วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ACADEMIC JOURNAL UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2567
Vol.19 No.2 July-December 2024
ISSN 2985-2986 (Online)

วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม 2567)

ISSN 2985-2986 (Online)

เจ้าของ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ 27 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000 โทรศัพท์ 06 1269 2552

กำหนดการพิมพ์

วารสารราย 6 เดือน (2 ฉบับ/ปี)

ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน

ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม

วัตถุประสงค์

วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อตีพิมพ์และเผยแพร่บทความวิจัยและบทความวิชาการที่ให้ความสำคัญในด้านการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่ทุกระดับ โดยผลการวิจัยนั้นต้องสามารถแสดงให้เห็นถึงการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้จริงในพื้นที่ สามารถขยายผลความสำเร็จไปยังพื้นที่อื่น หรือให้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ ซึ่งมีขอบเขตดังนี้

1. การจัดการเพื่อการพัฒนา
2. สุขภาวะชุมชน
3. เกษตรและอาหารเพื่อชุมชน
4. ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
5. การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรมชุมชน

Academic Journal Uttaradit Rajabhat University

Vol. 19 No. 2 (July – December 2024)

ISSN 2985-2986 (Online)

Owner

Uttaradit Rajabhat University 27 Injaime Rd. Ta-it Subdistrict, Muang District, Uttaradit Province, 53000 Telephone 06 1269 2552

Publishing Schedule.

Six monthly (2 issues/year)

1st issue January - June

2nd issue July - December

Objectives

The Academic Journal of Uttaradit Rajabhat University has its objectives to publish and present research articles and academic articles with an emphasis on the work of solving area-based problems. The outcome of a research should demonstrate the utilization within a particular area, and expand the achievement to other areas, or provide recommendations for area-based development within the following topics.

1. Management for development
2. Community Health
3. Agriculture and food for community
4. Natural resources and environment
5. Technology and innovation management for community

บทบรรณาธิการ

สวัสดีครับ ผู้อ่านวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ทุกท่าน วารสารฉบับนี้เป็นฉบับที่ 2 ปีที่ 19 เป็นฉบับสุดท้ายของปี พ.ศ.2567 ซึ่งในปีหน้าจะมีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือวารสารฯ จะเข้าปีที่ 20 และจะมีการประกาศผลการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 5 ในปี พ.ศ.2567 ที่กำลังจะผ่านไป วารสารฯ ของเราก็ได้มีการปรับปรุงหลายอย่างทั้งในส่วนของการปรับขอบเขตของวารสารให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ปรับหน้าเว็บที่ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น และปรับหน้าปกให้สอดคล้องกับขอบเขตของวารสาร อย่างไรก็ตามบทความในฉบับนี้ก็ยังคงมีบทความที่น่าสนใจ ที่ทุกท่านสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับบริบทของพื้นที่ที่ท่านจะไปพัฒนา ซึ่งประกอบไปด้วยบทความดังนี้

1. REPRODUCTIVE AND MILK PRODUCTION PERFORMANCES OF SIKHIO DAIRY COOPERATIVE SMALL HOLDER FARMS
2. สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6: การจัดการน้ำและสุขาภิบาลของประเทศไทย พ.ศ. 2559-2565
3. ANTIBACTERIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF MUSHROOMS FROM A COMMUNITY ENTERPRISE IN LAMPANG PROVINCE, THAILAND
4. การเพิ่มประสิทธิภาพคุณภาพยางก้อนถ้วยด้วยช้อนคนยางและกรดฟอร์มิก 7%
5. การศึกษาการแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงเพื่อพัฒนาเป็นของที่ระลึกชุมชน
6. การพัฒนาเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมขวดแก้วสีสำหรับผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคาร สู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์โดยการต่อยอดภูมิปัญญาเครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย
7. การพัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง
8. ปัญหาสุขภาพจิตในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย
9. การวิเคราะห์การแอ่นและความเค้นของพาเลทเหล็กโดยไฟไนต์เอลิเมนต์
10. ผลของโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองต่อความรู้ เจตคติ และทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

สุดท้ายผมในฐานะบรรณาธิการวารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ต้องขอขอบคุณนักวิจัย นักวิชาการทุกท่านที่ให้ความสนใจส่งบทความมาเผยแพร่ยังวารสารของเรา ซึ่งหวังว่าท่านจะยังคงสนับสนุนวารสารฯ ด้วยการติดตามอ่าน ส่งบทความมาเผยแพร่และประชาสัมพันธ์บทความเราให้กับนักวิจัยและนักวิชาการอื่นๆ ต่อไป สุดท้ายเนื่องในวารดิถีปีใหม่ผมขออาราธนาสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายจงดลบันดาลให้ทุกท่านประสบแต่ความสุข มีสุขภาพที่แข็งแรง แล้วพบกันใหม่ปี พ.ศ. 2568 ครับ

ด้วยความปรารถนาดี
จักรกฤษณ์ พิญญาพงษ์

สารบัญ

บทความวิจัย

REPRODUCTIVE AND MILK PRODUCTION PERFORMANCES OF SIKHIO DAIRY COOPERATIVE SMALL HOLDER FARMS

Received : December 14, 2023
Revised : March 12, 2024
Accepted : March 14, 2024

Catthareeya Sukwan[1,*],
Pitipat Kitpipatkun[2] and Boonsom Polruksa[3]
[1]Faculty of Sciences and Technology,
Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima, Thailand
[2]Faculty of Veterinary Medicine, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, Thailand
[3]Nakhon Ratchasima Artificial Insemination and Biotechnology Research Centre,
Nakhon Ratchasima, Thailand
*corresponding author e-mail: catthareeya.s@nrru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were to investigate RP and MPP indices of smallholder farms operated under Sikhio Dairy Cooperative (SDC), Nakhon Ratchasima, Thailand. A cross-sectional study of questionnaire and focus-group interviews were performed on 55 out of the 63 SDC farm owners to analyze socio-demographic, farm management, level of cooperation with SDC. A database analysis was conducted on their 195 dairy cows during the visits, to include age at first service (AFS), age at first calving (AFC), service per conception (SPC), conception rate at first service after calving (CFSC), calving to calving interval (CCI), calving to conception (CTC), daily milk yield (DMY), lactation milk yield (LMY) and lactation length (LL). The result showed most respondents were between 20-40 years old with the highest level of education of a bachelor's degree. Their farming experience varied among less than 5 years, 5-8 years, and more than 8 years at 32.73%, 47.27%, and 20.00%, respectively. Their SDC membership length also varied. All farms raised Holstein Friesian crossbreed cattle. All participants were considered as small-medium size (about 60% lactating cows, 16% dry cows, and 24% replacement heifers). The AFS, AFC, SPC, CFSC, CCI and CTC were 21.1 months, 32.7 months, 2.41 times, 56.6%, 436 days and 118 days, respectively. Average DMY, LMY and LL were at 13.4 kg/day/cow, 3,766 kg/lactation/cow and 317 days, which met the acceptable expectation set by Department of Livestock Development. The result indicated SDC members achieved effective MPP, but high AFC, SPC, CCI, CTC suggested substandard RP in postpartum problems and replacement heifers. In addition, farming experience ($P<0.01$) and level of cooperation with SDC ($P<0.05$) had significant positive correlation with MPP. With challenging variables presented in Nakhon Ratchasima, SDC farms still yielded satisfactory productivity, revealing SDC networking to be beneficial to smallholder farm productivity.

Keywords: Dairy cooperative, Reproductive performance, Milk production, Sikhio, Smallholder farms

Introduction

Effective reproductive performance (RP) and milk production performance (MPP) are key indicators of dairy farm sustainability (Munyaneza et al., 2019, pp.149-152). RP is hindered when cows cannot reach estrous, conceive, deliver a calf annually, or optimize MPP (Kim & Jeong, 2019, pp.523-525). Other challenges such as diseases, unavailability of breeds, reproductive disorders, or deficient nutrition can limit milk production (VanLeeuwen et al., 2012, pp.235-236). The Thai government and the Department of Livestock Development (DLD) initiated a dairy farm cooperative system in 1986 to alleviate these challenges (Chantalakhana & Skunmun, 2002, pp.15-20). Outside of public services, smallholder farms are deprived of resources commonly available to competitors within the industry, thus they seek assistance from cooperative institutions to overcome and survive. Cooperative support provides adequate income (through dividend and insured sales) and competitiveness (through membership-priced logistics and livestock health care aid). Further, cooperative membership provides the opportunity to share innovations tested and proven by peers (Saengsanga & Rattana, 2018, pp.61-63).

About 71% of Thai dairy farms are smallholders operating with an average of less than 30 cows/farm (Aiumlamai, 2009, p.11). There were reports on RP and MPP in different regions and environmental conditions throughout the country, but there is yet a definite analysis on northeastern smallholder farms operating under a cooperative system. The Sikhio Dairy Cooperative (SDC), situated in Nakhon Ratchasima, integrated 63 smallholder farms that nurture dairy cows under the intense heat of Northeastern Thailand. SDC's performance is ranked as one of the top districts to satisfy the annual demand with a smaller average number of cows (Nakhon Ratchasima Provincial Livestock Office, 2022), hence they were chosen for this study. This study shall provide an insight into northeastern cooperative farms operations, which may enhance profitability and sustainability for other smallholder farms interested in cooperative system.

