretary for Public Health, Ministry of Public Health

Compiled by: Statistical Forecasting Bureau, National Statistical Office, Thailand

[7] Office of Royal Development Projects Board (RDPB) 2009, km.rdpb.go.th

[8] Metcalf & Eddy 2003 Wastewater Engineering (3rd edition.). McGraw-Hill, New York.

[9] Polprasert C, 2007, Organic Waste Recycling, Technology and Management, 3rd ed. London: IWA Publishing.

[10] Pussayanavin T., Koottatep T., Khamyai S., Le My Dinh, Mongkontep T., Polprasert C. . Integration of Solar Septic Tank and Constructed Wetland for Treatment of Black Water, the 14th IWA Leading Edge Conference on Water and Wastewater Technologies, 29 May – 2 June 2017 /Florianópolis – Brazil

[11] Koottatep, T.; Phuphisith, S.; Pussayanavin, T.; Panuvatvanich, A.; Polprasert, C. Modeling of pathogen inactivation in thermal septic tanks. Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development. 2014, 4 (1), 81–88.

[12] Pussayanavin T., Koottatep T., Eamrat. R. and Polprasert C., 2014, Enhanced Sludge Reduction in Septic Tanks by Increasing Temperature, Journal of Environmental Science and Health, Part A (2015) 50,1–9

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการทดสอบสมมติฐาน วิชาสถิติเพื่อการวิจัย โดยใช้แบบฝึกทักษะสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT USING PRACTICE SETS ON HYPETHESIS TESTING IN A RESEARCH STATISTICS COURSE FOR STUDENTS OF PHRANAKHON RAJABHAT UNIVERSITY

พรสิน สุภวาลย์

Pornsin Supawan

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

*Corresponding author: pornsin.s@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน โดยใช้แบบฝึกทักษะของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และเพื่อศึกษาความ พึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 หมู่เรียนมีนักศึกษาจำนวนทั้งหมด 58 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐานจำนวน 1 หมู่เรียนได้มาโดยการสุ่มหมู่เรียนแบบกลุ่ม จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน 2) แบบฝึกทักษะวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน และ 3) แบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้วิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่อง การทดสอบสมมติฐาน โดยใช้แบบฝึกทักษะหลังจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมด้วยค่า t เท่ากับ -7.664 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยค่า p-value เท่ากับ .000

2. ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้วิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่อง การทดสอบสมมติฐาน โดยใช้แบบฝึกทักษะอยู่ในระดับพอใจมากด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.444

คำสำคัญ: แบบฝึกทักษะ สถิติเพื่อการวิจัย การทดสอบสมมติฐาน

Abstract

The purposes of this research were to (1) compare students' learning achievements before and after using practice sets and (2) study the students' satisfaction towards the practice sets. The population was 2 classes which, in total, were 58 students who registered the research statistics course in the second semester of the academic year 2016. The sample was a class of 21 students, selected by cluster sampling.

The research instruments were composed of an achievement test, practice sets on hypothesis testing, and a satisfaction questionnaire. The statistics for data analysis were mean, standard deviation, and t-test.

The findings were as follows:

1. The average achievement score after using the practice sets statistically significantly increased with t value of -7.664 and p-value of .000.

2. The students' satisfaction towards the practice sets was at a high level with the mean and standard deviation of 4.34 and 0.444, respectively.

Keywords: practice sets, Integral using formula, Integral techniques

1. บทนำ

สถิติเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการวิจัยในการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมาก สถิติเป็นเครื่องมือนำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เศรษฐกิจและสังคม ทั้งยังเป็นพื้นฐานสำหรับการค้นคว้าและวิจัยอีกด้วย ความเจริญก้าวหน้าของศาสตร์ส่วนใหญ่ในโลกนี้ล้วนจำเป็นต้องอาศัยหลักการทางสถิติเพื่อช่วยในการรวบรวมข้อมูล นำเสนอข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อช่วยในการตัดสินใจ และหาข้อสรุป รวมไปถึงการสร้างองค์ความรู้และทฤษฎีใหม่ในศาสตร์ต่าง ๆ นอกจากนี้สถิติยังถูกนำมาใช้ในหน่วยงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของรัฐหรือหน่วยงานเอกชน บริษัท ห้างร้าน เพื่อช่วยในการตัดสินใจ

หลักสูตรในระดับอุดมศึกษาที่เป็นหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตหลายหลักสูตรจำเป็นต้องเรียนวิชาสถิติ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครจัดให้วิชาสถิติเพื่อการวิจัยเป็นวิชาแกนของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2554 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับสถิติพรรณนา ความน่าจะเป็นและการแจกแจงความน่าจะเป็น สถิติอนุมานหรือการทดสอบสมมติฐานเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนและการทำโครงงานและ/หรือปัญหาพิเศษของหลักสูตรต่าง ๆ ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาสถิติเพื่อการวิจัยของสาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่ผ่านมาพบว่าทุกภาคการศึกษามีนักศึกษาบางส่วนที่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนรายวิชาสถิติเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาส่วนหนึ่งที่ยกเลิกรายวิชานี้ระหว่างเรียนและนักศึกษาส่วนหนึ่งที่ได้ผลการเรียนต่ำ เนื่องมาจากนักศึกษามีพื้นความรู้ค่อนข้างน้อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องการทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ย ค่าสัดส่วน และความแปรปรวนของประชากรทั้งกลุ่มเดียวและสองกลุ่มซึ่งเป็นหัวข้อใหญ่ของวิชาสถิติเพื่อการวิจัยที่มีความซับซ้อนและยากแก่การเข้าใจ นักศึกษามักไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงความแตกต่างในรายละเอียดของการทดสอบสมมติฐานตั้งแต่การตั้งสมมติฐานรวมไปถึงการเลือกตัวสถิติที่ใช้ในการทดสอบ และนักศึกษาไม่ได้ฝึกฝนทำโจทย์แบบฝึกหัดมากเท่าที่ควร

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาสถิติเพื่อการวิจัยซึ่งเป็นวิชาหนึ่งในกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องให้นักศึกษาได้รับการฝึกฝนในการแก้ปัญหาโจทย์จำนวนมากเพื่อให้นักศึกษาสามารถจำแนกความแตกต่างของโจทย์ปัญหาแต่ละข้อได้ นักศึกษาจะต้องได้รับการฝึกฝนมากขึ้นโดยการทำโจทย์ที่มากขึ้นและโจทย์มีความหลากหลาย ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือ การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะเพราะแบบฝึกทักษะจะจัดเนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยากทั้งตัวอย่างและแบบฝึกหัดมีความเหมาะสมกับนักศึกษา

แบบฝึกทักษะเป็นสื่อการเรียนการสอนประเภทหนึ่งที่รวบรวมโจทย์ปัญหาไว้จำนวนมากและมีการบอกขั้นตอนอย่างชัดเจนในการทำโจทย์ในแต่ละหัวเรื่องเพื่อให้นักศึกษาได้เกิดความรู้ ความเข้าใจในขั้นตอนการแก้โจทย์

และมีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น แบบฝึกทักษะจึงมีไว้สำหรับเพื่อช่วยให้นักศึกษาได้ปฏิบัติและศึกษาเพิ่มเติมด้วยตัวเองนอกเหนือจากการเรียนในห้องเรียน แบบฝึกทักษะมีความสำคัญและความจำเป็นต่อการเรียนการสอนอย่างมากเพราะช่วยผู้เรียนให้เข้าใจบทเรียนดีขึ้น สามารถจำเนื้อหาในบทเรียน ทำให้นักศึกษาทราบความก้าวหน้าของตนเอง นักศึกษาสามารถทำแบบฝึกหัดทบทวนเนื้อหาเดิมด้วยตนเองและนำมาวัดผลจากที่เรียนตลอดจนทราบข้อบกพร่องของนักศึกษาและสามารถให้ผู้สอนนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนได้

ตั้งแต่ในอดีตที่ผ่านมาได้มีงานวิจัยจำนวนมากที่นำแบบฝึกทักษะมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและนักศึกษาในหลายระดับชั้นและในวิชาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เช่น ผลของการใช้แบบฝึกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [1] ผลการใช้แบบฝึกทักษะเรื่อง ความน่าจะเป็น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ [2] ผลของการใช้แบบฝึกทักษะเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 [3] การใช้แบบฝึกทักษะในวิชาแคลคูลัสในประเทศจีน [4] การเปรียบเทียบการใช้แบบฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เป็นกระดาษกับออนไลน์ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศสหรัฐอเมริกา [5] เป็นต้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่องการทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะสำหรับนักศึกษาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สมมติฐานของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดสมมติฐานดังนี้ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เรื่องการทดสอบสมมติฐาน วิชาสถิติเพื่อการวิจัยโดยใช้แบบฝึกทักษะสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร

ประชากรที่ใช้ศึกษา ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐาน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 หมู่เรียนมีนักศึกษาจำนวนทั้งหมด 58 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา ได้แก่ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐานจำนวน 1 หมู่เรียนโดยมีนักศึกษาจำนวน 21 คนได้มาโดยการสุ่มหมู่เรียนแบบกลุ่ม

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ทดลองครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่อง การทดสอบสมมติฐานของค่าเฉลี่ย ค่าสัดส่วน และค่าความแปรปรวนของประชากรกลุ่มเดียวและสองกลุ่ม

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้วิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะ

2) ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะ

4. ขอบเขตด้านระยะเวลาในการวิจัย

เวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ทำการทดลองภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2559 – เดือนกุมภาพันธ์ 2560

2. วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แบบฝึกทักษะวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน
- แบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้วิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะเป็นแบบอัตนัยที่ต้องแสดงวิธีทำจำนวน 8 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาแนวทาง วิธีการวัดผลการเรียนรู้ และแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

2) วิเคราะห์และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

3) สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้

4) นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความตรงของเป้าหมายการวัด นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .50 ขึ้นไปพร้อมนำข้อวิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5) ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดผลสัมฤทธิ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วจัดทำฉบับสมบูรณ์

6) นำแบบทดสอบไปใช้ในการวิจัย

2. การสร้างแบบฝึกทักษะมีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ เพื่อกำหนดกรอบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) ศึกษาหลักการ แนวคิด วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้

3) วิเคราะห์เนื้อหาวิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน

4) วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

5) ออกแบบและสร้างแบบฝึกทักษะเรื่องการทดสอบสมมติฐาน จำนวน 6 หัวเรื่อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- การทดสอบค่าเฉลี่ย 1 กลุ่มประชากร
- การทดสอบค่าสัดส่วน 1 กลุ่มประชากร
- การทดสอบค่าความแปรปรวน 1 กลุ่มประชากร
- การทดสอบค่าเฉลี่ย 2 กลุ่มประชากร
- การทดสอบค่าสัดส่วน 2 กลุ่มประชากร
- การทดสอบค่าความแปรปรวน 2 กลุ่มประชากร

6) นำแบบฝึกทักษะที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมแล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

7) นำแบบฝึกทักษะที่ได้ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เรียนในวิชาหลักสถิติจำนวน 3 คน เพื่อดูความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษาและข้อบกพร่อง แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของนักศึกษาเพื่อจัดทำแบบฝึกทักษะฉบับสมบูรณ์

3. การสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้วิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่อง การทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ชุดฝึกทักษะ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎีจากตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาการวัดความคิดเห็นต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษา

2) สร้างแบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาสถิติเพื่อการวิจัย เรื่อง การทดสอบสมมติฐาน โดยใช้แบบฝึกทักษะ

3) นำแบบวัดความพึงพอใจ เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ความตรงตามเป้าหมายของการวัดความเป็นไปได้ แล้วนำข้อแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงและจัดทำแบบวัดความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์ โดยแบบวัดความพึงพอใจมีข้อคำถามจำนวน 7 ข้อที่มีลักษณะของแบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ข้อคำถามในแบบวัดความพึงพอใจเป็นพึงพอใจทางบวกโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

พอใจน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน
พอใจน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน
พอใจปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน
พอใจมาก ให้คะแนน 4 คะแนน
พอใจมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน

เกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ ดังนี้

1.00 - 1.49	หมายถึง	พอใจน้อยที่สุด
1.50 - 2.49	หมายถึง	พอใจน้อย
2.50 - 3.49	หมายถึง	พอใจปานกลาง
3.50 - 4.49	หมายถึง	พอใจมาก
4.50 – 5.00	หมายถึง	พอใจมากที่สุด

4) นำไปทดสอบกับนักศึกษา 5 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจโดยวิธีของครอนบาค ได้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าโดยวิธีของครอนบาคเท่ากับ .864

5) จัดทำแบบวัดความพึงพอใจฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

รูปแบบที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบพัฒนาโดยใช้แผนการวิจับแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test Post-test Design) ดังนี้

$$T_1 \quad \times \quad T_2$$

โดยที่ T_1 หมายถึง การทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้

T_2 หมายถึง การทดสอบหลังจัดการเรียนรู้

$\times$ หมายถึง การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาสถิติเพื่อการวิจัยโดยใช้แบบฝึกทักษะ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงแนวการจัดการเรียนรู้ให้นักศึกษาเข้าใจว่าการเรียนรู้ต่อไปนี้ ผู้สอนจะทำหน้าที่อะไร นักศึกษาต้องปฏิบัติตัวอย่างไร และมีการวัดการประเมินผลอย่างไร ในแบบฝึกทักษะแต่ละชุดนักศึกษาต้องเรียนรู้อะไรบ้าง

2. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยให้นักศึกษาทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมโดยใช้แบบฝึกทักษะ

3. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแบบฝึกทักษะระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดได้มีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาตลอดเวลาการทดลอง

4. เมื่อสิ้นสุดการทดลองทั้ง 6 ชุดแล้วทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาโดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมโดยใช้แบบฝึกทักษะ

5. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์คะแนนจากแบบทดสอบ และแบบวัดความพึงพอใจมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐานประกอบด้วย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*)

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องภายใน (IOC)

- การหาความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (α-coefficient)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ Paired *t*-test

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังใช้ชุดฝึกทักษะ

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดฝึกทักษะก่อนทดลองและหลังทดลอง

คะแนนสอบ (เต็ม 20)	$\overline{X}$	S.D.	*t*	*p*-value
ก่อนเรียน	0.381	0.590	-7.664	.000
หลังเรียน	15.171	9.342		

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนสอบเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้เรื่องการทดสอบสมมติฐาน วิชาสถิติเพื่อการวิจัยโดยใช้แบบฝึกทักษะสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ด้วยค่า *t* เท่ากับ -7.664 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยค่า *p*-value เท่ากับ .000 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ

จากตารางที่ 2 พบว่า นักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สถิติเพื่อการวิจัยเรื่องการทดสอบสมมติฐาน โดยใช้แบบฝึกทักษะ มีความพึงพอใจรวมอยู่ในระดับพอใจมาก ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.444 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อความรู้ความสามารถของผู้สอนอยู่ในระดับพอใจมากที่สุดด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.680 รองลงมา คือ ความพึงพอใจต่อเอกสารประกอบการเรียนการสอนในระดับพอใจมากด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.598

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนโดยใช้ชุดฝึกทักษะ

รายการ	$\overline{X}$	*SD*	**แปลผล**
1. ความรู้ความสามารถของผู้สอน	4.52	0.680	พอใจมากที่สุด
2. ความชัดเจนในการตอบข้อซักถามของผู้สอน	4.24	0.539	พอใจมาก
3. ระยะเวลาการเรียนการสอน	4.05	0.590	พอใจมาก
4. ความละเอียดของเอกสารประกอบการสอน	4.38	0.669	พอใจมาก
5. เอกสารประกอบการเรียนการสอน	4.43	0.598	พอใจมาก
6. ความสอดคล้องของเนื้อหากับบทเรียน	4.38	0.590	พอใจมาก
7. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ใช้ในชุดฝึกกับนักศึกษา	4.38	0.498	พอใจมาก
ค่าเฉลี่ยโดยรวม	**4.34**	**0.444**	**พอใจมาก**

จากการสัมภาษณ์นักศึกษา สามารถสรุปได้ว่านักศึกษาส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะ และนักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมว่าต้องการให้มีการจัดกิจกรรมในทุกเนื้อหา

อภิปรายผล

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาสถิติเพื่อการวิจัยเรื่อง การทดสอบสมมติฐานโดยใช้แบบฝึกทักษะก่อนจัดการเรียนรู้ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.381 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.590 คะแนน หลังจัดการ

เรียนรู้ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.171 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 9.342 คะแนน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยค่า *t* เท่ากับ -7.664 และ *p*-value เท่ากับ .000 เนื่องจากนักศึกษาได้มีโอกาสฝึกทำโจทย์ที่หลากหลายจำนวนมาก แบบฝึกทักษะที่ใช้มีการอธิบายสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในโจทย์คำถามที่ค่อนข้างละเอียดและมีการเขียนอธิบายเป็นขั้นตอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและทักษะในการทำโจทย์อย่างแท้จริง เมื่อสอบถามนักศึกษาที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะพบว่า นักศึกษาเห็นว่าการใช้แบบฝึกทักษะทำให้นักศึกษามีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้นและสามารถทำโจทย์ได้ดีขึ้นและทำให้มีความมั่นใจในการทำข้อสอบมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการฝึกสมองของ Plato ที่กล่าวว่าการพัฒนาสมองโดยการสอนให้เข้าใจและฝึกฝนมาก ๆ จะเกิดทักษะและความคงทนในการเรียนรู้ หลังจากนั้นก็สามารถถ่ายโอนไปใช้ได้โดยอัตโนมัติ และกฎของการฝึกหัดหรือกระทำซ้ำของ Thorndike ที่กล่าวว่าหากมนุษย์ได้มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้ามากและบ่อยครั้งเท่าไหร่ สิ่งนั้นย่อมจะอยู่จะคงทนนานเท่านั้น และผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้แบบฝึกทักษะในการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นกว่าก่อนการเรียน [2-9]

2. ความพึงพอใจรวมของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.444 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก เนื่องจากตัวอย่างและโจทย์แบบฝึกหัดในแบบฝึกทักษะมีการแจกแจงรายละเอียดของการตีความตัวเลขที่มีในโจทย์เป็นสัญลักษณ์ที่ชัดเจนทำให้ง่ายแก่การเข้าใจ และนักศึกษาได้มีโอกาสฝึกทำโจทย์จำนวนมาก นักศึกษาเห็นว่าแบบฝึกทักษะทำให้ตนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเกตว่านักศึกษามีความกระตือรือร้นและสนใจในการทำแบบฝึกทักษะในระหว่างการเรียนและนักศึกษามีความมั่นใจในการทำโจทย์มากขึ้น นอกจากนี้ผลจากการสัมภาษณ์นักศึกษาหลังจากเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีความชอบในการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะและอยากให้มีการนำแบบฝึกทักษะมาใช้ตลอดภาคการศึกษา โดยซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอุษณีย์ เสือจันทร์ [10] ที่กล่าวว่า แบบฝึกทักษะช่วยในการฝึกเสริมทักษะทำให้จดจำเนื้อหาได้คงทน มีเจตคติที่ดีต่อวิชาเรียน สามารถนำมาแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล และรายกลุ่มได้ดี ผู้เรียนสามารถนำมาทบทวนเนื้อหาได้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] วชิราภรณ์ ชำนิ. (2555). ผลของการใช้แบบฝึกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องโจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ (การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[2] ทิชากร ทองระยับ, ธนิน กระแสร์ และวันทนีย์ นามสวัสดิ์. (2558). ผลการใช้แบบฝึกทักษะเรื่อง ความน่าจะเป็น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. 7(2). กรกฎาคม-ธันวาคม 2558: 15-38.

[3] ขนิษฐา หาญสมบัติ. (2558). ผลการใช้แบบฝึกทักษะเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ “สร้างสรรค์และพัฒนา เพื่อก้าวหน้าสู่ประชาคมอาเซียน” ครั้งที่ 2. 18-19 มิถุนายน 2558: 219-227.

[4] Biao Zhang. (2003). Using Student-centered teaching Strategies in Calculus. The China Papers. July. 2003.

[5] Nguyen, D. M., & Kulm, G. (2005). Using web-based practice to enhance mathematics learning achievement. Journal of interactive online learning. 3(3): 1-16.

[6] มาลินี คำชมพู และพชร มีกลาง. (2556). การพัฒนาการเรียนรู้เรื่อง การคูณ โดยใช้แบบฝึกกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารบัณฑิตศึกษา. ปีที่ 10 ฉบับที่ 48 พฤษภาคม-มิถุนายน 2556. 177-183.

[7] รัตนากาล คำสอน, สถาปัตย์ พละทรัพย์ และสุวรรณภา ปิ่นมณี. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 2 โดยการใช้แบบฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ.

[8] สมวงษ์ แปลงประสพโชค, สมเดช บุญประจักษ์ และปรีชา จั่นกล้า. (2550). การสร้างชุดฝึกเพื่อพัฒนาความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 1 – 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

[9] อัญชนา โพธิพลากร. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ (การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[10] อุษณีย์ เสือจันทร์. (2553). การพัฒนาแบบฝึกทักษะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ (การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร.

การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือ กรณีศึกษา บริษัท ทรู คอปอเรชั่น จำกัด มหาชน

Development of Supplies and Tools Management System case of True Corporation Public Company Limited

ธีรวุฒิ มาทอง[1] และชาญเวทย์ อิงคเวทย์[2]

Theerawut Matong[1] and Chanvate Ingkavet[2]

[1]บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

[1]True Corporation Public Company Limited, Bangkok

[2]Department of Information Technology, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อวิเคราะห์ พัฒนา และประเมิน ความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบจัดการคลังพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือเพื่อสนับสนุนการทำงานของแผนกติดตั้ง ของบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นพนักงานของบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ในแผนกติดตั้งและแผนกอื่นๆ จำนวนทั้งสิ้น 20 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย โปรแกรมระบบจัดการคลังพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือ และแบบทดสอบความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม โดยการวิเคราะห์ด้วยการใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรมด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับมาก โดยหัวข้อความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมายและความง่ายต่อการใช้งานของระบบ มีระดับค่าเฉลี่ยสูงสุดและมีความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้งานในระดับดี

คำสำคัญ : ระบบจัดการ คลังสินค้า เทคโนโลยีสารสนเทศ

Abstract

This research was aimed to analyse, develop and evaluate the satisfaction of users of the inventory and equipment management system. To support the work of the installation department of True Corporation Public Company Limited, the sample used in this study was employees of True Corporation Public Company Limited in the installation department and others. Total 20 people. The tools used in this research include: Software package inventory and inventory tools. And the Satisfaction Test for using the program. By analysis using the mean. And standard deviation. The research found that Satisfaction with using the usability test is very high. By the topic of appropriateness in the use of symbols or images to convey the meaning and ease of use of the system. It has the highest average level and is well suited to interact with users at a good level.

Keywords: Management System, Inventory, Information Technology

1.บทนำ

การพัฒนาระบบการจัดการคลังพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือในโครงการนี้ เป็นการศึกษาระบบงานเพื่อการปรับปรุงและสร้างนวัตกรรมในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้กรณีศึกษาของหน่วยงาน Network Solution แผนก Installation and Testing ของบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) ซึ่งปัจจุบันมีสถานที่ตั้งคือ เลขที่ 18 อาคารทรูทาวเวอร์ ถนนรัชดาภิเษก เขตห้วยแขวง กรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดเก็บพัสดุ ครุภัณฑ์ และเครื่องมือต่างๆ ภายในหน่วยงาน มีระบบการจัดเก็บที่ยังไม่เป็นระบบ และยากต่อการค้นหาข้อมูล จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ เพื่อการรวบรวมไว้เป็นแหล่งข้อมูลซึ่งจะทำให้งานต่อการค้นหา ติมตาม สรุปและรายงานของหัวหน้าแผนกต่อไป

ดั้งนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบงานขึ้นมาเพื่อรองรับการทำงานในส่วนของการรวบรวมข้อมูลการบันทึกการเบิกจ่ายให้มีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือมากขึ้น รวมทั้งเพื่อให้สามารถติดตามการเบิกจ่ายของแต่ละบุคคล และสรุปในรูปแบบของรายงานซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้สามารถใช้งานข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ เช่น การพิมพ์ การส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และการจัดทำรายงานในรูปแบบแฟ้ม PDF (Portable Document Format) เป็นต้น การทำงานของระบบทำการบันทึกข้อมูลพัสดุและครุภัณฑ์ทั้งหมดลงในฐานข้อมูล ซึ่งมีกระบวนการทำงานของโปรแกรม เช่น กระบวนการลงทะเบียนเป็นสมาชิกและผู้ดูแลระบบ กระกวนการบันทึกพัสดุเข้า กระบวนการเบิกจ่ายพัสดุ และกระบวนการยืมและคืนครุภัณฑ์ ข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บและประมวลผลออกมาในรูปแบบของการสรุปรายงานตามระยะเวลาที่กำหนด หรือรายงานเป็นรายบุคคล

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบบการจัดการคลังพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือ ของหน่วยงาน Network Solution แผนก Installation and Testing
บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของบุคลากรที่มีต่อโปรแกรมประยุกต์ระบบการจัดการคลังพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือ

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

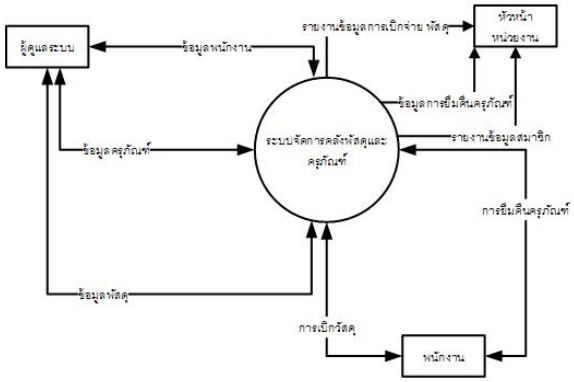
การสร้างโปรแกรมประยุกต์ระบบการจัดการคลังพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือ บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) มีขั้นตอนดังนี้

2.3 ศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการจากกลุ่มตัวอย่าง

ในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาข้อเท็จจริงและความต้องการพื้นฐานของระบบเดิม จากกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 20 คน ด้วยวิธีการสัมภาษณ์ การรวบรวมข้อมูลจากการดำเนินการต่างๆ รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

2.4 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ระบบการจัดการคลังพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือ บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)

พัฒนาโปรแกรมขึ้นบนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟ วินโดว์ (Microsoft Windows) โดยใช้เครื่องมือโปรแกรม ไมโครซอฟท์ วิชวลสตูดิโอ ดอตเน็ต 2010 (Microsoft Visual Studio .NET 2010) ทั้งนี้รหัสต้นฉบับของโปรแกรมส่วนใหญ่ภาษาวิชวลเบสิก (Visual Basic) โดยผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมตามขั้นตอนซึ่งสามารถอธิบายดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Context Diagram ระบบการจัดการคลังพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือ

2.5 นำโปรแกรมไปทดลองใช้งาน (Try - out) กับพนักงานของหน่วยงาน

เป็นขั้นตอนที่นำโปรแกรมประยุกต์ไปใช้งานจริงกับหน่วยงาน โดยผู้ที่ทดลองใช้งานคือพนักงานจำนวน 20 คนที่มีประสบการณ์ทำงานในหน่วยงานและทราบระบบการทำงานของแผนกเป็นอย่างดี เพื่อหาข้อบกพร่องของโปรแกรมแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำข้อบกพร่องของโปรแกรมมาปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมตามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง

นักเขียนโปรแกรมปรับปรุงรายละเอียดต่างๆ ที่ได้จากการทดลองใช้โปรแกรม เพื่อการปรับปรุงทั้งในส่วนของหน้าจอภาพ รหัสต้นฉบับ ฯลฯ

2.7 การตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรม

นำโปรแกรมประยุกต์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาประเมินผลโดยการปรึกษากับผู้ควบคุมงานวิจัยเพื่อการทดสอบ ทั้งนี้ใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานโปรแกรม โดยประชากรที่ใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นพนักงานผู้ปฏิบัติงานของแผนก Installation and Testing บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) จำนวน 20 คน

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การประเมินประสิทธิภาพการพัฒนาระบบการจัดการพัสดุและครุภัณฑ์จากกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากที่ได้ทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น แบ่งการประเมินผลออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1) ด้าน Functional Requirement Test เป็นการประเมินผลความถูกต้องและประสิทธิภาพของระบบว่าตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบมากน้อยเพียงใด

2) ด้าน Functional Test เป็นการประเมินความถูกต้องและประสิทธิภาพในการทำงานของระบบว่าสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบมากน้อยเพียงใด

3) ด้าน Usability Test เป็นการประเมินลักษณะการออกแบบระบบว่ามีความง่ายต่อการใช้งานมากน้อยเพียงใด

4) ด้าน Security Test เป็นการประเมินระบบในด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบว่ามีมากน้อยเพียงใด

จากการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ พบว่าอยู่ในระดับประสิทธิภาพดี ถ้าพิจารณาเป็นรายข้อ คือ ความสามารถของระบบในด้านการจัดการในส่วนการเบิกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการในส่วนการยืม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ซึ่งอยู่ในระดับดี ความสามารถของระบบในด้านการจัดการผู้ใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลในระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 และความสามารถของระบบในด้านการจัดการรายงานสรุป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 สรุปโดยรวมได้ว่าการประเมินประสิทธิภาพในด้านการตรงตามต้องต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) อยู่ในระดับดี

การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบอยู่ในระดับประสิทธิภาพดี และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ความถูกต้องในการค้นหาข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ความถูกต้องในการปรับปรุง แก้ไขข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 ความถูกต้องในการลบข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 ความถูกต้องของผลลัพธ์ในรูปแบบรายงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 ความรวมเร็วในการประมวลผลของระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ความน่าเชื่อถือของระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 ความครอบคลุมของโปรแกรมที่พัฒนากับระบบงานจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 และการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 สรุปโดยรวมได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพในด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) อยู่ในระดับดี

การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ พบว่า ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ อยู่ในระดับประสิทธิภาพดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ถ้าพิจารณารายข้อ พบว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก คือ ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 คำศัพท์ที่ใช้ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 สรุปโดยรวมได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพในด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับดี

การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบพบว่า การกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าใช้ระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่างๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 การป้องกันการกำหนดรหัสผ่านอย่างง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 การป้องกันการล้มเหลวของข้อมูลในระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 สรุปโดยรวมได้ว่าการประเมินประสิทธิภาพในด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) อยู่ในระดับดี

การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบพบว่า ความสามารถของระบบในด้านการจัดการในส่วนการเบิก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.4 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการในส่วนการยืม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.84 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการในส่วนการคืน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการผู้ใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลในระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการรายงานสรุป มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 สรุปโดยรวมได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพในด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) อยู่ในระดับดี

การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ พบว่า ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ความถูกต้องในการค้นหาข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.32 ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 ความถูกต้องในการลบข้อมูล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.86 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ4.38 ความถูกต้องของผลลัพธ์ในรูปแบบรายงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 ความน่าเชื่อถือของระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 ความครอบคลุมของโปรแกรมที่พัฒนากับระบบงานจริง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.92 การป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 สรุปโดยรวมได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพในด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) อยู่ระดับดี

การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ พบว่า ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 คำศัพท์ที่ใช้ ผู้ใช้มีความคุ้นเคยและสามารถปฏิบัติตามได้โดยง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ซึ่งอยู่ในระดับประสิทธิภาพดีมากทั้งหมด ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 สรุปโดยรวมได้ว่า การประเมินประสิทธิภาพในด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับดี

การประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมด้านการักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบพบว่า การกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านในการตรวจสอบผู้เข้าใช้ระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการใช้งานของผู้ใช้ระบบในระดับต่างๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.1 การป้องกันการกำหนดรหัสผ่านอย่างง่าย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 การป้องกันการล้มเหลวของข้อมูลในระบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 สรุปโดยรวมได้ว่าการประเมินประสิทธิภาพในด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) อยู่ในระดับดี

4. สรุปผลการวิจัย

ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับดี และมีค่าเท่ากับ 4.4 ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) อยู่ในระดับดี และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3 ส่วนด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานระบบ (Functional Requirement Test) และ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) อยู่ในระดับดี และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.2

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ว่า ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) อยู่ในระดับมาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุดเท่ากับ 0.81 และด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับดี และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.77

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ ข้อมูลพื้นฐานการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ซึ่งทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญเวทย์ อิงคเวทย์ ที่ช่วยเหลือในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์นี้ในทุก ๆ ด้าน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ชาญเวทย์ อิงคเวทย์. 2555. เอกสารประกอบการสอนการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ 1. ศูนย์การเรียนรู้และผลิตสิ่งพิมพ์ระบบดิจิตอล มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. กรุงเทพฯ.

[2] ชาญเวทย์ อิงคเวทย์. 2556. การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บด้วย ASP.NET. ศูนย์การเรียนรู้และผลิตสิ่งพิมพ์ระบบดิจิตอล มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. กรุงเทพฯ.

[3] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. 2549. คู่มือการเรียน Visual Basic 2010. โปรวิชั่น. กรุงเทพฯ.

[4] บัญชา ปะสีละเตสัง. 2554. พัฒนาแอปพลิเคชั่นด้วย Visual Basic 2010. ซีเอ็ดยูเคชั่น. กรุงเทพฯ

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

A Study of Mathematics Problem-Solving Ability of Undergraduate Students of Mathematics at Phranakhon Rajabhat University by using Problem-Based Learning

ปรีชา จั่นกล้า

Preecha Junkla

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Mathematics Program, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Thailand

Corresponding author: sasaoscar@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต ดำเนินการทดลองในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ จำนวน 24 คน ใช้เวลาในการทดลอง 20 คาบ คาบละ 60 นาที ใช้แบบแผนการทดลอง One- Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความพึงพอใจของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความพึงพอใจ

Abstract

The purposes of this research were to study of mathematics problem- solving abilities and satisfaction towards problem- based learning on application of definite integral. The samples were 24 undergraduate students in Mathematics Program, Phranakhon Rajabhat University in the second semester of academic year 2015. The One– Group Pretest– Posttest Design was used for this study. The researcher

conducted the study for twenty 60 minute-periods. Three research tools were employed consisting of an instructional plans of problem-based learning, pre-posttest, and a set of satisfaction questionnaire. Data analysis used arithmetic means, standard deviation and t-test dependent.

The research results revealed:

1. students' problem-solving abilities in problem-based learning on application of definite integral had the significantly higher post-test score than the pre-test score at the level of .05

2. students' satisfactions towards problem-based learning on application of definite integral is at were in high levels.

Keywords: problem-based learning, mathematics problem-solving ability, satisfaction

1.บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 22 ระบุไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และในมาตรา 24 ข้อ 1 ถึง ข้อ 6 กำหนดไว้ว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ผู้สอนต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการเรียนรู้ตนเอง การเผชิญสถานการณ์ปัญหา และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง การเรียนการสอนต้องผสมผสานสาระความรู้ต่างๆอย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ผู้สอนควรจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดาผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ [1] นอกจากนี้ คณะกรรมการอุดมศึกษาได้กำหนดมาตรฐานด้านคุณภาพบัณฑิต ดังนี้ บัณฑิตระดับอุดมศึกษาเป็นผู้มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในศาสตร์ของตน สามารถเรียนรู้ สร้างและประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อพัฒนาตนเอง มีคุณธรรม จริยธรรม สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุขทั้งทางร่างกายและจิตใจ มีความสำนึกและความรับผิดชอบในฐานะพลเมืองและพลโลก [2]

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษาในส่วนของการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระดับปริญญาตรี พบว่า สภาพการจัดการเรียนการสอนระดับปริญญาตรีอาจารย์ส่วนมากใช้วิธีการสอนแบบบรรยายมุ่งเน้นการท่องจำไม่สามารถปลูกฝังการรักที่จะเรียนรู้เน้นภาคทฤษฎี มากกว่าการปฏิบัติ ขาดทักษะและเทคนิคการสอน ขาดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความจริง การเรียนการสอนเน้นด้านปริมาณมากกว่าด้านคุณภาพ หนังสือและตำราสำหรับการค้นคว้าเพิ่มเติมยังไม่เพียงพอ จำนวนผู้เรียนต่อห้องเรียนมากเกินไป ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานยังไม่เพียงพอ นอกจากนั้นมีการอภิปรายซักถาม การสัมมนาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ยังไม่เพียงพอ ส่วนด้านผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนไม่สามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และแก้ปัญหาได้อย่างมีคุณภาพ บกพร่องในด้านการมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี ความอุตสาหะ ความอดทน และยังขาดทักษะและประสบการณ์ในการค้นคว้าวิจัย[3] ดังนั้น การสอนที่มุ่งเน้นสอนหนังสือมากกว่า สอนคน เพราะยึดวิชาเป็นตัวตั้งมากกว่ายึดผู้เรียนเป็นตัวตั้ง พฤติกรรมการสอนเน้นการถ่ายทอด ป้อนข้อมูลเป็นส่วนใหญ่ เน้นการท่องจำเนื้อหามากกว่าการฝึกปฏิบัติ ฝึกคิด อบรมคุณธรรม จริยธรรม

ครูผู้สอนยึดเนื้อหาเป็นฐานในการเรียนรู้ อีกทั้งยังเป็นผู้กำหนดทุกสิ่งทุกอย่างในการเรียนการสอน จึงทำให้ผู้เรียนขาดคุณลักษณะที่พึงประสงค์ อย่างเช่น การเป็นคนช่างสงสัย หรือใฝ่รู้ มีความรับผิดชอบ และมองไม่เห็นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ควรจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยลงมือปฏิบัติ แบบ PBL (Problem based Learning) หมายถึง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะด้านความรู้ ทักษะการแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและผู้อื่น [4]

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(problem based learning) เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายดังกล่าวข้างต้น โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ[5] ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาในด้านความรู้และความสามารถ ด้านการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล ด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ ด้านการนำเสนอ สื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

จากความสำคัญและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเอาแนวความคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏพระนคร ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต

3. สมมติฐานการวิจัย

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการทำวิจัย

1.กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ปีการศึกษา 2558 จำนวน
24 คน

2.ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้ระยะเวลาระหว่างเดือนพฤศจิกายน ปี 2558 ถึงเดือน พฤศจิกายน ปี 2559

3.เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เนื้อหาในรายวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 2 เรื่องการประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต ประกอบด้วย การหาพื้นที่ที่อยู่ระหว่างเส้นโค้งและแกน การหาพื้นที่อยู่ระหว่างเส้นโค้ง 2 เส้น การหาปริมาตรของรูปทรงตันโดยใช้วิธีจาน การหาปริมาตรของรูปทรงตันโดยใช้วิธีเปลือกทรงกระบอก และการหาความยาวส่วนโค้ง

4. แบบแผนการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เวลาที่ใช้ในการทดลอง 5 สัปดาห์ๆละ 4 ชั่วโมง โดยกลุ่มทดลองได้รับกิจกรรมการเรียนการสอนที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบมีกลุ่มทดลอง มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต ประกอบด้วย การหาพื้นที่ที่อยู่ระหว่างเส้นโค้งและแกน การหาพื้นที่อยู่ระหว่างเส้นโค้ง 2 เส้น การหาปริมาตรของรูปทรงตันโดยใช้วิธีจาน การหาปริมาตรของรูปทรงตันโดยใช้วิธีเปลือกทรงกระบอก และการหาความยาวส่วนโค้ง ในรายวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ 2 ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต พ.ศ. 2556 สาขาคณิตศาสตร์ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยศึกษาแนวคิดและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และกำหนดขั้นตอนของการจัดกิจกรรมออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้ ขั้น 1 พบปัญหา ขั้น 2 เรียนรู้จากปัญหา ขั้น 3 เรียนรู้ด้วยตนเองหรือแสวงหาความรู้ ขั้น 4 แก้ปัญหา ขั้น 5 ตรวจสอบและสรุป ขั้น 6 วัดและประเมินผล พร้อมทั้งจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 5 แผน และนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มิใช่กลุ่มทดลอง ที่เรียนวิชาแคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษากระบวนการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้กับนักศึกษากลุ่มทดลอง

2.แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาและสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาก่อนการทดลองและหลังการทดลองจำนวน 1 ฉบับ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยผู้วิจัยได้กำหนดเป้าหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบ วางแผนการเขียนข้อคำถามของแบบทดสอบโดยการดำเนินการสร้างข้อคำถามของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์จำนวน 10 ข้อ จากนั้นได้นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อพิจารณาจากค่า IOC≥0.5 แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข หาคุณภาพของแบบทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัย จากผลการทดสอบได้มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง 0.39 – 0.65 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.56 – 0.70 ซึ่งเป็นข้อที่แยกคนได้ และนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้คัดเลือกไว้แล้วไปทดสอบกับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ได้เรียนเรื่องการประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขตมาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α—Coefficient) จากการทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่น 0.77 แล้วนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มทดลอง

3.แบบวัดความพึงใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ด้าน คืออาจารย์ผู้สอน กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สื่อการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จำนวน 27 ข้อ โดยดัดแปลงจากแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของพิจิตร อุตตะโปน [6] การตรวจให้คะแนน จะให้คะแนนในแต่ละข้อความดังนี้

ระดับความพึงพอใจ	เกณฑ์การให้คะแนน	เกณฑ์การแปลความหมาย(ค่าเฉลี่ย)
มากที่สุด	5	4.51 – 5.00
มาก	4	3.51 – 4.50
ปานกลาง	3	2.51 – 3.50
น้อย	2	1.51 – 2.50
น้อยที่สุด	1	1.00 – 1.50

นำแบบวัดความพึงพอใจมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 10 คน กลุ่มเดียวกับที่ใช้ทดลองเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อและความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเท่ากับ 0.96 แล้วนำแบบวัดความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลอง

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้ผ่านการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขแล้ว จำนวน 5 ข้อ มาทำการทดสอบก่อนการเรียนกับกลุ่มทดลอง โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง

2. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับกลุ่มทดลองซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ๆ ละ 4 ชั่วโมง ก่อนเริ่มเรียนผู้วิจัยได้ทดสอบก่อนเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หลังจากนั้น กำหนดให้กลุ่มทดลองเรียนตามแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัยได้ทดสอบหลังเรียน จำนวน 2 ชั่วโมง โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับเดิม แล้วให้กลุ่มทดลองทำแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. ตรวจสอบผลการทดลอง โดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้วิธีทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาคุณภาพเครื่องมือในการทดลอง โดยหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – Coefficient)

2. หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ดัชนีค่าความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3.ใช้สถิติ t- test Dependent เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

4. ใช้สถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

8. สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน ดังตาราง 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

	N	$\bar{X}$	$\sum D$	$\sum D^2$	t
Pre-test	24	8.29	-	-	-
Post-test	24	15.42	154	1501	6.66 *

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

$t_{|.05,df=23|} = 2.0687$

2. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต อยู่ในระดับมาก ดังตาราง 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจ ของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต

รายการ	ระดับความพึงพอใจ							
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปผล
ด้านผู้สอน 1. ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักศึกษาค้นหาคำตอบ	3	17	4			3.96	0.54	มาก
2. ผู้สอนได้เปิดโอกาสให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	11	13				4.46	0.50	มาก
3. ผู้สอนแนะนำและจัดเตรียมเอกสารประกอบการเรียน ตำรา สื่อการเรียนอื่นๆ ตลอดจนส่งเสริมให้นักศึกษาใช้แหล่งการเรียนรู้อื่นๆ	6	17	1			4.08	0.51	มาก
4. ผู้สอนคอยช่วยเหลือให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เมื่อนักศึกษามีปัญหาที่ไม่สามารถหาข้อสรุปได้ภายในกลุ่ม	11	13				4.46	0.50	มาก
5. นักศึกษาพึงพอใจที่ผู้สอนไม่ใช่วิธีสอนแบบบรรยายเนื้อหาให้แก่นักศึกษา	6	12	6			4.00	0.71	มาก
6. นักศึกษาพึงพอใจกับบทบาทของผู้สอนในกิจกรรมการเรียนการสอน	3	16	5			3.92	0.57	มาก
ด้านกระบวนการเรียนรู้ 7. นักศึกษาชอบวิธีการเรียนที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาก่อนการเรียนรู้เนื้อหา	3	13	8			3.79	0.64	มาก
8. นักศึกษาชอบในการกำหนดแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	9	11			3.71	0.73	มาก
9. วิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักศึกษาได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ปัญหาและแสวงหาความรู้มาแก้ปัญหา มากกว่าวิธีการเรียนแบบบรรยาย	7	15	2			4.21	0.58	มาก
10. นักศึกษาพึงพอใจที่ได้วางแผนการเรียนรู้ด้วยตนเอง	2	14	8			3.75	0.60	มาก
11. นักศึกษาชอบการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และทำความเข้าใจเนื้อหาด้วยตนเอง	4	6	14			3.58	0.76	มาก

รายการ	ระดับความพึงพอใจ							
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปผล
12. นักศึกษาชอบความมีอิสระในการเรียนรู้และร่วมมือกับกลุ่มในการทำงานเพื่อแก้ปัญหา	5	17	2			4.13	0.53	มาก
13. นักศึกษาชอบการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆ	7	15	2			4.21	0.58	มาก
14. นักศึกษาชอบการทำงานกลุ่มกับเพื่อนๆ	7	14	3			4.17	0.62	มาก
15. นักศึกษาพึงพอใจต่อการรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง	6	13	5			4.04	0.68	มาก
16. นักศึกษาชอบบรรยากาศในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	5	10	9			3.83	0.75	มาก
17. นักศึกษาชอบการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงด้วยการลงมือกระทำด้วยตนเองกับกลุ่มเพื่อน	6	12	6			4.00	0.71	มาก
ด้านสื่อการสอน 18. นักศึกษาพึงพอใจกับสื่อประกอบการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้จัดเตรียม	6	11	7			3.96	0.73	มาก
19. นักศึกษาชอบสื่อการเรียนการสอนที่มีให้เลือกหลากหลาย	4	11	9			3.79	0.71	มาก
ด้านการวัดและประเมินผล 20. นักศึกษาพึงพอใจวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อน และผู้สอน	4	12	8			3.83	0.69	มาก
21. นักศึกษาชอบการมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อน	5	14	5			4.00	0.65	มาก
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 22. นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ลึกซึ้งมากขึ้น	2	15	7			3.79	0.58	มาก
23. นักศึกษาได้รับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4	15	5			3.96	0.61	มาก
24. นักศึกษาได้รับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์	6	17	1			4.21	0.50	มาก
25. นักศึกษาได้ทบทวนความรู้ เชื่อมโยงความรู้ และประยุกต์ใช้ความรู้	5	18	1			4.17	0.47	มาก

รายการ	ระดับความพึงพอใจ							
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สรุปผล
26.นักศึกษาได้รับการพัฒนาทักษะทางสังคม เช่น ทักษะการทำงานเป็นทีม	7	17				4.29	0.45	มาก
27. นักศึกษาชอบวิธีเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	4	16	3	1		3.96	0.68	มาก

9. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย เรื่อง การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1.ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจาก กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกิจกรรมที่ช่วยเสริมสร้างกระบวนการคิดการให้เหตุผลในการแก้ปัญหา การสื่อสาร การวิเคราะห์ และการทำงานร่วมกับผู้อื่นให้กับผู้เรียน โดยที่ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้ ขั้น 1 พบปัญหา ขั้น 2 เรียนรู้จากปัญหา ขั้น 3 เรียนรู้ด้วยตนเองหรือแสวงหาความรู้ ขั้น 4 แก้ปัญหา ขั้น 5 ตรวจสอบและสรุป ขั้น 6 วัดและประเมินผล จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นจะพบว่า ในขั้น 1 ผู้เรียนมีความสนใจ มีความอยากรู้อยากเห็นและพยายามทำความเข้าใจปัญหาที่ได้รับ ขั้น 2 และขั้น 3 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ฝึกการคิดวิเคราะห์หาข้อมูลอะไรบ้างที่ปัญหากำหนดมาให้ หาข้อมูลเพิ่มเติมซึ่งจำเป็นต่อการแก้ปัญหาและวิธีที่จะแก้ปัญหา ฝึกกำหนดประเด็นปัญหาออกเป็นประเด็นย่อยๆ ที่ต้องเรียนรู้เพื่อนำไปแก้ปัญหา นักศึกษาแต่ละกลุ่มฝึกการวางแผนร่วมกัน ฝึกการทำงานเป็นทีม และแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม ขั้น 4 ผู้เรียนได้ฝึกอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด และดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางนั้น ขั้น 5 ผู้เรียนเกิดทักษะการนำเสนอผลงานและผลการเรียนรู้จากการออกมารายงานผลงานของกลุ่ม พร้อมทั้งฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่มีแนวคิดไม่ตรงกันได้ ขั้น 6 ผลจากการนำเนอผลงานและร่วมกันอภิปรายของแต่ละกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนได้รับความรู้และเกิดความคิดรวบยอด ทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ร่วมกันกับผู้อื่น และผู้เรียนยังได้สรุปผลการประเมินตนเอง และประเมินเพื่อนทำให้ผู้เรียนทราบถึงการเรียนรู้ของตนเองและประเด็นที่ต้องปรับปรุงแก้ไขในการเรียนรู้ในครั้งต่อไป และเมื่อผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาแล้วก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นได้อย่างลึกซึ้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิลเลี่ยมส์ [7] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาพฤติกรรมการแก้ปัญหาโดยเน้นการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเรียนวิชาพีชคณิต จำนวน 42 คน สอนโดยครูคนเดียว หัวข้อเรื่องที่เรียนเหมือนกัน แต่กลุ่มทดลอง 22 คน เรียนโดยใช้การเรียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา และกลุ่มควบคุม 20 คน เรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนปกติ มีการทดสอบก่อนและหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 75 มีความพอใจในกิจกรรมการเขียนตามขั้นตอน

กระบวนการแก้ปัญหา และนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 บอกว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

2. จากผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การประยุกต์ของอินทิกรัลจำกัดเขต อยู่ในระดับมาก เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มย่อย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มได้อย่างอิสระ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง สามารถค้นหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ฝึกให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาร่วมกันภายในกลุ่ม เมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจในปัญหานั้นแล้วก็สามารถช่วยกันค้นหาวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ถ้าผู้เรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาแล้วก็จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนรู้ ดังที่ ทัศนีย์ [8] กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียนการสอน เป็นความรู้สึกหรือทัศนคติในทางที่ดีของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอน ความรู้สึกที่เกิดจากการที่ได้รับการตอบสนองทั้งทางร่างกายและจิตใจ อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากปัจจัยหรือองค์ประกอบต่างๆ ในการเรียน เช่น สภาพแวดล้อมในห้องเรียน เนื้อหาวิชาที่ได้รับจากการเรียนซึ่งทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการเรียนการสอนจนประสบความสำเร็จในการเรียนได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ซีเซโร [9] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ของนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาที่มีความเสี่ยงในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมั่นใจมากขึ้นในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานกลุ่ม แต่ไม่มีผลต่อความเชื่อมั่นในตนเอง และนักเรียนเชื่อว่าการเข้ากลุ่มทำให้พวกเขาประสบความสำเร็จในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

10. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1.ควรนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง การประยุกต์ของ
อินทิกรัลจำกัดเขต ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มอื่น

2. ควรมีการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเตรียมสื่ออุปกรณ์ การบริหารเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสม

3. ควรนำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่นๆ

4. ควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในชั้นเรียนปกติ

11. เอกสารอ้างอิง

[1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2558, 14 ตุลาคม). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ(ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https: / / www. mwit. ac. th/ ~person/ 0 1 - Statutes/NationalEducation.pdf.

[2] กระทรวงศึกษาธิการ. (2558, 14 ตุลาคม). มาตรฐานการอุดมศึกษา. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : www.spu.ac.th/academic/files/2013/12/8 pdf.

[3] พันธ์ศักดิ์ พลสารัมย์. (2558, 14 ตุลาคม). การปฏิรูปการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา “การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระดับปริญญาตรี”.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http: / / www. edu. chula.ac.th/eduinfoled_resch/pansak.pdf.

[4] วิจารณ์ พานิช. (2558, 19 ตุลาคม). การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.kongkit.su.ac.th/km/2508541.pdf.

[5] ทิศนา แขมมณี.(2550). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.

[6] พิจิตร อุตตะโปน.(2550). ชุดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

[7] Williams, Kenneth M. (2003). Writing about the Problem-solving Process to Improve Problem-solving Performance. Mathematics Teacher. 96(3): 185-187.

[8] ทัศนีย์ สิงห์เจริญ. (2543). ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนวังไกลกังวลและโรงเรียนราชประชานุเคราะห์ในพระบรมราชูปถัมภ์ต่อวิธีการเรียนการสอนทางไกลผ่านดาวเทียม. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,สาขาวิชาการศึกาเพื่อพัฒนาทัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

[9] Cerezo, N. (2004). Problem-Based Learning in Middle School: A Research Case Study of the Perceptions of At-Risk Females. Research in Middle Level Education 27(1): 1-13.

ผลการศึกษาการใช้สมุนไพรขมิ้นชันในไก่เนื้อ

The study used a turmeric herb in broiler

โฆษิต ขวาของ* วิสุทธิ์ พิเภก ชินะทัตร์ นาคะสิงห์ กังสดาล สมวงษ์อินทร์ น้ำฝน ฤเดช
จารุวรรณ อนุศักดิ์ และ วรพล สุธรรมบุตร
Kosit kwakhong*, Wisut Piphek, Chinatat Nakasing, Kangsadarn Somwongin, Nampon Urdeath,
Jaruvan Anusak, and Vorapon Suthamabutr
สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220
Department of Animal Science, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220
***Corresponding author**: kosit25@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสมุนไพรขมิ้นชันในน้ำต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตในไก่เนื้อช่วงอายุ 1-35 วัน การทดลองในครั้งนี้ใช้ไก่เนื้อพันธุ์ Ross 308 อายุ 1 วัน และให้อาหารไก่เนื้อที่มีระดับโปรตีน 21% เหมือนกันทุกๆ กลุ่ม โดยแบ่งงานทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์อย่างอิสระ (Completely Randomized Design, CRD) โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม (control : T1) กลุ่มที่ 2 (T2) และ กลุ่มที่ 3 (T3) เสริมน้ำขมิ้นชันในน้ำระดับ 0, 100 และ 200 ppm. ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าปริมาณการกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของไก่เนื้อช่วงอายุ 1-35 วัน ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่พบว่าแนวโน้มกลุ่มที่เสริมสมุนไพรขมิ้นชันมีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกน้ำหนัก สูงกว่ากลุ่มควบคุม
คำสำคัญ : ไก่เนื้อ, สมุนไพรขมิ้นชัน

Abstract

The objective of this study was to supplement turmeric (Curcuma longa Linn.) in water on growth performance in broilers aged from 1 to 35 days. This study used 96 Ross 308 broilers age 1 day and feed broiler protein diet. 21% of the same group under completely randomized design (CRD) was used in this study. The experimental group was divided into 3 groups of 4 replications with 8 broilers per replication. Treatment 1 control group (T1), treatment 2 (T2), and treatment 3 (T3) supplement turmeric in water at 0, 100 and 200 ppm respectively. The results showed that growth rate and feed conversion ratio of broilers aged 1-35 days were not significantly different (P> 0.05). But found the trend Turmeric herbal supplement group is likely. Growth rate and exchange rate higher than control group.
Keywords: broiler, turmeric herb

1.บทนำ

ปัจจุบันได้มีการห้ามใช้สารปฏิชีวนะในอาหารไก่เนื้อ เพื่อป้องกันการดื้อยารักษาโรคที่ใช้กับมนุษย์และกังวลว่าการรักษาโรคภัยต่างๆ จะกระทำได้ยากยิ่งขึ้น ประเทศต่างๆ จึงเห็นพ้องกันว่าควรเลิกและห้ามใช้สารปฏิชีวนะในอาหารไก่เนื้อ ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกไก่เนื้อรายใหญ่ของ

โลก จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ ด้วยเหตุนี้วงการอุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ของไทยทั้งเกษตรกรผู้เลี้ยงและโรงงานอาหารสัตว์จึงจำเป็นต้องแสวงหาวัสดุอาหารสัตว์ทางเลือกที่จะช่วยป้องกันและควบคุมโรคสัตว์แทนยาปฏิชีวนะมาเติมในอาหารสัตว์ยุคใหม่ หนึ่งในหลายๆทางเลือกที่มีศักยภาพในการป้องกันโรคและควบคุมโรคคือการใช้สมุนไพรต่างๆ มาเสริมในอาหารสัตว์หรือในน้ำที่ให้สัตว์กินแทนยาปฏิชีวนะ ซึ่งต้องมีสรรพคุณที่ต้องการคือ ช่วยควบคุมและป้องกันโรคทางระบบหายใจและระบบทางเดินอาหาร และโรคบิดในไก่เนื้อ ซึ่งสมุนไพรขมิ้นชัน (turmeric) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Curcuma longa L.* [1] เนื่องจากขมิ้นชันมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ คือ เคอร์คูมิน (Curcumin) เป็นองค์ประกอบหลัก มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดปริมาณคลอเลสเทอรอล ฟอสโฟไลพิด และ ไตรกลีเซอร์ไรด์ในเลือด ช่วยการเกิดปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชัน [2] ในการนำมาใช้ในการผลิตสัตว์นั้น ส่วนมากจะใช้ในรูปของผงซึ่งมีผลช่วยในเรื่องสุขภาพ ของไก่ในภาวะที่กระทบกับความเครียด โดยไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางโภชนะในอาหารสัตว์และ สมรรถภาพการผลิตโดยทั่วไป นอกจากนี้ ขวัญใจ (2550) [3] พบว่าการเสริมขมิ้นชันในอาหารไก่เนื้อ มีผลทำให้เนื้อหน้าอกเหลืองขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าสารเคอร์คิวมินยังตกค้างอยู่ในส่วนต่างๆ ของ เนื้อและหนัง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติป้องกันการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร และรักษาอาการอาหารไม่ย่อย [4] โดยมีฤทธิ์ไปกระตุ้นการขับน้ำดี ทำให้การย่อยอาหารดีขึ้น ลดการบีบตัวของลำไส้ ต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ลดการอักเสบ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านเชื้อแบคทีเรียและต้านเชื้อรา [5] แต่วิธีและระดับการใช้ที่เหมาะสมสำหรับไก่เนื้อที่เลี้ยงในระบบโรงเรียนเปิดยังไม่แน่ชัด งานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาหาระดับการใช้ขมิ้นชันโดยใช้วิธีผสมน้ำที่เหมาะสมที่มีผลให้สมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อในช่วงอายุ 1-35 วัน ดีขึ้น

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ใช้ลูกไก่เนื้อคละเพศพันธุ์ Rose อายุ 1 วัน จำนวน 96 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 8 ตัว ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มใช้อาหารสำเร็จรูปไก่เนื้อที่มีระดับโปรตีน 21% และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 3100 kcal/กก. เหมือนกันทุกๆ กลุ่ม โดยให้กินอาหารแบบเต็มที่ ในแต่ละกลุ่มจะมีการเสริมขมิ้นชันทีผ่านกระบวนการต้มโดยใช้ขมิ้นชัน 100 กรัมของน้ำหนักแห้ง นำไปต้มน้ำในน้ำ 5 ลิตร ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น หลังจากนั้นนำมาผสมน้ำให้ไก่เนื้อกินระดับต่างๆ โดยกลุ่มที่ 1 ให้น้ำเปล่าปกติ (กลุ่มควบคุม) และกลุ่มที่ 2 และ 3 เสริมระดับ 100 และ 200 ppm. ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการเก็บข้อมูล น้ำหนักไก่เนื้อเริ่มต้น (ก./ต.) ปริมาณการกินอาหาร (Feed Intake : FI, ก./ต./วัน) อัตราการเจริญเติบโต (Body weight gain : BWG, ก./ต./วัน) อัตราการแลกน้ำหนัก (Feed Conversion Ratio, FCR) และอัตราการตาย (Mortality, %) ตั้งแต่อายุ 1 -35 วัน จนเสร็จสิ้นการทดลอง

นำข้อมูลที่ได้ไปทาการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) [6]

สถานที่ทำการศึกษา สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการทดลองพบว่าปริมาณการกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโต อัตราการแลกน้ำหนัก และอัตราการตาย ของแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่พบว่าแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโต และ อัตราการแลกน้ำหนักมีแนวโน้มที่ดีขึ้น (ดังตารางที่ 1) ทั้งนี้เนื่องจากขมิ้นชันมี สารออกฤทธิ์ คือ เคอร์คิวมินที่ช่วยทำให้ระบบทางเดิน อาหารของสัตว์ดีขึ้น ช่วยเพิ่มการขับน้ำดีและกระตุ้น การสร้างน้ำดี ลดอาการท้องเสียเนื่องจากแบคทีเรียกลุ่ม *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum* และ *E. coli* และลดอาการจุกเสียดแน่นท้องเนื่องจากการเกิดก๊าซจากเชื้อ *E. coli* จึงส่งผล

ให้แนวโน้มการเจริญเติบโตและอัตราการแลกน้ำหนักดีขึ้น สอดคล้องกับ เอกสิทธิ์ และคณะ (2558) [7] ที่มีการใช้ขมิ้นรวมกับกวาวเครือขาวและฟ้าทลายโจร ไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกน้ำหนัก แต่มีแนวโน้มในทางที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามสารที่ออกฤทธิ์ในขมิ้นชันหลังจากผ่านกระบวนการต้มอาจยังออกมาน้อยหรือปริมาณการเสริมในน้ำยังน้อยเกินไปควรมีการเพิ่มระดับมากขึ้นกว่านี้ในการทดลองครั้งต่อๆ ไป

ตารางที่ 1 ผลการเสริมขมิ้นชันในน้ำต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ ช่วงอายุ 1-35 วัน

	กลุ่มควบคุม	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	%CV
น้ำหนักไก่เนื้อเริ่มต้น (ก./ต.)^{ns}	46.1	45.2	45.7	5.2
น้ำหนักไก่เนื้อสิ้นสุด (ก./ต.) ^{ns}	1699.6	1729.2	1879.2	4.51
อัตราการเจริญเติบโต (ก./ต.) ^{ns}	1653.5	1684	1833.5	4.32
ปริมาณการกินอาหาร (ก./ต.) ^{ns}	2877	2862.8	3080.1	2.19
อัตราการแลกน้ำหนัก (FCR) ^{ns}	1.74	1.70	1.68	2.55
อัตราการตาย (%)^{ns}	0	0	0	-

หมายเหตุ : ^{ns} คือ nonsignificant (P>0.05)

4. สรุปผลการวิจัย

การเสริมสมุนไพรขมิ้นชันระดับ 100 และ 200 ppm. ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ แต่มีแนวโน้มของอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกน้ำหนักที่ดีขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกๆ ท่านในโครงการทำวิจัยนี้ซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่าง 2 หน่วยงาน ได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร และอภิมุขฟาร์ม ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายด้านสมุนไพรขมิ้นชัน

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] ยุพา เที่ยงลาย. 2548. การศึกษาผลของสารสกัดจากใบพลูใบฝรั่งและหัวขมิ้นชันต่อการยับยั้ง Escherichia. coli. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://puechkaset.com.

[2] ไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2554. การเสริมสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน (Curcuma longa Linn.) ในอาหารไก่กระทงต่อผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเนื้อ. แก่นเกษตร. 39: 17- 21.