Research objective

The study aimed to investigate dairy cow RP and MPP by farms operated under the SDC.

Research methodology

Description of the study area

This study received an approval of ethical clearance from the Institutional Ethics Committee, NRRU, Thailand (Approval No. HE-132-2020). A cross-sectional study was performed on SDC members in Sikhio, Nakhon Ratchasima, Thailand. The area is located at 14°53′30″N latitude and 101°43′24″E longitude, at an altitude of 150-300m above sea level. The area receives an average annual fall of 107 cm and an overall average temperature of 27.3°C.

Sampling procedure and data collection

A sample of 55 out of 63 SDC members were selected with a 95% confident level using the sampling formula by Yamane (1967). The owners of the farms responded to the research questionnaire between November 2020 and January 2021, and also took part in the focus-group interview, providing primary data that include socio-demographic (gender, age, education level and farming experience), farm management (own fodder, farm size, cow culling, heifer replacement, diseases, and AI), and the level of cooperation (unwilling, limited, partial, full) with SDC. Farm visits were conducted to discuss additional information such as land partition, fodder management or disease control. The SDC database (IService^{+}) provided secondary data, including farm records, official publications, and enumerated RP indices [age at first service (AFS), age at first calving (AFC), service per conception (SPC), conception rate at first service after calving (CFSC), calving to calving interval (CCI), calving to conception interval (CTC)],] and MPP indices [daily milk yield (DMY), lactation milk yield (LMY) and lactation length (LL)] of 195 cows from the previous 3 production years.

Data analysis

Data analysis was conducted by descriptive analysis, including mean, median, standard error of the mean (SEM) and percentages using the SPSS application version 20.0 by the SPSS Institute, Inc., Chicago, IL, USA. The Pearson's test was used to determine correlations between the primary data and the secondary data. A $P<0.05$ indicated statistically significant.

Results

Farmers' socio-demographic and farm management

Most respondents were between 20-40 years old. Many were deprived of basic education and only 3.64% obtained a bachelor's degree. 47.27% of the members had 5-8 years of farming experience, with 20% started at least 12 years prior. The level of cooperation between SDC and the members also varied (Figure 1).

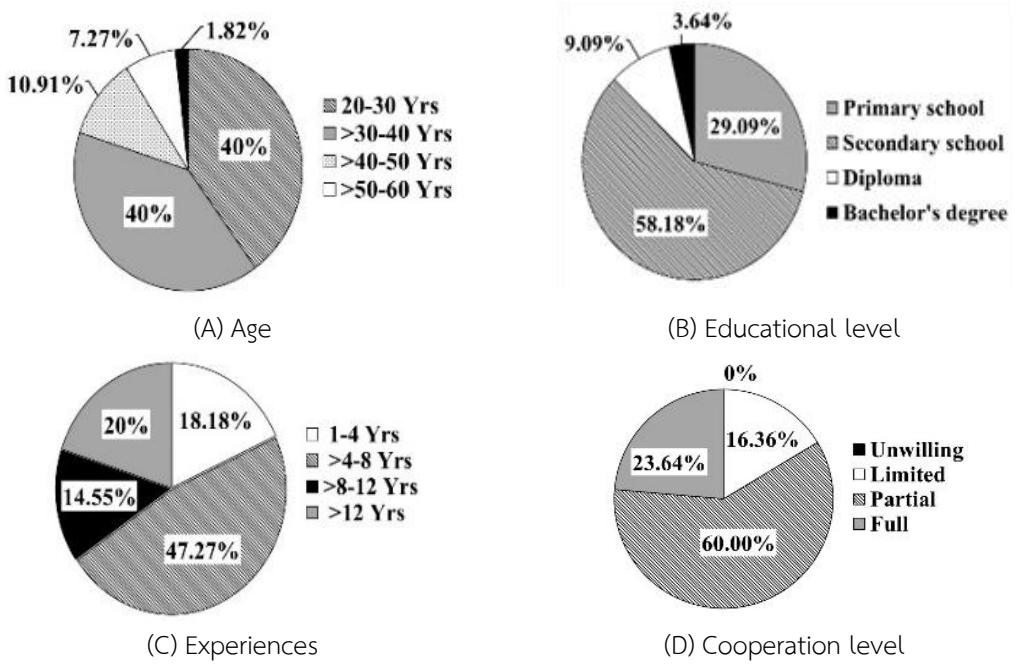


Figure 1 Distribution of respondents by age (A), highest education level obtained (B), farming experience (C), and level of the cooperation with SDC (D).

Most SDC farm size ranged between small-medium (about 60% lactating cows, 16% dry cows, and 24% replacement heifers). All were DLD certified Holstein Friesian crossbreed. An average area of 16,389 m^2 is partitioned for dairy farming and to grow feeds. All maintain similar healthcare protocols. Vaccination program is routinely coordinated as recommended by the DLD. Veterinarians paid routine visits. All respondents reported subclinical mastitis, vector- borne diseases (trypanosomiasis and babesiosis), Foot and Mouth Disease, physical problems from limited grass production, dystocia, and milk fever.

Reproductive and Milk Production Performances (RP and MPP)

The indicators of RP and MPP in this study were summarized on Table 1, revealing favorable RP indices to be CFSC (69.3±1.30%; 95%CI=68.1, 70.5) and acceptable AFS (21.1±0.36 months; 95%CI=20.4, 21.8). MPP indices showed effective performance based on moderated DMY (13.4±0.20 kg/day/cow; 95%CI=13.0, 13.8), which yielded high LMY (3766±40.1 kg/lactation/cow; 95%CI=3685, 3846). Effectiveness indicator and reference value of each index were discussed in the discussion sections.

Table 1 Reproductive and milk production (RP and MPP) indices of SDC members

Reproductive indices	Mean	Median	SEM	95% CI
AFS (months)	21.1	20.2	0.36	20.4, 21.8
AFC (months)	32.7	32.9	0.39	31.9, 33.4
SPC (times)	2.41	2.38	0.05	2.31, 2.50
CFSC (%)	69.3	67.5	1.30	68.1, 70.5
CCI (days)	436	433	2.39	431, 441
CTC (days)	118	118	1.52	115, 121
Milk production indices				
DMY (kg/day/cow)	13.4	13.2	0.20	13.0, 13.8
LMY (kg/lactation/cow)	3766	3790	40.1	3685, 3846
LL (days)	317	341	3.73	310, 325

SEM = standard error of the mean, CI = confident interval, AFS= age at first service, AFC= age at first calving, SPC= service per conception, CFSC= conception rate at first service after calving, CCI= calving to calving interval, CTC=calving to conception interval, DMY=daily milk yield, LMY=lactation milk yield and LL=lactation length.

The correlation between socio- demographic, farm management, and level of cooperation with RP and MPP.

The age of the respondents had negative correlation to AFC (r=-0.270, p<0.05) whereas experience had a positively correlation with average DMY (r=0.386, p<0.01) and LYM (r=0.391, p<0.01). Farms maintaining their own fodder had positive correlation with CCI (r=0.279, p<0.05), CCT (r= 0.291, p<0.5) and LL (r=0.290, p<0.05). Farm size exhibited a positive correlation with AFC (r=0.296, p<0.05) and CFSC (r=0.292, p<0.05). The level of cooperation with SDC did not exhibit any correlation with RP index, whereas there was a positive correlation between the level of cooperation and MPP (DYM; r=0.396, p<0.01; and LMY; r=0.266, p<0.05) (Table 2).

Table 2 The correlation between socio-demographic, farm management, and level of cooperation with RP and MPP.

Parameters	RP						MPP		
	AFS	AFC	SPC	CFSC	CCI	CCT	DMY	LMY	LL
Farmers' socio-demographic									
Gender	-0.018	0.086	0.154	-0.079	0.005	0.003	-0.129	0.104	-0.034
Age	0.144	-0.270*	-0.247	0.121	0.145	-0.210	-0.123	-0.194	0.046
Educations	-0.193	0.161	0.033	0.035	0.033	0.076	0.066	0.187	0.041
Experiences	-.067	.121	-.127	-.031	-.189	.019	0.386**	0.391**	0.013
Farm-herd management									
Own fodder	-0.019	-0.021	-0.028	0.140	0.279*	0.291*	0.091	0.025	0.290*
Farm size	-0.151	0.296*	0.190	0.292*	0.200	0.185	0.009	0.042	-0.183
Cow culling	0.143	0.066	0.095	0.004	0.214	0.167	0.086	0.066	-0.113
Heifer replacement	0.106	-0.024	0.128	0.214	0.218	-0.062	-0.203	-0.217	0.047
Disease outbreaks	-0.120	-0.082	-0.166	0.209	-0.193	-0.215	0.089	0.128	0.091
AI procedures	0.199	0.012	-0.024	0.184	0.044	0.101	-0.099	-0.066	-0.055
Level of cooperation	-0.140	0.157	-0.164	0.195	0.257	0.062	0.289*	0.385*	0.184

* and ** Correlation is significant at the 0.05 and 0.01 level (2-tailed), respectively. RP=reproductive performance, MPP=milk production performance, AFS=age at first service, AFC=age at first calving, SPC=service per conception, CFSC= conception rate at first service after calving, CCI= calving to calving interval, CTC= calving to conception interval, DMY=daily milk yield, LMY=lactation milk yield and LL=lactation length.

Discussion

Dairy farm RP and MPP are critical indicators to sustainability. These indicators are influenced by internal and external factors, including cow's productivity, farmer's socio-demographic, management, and response to challenges.

AFS is the most significant indicator to forecast cows' preconception health, with the recommended length of 18 months or less. An average AFS of 21.1 months was observed. This length is shorter than previous studies in Thailand (Teepatimakorn et al., 2019, pp. 102-103) and foreign countries (Wangdi et al., 2014; Buaban et al., 2015, pp.4933-4934) and less than 24 months acceptable range, indicating an acceptable fertility achievement in hot and humid regions (Perera, 1999).

Delayed AFC decreases RP, MPP, and lifetime profit. AFC of less than 24 months presents economic advantages with minimal impacts on lactation (Van Amburgh et al., 1998, pp. 535-536). This study exhibited slightly higher AFC than previous report by Elzo et al. (2006, pp. 273-274), reflecting a considerable risk for farmers to focus on replacement-heifers management, diet, and diseases, to maximize fertility and lifespan.

SPC determines effective fertilization management. High SPC indicates postpartum reproductive failure. The observed SPC is higher than the DLD expectation of less than 1.5 times for all farms (Teepatimakorn et al., 2019, pp.101-103), while still complying with the expected value for smallholder farms (Wangdi et al., 2014; Tancharoen et al., 2016, pp.16-18), suggesting farmers must focus on the postpartum management to decrease risks of early embryonic loss (Siddiqui et al., 2013, p.500).

CFSC measures the rate of successful fertilization. Positive CFSC depends on the contemporary sequence of obstetric history and the lactation period (Teepatmakorn et al., 2019, p.99). This study's average CFSC of 69.3% was higher than DLD expectation and previous publications of 29.9-55.0% in Thailand (Aiumlamai, 2009, p.11; Buaban et al., 2015, p.4993; Tancharoen et al., 2016, p.15), suggesting progressive reproduction management by SDC members.

CCI and CCT indicate the effectiveness of RP. The expected CCI and CCT is 365 and 95 days, respectively. Cows should conceive around the 85th-90th day of postpartum, with additional days to conception impact economic yield. This study showed an average CCI of 436 days, which was near the previous range reported at 412-420 days in the northeastern Thailand (Buaban et al., 2015, p. 4993). The CCI found was longer than the recommended value while still lower than previous studies in other regions. Tancharoen et al. (2016, p.15) reported CCI in the central-western region at 445-479 days, while Ratanapob et al. (2020, p.767) reported CCI up to 529 days in a herd with laminitis. This study's CTC of 118 days was higher than the expected, yet, still lower than other regions (Ratanapob et al.,2020, p.768). So, regional climate data reported by Kaewlamun et al. (2011, pp.318-320) indicated that cows were exposed to heat stress, signifying high temperatures might influence CCI and CTC (Thammahakin et al., 2020, pp.124-125).

As shown on Table 1, the average DMY in this study was moderate (13.4 kg/day/cow). This finding was consistent with the findings of Pongpiachan et al. (2003, p.1094) in northern Thailand (11.8-12.3 kg/cow/day) and the previous study (8.18-22.5kg/cow/day) in other regions (Wittayakun et al., 2016, p.188). This study's average LMY (3,766 kg/lactation/cow) was higher than the previous reported by Wongpom et al. (2017) but lower than the reports by Seangjun et al. (2009, pp.77-78) and Endris et al. (2012, pp.546-548). While the average LMY is slightly lower than national expectation (4,000 kg/lactation/cow), MPP was still within an acceptable range and could fulfill the demand. The average LL found was 317 days, which was shorter than previous reports of other regions of 334 to 377 days (Endris et al., 2012, pp.548-549; Tancharoen et al., 2016, pp.14-18). The longer LL further complicated reproductively as the milking process could not be paused within the theoretical standard of 305 days due to the demand for milk productions and the financial stress placed on the farm without any productivity (Vijayakumar et al., 2017, p.1094). Therefore, the LL from this study was another parameter to suggest excellent management by SDC members.

Unfavorable conditions such as diseases or lack of nutrients could affect performance, but as mentioned, all farmers reported similar health care challenges, but without specifying the severity of individual diseases, thus restricted the statistical determination of the correlation between negative health and performances in this study.

Farmers' age had negative correlation with AFC, while the ability to maintain own fodder at each farm had a positive correlation with CCT, CCI, and LL. The extent of these parameters diminished RP and MPP. Such a decrease raises the risk of not achieving long-term cost effectiveness. The result revealed no correlation between farmer's education level and performance parameters. Even with no correlation between academic knowledge and these parameters, farmers should not disregard the importance of education, which was critical to successful decisions making and management (Odhiambo et al., 2019, pp.595-596).

Farm size had positive correlation with CFSC, indicating systemic management, especially the application of AI technique, estrous management. Nonetheless, farm size exhibited positive correlation to AFC, suggesting the larger number of cows within the farm could influence the inability to properly manage replacement heifer to reach fertility within an appropriate timeframe, potentially brought lesser profit due to decreasing remaining lifespan of to produce more offspring (Kim & Jeong, 2019, pp.522-525).

The factors that positively correlated with satisfactory MPP were farming experience and the level of cooperation with SDC. This may have been due to the benefits provided by the cooperative system to offset the challenges unaffordable by nonmembers, in addition to farming experience certainly provide an advantage to members adapting to challenges.

Conclusions and suggestions

Regardless of the challenges on SDC members, MPP indices (DMY, LMY) were competitive against DLD's expectation and other performances from prior studies, suggesting farmers' experiences and cooperative systems could enhance productivity. Although SDC members achieve a favorable CSFC, improvement could be made with RP, as they underperformed in managing postpartum and replacement heifers to reach optimal fertility age.

With minor shortcomings, the performance by SDC members, especially DMY and LMY, illustrated strong advantages, benefits, and supports enhanced by the cooperative membership, including improved ability to reduce cost, enhanced livestock health care, increased production, and guaranteed sales. These advantages could attract prospects to enter the dairy farm industry using cooperative system. The government, stakeholders, and the industry should support prospective farmers to develop necessary skills and join a cooperative institution to achieve the optimum level of production.

Recommendation for using to benefit

While the SDC members achieved satisfactory MPP, the data suggested mismanagement of postpartum and replacement heifers. Here are the recommendations to improve performance.

1. SDC

1.1 Continuously develop and update the central farm performance and health tracking database, including improving intuitiveness and availability to members.

1.2 Establish training seminar to develop members to introduce innovation within the industry, courses to operate the database, data analysis and synthesis, risk assessments, and management of herd health, nutrition, and reproduction.

2 SDC Members

2.1 Enter the latest performance data into the central database for other members.

2.2 Attend training seminar. Apply the knowledge to improve operation, to include managing proper cow ratio, estrous management, and postpartum diseases.

2.3 Identify other flaws relating to RP, conduct risk assessment and management.

Recommendation for future research

1. Study the factors that enhance the administrative operation of cooperative members, to include human resources, farm administrative structure, cooperative involvement with members.

2. Investigate enhancing factors or risk that hinder farm performances, such as reproductive and nutritional management at the national level, breeds availability, innovative estrous management, AI technique, the quality of semen.

3. Study the long-term economic return of cooperative members such as income and expenditure to investigate the sustainability of cooperative membership.

Acknowledgement

We extend our appreciation to the NRRU Research Institute, Nakhon Ratchasima Provincial Livestock Office and the SDC for their all support and valuable data.

References

Aiumlamai, S. (2009). Dairy management, health, and production in Thailand. *International Dairy Topics*, 8(2), 11-13. http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/dt8.2p11.pdf

Buaban, S., Duangjinda, M., Suzuki, M., Musuda, Y., Sanphote, J., & Kuchida, K. (2015). Short communication: Genetic analysis for fertilities traits of heifers and cows from smallholder dairy farms in a tropical environment. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4990-4998. https://doi.org/10.3168/jds.2014-8866

Chantalakhana, C. & Skunmun, P. (2002). *Sustainable smallholder animal systems in the tropics*. Kasetsart University press.

Elzo, M. A., Koonawootrittriron, S., Tumwasorn, S., & Tongprapi, T. (2006). Age at first calving of dairy cattle in a multibreed population of Thailand. *Proceedings of the 44th Kasetsart University Annual Conference,* Bangkok, Thailand (pp.270-278). (In Thai)

Endris, M., Tumwasorn, S., Wongwan, C., Sopannarath, P., & Prasanpanich, S. (2012). Estimation of direct genetic effects on milk yield and lactation length in the Aownoi dairy cooperative. *Agriculture and Natural Resources*, 46(4), 546-553.