[3] ขวัญใจ ดำสว่าง. 2550. เทคนิคการเตรียมสารสกัดหยาบจากขมิ้นชัน (Curcuma longa Linn.) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไก่กระทง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.

[4] พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ. 2549. สวนสมุนไพรในงานมหกรรมพืชสวนโลก. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการวิชาการดำเนินงานฝ่ายสวนสมุนไพรพืชสวนโลก.

[5] กมล บุตรชารี. 2524. สมุนไพรพื้นบ้านล้านนา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

[6] Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. Principles and Procedures of Statistics (A Biometrical Approach). 2nd ed. McGraw-Hill: New York; 1980. Evolutionary Genetics. Plenum Inc. New York. Pp.234-245

[7] เอกสิทธิ์ สมคุณา, ชาญณรงค์ ทิพย์เกียรติกุล, กนกวรรณ สายกระสุน และ นฤมล สมคุณา. 2558. ผลการเสริมกวาวเครือขาว ขมิ้นชัน และฟ้าทะลายโจรในอาหารต่อสมรรถนะการผลิตของไก่กระทง. แก่นเกษตร. 43 ฉบับพิเศษ 1. 478-48

ระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา

Thai herb system for Remedy

พัสกร บุญอเนกทรัพย์* อมฤตา ฤทธิภักดี และลัดดา สรรพคุณ

Phatsakorn Boonanksub Amarita Ritthipakdee and Ladda Suppkhun

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

Department of Information Technology, Faculty of Science and Technology,

PhranakhonRajabhat University, Bangkok 10220

***Corresponding author**: Phatsakonboonaneksub@gmail.com

บทคัดย่อ

การใช้สมุนไพรไทยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ทั่วประเทศไทยทั้งนี้เนื่องจากการใช้ยาแผนปัจจุบันไม่เป็นที่น่าพอใจ โดยเฉพาะอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้น และยาแผนปัจจุบันทั้งหมดเป็นสิ่งที่เราต้องหาซื้อมาจากต่างประเทศทั้งนั้น ทำให้เกิดการสิ้นเปลือง ในขณะที่สมุนไพรไทย เราสามารถปลูกใช้เอง แปรรูปเอง ซึ้งการใช้สมุนไพรไทยมักพบว่า สามารถรักษาโรคอื่นๆ ที่ไม่ได้ตั้งใจจะรักษาให้หายได้ด้วย รวมทั้งป้องกันการเกิดโรคที่อาจจะเกิดขึ้น ทำให้ร่างกายมีภูมิต้านทานโรค ที่จะรักษาเยียวยาร่างกายตนเองได้ แต่การใช้สมุนไพรไทยก็อาจเกิดผลของอาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นได้เช่นกัน ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้สมุนไพรไทยในการดูแลรักษาสุขภาพของตนเอง รวมทั้งสรรพคุณของสมุนไพร และการปลูกพืชสมุนไพรไทยเป็นต้น จากปัญหาข้างต้น เพื่อเป็นการพัฒนาระบบงานฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา ได้เล็งเห็นความสำคัญที่จะพัฒนาระบบได้อย่างมีสิทธิภาพ ค้นหาข้อมูลสมุนไพรไทยและการรักษาโรคต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว ตรวจสอบข้อมูลได้อย่างเม่นยำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานต่อไปการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาระบบสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาและเว็บไซต์โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับระบบงาน ทำการวิเคราะห์กับงานปัจจุบัน ดำเนินการออกแบบระบบให้มีความเหมาะสม สร้างระบบสารสนเทศตามที่ออกแบบไว้ จากนั้นนำเอาระบบสารสนเทศไปทดสอบและประเมินผลระบบ

คำสำคัญ : ระบบฐานข้อมูล ระบบสารสนเทศ

Abstract

The Thai Herbs is very importation for help care. We can take advantage of self-processing privatization based on nature. It does not cause allergic reactions; some medicine can cause immunity in the body. If allergies can cause allergic reactions. This research is many knowledge about how to use of herbs to relieve symptoms their health. The result of the above problems in order to develop the Thai herbal database system for treatment. We have realized the importance of developing the system and finding the Thai herbal information and treating the diseases significant. The researcher can conduct the research, collected data related to the analysis work with the current task to design the system to be appropriate created the information. The system with easy user interface and then applied the information system to actual utilization.

Keywords: Database System, Information Systems

1.บทนำ

ระบบการฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาเป็นระบบค้นหาสมุนไพรไทยหรืออาการเจ็บป่วยต่างๆ พร้อมบอกถึงสรรพคุณและวิธีการรักษาอย่างถูกต้อง ซึ่งจะมีรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับสมุนไพรไทยและรูปภาพกำกับไว้ในระบบฐานข้อมูลสมุนไทยเพื่อการรักษา สุภาภรณ์.(2556) ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการสืบค้นข้อมูลสมุนไพร ไทย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลสมุนไพรต่าง ๆ จากกลุ่มอาการของโรค และสามารถดูรายละเอียดของสมุนไพรตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้ต้องการได้โดยเว็บแอปพลิเคชั่น สำหรับการสืบค้นข้อมูล สมุนไพรไทยนี้พัฒนาขึ้นภายใต้สภาพแวดล้อมจาวาอีอี (JavaEE)โดยใช้เทคโนโลยีเจเอสพี(JSP) จาวาเซิร์ฟเลต (Java Servlet)จาวาบีน (JavaBean) ซึ่งใช้หลักการของการออกแบบเป็น MVC (Model View - Controller) ที่มีการปรับปรุงให้มีการแบ่งงานออกเป็นส่วนที่ชัดเจนมากขึ้น จักรทอง(2552) นำเสนอการพัฒนาระบบฐานข้อมูลองค์ความรู้เรื่องสมุนไพรไทย เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักเรียน นิสิตนักศึกษา และบุคคลทั่วไปที่สนใจเกี่ยวกับสมุนไพรไทย ช่วยทำให้การค้นหา มีประสิทธิภาพ สะดวกและรวดเร็ว เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย และพัฒนาสมุนไพรในอนาคตได้ โดยมีการทำงานดังนี้คือ การค้นหาข้อมูลสมุนไพรไทยจาดชื่อภาษาไทย ชื่อภาษาอังกฤษ และอาการเจ็บป่วย วิกรานต์(2556) นำเสนอระบบการใช้สมุนไพรไทยบนเว็บ เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นสำหรับให้คำแนะนำการใช้สมุนไพรไทย สำหรับงานสาธารณสุขมูลฐานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้ป่วยหรือบุคคลทั่วไปสามารถสืบค้นวิธีการรักษาอาการป่วยด้วยสมุนไพรผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นการช่วยประชาสัมพันธ์การใช้สมุนไพรไทย ทำให้ลดการนำเข้ายาแผนปัจจุบันอีกทางหนึ่ง โดยผู้ป่วยหรือบุคคลทั่วไปสามารถได้รับข้อมูลการใช้สมุนไพรที่ได้รับการยอมรับทางวิชาการแล้ว อนุวัฏ(2554) นำเสนอระบบบริหารการเรียนการสอนบนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกในการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็ก สามารถพกพาไปได้ยังสถานที่ต่างๆ ได้และใช้การเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตแบบไร้สายเพื่อเข้าใช้งานระบบได้จากสถานที่ต่างๆ

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ในการวิจัยเพื่อระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาในครั้งนี้ เริ่มจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานที่เกี่ยวข้องในปัจจุบัน โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสอบถามผู้ใช้งานและรวบรวมเอกสารที่ใช้งานมาศึกษาวิเคราะห์ความต้องการของระบบใหม่ ออกแบบฐานข้อมูล พัฒนาโปรแกรมและนำไปทดลองใช้งาน ตลอดจนปรับปรุงแก้ไข้การทำงานให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการพัฒนาระบบสารฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา ใช้เครื่องมือ 3 ลักษณะดังนี้

1.1 ด้านฮาร์ดแวร์

1) เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย

1.2 ด้านซอฟต์แวร์

1) โปรแกรมแปลภาษาสคริปต์ PHP

2) โปรแกรมช่วยในการจัดการฐานข้อมูล MySQL

3) โปรแกรม Subline text

แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อผู้ที่ใช้ระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อผู้ใช้มีต่อระบบสารสนเทศ ได้แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ

ด้านตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชั่นงานของระบบ ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ โดยมีลักษณะเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

นำโปรแกรมที่พัฒนาไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างพร้อมตอบแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา มาดำเนินการวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ความต้องการของระบบ

จากการศึกษา ได้ทราบถึงปัญหาของการจัดการข้อมูลไม่เป็นระบบ ไม่มีระบบจัดเก็บเอกสารและไม่มีฐานข้อมูล ทำให้การค้นหาทำได้ยากและล่าช้า จึงได้พัฒนาเพื่อให้จัดการข้อมูลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนี้

1) มีการจัดการข้อมูลให้เป็นระบบ

2) มีระบบฐานข้อมูล

3) มีการสืบค้นข้อมูล

3. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา ได้แบ่งงานวิจัยเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1 การสำรวจความต้องการการใช้ระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา

1. ข้อมูลทั่วไปของรายชื่อสมุนไพรไทย

ผู้ตอบแบบสอบถามประกอบด้วย นักศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 100 คน แบ่งเป็นคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 100 คน

2. ข้อมูลด้านฮาร์ดแวร์

2.1 ข้อมูลด้านฮาร์ดแวร์ประกอบด้วย เครื่องโน้ตบุ๊ค 1 เครื่อง เครื่องปริ้นเตอร์จำนวน 1 เครื่อง

2.2 ข้อมูลด้านซอฟแวร์ระบบปฏิบัติการที่ใช้ในระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา จะใช้ระบบปฏิบัติการ Window 10 จำนวน 1 เครื่อง

2.3 ข้อมูลทางด้านซอฟแวร์ที่ใช้ในระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา ประกอบด้วย Microsoft Word, Adobe Dreamweaver, Xampp, MySQL และ Adobe Photoshop

ความต้องการในการสร้างและพัฒนาระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา โดยผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาระบบ ซึ่งมีขอบเขตของระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา ดังนี้

1. สามารถสืบค้นสมุนไพร
2. สามารถสืบค้นอาการที่เป็น
3. ระบบแสดงรายละเอียดข้อมูล
4. เว็บไซต์หลัก
5. ระบบผู้ดูเว็บไซต์

ระยะที่ 2 ผลจากการสร้างและพัฒนาระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา โดยมีโปรแกรมสำหรับการจัดการข้อมูลดังนี้

1.การสืบค้นชื่อสมุนไพรไทย

2.การสืบค้นอาการที่เป็น

3.แสดงรายละเอียดข้อมูลสมุนไพรไทย

4.การเข้าสู่ระบบของผู้ดูแลระบบ

5.เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลของผู้ดูแลระบบ

ผลการศึกษาความพึงขอใจของผู้ใช้งานระบบ

แบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครกับระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ด้านและมีเกณฑ์การประเมินผลดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับดีมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดีดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ข้อมูลทั่วไป กลุ่มตัวอย่างในการประเมินผล ความพึงพอใจของระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษามี 100 คนซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลดังนี้ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศชายจำนวน 50 คน คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์และกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเพศหญิงจำนวน 50 คนคิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์

ข้อมูลพื้นฐาน คณะ กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่เป็นคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อมูลพื้นฐานอายุกลุ่มตัวอย่าง อายุผู้ประเมิน ต่ำกว่า 20ปี จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 20 , อายุ 20 – 25ปี จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 80, อายุ 26 ปีขึ้นไป จำนวน 0 คน คิดเป็นร้อยล่ะ 0

ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ หลังการทดลองระบบความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครต่อระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาทางด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ ได้ค่าเฉลี่ย 4.32 แสดงถึงการยอมรับของผู้ใช้ระบบอยู่ในระดับ ดีมาก

ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ หลังการทดลองระบบความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครต่อระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาทางด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ได้ค่าเฉลี่ย 4.17 แสดงถึงการยอมรับของผู้ใช้ระบบอยู่ในระดับ ดีมาก

ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ หลังการทดลองระบบความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครต่อระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ ได้ค่าเฉลี่ย 4.4 แสดงถึงการยอมรับของผู้ใช้ระบบอยู่ในระดับ ดีมาก

ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ หลังการทดลองระบบความพึงพอใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครต่อระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ ได้ค่าเฉลี่ย 3.61 แสดงถึงการยอมรับของผู้ใช้ระบบอยู่ในระดับ ดีมาก

ข้อมูลพื้นฐานกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลพื้นฐาน	จำนวน(n)	ร้อยละ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	100	100
ชาย	50	50
หญิง	50	50
ต่ำกว่า 20ปี	20	20
20 – 25ปี	80	80
26 ปีขึ้นไป	0	0

ตารางที่ 1 ผลสำรวจความพึงพอใจด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
1. ความสามารถในด้านการค้นหาข้อมูลสมุนไพรไทย	4.3	ดีมาก
2. ความสามารถในด้านการค้นหาอาการที่เป็น	4.4	ดีมาก
3. ความสามารถในด้านการจัดการข้อมูลในระบบ	4.45	ดีมาก
4. ความสามารถในด้านความถูกต้องของข้อมูล	4.3	ดีมาก
5. ความสามารถในด้านการแสดงผลของข้อมูล	4.15	ดีมาก

ตารางที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ

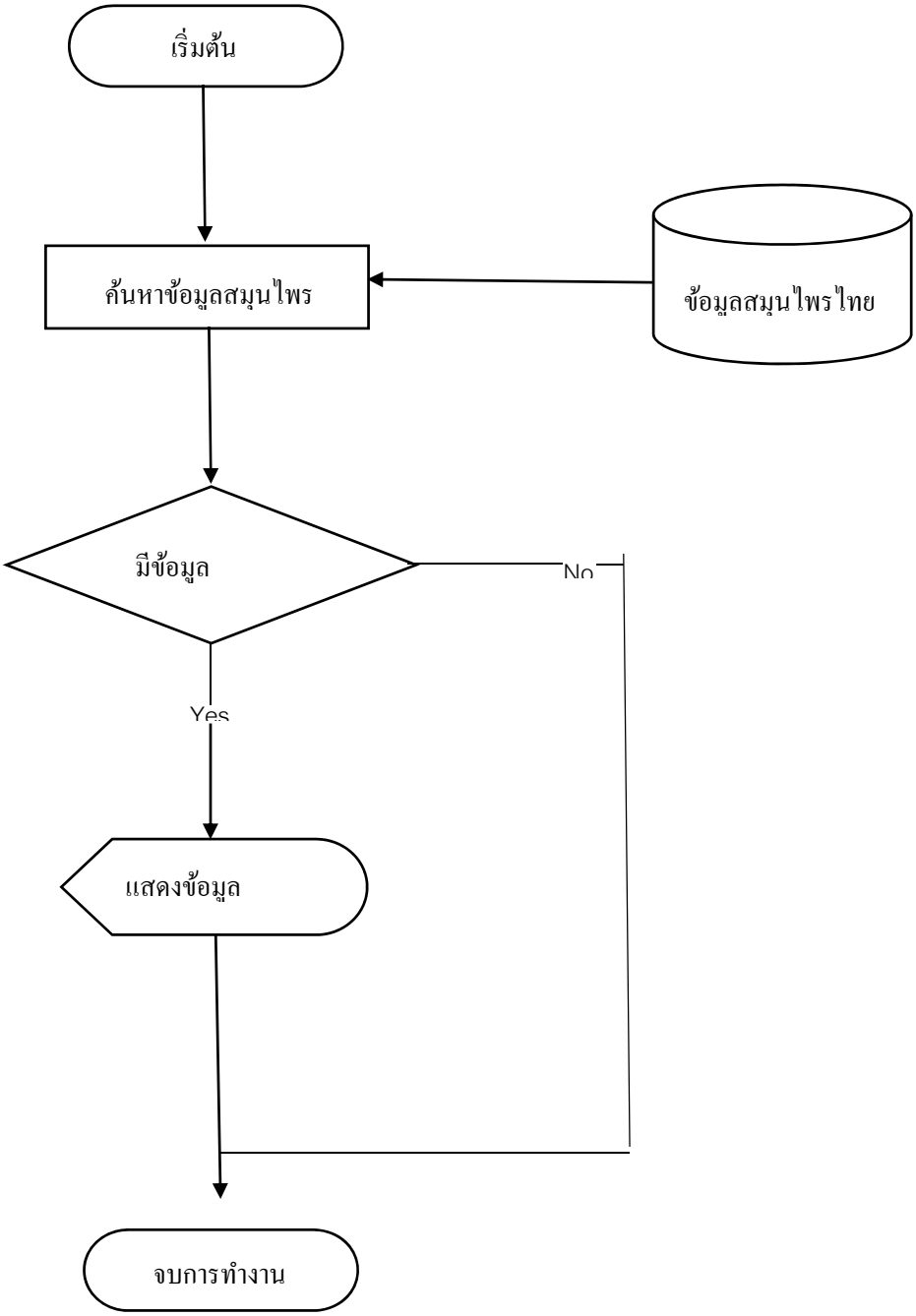
รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	4.1	ดีมาก
2. ความถูกต้องในการค้นหาข้อมูลสมุนไพรไทย	4.45	ดีมาก
3. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาข้อมูลใน	4.35	ดีมาก
4. ความรวดเร็วในการแสดงผลในระบบของโปรแกรม	3.95	ดีมาก
5. ความน่าเชื่อถือของข้อมูลสมุนไพรไทย	4	ดีมาก
6. ความสามารถค้นหาข้อมูลได้ถูกต้องและรวดเร็ว	4.2	ดีมาก

ตารางที่ 3 ผลสำรวจความพึงพอใจด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ

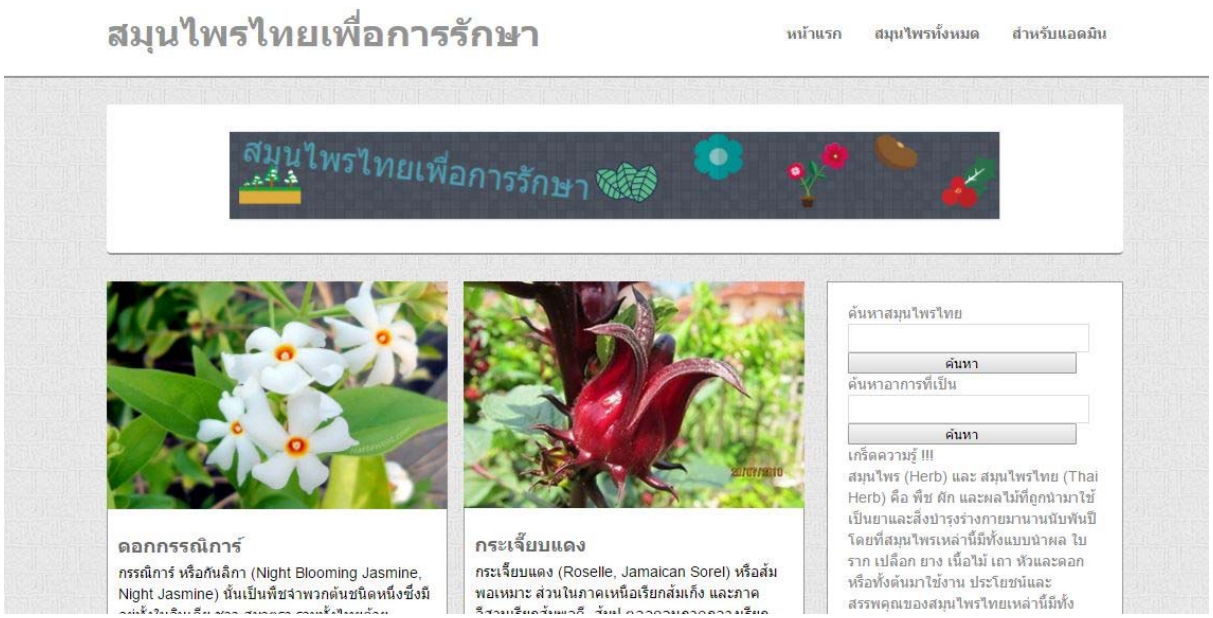
รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
1. ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ	4.6	ดีมาก
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ	4.55	ดีมาก
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ	4.44	ดีมาก
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษรและรูปภาพ	4.5	ดีมาก
5. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	4.15	ดีมาก
6. ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อ ความหมาย	4.3	ดีมาก
7. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	4.3	ดีมาก

ตารางที่ 4 ผลสำรวจความพึงพอใจด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ

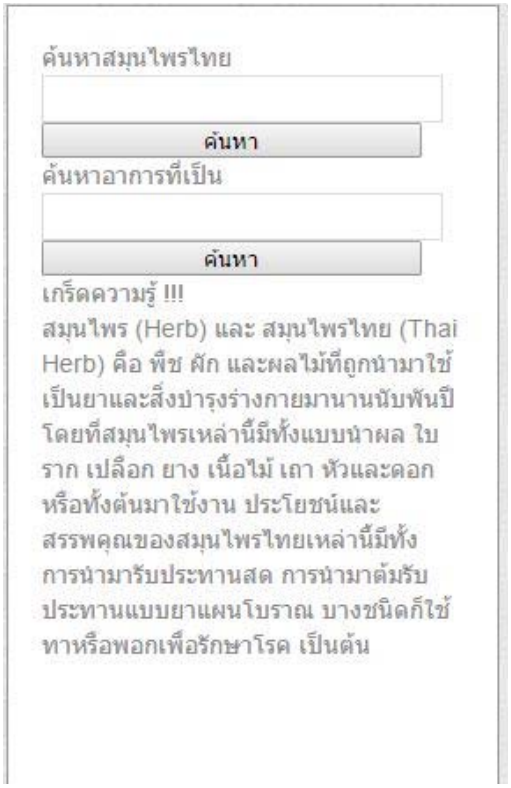
รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	การแปลผล
1. การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	3.6	ดีมาก
2. การป้องกันการล้มเหลวของข้อมูลในระบบ	3.65	ดีมาก
3. มีการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น	3.55	ดีมาก
4. มีการป้องกันการลบข้อมูลที่ไม่ได้ตั้งใจ	3.5	ปานกลาง
5. มีความรวดเร็วในการแก้ไขปัญหา	3.75	ดีมาก



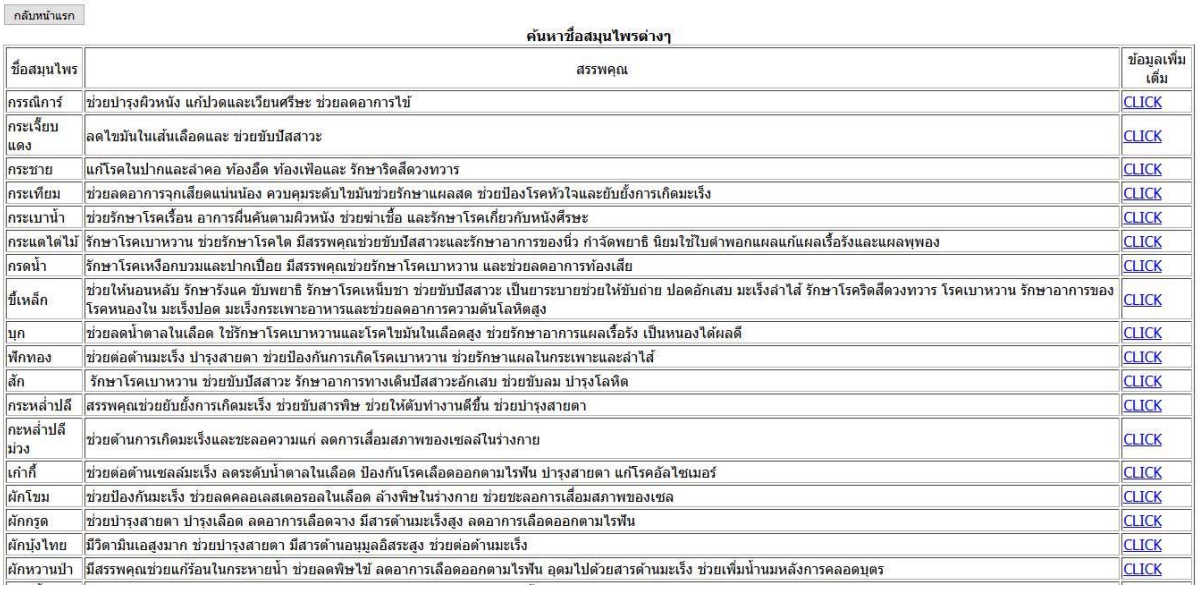
ภาพที่ 1 Flowchart ของระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา



ภาพที่ 2 หน้าหลักของเว็บไซต์ Thai Herb System For Remedy



ภาพที่ 3 เมนูการใช้งานของเว็บไซต์ Thai Herb System For Remedy



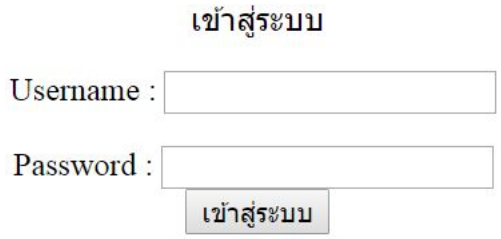
กลับหน้าแรก

ค้นหาชื่อสมุนไพรต่างๆ

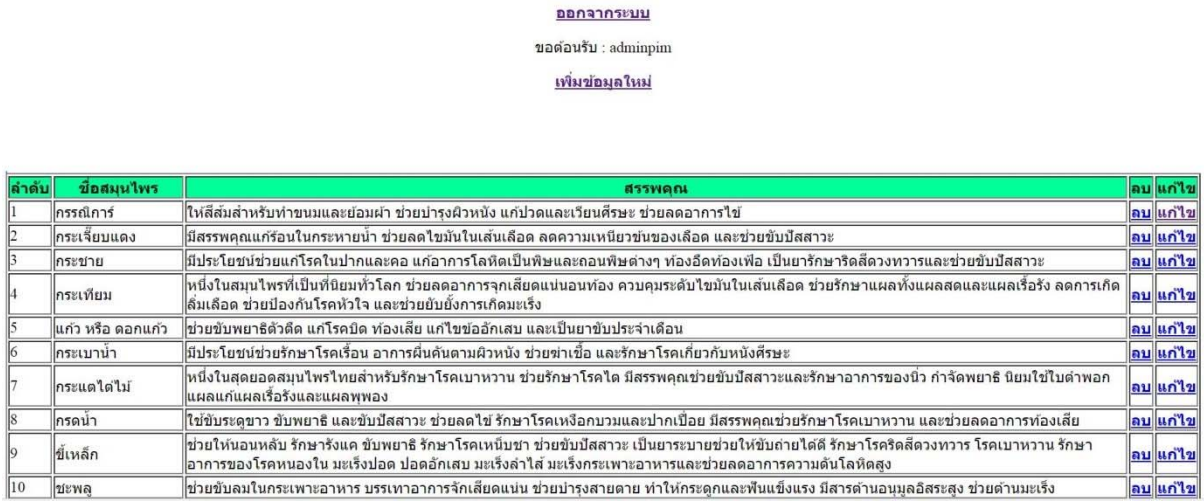
ชื่อสมุนไพร	สรรพคุณ	ข้อมูลเพิ่มเติม
กรรณิการ์	ช่วยบำรุงผิวหนัง แก้ปวดและเวียนศีรษะ ช่วยลดอาการไข้	CLICK
กระเจี๊ยบแดง	ลดไขมันในเส้นเลือดและ ช่วยขับปัสสาวะ	CLICK
กระชาย	แก้โรคในปากและลำคอ ท้องอืด ท้องเฟ้อและ รักษาริดสีดวงทวาร	CLICK
กระเทียม	ช่วยลดอาการจุกเสียดแน่นน้อง ควบคุมระดับไขมันช่วยรักษาแผลสด ช่วยป้องโรคหัวใจและยับยั้งการเกิดมะเร็ง	CLICK
กระเบาน้ำ	ช่วยรักษาโรคเรื้อน อาการผื่นคันตามผิวหนัง ช่วยฆ่าเชื้อ และรักษาโรคเกี่ยวกับหนังศีรษะ	CLICK
กระแตไต่ไม้	รักษาโรคเบาหวาน ช่วยรักษาโรคไต มีสรรพคุณช่วยขับปัสสาวะและรักษาอาการของนิ่ว กำจัดพยาธิ นิยมใช้ใบตำพอกแผลแก้แผลเรื้อรังและแผลพุพอง	CLICK
กรดน้ำ	รักษาโรคเหงือกบวมและปากเปื่อย มีสรรพคุณช่วยรักษาโรคเบาหวาน และช่วยลดอาการท้องเสีย	CLICK
ขี้เหล็ก	ช่วยให้นอนหลับ รักษารังแค ขับพยาธิ รักษาโรคเหน็บชา ช่วยขับปัสสาวะ เป็นยาระบายช่วยให้ขับถ่าย ปอดอักเสบ มะเร็งลำไส้ รักษาโรคริดสีดวงทวาร โรคเบาหวาน รักษาอาการของโรคหนองใน มะเร็งปอด มะเร็งกระเพาะอาหารและช่วยลดอาการความดันโลหิตสูง	CLICK
บุก	ช่วยลดน้ำตาลในเลือด ใช้รักษาโรคเบาหวานและโรคไขมันในเลือดสูง ช่วยรักษาอาการแผลเรื้อรัง เป็นหนองได้ผลดี	CLICK
ฟักทอง	ช่วยต่อต้านมะเร็ง บำรุงสายตา ช่วยป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน ช่วยรักษาแผลในกระเพาะและลำไส้	CLICK
ลัก	รักษาโรคเบาหวาน ช่วยขับปัสสาวะ รักษาอาการทางเดินปัสสาวะอักเสบ ช่วยขับลม บำรุงโลหิต	CLICK
กระหล่ำปลี	สรรพคุณช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็ง ช่วยขับสารพิษ ช่วยให้ดับทำงานดีขึ้น ช่วยบำรุงสายตา	CLICK
กะหล่ำปลีม่วง	ช่วยต้านการเกิดมะเร็งและชะลอความแก่ ลดการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย	CLICK
เก๋ากี้	ช่วยต่อต้านเซลล์มะเร็ง ลดระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันโรคเลือดออกตามไรฟัน บำรุงสายตา แก้โรคอัลไซเมอร์	CLICK
ผักโขม	ช่วยป้องกันมะเร็ง ช่วยลดคลอเลสเตอรอลในเลือด ล้างพิษในร่างกาย ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเซล	CLICK
ผักกรูด	ช่วยบำรุงสายตา บำรุงเลือด ลดอาการเลือดจาง มีสารต้านมะเร็งสูง ลดอาการเลือดออกตามไรฟัน	CLICK
ผักบุ้งไทย	มีวิตามินเอสูงมาก ช่วยบำรุงสายตา มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ช่วยต่อต้านมะเร็ง	CLICK
ผักหวานป่า	มีสรรพคุณช่วยแก้ร้อนในกระหายน้ำ ช่วยลดพิษไข้ ลดอาการเลือดออกตามไรฟัน อุดมไปด้วยสารต้านมะเร็ง ช่วยเพิ่มน้ำนมหลังการคลอดบุตร	CLICK

ภาพที่ 4 หน้าจอแสดงการสืบค้นชื่อสมุนไพรไทย

ภาพที่ 5 หน้าจอแสดงรายละเอียดของสมุนไพรไทย



ภาพที่ 6 หน้าจอแสดงระบบล็อคอินของผู้ดูแลระบบ


ออกจากระบบ

ขอต้อนรับ : adminpim

เพิ่มข้อมูลใหม่

ลำดับ	ชื่อสมุนไพร	สรรพคุณ	ลบ	แก้ไข
1	กรรณิการ์	ให้สีส้มสำหรับทำขนมและย้อมผ้า ช่วยบำรุงผิวหนัง แก้ปวดและเรียนศีรษะ ช่วยลดอาการไข้	ลบ	แก้ไข
2	กระเจี๊ยบแดง	มีสรรพคุณแก้ร้อนในกระหายน้ำ ช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ลดความเหนียวข้นของเลือด และช่วยขับปัสสาวะ	ลบ	แก้ไข
3	กระชาย	มีประโยชน์ช่วยแก้โรคในปากและคอ แก้อาการโลหิตเป็นพิษและถอนพิษต่างๆ ท้องอืดท้องเฟ้อ เป็นยารักษาริดสีดวงทวารและช่วยขับปัสสาวะ	ลบ	แก้ไข
4	กระเทียม	หนึ่งในสมุนไพรที่เป็นที่นิยมทั่วโลก ช่วยลดอาการจุกเสียดแน่นอนท้อง ควบคุมระดับไขมันในเส้นเลือด ช่วยรักษาแผลทั้งแผลสดและแผลเรื้อรัง ลดการเกิดลิ่มเลือด ช่วยป้องกันโรคหัวใจ และช่วยยับยั้งการเกิดมะเร็ง	ลบ	แก้ไข
5	แก่ว หรือ ดอกแก่ว	ช่วยขับพยาธิตัวตืด แก้โรคบิด ท้องเสีย แก้ไขข้ออักเสบ และเป็นยาขับประจำเดือน	ลบ	แก้ไข
6	กระเบาน้ำ	มีประโยชน์ช่วยรักษาโรคเรื้อน อาการผื่นคันตามผิวหนัง ช่วยฆ่าเชื้อ และรักษาโรคเกี่ยวกับหนังศีรษะ	ลบ	แก้ไข
7	กระแตไต่ไม้	หนึ่งในสุดยอดสมุนไพรไทยสำหรับรักษาโรคเบาหวาน ช่วยรักษาโรคไต มีสรรพคุณช่วยขับปัสสาวะและรักษาอาการของนิ่ว กำจัดพยาธิ นิยมใช้ใบตำพอกแผลแก้แผลเรื้อรังและแผลพุพอง	ลบ	แก้ไข
8	กรดน้ำ	ใช้ขับระดูขาว ขับพยาธิ และขับปัสสาวะ ช่วยลดไข้ รักษาโรคเหงือกบวมและปากเปื่อย มีสรรพคุณช่วยรักษาโรคเบาหวาน และช่วยลดอาการท้องเสีย	ลบ	แก้ไข
9	ขี้เหล็ก	ช่วยให้นอนหลับ รักษารังแค ขับพยาธิ รักษาโรคเหนื่มชา ช่วยขับปัสสาวะ เป็นยาระบายช่วยให้ขับถ่ายได้ดี รักษาโรคริดสีดวงทวาร โรคเบาหวาน รักษาอาการของโรคหนองใน มะเร็งปอด ปอดอักเสบ มะเร็งลำไส้ มะเร็งกระเพาะอาหารและช่วยลดอาการความดันโลหิตสูง	ลบ	แก้ไข
10	ชะพลู	ช่วยขับลมในกระเพาะอาหาร บรรเทาอาการจักเสียดแน่น ช่วยบำรุงสายตาย ทำให้กระดูกและฟันแข็งแรง มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ช่วยต้านมะเร็ง	ลบ	แก้ไข

ภาพที่ 7 หน้าจอแก้ไขรายละเอียดขอมูลสมุนไพรไทยของผู้ดูแลระบบ

4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ที่มีต่อระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาพบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา 1. ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ พบว่า มีความพึงพอใจ ได้ค่าเฉลี่ย 4.32 แสดงถึงการยอมรับด้านการความต้องการของผู้ใช้ระบบอยู่ในระดับ ดีมาก 2.ด้านการทางานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ พบว่า ได้ค่าเฉลี่ย 4.17 แสดงถึงการยอมรับด้านการทางานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบอยู่ในระดับ ดีมาก 3.ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ ได้ค่าเฉลี่ย 4.4 แสดงถึงการยอมรับด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบอยู่ในระดับ
ดีมาก และ 4. ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ ได้ค่าเฉลี่ย 3.61 แสดงถึงการยอมรับด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบอยู่ในระดับ ดีมาก
จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่าระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษามีความจาเป็นต่อผู้ใช้ระบบในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลสมุนไพรไทยและสรรพคุณ จึงทาให้ผู้ระบบมีความพึงพอใจต่อระบบทุกๆด้าน ในระดับที่ ดีมาก
ข้อเสนอแนะ ระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษาควรมีสมุนไพรไทยมากกว่านี้และมีการเผยแพร่ตามที่สารสาธารณะให้เกิดประโยชน์สูงสุดและประชาชนที่ต้อการจะศึกษา

5. เอกสารอ้างอิง

[1] สุภาภรณ์ เอื้อวงศ์อารีย์. (2556). ระบบสืบค้นข้อมูลสมุนไพร. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร.

[2] จักรทอง ตั้งจิตรเจริญ. (2546). การพัฒนาระบบฐานข้อมูลองค์ความรู้เรื่องสมุนไพรไทย. สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[3] ปัทมา ลิ้วนิช. ใช้สมุนไพรไทยอย่างไร...ให้ปลอดภัย. สืบค้นวันที่ 22 ธันวาคม 2559
จาก http://www.medicine.swu.ac.th

[4] วิกรานต์ กิจเกิดแสง. (2542). ระบบนำเสนอการใช้สมุนไพรไทยบนเว็บ. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

การใช้แซนแทนกัมเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะของเส้นบะหมี่ฟักทอง

Effect of using Xanthan gum on textural improving of pumpkin noodle

ศศิพร รัตนสุวรรณ์* และพนิดา สินประเสริฐ

Sasiporn Rattanasuwan* and Panida Sinprasert

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ 10220

Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology,

Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

* **Corresponding author**: sasiporn@pnru.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทองผงในเส้นบะหมี่ฟักทองและศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมต่อคุณภาพของบะหมี่ฟักทอง โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยแปรปริมาณแซนแทนกัมเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด นำเส้นบะหมี่ฟักทองทั้งก่อนลวกและหลังลวกมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า เมื่อปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระทั้งก่อนลวกและหลังลวกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) และการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของค่าสี พบว่า ค่าสี L* a* และ b* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส (ค่าแรงดึงขาด) พบว่า เมื่อปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าแรงดึงขาดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale 9 point ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม พบว่า บะหมี่ฟักทองที่ปริมาณแซนแทนกัมร้อยละ 0.3 ได้รับคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สีกลิ่น ความเหนียว และความชอบรวมสูงที่สุด จากนั้นจึงนำบะหมี่ฟักทองที่มีปริมาณแซนแทนกัมร้อยละ 0.3 มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเส้นบะหมี่ฟักทอง ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 32.82 6.36 0.90 0.45 2.56 และ 56.87 ตามลำดับ

คำสำคัญ : ฟักทองผง, แซนแทนกัม, เส้นบะหมี่สด

Abstract

The objectives of this research were to study the replacement of wheat flour by pumpkin powder in pumpkin noodle and xanthan gum content on quality of pumpkin noodle. The experimental design was completely randomized design (CRD) with three replications. Xanthan gum was varies in 5 levels including 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 and 0.5% of total weight. The chemical properties of uncooked and cooked pumpkin noodle were analyzed. The result showed that when xanthan gum was increased, the moisture contents and water activities of both uncooked and cooked pumpkin noodle were increased ($p \leq 0.05$). The physical properties showed that L* a* and b* were not significantly different ($p > 0.05$). The tensile strength textural properties of pumpkin noodle was found that when xanthan gum was increased, tensile strength was significantly increased ($p \leq 0.05$). Sensory evaluation by 9-point Hedonic scale found that pumpkin noodle

with 0.3% of xanthan gum was obtained the highest score in appearance, color, flavor, stickiness and overall liking. The chemical properties of pumpkin noodle with 0.3% xanthan gum was analyzed. The moisture content, protein, fat, crude fiber, ash and carbohydrate were 32.82, 6.36, 0.90, 0.45, 2.56, and 56.87%, respectively.