Kaewlamun, W., Chayaratanasin, R., Virakul, P., Ponter, A. A., Humblot, P., Suadsong, S., Tummaruk, P., & Techakumphu, M. (2011). Differences of periods of calving on days open of dairy cows in different regions and months of Thailand. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*, 41(3), 315-320. https://he01.tci-thaijo.org/index.php/tjvm/article/view/9558

Kim, I. H., & Jeong, J. K. (2019). Risk factors limiting first service conception rate in dairy cows and their economic impact. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(4), 519-526. https://doi.org/10.5713/ajas.18.0296

Munyaneza, C., Kurwijila, L. R., Mdoe, N. S. Y., Baltenweck, I., & Twine, E. E. (2019). Identification of appropriate indicators for assessing sustainability of small-holder milk production systems in Tanzania. *Sustainable Production and Consumption*, 19, 141-160. https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.03.009.

Nakhon Ratchasima Provincial Livestock Office. (2022, May 18). *Statistics on the number of livestock in Nakhon Ratchasima province*. https://pvlo-nak.dld.go.th/data/lives_dld/data_dld.htm

Odhiambo, C. O., Wasike, C. B., & Ogindo, H. O. (2019). Effect of socio-demographic characteristics on Kenyan smallholder dairy farmers' adaptive strategies to climate change effects. *Atmospheric and Climate Sciences*, 9, 583-599. https://doi.org/10.4236/acs.2019.94037

Perera, O. (1999). Management of reproduction. In L. Falvey, & C. Chantalakhana (Eds.), *Smallholder dairying in the tropics* (pp.241-264). International Livestock Research Institute.

Pongpiachan, P., Rodtian, P., & Ōta, K. (2003). Reproduction of cross- and purebred Friesian cattle in northern Thailand with special reference to their milk production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(8), 1093-1101. https://doi.org/10.5713/ajas.2003.1093

Ratanapob, N., Thiangtum, W., Rukkwamsuk, T., Srisomrun, S., Panneum, S., & Arunvipas, P. (2020). The relationship between lameness and reproductive performance in dairy cows raised in small holder farms, Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 42(4), 766-770.

Saengsanga, T., & Rattana, T. (2018). Evaluation of organic rice production capacity of farmers: A case study of Krabuangyai sub-district, Phimai district, Nakhon Ratchasima. *Academic Journal Uttaradit Rajabhat University*, 13(2), 53-63.

Seangjun, A., Koonawootrittriron, S., & Elzo, M. A. (2009). Characterization of lactation patterns and milk yield in a multi-breed dairy cattle population in the central Thailand. *Agriculture and Natural Resources*, 43(1), 74-82.

Siddiqui, M. A. R., Das, Z. C., Bhattacharjee, J., Rahman, M. M., Islam, M. M., Haque, M. A., Parrish, J. J., & Shamsuddin, M. (2013). Factors affecting the first service conception rate of cows in smallholder dairy farms in Bangladesh. *Reproduction in Domestic Animals*, 48, 500-505. https://doi.org/10.1111/rda.12114

Tancharoen, K., Panneum, S., Sujaritthanyatrakul, C., Kotchoom, J., Jareonsawat, J., Mungthong, K., & Kulprasoot, W. (2016). Reproductive performance of dairy cows in the central western region of Thailand. *Journal of Kasetsart Veterinarians*, 26(1), 13-23. (In Thai)

Teepatimakorn, S., Petanewton, W., & Sathanawongs, A. (2019). The comparison of reproductive indices the dairy heifers in Thailand. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(Suppl. 2), 99-104. (In Thai)

Thammahakin, P., Yawongsa, A., & Rukkwamsuk, T. (2020). Effect of heat stress on reproductive performance of dairy cows under tropical climate: A review. *Journal of Kasetsart Veterinarians*, 30(2), 111-132.

Van Amburgh, M. E., Galton, D. M., Bauman, D. E., Everett, R. W., Fox, D. G., Chase, L. E., & Erb, H. N. (1998). Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *Journal of Dairy Science*, 81(2), 527-538. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75604-8

VanLeeuwen, J. A., Mellish, T., Walton, C., Kaniaru, A., Gitau, R., Mellish, K., Maina, B., & Wichtel, J. (2012). Management, productivity and livelihood effects on Kenyan smallholder dairy farms from interventions addressing animal health and nutrition and milk quality. *Tropical Animal Health and Production*, 44, 231-238. https://doi.org/10.1007/s11250-011-0003-2

Vijayakumar, M., Park, J. H., Ki, K. S., Lim, D. H., Kim, S. B., Park, S. M., Jeong, H. Y., Park, B. Y., & Kim, T. I. (2017). The effect of lactation number, stage, length, and milking frequency on milk

yield in Korean Holstein dairy cows using automatic milking system. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(8), 1093-1098. https://doi.org/10.5713/ajas.16.0882

Wangdi, J., Bhujel, P., & Wangchuk, S. (2014). Productive and reproductive performance of dairy cattle and their crossbreds in Bhutan. *Livestock Research for Rural Development*, 26(10).

Wittayakun, N. Mek-aroonkamol, M., Innaree, W., Chainetr, W. & Lerdsri, J. (2016). *Socioeconomic and productive performance of smallholder dairy farming Lampang province, northern Thailand* [Oral Presentation]. The 3rd animal production international seminar and the 3rd ASEAN regional conference on animal production (pp.186-189). Malang, Indonesia.

Wongpom, B., Koonawootrittriron, S., Elzo, M. A., & Suwanasopee, T. (2017). Milk yield, fat yield and fat percentage associations in a Thai multibreed dairy population. *Agriculture and Natural Resources*, 51(3), 218-222. https://doi.org/10.1016/j.anres.2016.12.008

Yamane, T. (1967). *Statistics: An introductory analysis*. (2nd Ed.). Harper and Row.

สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6: การจัดการน้ำและสุขาภิบาลของประเทศไทย พ.ศ. 2559-2565

วันที่รับ : 28 กุมภาพันธ์ 2567
วันที่แก้ไข : 15 พฤษภาคม 2567
วันที่ตอบรับ : 17 พฤษภาคม 2567

เสถียร ฉันทะ[1*], สำราญ เชื้อเมืองพาน[2],
อรุณี อินเทพ[3] และ จันทร์จิรา ขันเสริฐ[4]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย
[2]สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงราย
[3]คณะรัฐศาสตร์และประศาสนศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย
[4]โรงเรียนเทศบาล 6 นครเชียงราย จังหวัดเชียงราย
*Corresponding author e-mail: chunta7@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจสถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนในประเทศไทย และเพื่อประเมินสถานะมาตรการด้านเศรษฐกิจ สังคม และกฎหมายภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทย ใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเอกสาร สัมภาษณ์ตัวแทนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำนวน 20 คน และจัดเวทีระดมความคิดเห็นของประชาชนจำนวน 100 คน ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเอกสาร และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ประเมินสถานะการพัฒนาตามเป้าหมายอ้างอิงหลักเกณฑ์ของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลรายงานจากการจัดเวทีประชุมการให้ข้อเสนอแนะของตัวแทนหน่วยงานภาครัฐส่วนกลางที่เกี่ยวข้อง ผลการวิจัยพบว่าเป้าประสงค์ 6.a มีสถานะบรรลุเป้าหมาย 100% หรือสีเขียว เป้าประสงค์ 6.2, 6.5 และ 6.b มีสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายสถานการณ์อยู่ในช่วง 76-99% หรือสีเหลือง และเป้าประสงค์ 6.1, 6.3, 6.4 และ 6.6 มีสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายระดับเสี่ยงสถานการณ์อยู่ในช่วง 51-75% ของค่าเป้าหมายหรือสีส้ม และการประเมินสถานะมาตรการด้านเศรษฐกิจ สังคม และกฎหมายพบว่ามีการจัดทำแผนพัฒนาของประเทศทั้งมาตรการด้านเศรษฐกิจและสังคมและมาตรการทางกฎหมายมีการตราพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายควรมีมาตรการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนให้กับภาคส่วนต่างๆ ทั้งภาครัฐ ภาคชุมชน ภาคเอกชน และภาคส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และมีมาตรการการส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการพัฒนาที่ยั่งยืนเพื่อให้เกิดความร่วมมือในการสร้างกระบวนการพัฒนาที่ยั่งยืนไปสู่ความสำเร็จ

คำสำคัญ: การพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6, การจัดการน้ำและสุขาภิบาล, ประเทศไทย

STATUS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6: CLEAN WATER AND SANITATION IN THAILAND 2016-2022

Received : February 28, 2024
Revised : May 15, 2024
Accepted : May 17, 2024

Satian Chunta[1], Samran Chuamuangphan[2],
Arunee Inthep[3] and Janjira Kunsert[4]
[1]Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand
[2]Chiang Rai Provincial Health Office, Chiang Rai, Thailand
[3]Faculty of Political Science and Public Administration, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand
[4]Chiang Rai Municipality School 6, Chiang Rai
*Corresponding author e-mail: chunta7@gmail.com

Abstract

The research objectives were to explore the sustainable development status of ensuring water and sanitation for all in Thailand and to assess the status of economic, social, and legal measures taken by the government and custodian agencies regarding sustainable development in ensuring that water and sanitation are available to all and that they are managed sustainably in Thailand. Methodology used qualitative research methods and documentary research, conducted interviews with 20 representatives of relevant agencies, and held a brainstorming forum for 100 people. Using document analysis methods and content analysis, estimate development status according to goals based on criteria from the National Economic and Social Development Council. And verifying the report's accuracy based on recommendations from representatives of relevant central government departments at the meeting. The results found that Target 6.a has a status score of 100% achieved, or green; Targets 6.2, 6.5, and 6.b have status scores that are below the rate required to achieve the SDG situation score in the range of 76–99%, or yellow; and Targets 6.1, 6.3, 6.4, and 6.6 have status scores that stay in the range of 51–75%, which is below the risk of the rate required to achieve SDG, or orange. And the assessment of the status of economic, social, and legal measures found that a national development plan has been prepared for both economic and social measures. And legal measures include the enactment of the Water Resources Act of 2018 to be used as a tool for managing the country's water resources. The study's policy recommendations should include measures to create knowledge and understanding about the Sustainable Development Goals for various sectors, including the public sector, community sector, private sector, and other related sectors. And there are measures to promote the participation process of all sectors in sustainable development in order to create cooperation in creating the sustainable development process towards success.

Keywords: Sustainable development Goal 6, Clean water and sanitation, Thailand

บทนำ

องค์การสหประชาชาติและประชาคมโลกกำหนดกรอบยุทธศาสตร์ “การพัฒนาแห่งสหัสวรรษ” (Millennium Development Goals: MDGs) กำหนดเป้าหมายหลักไว้ 8 ประการ 18 เป้าย่อย 63 ตัวชี้วัด และสิ้นสุดลงในปี ค.ศ.2015 และภายหลัง ปี ค.ศ.2015 มีการจัดทำเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ประกอบด้วย 17 เป้าหมายหลัก (Goals) ซึ่งกำหนดกรอบเพื่อประเมิน การกำหนดกฎเกณฑ์ เป้าหมาย และตัวชี้วัดไว้ ภายใต้หนึ่งเป้าหมายจะประกอบไปด้วย เป้าหมายย่อย (Targets) ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 169 เป้าหมายย่อย และพัฒนาตัวชี้วัด (Indicators) จำนวน 232 ตัวชี้วัด (ทั้งหมด 244 ตัวชี้วัด แต่มีตัวที่ซ้ำ 12 ตัว) โดยต้องการให้มวลมนุษยชาติในพื้นที่ต่างๆ ของโลกมีคุณภาพชีวิตที่ดีและต้องการให้บรรลุและดำเนินการให้ได้ภายในปี ค.ศ. 2030 หรือ พ.ศ. 2573 (United Nations, 2015) และได้รับการรับรองจาก 193 ประเทศสมาชิกขององค์การสหประชาชาติ ครอบคลุมช่วงระยะเวลาที่ต้องบรรลุภายใน 15 ปี ซึ่งเอกสารที่ประเทศสมาชิกทั้งหมดลงนามรับรองเป็นพันธะสัญญาเรียกว่า “Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development” หรือ “วาระการพัฒนาที่ยั่งยืน 2030” “Agenda 2030” (Ferri, 2015) ประเทศไทยได้เข้าร่วมประชุมและลงนามในปฏิญญาว่าด้วยการพัฒนาที่ยั่งยืนและมีการดำเนินงานมาตั้งแต่ต้น โดยในระยะเวลาที่ผ่านมาของเป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษที่มีรายงานเกี่ยวกับการดำเนินการในประเด็นการพัฒนาตามกรอบ เป้าหมายและตัวชี้วัดของ MDGs ที่มีทั้งที่บรรลุและไม่บรรลุเป้าหมาย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2558) อย่างไรก็ตามประเด็นเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืนประเทศไทยได้มีการบรรจุไว้ในแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติทุกฉบับมาจนถึงปัจจุบัน และมีความพยายามในการประเมินผลความสำเร็จของแผนและเป้าหมายของการพัฒนาตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา แต่ยังประสบปัญหาความครอบคลุม รวมถึงความเข้าใจของหน่วยและภาคส่วนต่างๆ ไม่ทราบว่าจะประเมินอะไร/อย่างไร และเพื่ออะไรในแต่ละด้าน ความสับสนในการนิยามความหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของหน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้องและตัวของประชาชนคนไทยเองก็เป็นปัญหาที่ให้คำนิยามที่ไม่ตรงกัน เป้าหมาย ตัวชี้วัดก็แตกต่างกัน การประเมินความสำเร็จจึงไม่สอดคล้องกัน ขาดการบูรณาการร่วมกันของทุกภาคส่วนในสังคม ความพยายามในการดำเนินงานของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 เป็นต้นมาจนถึงปี พ.ศ. 2566 มีการรายงานการพัฒนาที่ยั่งยืนประจำปี 2023 (Sachs et al., 2023, pp.464-465) พบว่าดัชนี SDGs จัดอันดับประเทศไทยอยู่ที่อันดับ 44 ของโลกจากทั้งหมด 163 ประเทศ ได้คะแนนรวมของดัชนี 74.1 คะแนน สูงกว่าค่าเฉลี่ยของภูมิภาคเอเชียตะวันออกและเอเชียใต้ (65.9) อย่างไรก็ตามอันดับและคะแนนของไทยลดลงเมื่อเทียบกับปี 2564 ที่ได้อันดับ 43 และคะแนนรวม 74.2 คะแนน

เมื่อพิจารณาจากรายงานสถานะเป้าหมาย SDG Goal 6 น้ำสะอาดและการสุขาภิบาล อยู่ในสถานะอยู่ในระดับสีส้มต่ำกว่าค่าเป้าหมายระดับเสี่ยง สถานการณ์อยู่ช่วงร้อยละ 50-74 ของค่าเป้าหมาย จะเห็นว่าสถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทยเป็นประเด็นที่มีความสำคัญจากรายงานการพัฒนาตามเป้าหมายที่ผ่านมา โดยบทความชิ้นนี้ต้องการนำเสนอสถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 ประเด็นการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืน ถูกจัดในเกณฑ์ต่ำกว่าค่าเป้าหมายระดับเสี่ยงสีส้มเป็นเป้าหมายที่ท้าทายมากของอันดับโลก ซึ่งประเทศไทยมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกระจายความรับผิดชอบตามบทบาทภาระหน้าที่ของตนเอง ทำให้การจัดเก็บรวบรวมข้อมูลและการจัดทำรายงานเกี่ยวกับการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทยนั้นค่อนข้างยากลำบาก ดังนั้นบทความนี้จึงเป็นการทำความเข้าใจต่อสถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนการจัดการน้ำและสุขาภิบาลของประเทศไทย โดย*ประการแรก* สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและ

สุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทยเป็นอย่างไร และ*ประการที่สอง* สถานะมาตรการด้านเศรษฐกิจ สังคม และกฎหมายที่ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทยเป็นอย่างไร เพื่อสร้างชุดความรู้ของข้อมูลพื้นฐานในการความเข้าใจมาตรการและแนวทางแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนและตอบโจทย์ตามเกณฑ์และเป้าหมายที่องค์การสหประชาชาติกำหนดไว้ในบริบทของประเทศไทย รวมทั้งให้สอดคล้องกับทิศทางตามวิสัยทัศน์แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปีและแผนพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจแห่งชาติที่มุ่งเน้นการพัฒนาบนความมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสำรวจสถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทย

2. เพื่อประเมินสถานะมาตรการด้านเศรษฐกิจ สังคม และกฎหมายภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) และการวิจัยเอกสาร (Documentary research) เก็บข้อมูลปฐมภูมิในตัวแทนกลุ่มคนที่ทำงานด้านการพัฒนาเกี่ยวกับการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทยในองค์กร หน่วยงาน และภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. สำรวจสถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทย ประชากรและกลุ่มตัวอย่างได้แก่

1.1 บุคลากรภาครัฐและองค์กรที่เกี่ยวข้องได้แก่ เจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำ กรมชลประทาน การประปาส่วนภูมิภาค สาธารณสุขจังหวัด สมาคม มูลนิธิที่ทำงานเกี่ยวกับการจัดการน้ำในระดับพื้นที่ ตัวแทนองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ประชาชน/ตัวแทนผู้ใช้น้ำในระดับพื้นที่ และเจ้าหน้าที่จากสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ รวมจำนวน 20 คน คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีแบบเจาะจงมีเกณฑ์คัดเข้าได้แก่ เป็นบุคคลที่ทำงานเกี่ยวกับการจัดการน้ำและสุขอนามัยจากหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้อง และสมัครใจยินดีเข้าร่วมให้ข้อมูลการวิจัยตลอดโครงการ เกณฑ์คัดออก ได้แก่การไม่สามารถให้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์หรือไม่สะดวกใจในการตอบคำถามจนครบถ้วนทั้งหมด และขอออกจากการวิจัยในระหว่างการทำวิจัย การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งขอออกจากโครงการวิจัยได้ตามความสมัครใจ เครื่องมือวิจัยได้แก่ แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-dept interviews) การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยวิธีด้วยการหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบถามกับจุดประสงค์ (The index of item objective congruence: IOC) ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การประสานงานกับหน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องเพื่อขออนุญาตการสัมภาษณ์และเก็บข้อมูล ดำเนินการสัมภาษณ์ทั้งกรณีการสัมภาษณ์โดยตรงแบบเผชิญหน้าและการสัมภาษณ์ทางโทรศัพท์กรณีที่อยู่ส่วนกลางเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรน้ำและสุขอนามัยที่ตอบโจทย์เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)