Keyword: pumpkin powder, xanthan gum, fresh noodle

1. บทนำ

บะหมี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเส้นทำจากแป้งสาลีอย่างเดียวหรืออาจผสมกับแป้งชนิดอื่น รวมถึงมีการเติมไข่ไก่และน้ำ นวดให้เข้ากันและรีดเป็นเส้น โดยอาจผ่านกระบวนการในการทำแห้งและสุกที่อุณหภูมิและความดันที่เหมาะสมเพื่อให้เก็บได้นานและสามารถรักษาคุณภาพ กลิ่นและรสเดิมของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ [1] บะหมี่ที่จำหน่ายในท้องตลาด มักมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ ถ้าหากมีการนำส่วนประกอบอื่นที่มีคุณค่าทางอาหารสูงมาเสริมหรือทดแทน ในกระบวนการผลิต ก็จะสามารถช่วยให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์สูงขึ้น ดังนั้นเพื่อที่จะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทอง (*Cucurbita moschata* Decne) เนื่องจาก ฟักทองเป็นพืชที่ปลูกได้ปริมาณมากในประเทศไทย สามารถเจริญเติบโตได้ดีและให้ผลผลิตสูง ปัจจุบันนำมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือนทำอาหารได้ทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน เนื้อฟักทองมีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะสารอาหารที่สำคัญ ได้แก่ เบต้า – แคโรทีน วิตามินบี 2 วิตามินซี และวิตามินเอ ซึ่งเบต้า – แคโรทีน จัดเป็นกลุ่มรงควัตถุที่ให้สีเหลือง เหลืองส้ม จนถึงสีแดง [2] ซึ่งร่างกายสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ ช่วยบำรุงรักษาสายตา เพิ่มภูมิต้านทานโรค รักษาเยื่อบุต่างๆช่วยขับสารที่ป้องกันการติดเชื้อ และยังมีบทบาทในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกายโดยจะช่วยรักษาสุขภาพผิวพรรณให้ดูเต่งตึง หรือช่วยชะลอความแก่ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคต้อ และโรคประสาทอื่นๆ [3]

แป้งสาลีที่ใช้ในการผลิตเส้นบะหมี่ ร้อยละ 85 เป็นการซื้อข้าวสาลีจากต่างประเทศเข้ามาผลิตเป็นแป้งสาลี และร้อยละ 15 เป็นการนำเข้าแป้งสาลีโดยตรง [4] โดยแป้งสาลีมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีโปรตีนกลูเตน ทำให้เกิดโด ซึ่งมีผลทำให้เส้นบะหมี่เมื่อทำให้สุกจะเกิดความคงตัว มีลักษณะยืดตัวดีและเหนียว [5] ดังนั้น เมื่อมีการใช้ฟักทองผงทดแทนแป้งสาลี จึงมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ จำต้องใช้สารเจือปนอาหารในกลุ่มของไฮโดรคอลลอยด์ทำหน้าที่เป็นสารให้ความข้นหนืด และ/หรือ ทำให้เกิดเจล เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสรวมถึงการทำให้เกิดความคงตัวแก่ผลิตภัณฑ์อาหาร ไฮโดรคอลลอยด์เป็นสารที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ กัวร์กัม, โลคัสบีนกัม, คาราจีแนน, กลูโคแมนแนน และแซนแทนกัม ซึ่งแซนแทนกัมนิยมใช้มากในอาหารเพราะมีสมบัติพิเศษที่สำคัญ คือ การกระจายตัวและละลายได้ดีทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน [6] สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงถึงแม้จะมีความเข้มข้นต่ำ [2]

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของแซนแทนกัมในการปรับปรุงคุณภาพของเส้นบะหมี่เสริมฟักทองผง

2. วิธีการวิจัย

ศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมในเส้นบะหมี่ฟักทอง

เตรียมฟักทองผง โดยการนำฟักทองที่ล้างทำความสะอาดและปอกเปลือกแล้ว หั่นเป็นชิ้นบางขนาด 3 มิลลิเมตร อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่น ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช ได้ฟักทองผง (ดัดแปลงจากจิรภาและคณะ [7])

ศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมในเส้นบะหมี่ฟักทองที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทองผงในปริมาณร้อยละ 50 (ดังแสดงในตารางที่ 1) แปรปริมาณของแซนแทนกัมเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 ของน้ำหนักทั้งหมด

ขั้นตอนการผลิตเส้นบะหมี่ โดยนำส่วนผสมแป้งสาลี ฟักทองผง แซนแทนกัม และโซเดียมคาร์บอเนต ผสมและร่อนผ่านตะแกรง (ส่วนผสมแห้ง) เติมไข่ไก่ น้ำ และเกลือ ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องนวดแป้ง เป็นเวลา 10 นาที เมื่อส่วนผสมเข้ากันดีแล้ว พักให้เกิดโดเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมารีดเป็นแผ่นบางและตัดให้เป็นเส้น จะได้เส้นบะหมี่ฟักทอง

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

คุณภาพทางเคมี ทำได้โดยนำเส้นบะหมี่ฟักทองสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน เถ้า เยื่อใย โดยวิธี [5] และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (จากการคำนวณ)

คุณภาพทางกายภาพ การวัดค่าสี L* a* b* นำเส้นบะหมี่ฟักทอง (ก่อนและหลังลวก) มาวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR-10 Japan)

คุณภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส วัดค่าความเหนียวด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA.XTplus, Stable Micro Systems, UK) ขนาดตัวอย่างความยาว 20 เซนติเมตร ใช้หัววัด A/SPR วัดแรงที่ใช้ในการดึงขาด (tensile-strength)

วิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

นำเส้นบะหมี่ฟักทอง มาทดสอบความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความเหนียวนุ่ม และความชอบรวม โดยทดสอบกับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9 point-hedonic scale (1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุดและ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกเส้นบะหมี่ที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบรวมสูงสุด [8]

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และวางแผนการการทดสอบชิมแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3. ผลการทดลองและการอภิปรายผล

3.1 ศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมในเส้นบะหมี่ฟักทอง

จากการศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมในเส้นบะหมี่ฟักทอง โดยแปรปริมาณแซนแทนกัมเป็น5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด เมื่อนำมาวิเคราะห์ความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ก่อนและหลังลวก พบว่า ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของเส้นบะหมี่ฟักทองก่อนลวก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับ ปริมาณน้ำอิสระของเส้นบะหมี่ฟักทองหลังลวก ในขณะที่เส้นบะหมี่ฟักทองหลังลวกมีปริมาณความชื้นแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่า เมื่อปริมาณของแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของเส้นบะหมี่ฟักทองก่อนลวก ($p>0.05$) แต่มีผลให้ปริมาณความชื้นหลังลวกเส้นบะหมี่ฟักทองสูงขึ้น ($p<0.05$) ในขณะที่ปริมาณน้ำอิสระของเส้นบะหมี่ฟักทองทั้งก่อนและหลังลวกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) โดยปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของเส้นบะหมี่ฟักทองมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณแซนแทนกัมสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก แซนแทนกัมเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี สามารถดูดซับและเก็บน้ำไว้ในโครงสร้าง มีส่วนช่วยลดอัตราการระเหยของน้ำ [9] เมื่อให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ในลักษณะของการลวก ส่วนผสมของแป้งและแซนแทนกัมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเกิดการพองตัวและดูดซับน้ำเป็นสารละลายที่มีลักษณะเป็นเจล [6] ความร้อนไปทำให้พันธะไฮโดรเจนที่เกาะเกี่ยวกันในส่วนอสัณฐาน (amorphous zone) ของโครงสร้างโมเลกุลอะมิโลเพกทินจึงทำให้สามารถมาจับกับโมเลกุลของน้ำในส่วนผสมหรืออุ้มน้ำเข้าไปภายในเม็ดสตาร์ช [10] จึงทำให้อุ้มน้ำได้ดี ส่งผลให้

ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของเส้นบะหมี่ฟักทองเพิ่มขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ค่าสี L* a* b* ของเส้นบะหมี่ฟักทองก่อนและหลังลวก (ดังแสดงในตารางที่ 3) แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของแซนแทนกัมไม่มีผลต่อค่าสี L* a* b* ของเส้นบะหมี่ทั้งก่อนและหลังลวก ($p>0.05$) โดยเส้นบะหมี่ฟักทองก่อนลวกมีค่าสี L* อยู่ในช่วง 51.06 ถึง 51.70 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 9.33 ถึง 9.70 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 22.13 ถึง 22.81 และเส้นบะหมี่ฟักทองหลังลวก มีค่าสี L* อยู่ในช่วง 53.10 ถึง 53.89 ค่าสี a* อยู่ในช่วง 6.03 ถึง 6.46 และค่าสี b* อยู่ในช่วง 33.03 ถึง 33.96 เนื่องจากแซนแทนกัมเป็นสารให้ความคงตัวที่ไม่มีสีและใช้ในปริมาณที่น้อย ค่าสีที่วัดได้จึงเป็นผลของปริมาณฟักทองผงที่เติมลงเท่ากัน

คุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัสความเหนียวของเส้นบะหมี่ฟักทองโดยวัดแรงดึงขาด พบว่า ค่าแรงดึงขาดของเส้นบะหมี่ฟักทองเพิ่มขึ้นทั้งก่อนและหลังลวก เมื่อปริมาณของแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) (ดังแสดงในตารางที่ 4)

ปริมาณแซนแทนกัมที่เพิ่มมีผลให้เส้นบะหมี่ฟักทองมีค่าแรงดึงขาดเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก แซนแทนกัมมีคุณสมบัติสามารถให้ความหนืดสูงถึงแม้จะใช้ในปริมาณความเข้มข้นต่ำ นอกจากคุณสมบัติในการดูดซับน้ำแล้ว ยังมีความสามารถเป็นสารยึดเกาะที่สามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัสได้ [2] เมื่อให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ ค่าแรงดึงขาดของเส้นบะหมี่ฟักทองมีค่าเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) เนื่องจาก แซนแทนกัมที่ใช้ในการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัส มีคุณสมบัติการคงตัวได้ดีที่อุณหภูมิสูง เกิดเป็นเจลที่มีความยืดหยุ่นดี ลดความแข็งและลดการแตกหักของเส้นบะหมี่หลังลวกเพิ่มขึ้น

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ฟักทอง ดังแสดงในภาพที่ 1และลักษณะของเส้นบะหมี่ฟักทอง ดังแสดงในภาพที่ 2

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ฟักทองจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน พบว่า ปริมาณของแซนแทนกัมที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านสี และกลิ่นทางสถิติ ($p>0.05$) (ได้คะแนนอยู่ในระดับมาก) เนื่องจากแซนแทนกัมเป็นสารปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น โดยสีและกลิ่นมาจากฟักทองผงในปริมาณที่เท่ากันในแต่ละการทดลอง

การใช้แซนแทนกัมในเส้นบะหมี่ฟักทอง เพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัส โดยพบว่า เมื่อปริมาณของแซนแทนกัมเพิ่มขึ้นมีผลต่อคะแนนความชอบทางด้านความเหนียวนุ่มเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) โดยสังเกตจากลักษณะของเส้นบะหมี่ฟักทองที่ใช้ปริมาณแซนแทนกัมเท่ากับร้อยละ 0.1 เส้นบะหมี่ฟักทองขาดจากกันได้ง่าย แต่เมื่อปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มขึ้น ลักษณะของเส้นจะเหนียวและไม่ขาดง่าย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ดังนั้น ปริมาณของแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.3 มีคะแนนคุณลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความเหนียว และความชอบรวมสูงสุด จึงนำมาศึกษาคุณภาพทางด้านเคมีในขั้นตอนต่อไป

3.2 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีของเส้นบะหมี่ฟักทองในสูตรที่ดีที่สุด

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเส้นบะหมี่ฟักทองที่ใช้ปริมาณแซนแทนกัมเท่ากับร้อยละ 0.3 ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า [5] และคาร์โบไฮเดรต โดยวิธีการคำนวณ และเปรียบเทียบกับบะหมี่สด ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 1 สูตรมาตรฐานของเส้นบะหมี่ฟักทอง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
แป้งสาลี (กรัม)	50
ฟักทองผง (กรัม)	50
โซเดียมคาร์บอเนต (กรัม)	1
เกลือ (กรัม)	1
ไข่ไก่ (กรัม)	60
น้ำ (กรัม)	10

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุภารัตน์ [11]

ตารางที่ 2 ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของเส้นบะหมี่ฟักทองก่อนและหลังลวก

ปริมาณแซนแทนกัม	ปริมาณความชื้น		ปริมาณน้ำอิสระ	
(ร้อยละ)	ก่อนลวก^{ns}	หลังลวก	ก่อนลวก^{ns}	หลังลวก^{ns}
0.1	32.96±0.85	76.64^{ab}±0.77	0.93±0.04	0.97±0.00
0.2	32.41±0.79	76.24^{b}±0.79	0.94±0.03	0.97±0.01
0.3	32.23±0.54	77.07^{ab}±0.81	0.95±0.03	0.97±0.02
0.4	32.24±0.67	77.54^{ab}±0.54	0.95±0.03	0.98±0.00
0.5	32.78±0.79	78.00^{a}±0.59	0.97±0.04	0.98±0.01

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตัวอักษรภาษาอังกฤษไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 3 ค่าสี L* a* b* ของเส้นบะหมี่ฟักทองก่อนและหลังลวก

ปริมาณแซนแทนกัม	L*		a*		b*	
(ร้อยละ)	ก่อน^{ns}	หลัง^{ns}	ก่อน^{ns}	หลัง^{ns}	ก่อน^{ns}	หลัง^{ns}
0.1	51.06±0.38	53.86±0.58	9.61±0.30	6.03±0.32	22.16±0.94	33.03±0.98
0.2	51.08±0.53	53.10±0.52	9.58±0.02	6.46±0.15	22.13±0.88	33.06±0.73
0.3	51.70±0.78	53.76±0.96	9.70±0.26	6.40±0.26	22.26±0.85	33.43±0.90
0.4	51.23±0.90	53.40±0.65	9.50±0.26	6.03±0.25	22.81±0.68	33.96±0.68
0.5	51.32±0.93	53.73±0.85	9.33±0.86	6.46±0.40	22.78±0.98	33.96±0.50

หมายเหตุ : ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4 ค่าแรงดึงขาดของเส้นบะหมี่ฟักทองก่อนลวกและหลังลวก

ปริมาณแซนแทนกัม (ร้อยละ)	ค่าแรงดึงขาด (กรัม)	
	ก่อนลวก	หลังลวก
0.1	5.76^{c}+0.16	6.52^{c}+0.24
0.2	6.19^{c}+0.06	7.79^{b}+0. 60
0.3	6.56^{bc}+0.54	8.03^{b}+0.87
0.4	6.92^{b}+0.65	8.28^{b}+0.99
0.5	7.68^{a}+0.93	10.67^{a}+0.22

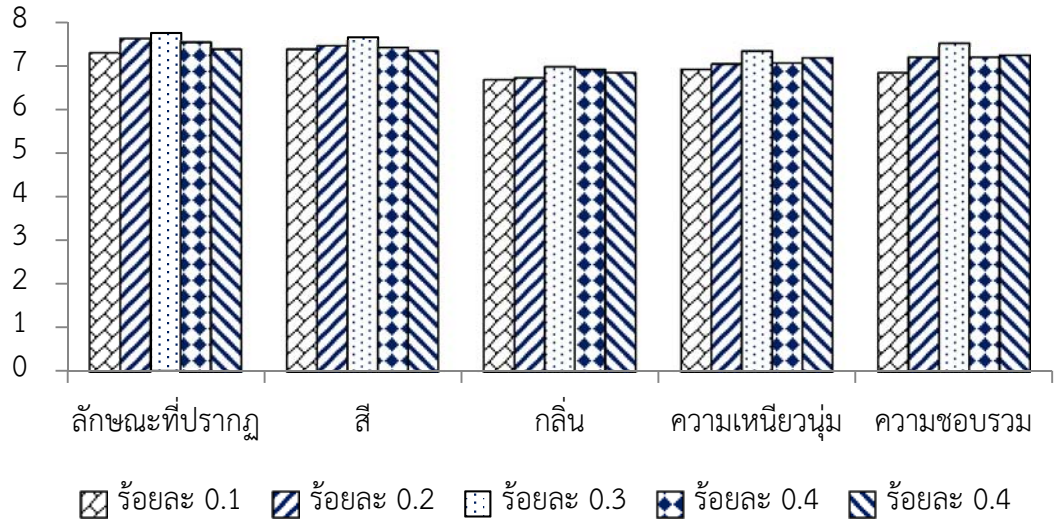
หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตัวอักษรภาษาอังกฤษไม่เหมือนกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเส้นบะหมี่ฟักทองที่ใช้แซนแทนกัมในการปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสที่ระดับร้อยละ 0.3 เปรียบเทียบกับบะหมี่สด

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)	
	เส้นบะหมี่ฟักทองสด	บะหมี่สด*
ความชื้น	32.83±0.70	27.3
โปรตีน	6.36±0.41	15.4
ไขมัน	0.90±0.28	4.4
เยื่อใย	0.45±0.13	-
เถ้า	2.56±0.05	0.6
คาร์โบไฮเดรต	56.87±0.86	52.3

หมายเหตุ: ค่าที่ได้จากการทดลองมาจากการทดลอง 3 ซ้ำ

* ข้อมูลจากองโภชนาการ กรมอนามัย (2544)



ภาพที่ 1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเส้นบะหมี่ฟักทอง

ภาพที่ 2 เส้นบะหมี่ฟักทองที่ปริมาณของแซนแทนกัมที่ร้อยละ 0.1 0.2 0.3 0.4 และ 0.5 ของน้ำหนักทั้งหมด

จากตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของเส้นบะหมี่ฟักทองเปรียบเทียบกับบะหมี่สด [12] พบว่า เส้นบะหมี่ฟักทองมีปริมาณโปรตีนที่น้อยกว่าบะหมี่สด ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจาก ในเส้นบะหมี่ฟักทองลดปริมาณของแป้งสาลีในส่วนผสมลงร้อยละ 50 ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนมีแนวโน้มที่น้อยกว่า (โปรตีนในแป้งสาลีที่ใช้ในการทดลองมีโปรตีนเท่ากับร้อยละ 12.5 และฟักทองผงมีโปรตีนร้อยละ 8.36) ปริมาณไขมันของเส้นบะหมี่ฟักทองน้อยกว่าบะหมี่สด เนื่องจาก ไขมันในแป้งสาลีที่ใช้ในการทดลองเท่ากับร้อยละ 1.65 และฟักทองผงมีโปรตีนร้อยละ 0.92 ในขณะที่เส้นบะหมี่ฟักทองมีปริมาณเยื่อใยและเถ้าสูงกว่าซึ่งเป็นผลมาจากส่วนที่เป็นฟักทองผงเป็นส่วนใหญ่

4. สรุป

จากการทดลอง สามารถใช้ฟักทองผงทดแทนแป้งสาลีได้ถึงร้อยละ 50 เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับเส้นบะหมี่ และเพื่อเป็นการใช้วัตถุดิบทางการเกษตรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสามารถลดการนำเข้าของแป้งสาลีได้ และการใช้แซนแทนกัมในปริมาณระดับร้อยละ 0.3 ของน้ำหนักทั้งหมดสามารถปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นบะหมี่ฟักทองให้มีความเหนียวเพิ่มขึ้น โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความเหนียว และความชอบรวมสูงสุด

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์จนทำให้วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] นฤมล พงษ์รามัญ, สิรินันท์ พ้นภัย และกุลยา ลิ้มรุ่งเรือง. (2554). ผลของการเติมผักโขมต่อคุณภาพของบะหมี่แห้ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 42 (2) (พิเศษ) : 477 – 480.

[2] นิธิยา รัตนาปนนท์. (2543). เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

[3] ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. (2540). บทบาทใหม่ เบตา-แคโรทีน.; วารสารฟิตเนส. ปีที่ 8 (90): 101 –104.

[4] จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2541). เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น.พิมพ์ครั้งที่ 7. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร

[5] Baik, B.K., & Lee, M.R. (2003). Effect of starch amylose content of wheat on textural properties of white salted noodles. Cereal Chemistry, 80, 304–309.

[6] Sworn, G. (2000). Xanthan gum In Chapter 6: Phillips, G.O. and William, P.A. Handbook of hydrocolloids, CRC Press, Cambridge, England.

[7] จิรภา พงษ์จันตรา ณัฐธณาณ์ ศรีสุวอ ทิพวรรณ มานนท์ ธีรวัฒน์ เทพใจกาศ รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา รุ่งทิวา กองคำ ศิริพร แก้วแดง สมชาย จอมดวง อังคณา นวล บุญเรืองและอุบลรัตน์ พรหมฟัง. (2547). การผลิตฟักทองผงและการใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง, ลำปาง.

[8] ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). การประเมินทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

[9] ธีรพร กงบังเกิด จิรภา สอดจิตร กนกการต์ วีระกุล. (2545). การพัฒนาสูตรแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูป มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[10] อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547). ข้าวสาลี: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

[11] สุภารัตน์ แก้วปรารถนา. (2547). การใช้แป้งถั่วเขียวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บะหมี่. ปัญหาพิเศษโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏ วไลยอลงกรณ์ ในพระราชูปถัมภ์, ปทุมธานี.

[12] กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารสุข. (2544). ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. องค์การทหารผ่านศึก, นนทบุรี.

ผลของอัตราส่วนกัวร์กัม และ Methocel ต่อคุณภาพไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม

Effect of gaur gum and Methocel ratio on Quality of Green Tea and Drumstick Leaves Ice Cream

รุจิรัศม์ มุตธิกุล* และอรวีร์ กุลพันธ์

Ruchirus Muthikul* and Aurawee Kulpan

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพ 10220

Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

*** Corresponding author**: ruchirus@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของกัวร์กัม และ Methocel ที่เหมาะสมในการ ผลิตไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม โดยได้ศึกษาการแปรปริมาณกัวร์กัม ต่อ Methocel เป็น 6:0 กรัม 4:2 กรัม 2:4 กรัม และ 0:6 กรัม ไอศกรีมมิกซ์ชาเขียวใบมะรุมที่ใช้กัวร์กัม ต่อ Methocel เป็น 6:0 กรัม มีค่าความหนืดสูงสุดเท่ากับ 5,297 เซนติพอยส์ แตกต่างกับทุก Treatment อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อนำไอศกรีมมิกซ์มิกซ์ไปปั่นเยือกแข็งแล้ว พบว่าไอศกรีมชาเขียวใบมะรุมที่ใช้กัวร์กัม ต่อ Methocel เป็น 2:4 กรัม มีค่า โอเวอร์รันสูงสุด คือร้อยละ 32.76 และมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรส การละลายในปาก และความชอบรวมสูงสุด จึงนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณของแข็งทั้งหมด โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้าและคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 36.60 5.72 3.44 6.09 1.05 และ 20.31 ตามลำดับ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดพบว่ามี 0.04 มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่าง ส่วนความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) พบว่ามีค่าเฉลี่ยร้อยละ 17.58 ในด้านจุลินทรีย์พบว่า มีจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.4×10^3 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด

คำสำคัญ : ไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม กัวร์กัม Methocel

Abstract

The objectives of this research were to optimize gaur gum and Methocel ratio for production of green tea and drumstick leaves ice cream. Gaur gum and Methocel at the ratios of 6:0 4:2 2:4 and 0:6 grams were studies. The viscosity of the 6:0 grams of gaur gum and Methocel ratio of green tea and drumstick leaves ice cream mix was 5,297 centipoises significantly different ($p \leq 0.05$) to the others. After frozen, the 2:4 grams of gaur gum and Methocel ratio of green tea and drumstick leaves ice cream had the highest overrun (32.76%) and was obtained the highest score of flavor, melting and overall preference from panelists. Thus the 2:4 grams of gaur gum and Methocel ratio of green tea and drumstick leaves ice cream was selected for chemical and microbial quality analysis. It was found that the total solid, protein, lipid, crude fiber, ash and calculated carbohydrate contents were 36.60, 5.72, 3.44, 6.09, 1.05 and 20.31 %

respectively. Total phenolic compound were 0.04 mg/g and antioxidant capacity (DPPH) were 17.58 %. Total plate count were 3.4×10^3 colony/gram and it was relied on standard regulation.