1.2 ตัวแทนเครือข่ายการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กของประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวน 100 คน พื้นที่ลุ่มน้ำจัน-น้ำคำ เป็นกรณีศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็กของลุ่มน้ำโขงเหนือ จังหวัดเชียงราย คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีแบบเจาะจงมีเกณฑ์คัดเข้าได้แก่ เป็นตัวแทนของชุมชนพื้นที่ลุ่มน้ำจัน-น้ำคำ ตัวแทนกลุ่มผู้ใช้น้ำ คณะกรรมการเหมืองฝาย โดยมีการคัดเลือกตัวแทนเข้าร่วมโดยชุมชนแต่ละแห่งและผู้เข้าร่วมสมัครใจเข้าร่วมให้ข้อมูลการวิจัย เกณฑ์คัดออกได้แก่การไม่สามารถให้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน สมบูรณ์หรือไม่สะดวกใจในการตอบคำถามจนครบถ้วนทั้งหมด และขอออกจากการวิจัยในระหว่างการทำวิจัย การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่างสามารถแจ้งขอออกจากโครงการวิจัยได้ตามความสมัครใจ เครื่องมือวิจัยได้แก่ แบบโครงสร้างคำถาม (Guide interviewed) การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยวิธีด้วยการหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบถามกับจุดประสงค์ (The index of item objective congruence: IOC) ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ การประสานงานกับตัวแทนชุมชนลุ่มน้ำจัน-น้ำคำ และจัดเวทีระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรน้ำที่ตอบโจทย์เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis)

2. ประเมินสถานะมาตรการด้านเศรษฐกิจ สังคม และกฎหมายภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการเกี่ยวกับการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทยเป็นการวิจัยเอกสาร ทำการเก็บข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับแผนงานโครงการ กิจกรรมที่ดำเนินงานเกี่ยวกับการสร้างหลักประกันว่าจะมีการจัดให้มีน้ำและสุขอนามัยสำหรับทุกคนและมีการบริหารจัดการที่ยั่งยืนในประเทศไทย และการศึกษาจากเอกสารวิชาการต่างๆ ประกอบด้วย แผนยุทธศาสตร์ชาติและแผนระดับชาติของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2559-2565 อาทิ กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงมหาดไทย กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงการต่างประเทศ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นต้น ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเอกสาร (Documentary analysis) และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) และการประเมินสถานะการพัฒนาตามเป้าหมายอ้างอิงหลักเกณฑ์ของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2564) โดยการประเมินสถานการณ์ความก้าวหน้าของการขับเคลื่อน SDGs จะยึดค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ในเป้าหมายย่อย (SDGs Target) และเป้าหมายของแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติเป็นหลัก โดยการบรรลุเป้าหมายได้ในช่วงเวลาที่กำหนดจะเทียบเท่ากับร้อยละ 100 และพิจารณาว่าในปี 2565 (หรือ ณ ปีที่มีข้อมูลล่าสุด) ประเทศไทยขับเคลื่อนเป้าหมายย่อยดังกล่าวไปมากน้อยเพียงใดเมื่อเทียบกับเป้าหมายสุดท้าย และในกรณีที่ยังไม่มีการกำหนดค่าเป้าหมายจะประเมินโดยพิจารณาความก้าวหน้าของการขับเคลื่อน SDGs โดยเปรียบเทียบข้อมูลปี 2565 หรือปีที่มีข้อมูลล่าสุดกับข้อมูลปี 2559 โดยมีค่าสีสถานการณ์การบรรลุเป้าหมายย่อย ดังนี้

ค่าสี	สถานะ	รายละเอียด
แดง	ต่ำกว่าค่าเป้าหมายขั้นวิกฤต	สถานการณ์ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของค่าเป้าหมาย
ส้ม	ต่ำกว่าค่าเป้าหมายระดับเสี่ยง	สถานการณ์อยู่ช่วงร้อยละ 50-74 ของค่าเป้าหมาย
เหลือง	ต่ำกว่าเป้าหมาย	สถานการณ์อยู่ช่วงร้อยละ 75-99 ของค่าเป้าหมาย
เขียว	บรรลุเป้าหมาย	บรรลุเป้าหมายร้อยละ 100

3. การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลโดยการนำเสนอรายงานต่อตัวแทนหน่วยงานภาครัฐที่ควบคุมกำกับดูแลเป้าหมายและตัวชี้วัดการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศระดับกรม กระทรวงต่างๆ ในเวทีการให้ข้อเสนอแนะ/แก้ไข/เพิ่มเติมจากการจัดประชุมของแหล่งทุนสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) และ โครงการ SDG Move มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 เป็นการจัดเวทีการรายงานความก้าวหน้าให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ให้ข้อเสนอแนะต่อร่างรายงานความก้าวหน้า และครั้งที่ 2 เป็นการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ข้อเสนอแนะต่อร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยนำเสนอตามวัตถุประสงค์ที่ 1 สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 ตามเป้าประสงค์ (Targets) ตัวชี้วัด (Indicators) และหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Custodian agencies) ดังแสดงในตาราง 1 และวัตถุประสงค์ที่ 2 การประเมินสถานะมาตรการด้านเศรษฐกิจ สังคม และกฎหมายภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามเป้าประสงค์ และตัวชี้วัด โดยสรุปสถานการณ์การพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทยได้ดังนี้

เป้าประสงค์ 6.1 บรรลุเป้าหมายการให้ทุกคนเข้าถึงน้ำดื่มที่ปลอดภัยและมีราคาที่สามารถซื้อหาได้ภายในปี 2573 ข้อมูลการสำรวจสถานการณ์ปี พ.ศ. 2559 ครัวเรือนมีน้ำสะอาดดื่มร้อยละ 98.0 ปี พ.ศ. 2564 ครัวเรือนมีน้ำสะอาดดื่มเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 99.89 ครัวเรือนมีน้ำใช้พอเพียงตลอดปีอย่างน้อยคนละ 45 ลิตรต่อวัน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 99.86 น้ำใช้เพียงพอตลอดปีจำนวน 10,508,964 ครัวเรือน คิดเป็น 95.72% หมู่บ้านในชนบทมีระบบประปาจำนวน 67,321 หมู่บ้าน คิดเป็น 95.54% และครัวเรือนในชนบทมีน้ำประปาใช้ตลอดปีจำนวน 9,812,151 ครัวเรือน คิดเป็น 89.38% อย่างไรก็ตามคุณภาพประปาหมู่บ้านยังไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน โดยรายงานของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2561 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 19.10 ปี พ.ศ. 2562 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 19.70 ปี พ.ศ. 2563 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 21.78 (กรมอนามัย, 2564) ขณะที่ข้อมูลคุณภาพน้ำประปาผ่านเกณฑ์มาตรฐานปี พ.ศ. 2565 ของการประปาส่วนภูมิภาคผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 97.33 และการประปานครหลวงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 93.06 น้ำประปาเทศบาลผ่านเกณฑ์ กรมอนามัยร้อยละ 16.66 จากข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดทำให้สถานการณ์พัฒนาที่ยังยืนเป้าประสงค์ที่ 6.1 นั้นอยู่ในสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายระดับเสี่ยงหรือสีส้ม

เป้าประสงค์ 6.2 บรรลุเป้าหมายการให้ทุกคนเข้าถึงสุขอนามัยที่พอเพียงและเป็นธรรมและยุติการขับถ่ายในที่โล่ง โดยให้ความสนใจเป็นพิเศษต่อความต้องการของผู้หญิง เด็กหญิง และกลุ่มที่อยู่ใต้สถานการณ์ที่เปราะบางภายในปี 2573 ข้อมูลสถานการณ์ขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืนตามตัวชี้วัดของประเทศไทย ปี 2566 กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดแนวทางการดำเนินการให้สอดคล้องกัน คือ “เร่งรัดพัฒนาส้วมไทย ปลอดโรค ปลอดภัย ใส่ใจดูแล” โดยส่งเสริมการมีและใช้ส้วมของครัวเรือนมากว่า 60 ปี ส่งผลให้ครัวเรือนมีส้วมใช้ ร้อยละ 99.8 แต่ยังไม่มีส้วมใช้อีก ร้อยละ 0.2 หรือประมาณ 44,000 ครัวเรือน ซึ่งเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบปี 2558-2559 ประชาชนยากจนมีส้วมที่ถูกสุขอนามัยร้อยละ 91.6 กลุ่มครัวเรือนร่ำรวยมีส้วมใช้ถูกสุขอนามัยร้อยละ 98.6 นอกจากนี้ข้อมูลกรมอนามัยรายงานประชาชนที่ล้างมือเป็นประจำ (ก่อนรับประทานอาหาร หลังใช้ส้วม และหลังสัมผัสสิ่งสกปรก) ปี 2564 ร้อยละ 92.0 และปี 2565 ลดลงเหลือร้อยละ 90.42 (กรมอนามัย, 2564) จากข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดทำให้สถานการณ์พัฒนาที่ยังยืนเป้าประสงค์ที่ 6.2 นั้นอยู่ในสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายหรือสีเหลือง

เป้าประสงค์ 6.3 ยกระดับคุณภาพน้ำโดยลดมลพิษ ขจัดการทิ้งขยะและลดการปล่อยสารเคมีและวัสดุอันตราย ลดสัดส่วนน้ำเสียที่ไม่ผ่านกระบวนการลงครึ่งหนึ่งและเพิ่มการนำกลับมาใช้ใหม่ทั่วโลกภายใน ปี 2573

จากรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมปี พ.ศ. 2559-2565 (กรมควบคุมมลพิษ, 2566) สถานการณ์คุณภาพน้ำผิวดินตามดัชนีคุณภาพน้ำ (Water Quality Index: WQI) ปี 2559 คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์ดีร้อยละ 34 พอใช้ร้อยละ 41 เสื่อมโทรมร้อยละ 25 ปี 2560 คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์ดีร้อยละ 34 พอใช้ร้อยละ 46 เสื่อมโทรมร้อยละ 20 ปี 2561 คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์พอใช้ถึงดีร้อยละ 83 เสื่อมโทรมร้อยละ 17 ปี 2562 คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์ดีร้อยละ 46 พอใช้ร้อยละ 45 เสื่อมโทรมร้อยละ 9 ปี 2563 คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์ดีมากร้อยละ 2 เกณฑ์ดีร้อยละ 34 พอใช้ร้อยละ 46 เสื่อมโทรมร้อยละ 18 ปี 2564 คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์ดีร้อยละ 39 พอใช้ร้อยละ 43 เสื่อมโทรมร้อยละ 18 ปี 2565 คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์ดีมากร้อยละ 2 เกณฑ์ดีร้อยละ 40 พอใช้ร้อยละ 44 เสื่อมโทรมร้อยละ 14 ส่วนการจัดการน้ำเสียจากภาคอุตสาหกรรมในปี 2562 มีปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบเฉลี่ย 2.6 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีการนำกลับมาใช้ใหม่ในโรงงาน 0.8 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน กักเก็บภายในโรงงาน 4.3 ล้านลูกบาศก์เมตร นำกลับไปใช้ในภาคการเกษตรภายในโรงงาน 0.1 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน และระบายออกนอกโรงงาน 1.2 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน ส่วนน้ำเสียจากชุมชนปี 2562 ชุมชนมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นเพียง 3.8 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นส่วนใหญ่ยังขาดระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ของตนเอง จากข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดทำให้สถานการณ์พัฒนาที่ยังยืนเป้าประสงค์ที่ 6.3 นั้นอยู่ในสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายระดับเสี่ยงหรือสีส้ม

เป้าประสงค์ 6.4 เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในทุกภาคส่วนและสร้างหลักประกันว่าจะมีการใช้น้ำและจัดหาน้ำที่ยั่งยืนเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำและลดจำนวนประชาชนที่ประสบความทุกข์จากการขาดแคลนน้ำภายในปี 2573 จากข้อมูลแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี ประเทศไทยมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย ต่อคนต่อปีเท่ากับ 3,496 ลูกบาศก์เมตร และจากรายงานสถานการณ์น้ำประเทศไทยของคลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ ปี 2565 มีแหล่งกักเก็บน้ำเป็นเขื่อนขนาดใหญ่ 35 แห่งทั่วประเทศ มีปริมาณน้ำไหลลงเขื่อนสะสมรวมกันทั้งปี 54,054 ล้านลูกบาศก์เมตร มากที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลย้อนหลังในรอบ 10 ปี และมีการระบายน้ำออกไปค่อนข้างมากเช่นกัน โดยระบายไปถึง 45,020 ล้านลูกบาศก์เมตร มากเป็นอันดับที่ 2 รองจากปี 2561 แต่เป็นปริมาณน้ำระบายที่น้อยกว่าปริมาณน้ำไหลเข้า ทำให้ปริมาณน้ำกักเก็บ ณ วันสิ้นปีเพิ่มขึ้นจากปีที่แล้วเป็น 56,996 ล้านลูกบาศก์เมตร คิดเป็น 80% ของความจุเขื่อน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์น้ำมากโดยเป็นปริมาณน้ำใช้การได้จริง 33,459 ล้านลูกบาศก์เมตร หากเทียบกับข้อมูลย้อนหลังในรอบ 10 ปี (2556-2565) พบว่าปี 2565 มีปริมาณน้ำกักเก็บคงเหลือมากเป็นอันดับที่ 2 รองจากปี 2560 และรายงานของสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพบว่าประเทศไทยมีความต้องการใช้น้ำในการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม อุตสาหกรรม การรักษาระบบนิเวศ ใน พ.ศ. 2565/2566 มีปริมาณความต้องการใช้น้ำรวม 9,780.92 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยเป็นความต้องการใช้น้ำเพื่อเกษตรกรรมมากที่สุด คิดเป็น 51.21% รองลงมาคือ การรักษาระบบนิเวศ 32.44% อุปโภคบริโภค 10.92% และอุตสาหกรรม 5.43% ข้อที่ควรพิจารณาคือประสิทธิภาพการใช้น้ำซึ่งปี 2562 ทาง UN Global SDG Database รายงานว่าประเทศไทยมีค่าประสิทธิภาพการใช้เพิ่มขึ้นจาก 6.95 ดอลลาร์สหรัฐต่อลูกบาศก์เมตรในปี 2559 เพิ่มเป็น 7.40 ดอลลาร์สหรัฐต่อลูกบาศก์เมตรในปี 2561 จากข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดทำให้สถานการณ์พัฒนาที่ยังยืนเป้าประสงค์ที่ 6.4 นั้นอยู่ในสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายระดับเสี่ยงหรือสีส้ม

เป้าประสงค์ 6.5 ดำเนินการบริหารจัดการน้ำแบบองค์รวมในทุกระดับ รวมถึงผ่านทางความร่วมมือระหว่างเขตแดนตามความเหมาะสมภายในปี 2573 ประเทศไทยมีการประกาศใช้พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 และจัดตั้งสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ (สนทช.) ขึ้น มีการจัดทำแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561–2580) พิจารณาจากตัวชี้วัดที่ 6.5.1 ระดับการดำเนินงานการจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ

IWRM (0-100) ทาง สนทช. ร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านน้ำและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมกันประเมินงานด้านการจัดการทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ IWRM (0-100) พบว่าประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ย 53 คะแนนจาก 100 คะแนน จัดอยู่ในสถานะระดับปานกลาง-สูง ส่วนตัวชี้วัดที่ 6.5.2 สัดส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ข้ามเขตแดนมีการจัดการดำเนินงานเพื่อความร่วมมือด้านน้ำนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องรวมถึงภาคประชาชนยังขาดความรู้มาตรการทางกฎหมายระหว่างประเทศเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำข้ามแดน เช่น แม่น้ำโขงการบริหารจัดการน้ำมีความร่วมมือระหว่างเขตแดนผ่านการเข้าเป็นสมาชิกคณะกรรมาธิการลุ่มน้ำโขง แต่ก็ยังไม่มีผลบังคับใช้ของมาตรการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เป็นเพียงมาตรการที่แต่ละประเทศนำไปใช้ในการใช้ประโยชน์จากลุ่มน้ำโขงในเขตแดนของประเทศตนเองเท่านั้น ซึ่งจะเห็นว่ายังขาดมาตรการด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้องที่จะใช้เป็นกลไกสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำระหว่างประเทศ จากข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดทำให้สถานการณ์พัฒนาที่ยั่งยืนเป้าประสงค์ที่ 6.5 นั้นอยู่ในสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายหรือสีเหลือง

เป้าประสงค์ 6.6 ปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำรวมถึงภูเขา ป่าไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำ แม่น้ำ ชั้นหินอุ้มน้ำ และทะเลสาบภายในปี 2563 ประเทศไทยมีการดำเนินการในการจัดทำแผนเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ข้อมูลในปี 2559 มีพื้นที่ป่าไม้ 102.17 ล้านไร่ หรือ 31.58% ของพื้นที่ประเทศ เพิ่มขึ้นในปี 2561 เป็น 102.48 ล้านไร่ หรือ 31.68% ของพื้นที่ทั้งประเทศ และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 กำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ 40% ของพื้นที่ประเทศภายในปี 2565 เมื่อพิจารณารายงานสถานการณ์พื้นที่ป่าไม้ปี 2565 (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2566) พบว่ามีพื้นที่ป่าไม้ 31.70% เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยยังไม่บรรลุเป้าตามแผน ด้านการบริหารจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรายงานการจัดทำแผนปฏิบัติการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพ พ.ศ. 2560-2564 กำหนดเป้าหมายภายในปี 2563 มีเครื่องมือ/กลไกการบริหารจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำในระดับจังหวัด และภายในปี 2564 มีแผน/มาตรการการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศอย่างน้อย 50% เมื่อพิจารณาจากปี 2552 ที่รัฐมนตรีประกาศกำหนดให้มีพื้นที่ชุ่มน้ำรวม 22,885,100 ไร่ หรือ 6.75% ของพื้นที่ประเทศ ข้อมูลในปี 2562 พบว่าประเทศไทยมีการขึ้นทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (Ramsar site) 14 แห่ง พื้นที่ 2,498,211 ไร่ การประกาศใช้พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 ทำให้พื้นที่ชุ่มน้ำถูกกำหนดให้อยู่ภายใต้กฎหมายฉบับนี้ด้วย และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องดำเนินการบริหารจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำนอกเขตพื้นที่อนุรักษ์ในเขตรับผิดชอบของตนเอง จากรายงานข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำมีอยู่ในระดับท้องถิ่นจำนวน 47,337 แห่ง อย่างไรก็ตามยังพบว่าด้านการมีส่วนร่วมและบูรณาการระหว่างภาคส่วนต่างๆ อยู่ในระดับต่ำ ขาดการส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน ภาคเอกชน และหน่วยงานในพื้นที่โดยเฉพาะองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ทำให้ความพร้อมของประเทศไทยในการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในเป้าประสงค์ที่ 6.6 นั้นอยู่ในสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายระดับเสี่ยงหรือสีส้ม