Keyword: green tea and drumstick leaves ice cream, gaur gum, Methocel

1.บทนำ

ไอศกรีมทั่วไปที่เป็นไอศกรีมนมจะประกอบด้วยไขมันร้อยละ 8-20 ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย ร้อยละ 8-15 น้ำตาลร้อยละ 13-20 สารให้ความคงตัวและสารอิมัลซิไฟเออร์ ร้อยละ 0-0.7 ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 36-43 [1] แต่เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคนิยมบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพมากขึ้นและต้องการควบคุมพลังงานที่ได้รับในแต่ละวัน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมไขมันต่ำและมีคุณค่าอาหารสูงขึ้นจากการใช้ชาเขียวและใบมะรุมมาช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารจึงน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีให้ผู้บริโภค โดยชาเขียว (Green tea) มีสารสำคัญคือ คาเทชิน (Catechin) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มพอลิฟีนอลส์ (Polyphenols) มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดมะเร็ง ลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและโรคหลอดเลือด ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของโรคเบาหวานและช่วยลดความอ้วน [2] ส่วนใบมะรุม (Moringa oleifera Lam.) เป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยเบต้าแคโรทีน โปรตีน วิตามินซี แคลเซียมและโพแทสเซียม ที่ช่วยรักษาโรคเบาหวานและโรคความดัน ช่วยป้องกันโรคมะเร็งและยังช่วยบรรเทาอาการปวดบวมของโรคเก๊าท์ได้อีกด้วย [3] แต่การลดปริมาณไขมันให้ต่ำลงแล้วใช้ส่วนผสมที่มีเยื่อใยเติมในไอศกรีม มีผลทำให้การขึ้นฟูของไอศกรีมลดลง เนื้อไอศกรีมจะแน่นแข็ง นอกจากนี้คุณภาพด้านรสชาติ และกลิ่นรสของไอศกรีมจะด้อยลง งานวิจัยนี้จึงใช้กัวร์กัม และMethocel มาช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสของไอศกรีม ซึ่งกัวร์กัมมีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มความหนืดและเพิ่มความคงตัว [4] ส่วน Methocel มีคุณสมบัติเป็นสารช่วยให้โฟมคงตัว เป็นสารช่วยให้อิมัลชันคงตัวและทำให้เกิดฟองโฟม [5] ซึ่งต้องศึกษาปริมาณการใช้ให้เหมาะสมเพื่อให้ได้ไอศกรีมที่มีคุณภาพดี

2.วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมใบมะรุม โดยชั่งใบมะรุม 50 กรัม ล้างน้ำให้สะอาดลวกในน้ำเดือด 1 นาที แล้วแช่ในน้ำเย็น จากนั้นบีบน้ำออก นำใบมะรุมไปปั่นกับนมสด 50 กรัม จะได้ใบมะรุมปั่นในนมสด

2.2 ขั้นตอนการผลิตไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม ผสมใบมะรุมปั่นจากข้อ 2.1 นมสด 600 กรัม แบะแซ50 กรัม เข้าด้วยกันให้ความร้อนจนได้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเติมส่วนผสมที่เป็นของแข็งคือนมผง 120 กรัม น้ำตาล 120 กรัม ผงชาเขียว 30 กรัม Methocel (บริษัท Thai Food and chemical) และกัวร์กัม (บริษัท Thai Food and chemical) คนให้ละลายจนหมดให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสนำไปโฮโมจิไนส์ที่ความเร็วรอบ 13,500 รอบต่อนาที นาน 2 นาที พาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที แช่เย็นจนมีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำไปบ่ม (aging) ที่อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส นานประมาณ 24 ชั่วโมงปั่นเยือกแข็ง (freezing) นาน 16 นาที (ปั่นเยือกแข็ง 8 นาที ปั่นอากาศเข้า 3 นาที ปั่นเยือกแข็ง 3 นาที และปั่นอากาศเข้า 2 นาทีตามลำดับ) ทำให้ไอศกรีมแข็งตัวที่อุณหภูมิ -20+2 องศาเซลเซียส (hardening) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.3 การศึกษาอัตราส่วนของกัวร์กัม และMethocel ที่เหมาะสมในการผลิตไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม โดยแปรปริมาณระหว่างกัวร์กัม และMethocel ที่ 6:0 4:2 2:4 และ 0:6 กรัมวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำตัวอย่างไอศกรีมมิกซ์มาวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง วัดความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer จากนั้นนำไอศกรีมมิกซ์ที่ได้ไปปั่นเป็นไอศกรีม นำตัวอย่างไอศกรีมที่แช่เยือกแข็งแล้วมาวัดปริมาณของแข็งทั้งหมด [6] วัดค่าโอเวอร์รัน (ร้อยละ) [7] ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้วิธี Hedonic scale 9 point [8] ด้านลักษณะปรากฏ สี การละลาย ความหวาน ความเรียบเนียน กลิ่นรส และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน แล้วเลือก Treatment ที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด [6] ยีสต์และรา [6] ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด [9] ความสามารถในการต้าน

อนุมูลอิสระ (DPPH) [10] วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้าและคาร์โบไฮเดรต [6]

2.4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี analysis of variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan New Multiple Rang Test (DNMRT)

3.ผลการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพของไอศกรีมมิกซ์ชาเขียวใบมะรุมและไอศกรีม พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าความเป็นกรด–ด่างของไอศกรีมมิกซ์ชาเขียวใบมะรุมทุก Treatment ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยปริมาณกัวร์กัม : Methocel เท่ากับ 6:0 กรัม มีค่าความหนืดสูงสุดความหนืดมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณกัวร์กัมที่ลดลงในขณะที่ Methocel เพิ่มขึ้น โดยการวัดความหนืดทำภายหลังจากการบ่มไอศกรีมมิกซ์ที่อุณหภูมิ 0-5 องศาเซลเซียส ซึ่งความหนืดของ Methocel จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเกิดปฏิกิริยาผันกลับภายหลังที่อุณหภูมิลดลงในช่วงทำให้เย็น [5] ในขณะที่กัวร์กัม มีคุณสมบัติอุ้มน้ำและกระจายตัวได้ดีในน้ำเย็น สารละลายที่ได้มีความหนืดสูง [4] ดังนั้นเมื่อลดปริมาณกัวร์กัม ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์จึงลดลงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง ความหนืดของไอศกรีมมิกซ์ชาเขียวใบมะรุม และค่าโอเวอร์รัน อัตราการละลายของไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม

ปริมาณกัวร์กัม : Methocel (กรัม)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) ^{ns}	ค่าความเป็นกรด- ด่าง^{ns}	ค่าความหนืด (เซนติพอยส์)	ค่าโอเวอร์รัน (ร้อยละ)	อัตราการละลาย (กรัมต่อนาที) ^{ns}
6:0	35.97±0.59	6.18±0.03	5297.00±656.28^{a}	22.67±7.05^{c}	1.58±0.09
4:2	36.40±0.36	6.22±0.02	3811.06±675.53^{b}	30.43±8.28^{ab}	1.67±0.15
2:4	36.07±0.65	6.22±0.03	3798.00±886.33^{b}	32.76±7.04^{a}	1.66±0.22
0:6	36.13±0.50	6.20±0.03	173.48±83.90^{c}	24.97±7.71^{bc}	1.69±0.11

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

การใช้กัวร์กัม : Methocel ที่อัตราส่วน 2:4 กรัม ให้ค่าโอเวอร์รันของไอศกรีมสูงที่สุดคือร้อยละ 32.76 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) กับ Treatment ที่ใช้กัวร์กัม หรือ Methocel เพียงอย่างเดียวอาจเนื่องมาจาก Methocel ทำให้เกิดฟองโฟมขึ้น (film foaming) ในอาหารและทำให้โฟมมีความคงตัวและไม่เกิดการยุบตัว [5] ขณะที่กัวร์กัม มีคุณสมบัติเป็นสารเพิ่มความคงตัว ช่วยให้ไอศกรีมมีเนื้อสัมผัสนุ่มและชะลอหรือลดการเกิดผลึกน้ำแข็งในระหว่างการเก็บ [4] แต่ถ้าหากใช้กัวร์กัมเพียงเดียวทำให้ไอศกรีมมิกซ์มีความหนืดสูงเกินไป ค่าโอเวอร์รันจึงต่ำ ในขณะที่การใช้ Methocel เพียงอย่างเดียวในสูตรไอศกรีมนี้มีปริมาณเยื่อใยสูงทำให้โฟมมีความคงตัวไม่เพียงพอทำให้ค่าโอเวอร์รันลดลงเช่นกัน ส่วนอัตราการละลายของไอศกรีมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) อาจเนื่องมาจากส่วนผสมของชาเขียวและใบมะรุมที่มีเยื่อใยทำให้ไอศกรีมมีเนื้อแน่นการละลายจึงต่ำและไม่ต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ กุลรภัส และคณะ [11] ซึ่งใช้ใยอาหารจากเปลือกเงาะเติมในไอศกรีมนมโดยพบว่าปริมาณใยอาหารที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าโอเวอร์รันและอัตราการละลายลดลงเพราะใยอาหารรบกวนการสร้างโครงสร้างที่จะกักเก็บอากาศของไอศกรีมและคุณสมบัติการดูดซับน้ำได้ดีของใยอาหารนั้นทำให้น้ำในไอศกรีมละลายได้ช้าลง

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมชาเขียวใบมะรุมด้านลักษณะปรากฏ สี การละลาย ความ

หวาน ความเรียบเนียน กลิ่นรส และความชอบรวม พบว่าคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณ Methocel ที่เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจาก Methocel ทำให้เกิดโฟมในไอศกรีมได้ดี [5] แต่ในขณะเดียวกันคุณสมบัติของกัวร์กัมจะช่วยทำให้เนื้อไอศกรีมมีความคงตัว [4] จึงทำให้มีผลต่อความชอบของผู้ทดสอบโดยปริมาณกัวร์กัม : Methocel ที่ 2:4 และ 0:6 กรัมนั้นมีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยไอศกรีมที่ใช้กัวร์กัม : Methocel 2:4 กรัมมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรส การละลายในปากและความชอบรวมสูงสุดดังตารางที่ 2

เมื่อพิจารณาค่าโอเวอร์รันประกอบกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม จึงเลือกไอศกรีมที่ใช้กัวร์กัม : Methocel 2:4 กรัมเป็น Treatment ที่ดีที่สุดเพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม

คุณลักษณะ	ปริมาณกัวร์กัม : Methocel (กรัม)			
	6:0	4:2	2:4	0:6
ลักษณะปรากฏ	6.86 ± 1.19^{c}	7.08 ± 0.94^{bc}	7.32 ± 1.03^{ab}	7.50 ± 0.93^{a}
สี	6.66 ± 1.36^{c}	7.10 ± 0.99^{b}	7.44 ± 0.97^{a}	7.58 ± 0.85^{a}
กลิ่นรส	6.34 ± 1.52^{b}	6.70 ± 1.16^{b}	7.48 ± 1.05^{a}	7.36 ± 1.04^{a}
การละลายในปาก	6.30 ± 1.43^{c}	6.80 ± 1.01^{b}	7.32 ± 0.97^{a}	7.26 ± 1.12^{a}
ความเรียบเนียน	6.52 ± 1.50^{c}	6.86 ± 1.10^{bc}	7.22 ± 0.95^{ab}	7.52 ± 0.99^{a}
ความชอบรวม	6.38 ± 1.60^{c}	6.94 ± 0.91^{b}	7.56 ± 0.97^{a}	7.52 ± 0.97^{a}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน หมายถึงค่าเฉลี่ยในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีและจุลินทรีย์ไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ร้อยละ)	36.60±0.17
โปรตีน (ร้อยละ)	5.72±0.16
ไขมัน (ร้อยละ)	3.44±0.56
เยื่อใย (ร้อยละ)	6.09±0.66
เถ้า (ร้อยละ)	1.05±0.09
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	20.31±0.26
สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่าง)	0.03±0.02
ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(DPPH) (ร้อยละ)	17.58±0.23
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	$3.4\pm2.16\ X10^{3}$
ยีสต์-รา (โคโลนีต่อกรัม)	<100

องค์ประกอบทางเคมีไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม ที่ใช้กัวร์กัม : Methocel อัตราส่วน 2:4 กรัมมี ปริมาณของแข็งทั้งหมด โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตจากการคำนวณ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 36.60 5.72 3.44 6.09 1.05 20.31 ตามลำดับ และสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดพบว่ามี 0.03 มิลลิกรัม/กรัมตัวอย่าง ส่วนความสามารถ

ในการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) มีค่าเฉลี่ย ร้อยละ 17.58 จะเห็นได้ว่า ไอศกรีมชาเขียวใบมะรุมนี้มีปริมาณโปรตีนสูงแต่ขณะเดียวกันก็มีไขมันต่ำและเยื่อใยสูงที่ได้จากการใช้ชาเขียวและใบมะรุมจึงทำให้อัตราการขึ้นฟูของไอศกรีมไม่สูงมากนักสอดคล้องกับการศึกษาของนันทวรรณ [12] ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมดอกโสน เมื่อใช้ดอกโสนร้อยละ 10 ของไอศกรีมมีค่าโอเวอร์รันร้อยละ 51.51 มีอัตราการละลายเท่ากับ 0.76 กรัม/นาที มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.12 ไขมันร้อยละ 3.75 และเส้นใยร้อยละ 3.21 มีจำนวน จุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 7.8 x103 CFU/ml

ไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม มีจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.4x103 โคโลนีต่อกรัม และ ยีสต์–รา น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งเป็นไปตามตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 222 (พ.ศ.2544) ที่กำหนดไว้ว่าไอศกรีมหวานเย็น ไอศกรีมนมและไอศกรีมดัดแปลงหรือไอศกรีมผสมต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1x105 โคโลนีต่อกรัม

5 เอกสารอ้างอิง

[1] วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ. 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม. โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพมหานคร.

[2] สุไฮลา หามะบูเก๊ะ. 2552. ชาเขียว สารสกัดจากใบชา. สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา , ยะลา.

[3] ผกากรอง ขวัญข้าว. 2551. มะรุม สมุนไพรที่ควรปลูกไว้ในบ้าน. วารสารอภัยภูเบศร. ปีที่ 5 (66) 66-67

[4] นิติยา รัตนปนานนท์. 2545. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพมหานคร.

[5] Dow Chemical company. 1962. Methocel Premium Food Gums in Baked Goods. Dow chemical company. Midland. Michigan.

[6] AOAC., 2000. Official Method of Analysis. 15th ed. The Association of Official Analycial Chemists, Arlington, Verginia. 1985 p.

[7] ตรีชฎา อุทัยดา. 2556. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมเพื่อสุขภาพจากผลผลิตทางการเกษตรในท้องถิ่น. วารสารเกษตรพระวรุณ ปีที่ 10 (1) 39-47.

[8] เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2556. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค. พิมพ์ครั้งที่ 2. วิสต้า อินเตอร์ปริ้น จำกัด, กรุงเทพมหานคร

[9] Kaneda, I., Kubo F., and Sakurai H. 2007. Relationship between trace metal Concentration and antioxidative activity of ancient rice (red and rice) and a present-day rice bran (Koshihikari). Journal Trace Elements. 21 : 43-51.

[10] Murakami M., T. Yamaguchi , H. Takamura, and T. Matoba. 2004. Effects of thermal treatment on radical – scavenging activity of single and mixed poly phenolic compound. Journal of Food Engineering 69 (1) : FCT7 – FCT10.

[11] กุลรภัส วชิรศิริ โศรดา วัลภา ดำรงชัย สิทธิสำอางค์ และ ฐิติชญา สุวรรณทัพ. 2555. การศึกษาผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกเงาะที่มีต่อคุณภาพของไอศกรีมนม. วารสาร วิทยาศาสตร์เกษตร. 43(2) (พิเศษ): 313-316.

[12] นันทวรรณ ฉวีวรรณ์. 2556. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไอศกรีมดอกโสน. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.

การศึกษาความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร เพื่อพัฒนานักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Study of Extracurricular Activity Needs for Undergraduate Student development at Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University

ขวัญเรือน ปิ๊จจ๊ะ

Kwanrean Pipja

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพ 10220

Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

*** Corresponding author**: raenbong@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักศึกษา และเพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรในการพัฒนานักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาภาคปกติ ชั้นปีที่ 1 – 4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 320 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการใช้สูตรของทาโร ยามาเน่ เลือกตัวอย่างโดยใช่การสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร 4 ด้าน คือ ด้านกีฬา ด้านวิชาการ ด้านศิลปวัฒนธรรม และด้านบำเพ็ญประโยชน์ การสร้างและตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบที การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีการของเชฟเฟ่

คำสำคัญ: นักศึกษา กิจกรรมเสริมหลักสูตร

Abstract

This research aims to observe the requirement in extra-curricular activities and to perceive the results of extracurricular activities of students from faculty of science and technology, Phranakhon Rajabhat University. About 320 students of 1^{st}-4^{th} from faculty of science and technology, Phranakhon Rajabhat University were selected to be sample for this study. Using the questionnaire as the technique in collecting information from sampling by 5 level scale of the requirement in extra-curricular activities in four areas such as sport, academic, cultural and outreach activity was observed. The quality of research tools and the statistics of data analysis were percentage, average, standard deviation test, t-test, one-way analysis of variance and analysis to account for multiple comparisons by Scheffé's method.

Keywords: student, extra-curricular activities.

1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนของสถาบันการศึกษาไทยในปัจจุบันได้เปลี่ยนแปลงมาสู่การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาไทย พ.ศ. 2542 ที่กำหนดให้การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด การจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ โดยมีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายตลอดจนจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างแท้จริง การพัฒนานักศึกษาจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ นายแพทย์กำจร ตติยกวี รองเลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา กล่าวในการเป็นประธานเปิดการประชุมเสวนา เรื่อง การเตรียมพร้อมผลิตบัณฑิตไทยในศตวรรษที่ 21 สกอ. เห็นความสำคัญในการพัฒนานิสิตนักศึกษาของประเทศให้เป็นบัณฑิตที่มีคุณลักษณะสอดคล้องตามความต้องการของสังคมในศตวรรษที่ 21 และสามารถดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ซึ่งตามกรอบแผนอุดมศึกษาระยะยาว 15 มี ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2551 – 2565) ได้กำหนดเป้าหมายของกรอบคือ “การยกระดับคุณภาพอุดมศึกษาไทย เพื่อผลิตและพัฒนาบุคลากร ที่มีคุณภาพสู่ตลาดแรงงานและพัฒนาศักยภาพอุดมศึกษาในการสร้างความรู้และนวัตกรรม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในยุคโลกาภิวัตน์ รวมทั้งการพัฒนาที่ยั่งยืนของท้องถิ่นไทย” กอปรกับปัจจุบันกลุ่มอาเซียนมีการรวมตัวกันและได้กำหนดวิสัยทัศน์ภายในปี ค.ศ. 2020 ข้อหนึ่งว่า “เพื่อพัฒนาอาเซียนให้มีความเข้มแข็งในหลายๆ ด้าน ร่วมทั้งด้านการศึกษาโดยกำหนดให้มีการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในทุกๆ ส่วนโดยผ่านการพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา การพัฒนาทักษะ ศักยภาพและการฝึกอบรม” การศึกษาระดับอุดมศึกษาจึงเป็นหนึ่งในตัวจักรสำคัญที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนการบรรลุวิสัยทัศน์ดังกล่าว โดยเฉพาะการพัฒนานิสิตนักศึกษา นอกจากนี้คณะกรรมการการอุดมศึกษายังมีนโยบายสำคัญในการพัฒนาบัณฑิตอุดมคติไทย 2 ประการ คือ การพัฒนาบัณฑิตอุดมคติไทยที่สอดคล้องกับบริบทของสถาบันอุดมศึกษา โดยเน้นให้บัณฑิตมีความภาคภูมิใจในสถาบันและสามารถดำรงชีวิตได้อย่างสง่างามตามเป้าหมายของสถาบันแต่ละกลุ่มและการพัฒนาบัณฑิตอุดมคติไทยในบริบทที่เป็นสากล โดยคำนึงถึงคุณค่าของความเป็นไทยที่สามารถขยายผลให้มีการเพิ่มมูลค่าและสอดคล้องกับประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 ที่กำหนดคุณภาพของบัณฑิตทุกระดับคุณวุฒิและสาขา/สาขาวิชาต่างๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่คณะกรรมการการอุดมศึกษากำหนดและต้องครอบคลุมอย่างน้อย 5 ด้าน ซึ่ง 1 ใน 5 ด้านของมาตรฐานผลการเรียนรู้ คือการพัฒนานิสัยในการประพฤติอย่างมีคุณธรรมจริยธรรมและด้วยความรับผิดชอบ ความสามารถในการปรับวิถีชีวิตในความขัดแย้งทางค่านิยมการพัฒนานิสัยและการปฏิบัติตนตามศิลธรรม ทั้งในส่วนตนและส่วนรวม

กิจกรรมเสริมหลักสูตรดำเนินการทั้งโดยคณะและโดยสโมสรนักศึกษา เป็นกิจกรรมที่ผู้เข้าร่วมจะมีโอกาสได้รับการพัฒนาสติปัญญา สังคม อารมณ์ ร่างกายและคุณธรรมจริยธรรม โดยสอดคล้องกับคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ ที่ประกอบด้วยมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิแห่งชาติ 5 ประการ ได้แก่ (1) คุณธรรม จริยธรรม (2) ความรู้ (3) ทักษะทางปัญญา (4) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ (5) ทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ด้านคุณธรรม จริยธรรมของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เน้น “บุคลิกภาพเด่น เน้นสามัคคี มีวินัย” ตลอดจนสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต และนำหลัก PDCA (Plan, Do, Check, Act) ไปใช้ในชีวิตประจำวันเป็นการพัฒนาคุณภาพนักศึกษาอย่างยั่งยืน แต่นักศึกษาในปัจจุบันไม่ค่อยให้ความสำคัญกับกิจกรรมนักศึกษามากเท่าที่ควร ซึ่งรูปแบบของ

กิจกรรมอาจจะไม่น่าสนใจ มีการจัดกิจกรรม บ่อยครั้งเกินไปและระยะเวลาในการจัดกิจกรรมอาจไม่เหมาะสม

2.วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาภาคปกติ ชั้นปีที่ 1 – 4 ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวนทั้งสิ้น 1,606 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาภาคปกติ ชั้นปีที่ 1 – 4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 320 คน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) ดังแสดงในตาราง ที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามชั้นปี

ชั้นปี	จำนวนประชากร	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
1	283	108
2	372	82
3	410	74
4	541	56
รวม	**1,606**	**320**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยแบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 ความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ ตอนที่ 3 แรงจูงใจที่จะช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นอื่นๆ

การสร้างและตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ศึกษา ค้นคว้าและรวบรวมวิธีการสร้างแบบสอบถามจากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

ศึกษาเนื้อหาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร

สร้างแบบสอบถามความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นำแบบสอบถามความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามว่าตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้แล้วนำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มประชากร

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ทำหนังสือขอความร่วมมือจากคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

แจกแบบสอบถามความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้กลุ่มตัวอย่าง เก็บรวบรวมแบบสอบถามและนำมาตรวจสอบความสมบูรณ์ทุกฉบับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยใช้การแจกแจงความถี่และหาค่าร้อยละตามความมุ่งหมายของการวิจัยข้อที่หนึ่ง เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาต่อความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ ได้แก่ ด้านกีฬาด้านวิชาการ ด้านศิลปวัฒนธรรม และด้านบำเพ็ญประโยชน์ และการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาต่อแรงจูงใจที่จะช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วม

กิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) และหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

ตามความมุ่งหมายของการวิจัยข้อที่สอง เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักศึกษาต่อความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ และเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักศึกษาต่อแรงจูงใจที่จะช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร จำแนกตามเพศ โดยใช้การทดสอบที (t-test) ส่วนตัวแปรชั้นปี ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way ANOVA) เมื่อพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe's Method) รวบรวมความคิดเห็น และข้อเสนอแนะที่ได้จากแบบสอบถามปลายเปิด โดยการแจกแจงความถี่แล้วนำเสนอข้อมูลในเชิงบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้สาหรับการทำวิจัยเรื่องนี้ ได้แก่ สถิติการบรรยาย (Descriptive Statistics) ได้แก่

ความถี่ (Frequency)

ร้อยละ (Percentage)

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ใช้การทดสอบที (t-test)

ทดสอบความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 2 กลุ่มขึ้นไป ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way analysis of variance) ในกรณีที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจึงทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยวิธีการของเชฟเฟ่ (Scheffe's Method)

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาและเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักศึกษาต่อความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยรวมและในแต่ละด้าน ผลการวิจัยได้ ดังนี้

จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ พระนคร ต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตรโดยรวมในระดับมาก อาจเป็นเพราะคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้การสนับสนุนกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านกีฬา ด้านวิชาการ ด้านศิลปวัฒนธรรมและด้านบำเพ็ญประโยชน์ เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าร่วมกิจกรรมที่ตนเองต้องการอย่างแท้จริง เพื่อจะได้รับประโยชน์สูงสุดในการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ และได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจ สอดคล้องกับงานวิจัยของหวัน วงศ์แก่นท้าว (หวัน, 2548) ที่ได้ศึกษาเรื่อง ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต พบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิตเห็นด้วยกับการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ด้านกีฬา นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องการพัฒนาศักยภาพของตนเองในประเภทกีฬาต่าง ๆ ดังนี้ กีฬาที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ กีฬาแบดมินตัน ($\bar{x}$ = 3.78, S.D. = 1.19) รองลงมาคือ กีฬาบาสเกตบอล ($\bar{x}$ = 3.68, S.D. = 1.30) กีฬาวอลเลย์บอล ($\bar{x}$ = 3.66, S.D. = 1.20) และผู้นำเชียร์และนันทนาการ ($\bar{x}$ = 3.66, S.D. = 1.25) ตามลำดับ

ด้านวิชาการ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องการพัฒนาศักยภาพของตนเองในกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้ กิจกรรมที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ กิจกรรมฝึกอบรมถ่ายภาพเบื้องต้น ($\bar{x}$ = 4.12, S.D. = 1.06) รองลงมาคือ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น การซ่อมคอมพิวเตอร์ การลงโปรแกรม การทำ

เว็บไซต์ ($\bar{x}$ = 4.03, S.D. = 1.05) และการใช้โปรแกรม Photoshop , Illustrator ($\bar{x}$ = 4.02, S.D. = 1.01) ตามลำดับ

ด้านศิลปวัฒนธรรม นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องการพัฒนาศักยภาพของตนเองในกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้ กิจกรรมที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ การทำอาหารไทยและขนมไทย ($\bar{x}$ = 4.01, S.D. = 1.02) รองลงมาคือ การทำเบเกอรี ($\bar{x}$ = 3.93, S.D. = 1.09) และศิลปะการแสดง ร้อง เล่น เต้น รำ ($\bar{x}$ = 3.90, S.D. = 1.18) ตามลำดับ

ด้านบำเพ็ญประโยชน์ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต้องการพัฒนาศักยภาพของตนเองในกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้ กิจกรรมที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ กิจกรรมปลูกป่าชายเลน ($\bar{x}$ = 4.21, S.D. = 1.00) รองลงมาคือ กิจกรรมสร้างฝายชะลอน้ำ ($\bar{x}$ = 4.19, S.D. = 0.94) และกิจกรรมค่ายอาสาพัฒนาท้องถิ่น ($\bar{x}$ = 4.16, S.D. = 0.99) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ได้ดังนี้

ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนักศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านนักศึกษาต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตรด้านบำเพ็ญประโยชน์ คือ กิจกรรมปลูกป่าชายเลน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือด้านวิชาการ คือ กิจกรรมฝึกอบรมถ่ายภาพเบื้องต้น ด้านศิลปวัฒนธรรม คือ กิจกรรมการทำอาหารไทยและขนมไทย และด้านกีฬา คือ กีฬาแบดมินตัน ตามลำดับ

นักศึกษาชายและหญิง มีความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยรวมอยู่ในระดับมาก ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านบำเพ็ญประโยชน์ โดยที่นักศึกษาชายและหญิงมีความคิดเห็นต่อความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยรวมแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านศิลปวัฒนธรรมและด้านบำเพ็ญประโยชน์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านกีฬาและด้านวิชาการไม่พบความแตกต่าง

ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตร จำแนกตามชั้นปี นักศึกษาทุกชั้นปีมีความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตรโดยรวมอยู่ในระดับมาก นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ชั้นปีที่ 3 และ ชั้นปีที่ 4 ต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตรคือ ด้านบำเพ็ญประโยชน์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตรคือ ด้านศิลปวัฒนธรรม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด นักศึกษาที่ศึกษาในชั้นปีที่ต่างกันมีความคิดเห็นของนักศึกษาต่อความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยรวมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านศิลปวัฒนธรรมและด้านบำเพ็ญประโยชน์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านกีฬาและด้านวิชาการไม่พบความแตกต่าง

ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อแรงจูงใจที่จะช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยรวมอยู่ในระดับมาก ปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ เพื่อน จำแนกตามเพศ และชั้นปี นักศึกษา มีแรงจูงใจที่จะช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรคือ เพื่อน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด นักศึกษาชายและหญิงมีความคิดเห็นต่อแรงจูงใจที่จะช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยรวมแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า เกือบทุกปัจจัย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปัจจัยรุ่นพี่ อาจารย์ที่ปรึกษา การประชาสัมพันธ์ถึงรูปแบบของกิจกรรม ไม่พบความแตกต่าง

นักศึกษาที่ศึกษาในชั้นปีที่ต่างกันมีความคิดเห็นต่อแรงจูงใจที่จะช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตร โดยรวมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า เกือบทุกปัจจัย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปัจจัยรุ่นพี่และอาจารย์ที่ปรึกษา ไม่พบความแตกต่าง

4. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ด้านกีฬา ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร ด้านกีฬาในระดับมาก ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรมีการสนับสนุนกิจกรรมเสริมหลักสูตรด้านกีฬา เพื่อให้นักศึกษาได้มีสุขภาพพลานามัยที่แข็งแรงสมบูรณ์ ควรมีสถานที่จัดกิจกรรมด้านกีฬาให้เหมาะสมต่อความต้องการของนักศึกษา สนามกีฬา ห้องออกกำลังกายและเครื่องมืออุปกรณ์ในการออกกำลังกายใหม่และทันสมัยเพียงพอต่อความต้องการ เพื่อสอดคล้องกับความต้องการของนักศึกษา

ด้านวิชาการ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร ด้านวิชาการในระดับมาก ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรมีการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาด้านวิชาชีพเพิ่มมากขึ้น ควรส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมวิชาการที่ต่อเนื่อง มีความหลากหลายตรงกับความสนใจของนักศึกษา ควรมีการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมอย่างทั่วถึง ควรจัดกิจกรรมฝึกอบรมด้านวิชาการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้นักศึกษาได้พัฒนาตนเองให้มีศักยภาพมากยิ่งขึ้น

ด้านศิลปวัฒนธรรม ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตรด้านศิลปวัฒนธรรมในระดับมาก ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรมีการจัดกิจกรรมเกี่ยวกับประเพณีและวัฒนธรรมแต่ละภาค เพื่อให้นักศึกษาได้มีความรู้มากกว่านี้ ควรมีกิจกรรมแลกเปลี่ยนวัฒนธรรมกับต่างคณะ ควรจัดกิจกรรมไม่ให้มีผลกระทบต่อการเรียนของนักศึกษา นอกจากนี้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรมีการสนับสนุนให้นักศึกษาจัดกิจกรรมในวันสำคัญและประเพณีต่างๆ เพื่อให้นักศึกษามีส่วนร่วม และได้รับความรู้จากการเข้าร่วมกิจกรรม และควรส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมให้มีความหลากหลายและสอดคล้องต่อความต้องการของนักศึกษามากยิ่งขึ้น

ด้านบำเพ็ญประโยชน์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อความต้องการกิจกรรมเสริมหลักสูตร ด้านศิลปวัฒนธรรมในระดับมาก ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ควรมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักศึกษาเข้าร่วมเพื่อบำเพ็ญประโยชน์ ช่วยเหลือสังคมร่วมกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชน ควรมีกิจกรรมให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในการรักษาสภาพแวดล้อมในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เพื่อปลูกจิตสำนักให้รักและผูกพันกับมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ควรจัดกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์ เพื่อให้นักศึกษาได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในการสรร้างสรรค์สังคมและสร้างความสามัคคีในหมู่คณะ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้ตัวแปรอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรเพศและระดับชั้นปี เช่น อายุ ภาค กศ.พบ. เป็นต้น เพื่อให้ทราบว่า ตัวแปรเหล่านี้มีผลต่อความต้องการของนักศึกษาหรือไม่

ควรศึกษาทัศนคติของนักศึกษาต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมของสโมสรนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ควรศึกษาสภาพปัญหา/ความพึงพอใจในการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้ เป็นงานวิจัยซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา ไม้สนธิ์ รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ได้กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือและให้คำแนะนำที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงเครื่องมือวิจัย อีกทั้งช่วยวิเคราะห์ข้อมูลและช่วยตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขงานวิจัยให้ความสมบูรณ์ด้วยดี

ขอขอบคุณนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่กรุณาตอบแบบสอบถาม และชี้แนะแนวทางการวิจัยให้มีความสมบูรณ์ขึ้น ขอขอบคุณสโมสรนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ช่วยแจกและรวบรวมแบบสอบถาม

ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบแก่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

6. บรรณานุกรม

[1] กรกช ศิริ. (2536). การศึกษาปัญหาและความต้องการของนิสิตเกี่ยวกับการเข้าร่วมกิจกรรมนิสิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

[2] ใจจริง บุญเรืองรอด. (2541). กิจกรรมร่วมหลักสูตร. กรุงเทพฯ: แสวงสุทธิการพิมพ์.

[3] ชาญชัย อินทรประวัติ. (2533). การจัดกิจกรรมนักศึกษาในอุดมศึกษา. ในเอกสารประกอบการเรียนวิชาบริหารกิจการนิสิต. หน้า 3 – 4. สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. ถ่ายเอกสาร

[4] ชูศักดิ์ วรุณกูล. (2538). กิจกรรมร่วมหลักสูตร. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏเชียงใหม่.

[5] ทบวงมหาวิทยาลัย. (2541). การวิเคราะห์ปัจจัยภายในภายนอกสถาบันที่มีผลกระทบต่อการดำเนินกิจการนักศึกษา. ในสรุปผลการสัมนาวิชาการผู้บริหารและบุคลากรด้านกิจการนักศึกษาของสถาบันอุดมศึกษาเอกชน. หน้า 21. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

[6] ---------- . (2542ก). โครงการกิจกรรมวิจัยและพัฒนาเพื่อเสริมสร้างคุณธรรม จริยธรรมนักศึกษา.กรุงเทพฯ: ทบวงฯ

[7] ทองเรียน อมรัชกุล. (2525). การบริหารกิจการนิสิตทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู.

[8] ธิดารัตน์ บุญนุช. (2543). การพัฒนากิจกรรมนิสิตนักศึกษา. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.

[9] ธีรศักดิ์ อัครบวร. (2545). ความเป็นครูไทย. กรุงเทพฯ: ก. พลพิมพ์.

[10] นัยเนตร มูลเฟย. (2556). การใช้กิจกรรมส่งเสริมหลักสูตรเพื่อส่งเสริมทักษะวิชาชีพของนักศึกษา คหกรรมศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. งานวิจัย. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[11] บุญยงค์ บุญฟัก. (2552). การศึกษาความต้องการในการจัดกิจกรรมนักศึกษาของนักศึกษาวิทยาลัยพลศึกษา จังหวัดชลบุรี. งานวิจัย. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

[12] เบญจวรรณ กี่สุขพันธ์. (2549). หลักสูตรกับการจัดการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

[13] ประภาพรรณ สุวรรณศุข. (2537). การจัดการโรงเรียนประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.

[14] พรพิมพ์ สารักษ์. (2556). ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การอุดมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

[15] พิษณุ อภิสมาจารโยธิน. (2543). กิจการนักศึกษากับบทบาทในการส่งเสริมลักษณะที่เอื้ออำนวยของนักศึกษาสู่การพัฒนา. ในเอกสารงานกิจการนักศึกษา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล.กรุงเทพฯ: คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล.

[16] ไพฑูรย์ ถิรโพธ. (2543). ในเอกสารประกอบการสอนรายวิชา กิจกรรมร่วมหลักสูตรเพชรบุรี. เพชรบุรี: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

[17] ไพโรจน์ นาคะสุวรรณ และ วันนอร์ มะทา. (2528). กิจกรรมเสริมหลักสูตร. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดอักษรบัณฑิต

[18] มัณฑนา อินทุสมิต. (2549). สภาพการจัดและความต้องการบริการด้านกิจการนักศึกษาของนักศึกษาสถาบันราชภัฏเลย. สถาบันราชภัฏเลย.

[19] ฤทธิฤกษ์ ราชภักดี. (2546). ศึกษาและเปรียบเทียบความต้องการในการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาของนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีปทุม วิทยาเขตชลบุรี. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

[20] วัลลภา เทพหัสดิน ณ อยุธยา. (2538). กิจการนักศึกษายุคโลกาภิวัตน์. ในเอกสารทางวิชาการคณะกรรมการกิจการ นักศึกษา สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

[21] วิชัย ลุนสอน. (2555). ทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดกิจกรรมของสโมสรนักศึกษา คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. งานวิจัย. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

[22] วีรเทพ สุดแดน, ผศ.ดร.ภูมิพงศ์ จอมหงส์พิพัฒน์ และปทุมทิพย์ ม่านโคกสูง. ยุทธศาสตร์การส่งเสริมการเข้าร่วมกิจกรรมเสริมหลักสูตรของนิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร. งานวิจัย. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

[23] สายรุ้ง ตรีสงฆ์. (2555). ทัศนะของนิสิตแพทย์ต่อการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. งานวิจัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

[24] สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2546). คู่มือการดำเนินโครงการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพนิสิตนักศึกษา สถาบันอุดมศึกษาของรัฐและเอกชน พ.ศ.2547. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

[25] สำเนาว์ ขจรศิลป์. (2538). มิติใหม่ของกิจการนักศึกษา 2. การพัฒนานักศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[26] สุพิน บุญชูวงศ์. (2542). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาหลักการสอนของนักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีทางการศึกษา สถาบันราชภัฏสวนดุสิต โดยการสอนแบบสอบสวนและการสอบแบบปกติ. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

[27] สุมนา ระบบ. (2540). กิจกรรมร่วมหลักสูตร. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏพระนคร.

[28] หวัน วงศ์แก่นท้าว. (2548). ความคิดเห็นของนักศึกษาต่อการเข้าร่วมกิจกรรมนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การอุดมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.

[29] Yamane, Taro. (1967). Statistic: An Introductory Analysis. New York: Harper and Row.

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Journal of Science & Technology Phranakhon Rajabhat University

บทความวิชาการ

สีในตำรับเครื่องสำอาง

ณรงค์ฤทธิ์ หล้าพันธ์ และพนิดา แสนประกอบ.....1

บล็อกเชน: เงินของโลกอินเตอร์เน็ตและอนาคต

เติมยศ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา พรหมบัญชา พรหมมาหล้า และ กิตติพงษ์ แก้วประเสริฐ.....7

บทความวิจัย

การศึกษาสมบัติของฟิล์มบางซิงค์ออกไซด์ที่เตรียมโดยวิธีการพ่นละอองสารเคมี

หนึ่งฤดี พลจันทึก ธิติวุฒิ บุตรโสม ประธาน ประจวบโชค วุฒิชัย แพงาม เจษฎา ประทุมสิทธิ์.....11

วัสดุชีวภาพสำหรับการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์

ชโนภาส ชนลักษณ์ดาว วรวดี สุชัยยะ สุธาทิพย์ ทองเล่ม และเจริญพร โชคบริบาล.....18

ความนิยมในการเลือกใช้ผ้าซิ่นตีนแดงของประชากรในพื้นที่บ้านลำดวนใต้ อำเภอกระสัง จังหวัดบุรีรัมย์

อารยา กำลังรัมย์ ประกายดาว ยิ่งสง่า และ พิชย์ชัย ทองนวรัตน์.....28

นวัตกรรมการจัดการน้ำเสียชุมชนสำหรับประเทศไทย

ธัชชัย ปุษยะนาวิน ธรรมรัตน์ คุตตะเทพ และ จงรักษ์ ผลประเสริฐ.....38

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการทดสอบสมมติฐาน วิชาสถิติเพื่อการวิจัยโดยใช้แบบฝึกทักษะสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

พรสิน สุภวาลย์.....45

การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าพัสดุและครุภัณฑ์เครื่องมือ กรณีศึกษา บริษัท ทรู คอปอเรชั่น จำกัด มหาชน

ธีรวุฒิ มาทอง และชาญเวทย์ อิงคเวทย์.....53

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ปรีชา จั่นกล้า.....58

ผลการศึกษาการใช้สมุนไพรขมิ้นชันในไก่เนื้อ

โฆษิต ขวาของ วิสุทธิ์ พิเภก ชินะทัตร์ นาคะสิงห์ กังสดาล สมวงษ์อินทร์ น้ำฝน ฤเดช จารุวรรณ อนุศักดิ์ และวรพล สุธรรมบุตร.68

ระบบฐานข้อมูลสมุนไพรไทยเพื่อการรักษา

พัสกร บุญอเนกทรัพย์ อมฤตา ฤทธิภักดี และลัดดา สรรพคุณ.....71

การใช้แซนแทนกัมเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะของเส้นบะหมี่ฟักทอง

ศศิพร รัตนสุวรรณ์ และพนิดา สินประเสริฐ.....80

ผลของอัตราส่วนกัวร์กัม และ Methocel ต่อคุณภาพไอศกรีมชาเขียวใบมะรุม

รุจิรัศม์ มุตธิกุล และอรวีร์ กุลพันธ์.....88

การศึกษาความต้องการในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรเพื่อพัฒนานักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

ขวัญเรือน ปิ๊จจ๊ะ.....93

http://www.scipnru.com