เป้าประสงค์ 6.a ขยายความร่วมมือระหว่างประเทศและการสนับสนุนการเสริมสร้างขีดความสามารถให้แก่ประเทศกำลังพัฒนาในกิจกรรมและแผนงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำและสุขอนามัย ซึ่งรวมถึงด้านการเก็บน้ำ การขจัดเกลือ การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการน้ำเสีย เทคโนโลยี การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ การดำเนินงานของประเทศไทยเมื่อเทียบกับปี 2559 ด้านองค์ความรู้นั้นยังอยู่ในแวดวงของหน่วยงานที่จำกัด โดยเฉพาะการดำเนินการตาม ODA ในการให้ความช่วยเหลือทางการเงินต่อประเทศอื่นที่ด้อยพัฒนาและการรับความช่วยเหลือทางการเงินจากประเทศอื่นที่พัฒนาแล้ว ขณะที่หน่วยงานอื่นยังมีความเข้าใจในประเด็นดังกล่าวน้อย ทำให้มีเพียงหน่วย

กระทรวงการต่างประเทศกระทรวงเดียวที่ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูล แต่ยังขาดการประสานงานกับหน่วยงานหรือกระทรวงอื่นที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามในระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีความร่วมมือ กับองค์กรระหว่างประเทศด้านการบริหารจัดการน้ำ เช่น องค์กรความร่วมมือระหว่างประเทศเยอรมัน (GIZ) แผนความร่วมมือระหว่างประเทศทั้งในภูมิภาคลุ่มน้ำโขง (GMS) และความร่วมมือกรรมาธิการแม่น้ำโขง (MRC) รวมถึงการให้ความช่วยเหลือทางการเงินและวิชาการ เทคโนโลยีแก่ประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ประเทศลาว และกัมพูชา เป็นต้น นอกจากนี้สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติได้ขับเคลื่อนเรื่องการสร้างความร่วมมือระหว่างประเทศเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เช่น การเข้าร่วมเป็นสมาชิกสภาน้ำแห่งเอเชีย หรือ Asia Water Council (AWC) เป็นองค์กรด้านน้ำระดับภูมิภาคเอเชีย ที่มุ่งเน้นการถ่ายทอดปัญหาและการแก้ไขปัญหาที่เป็นรูปธรรมด้านน้ำ และผลักดันให้วาระเรื่องน้ำของภูมิภาคเอเชียเป็นที่ตระหนักของเวทีระดับโลก จากข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดทำให้สถานการณ์พัฒนาที่ยังยืนเป้าประสงค์ที่ 6.a นั้นอยู่ในสถานะบรรลุเป้าหมายหรือสีเขียว

เป้าประสงค์ 6.b สนับสนุนและเพิ่มความเข้มแข็งในการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการจัดการน้ำและสุขอนามัย พิจารณาจากข้อมูลการดำเนินงานของประเทศตั้งแต่ปี 2559 พบว่าความพร้อมของประเทศไทยยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการมีส่วนของภาคส่วนต่างๆ การดำเนินงานที่ผ่านมาเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำจึงขึ้นอยู่กับหน่วยงานส่วนกลางและส่วนภูมิภาคเป็นหลัก มีเพียงการดำเนินงานด้านการจัดการสุขอนามัยที่ประสบความก้าวหน้าจากข้อมูลที่กระทรวงสาธารณสุขรายงานและการดำเนินงานพัฒนาคุณภาพระบบบริการอนามัยสิ่งแวดล้อมองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (EHA) ซึ่งปี 2557-2562 มี อปท. สมัครเข้าร่วมจำนวน 1,015 แห่ง และผ่านการประเมินคุณภาพ 957 แห่ง อย่างไรก็ตามหลังจากมีพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 ขึ้นและกฎหมายกำหนดให้มีองค์กรผู้ใช้น้ำเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำ รวมถึงการจัดทำแผนแม่บทการบริหารจัดการน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) กำหนดให้ชุมชน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและภาคส่วนต่างๆ เข้ามามีส่วนร่วมการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ท้องถิ่นของตนเอง จึงเป็นการขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6.b ให้ก้าวหน้าขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดทำให้สถานการณ์พัฒนาที่ยังยืนเป้าประสงค์ที่ 6.b นั้นอยู่ในสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายหรือสีเหลือง

ตาราง 1 สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 ตามเป้าประสงค์ (Targets), ตัวชี้วัด (Indicators), และหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Custodian agencies) ของประเทศไทย

เป้าประสงค์	ตัวชี้วัด	สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืน	แหล่งข้อมูล
6.1 บรรลุเป้าหมายการให้ทุกคนเข้าถึงน้ำดื่มที่ปลอดภัยและมีราคาที่สามารถซื้อหาได้ภายในปี 2573	ร้อยละของประชากรที่ใช้บริการน้ำดื่มที่ได้รับการจัดการอย่างปลอดภัย	สีส้ม (ค่าเฉลี่ยครัวเรือนมีน้ำผ่านเกณฑ์บริโภคได้ปี 2559 48.3% ปี 2565 ลดลงเหลือ 34.40%), ครัวเรือนในชนบทมีน้ำสะอาดดื่มพอเพียงตลอดปี ปี 2564 ร้อยละ 96.93	กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงมหาดไทย กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติฯ

ตาราง 1 สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 ตามเป้าประสงค์ (Targets), ตัวชี้วัด (Indicators), และหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Custodian agencies) ของประเทศไทย (ต่อ)

เป้าประสงค์	ตัวชี้วัด	สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืน	แหล่งข้อมูล
6.2 บรรลุเป้าหมายการให้ทุกคนเข้าถึงสุขอนามัยที่พอเพียงและเป็นธรรมและยุติการขับถ่ายในที่โล่ง โดยให้ความสนใจเป็นพิเศษต่อความต้องการของผู้หญิง เด็กหญิง และกลุ่มที่อยู่ใต้สถานการณ์ที่เปราะบาง ภายในปี 2573	ร้อยละของประชากรที่ใช้บริการสุขอนามัยได้รับการจัดการอย่างปลอดภัย รวมถึงการอำนวยความสะดวกในการล้างมือด้วยสบู่และน้ำ	สีเหลือง (ครัวเรือนมีส้วมถูกสุขอนามัยใช้ปี 2558-2559 ร้อยละ 97.2 ปี 2565 ร้อยละ 90.42)	กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงมหาดไทย
6.3 ยกระดับคุณภาพน้ำโดยลดมลพิษ ขจัดการทิ้งขยะและลดการปล่อยสารเคมีและวัสดุอันตราย ลดสัดส่วนน้ำเสียที่ไม่ผ่านกระบวนการลงครึ่งหนึ่ง และเพิ่มการน้ำกลับมาใช้ใหม่ทั่วโลกภายใน ปี 2573	6.3.1 ร้อยละของจำนวนประชากรที่ใช้ส้วมถูกสุขลักษณะ 6.3.2 ร้อยละของตัวของน้ำ (เช่น มหาสมุทร ทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ ธารน้ำ คลอง หรือสระน้ำ) ที่มีคุณภาพน้ำโดยรอบที่ดี	สีส้ม (ปี 2565 คุณภาพแหล่งน้ำผิวมีค่า WQI อยู่ในเกณฑ์ดีร้อยละ 43 พอใช้ร้อยละ 41 และเสื่อมโทรมร้อยละ 16), น้ำเสียจากชุมชนปี 2562 บำบัดได้เพียง 3.8 ลบม/วัน, น้ำเสียจากอุตสาหกรรมปี 2562 ยังมีการปล่อยทิ้งออกจากโรงงาน 1.2 ลบม./วัน	กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงมหาดไทย กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติฯ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ กระทรวงอุตสาหกรรม
6.4 เพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำในทุกภาคส่วนและสร้างหลักประกันว่าจะมีการใช้น้ำและจัดหาน้ำที่ยั่งยืนเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำและลดจำนวนประชาชนที่ประสบความทุกข์จากการขาดแคลนน้ำภายในปี 2573	6.4.1 ร้อยละความเปลี่ยนแปลงของการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพตลอดทุกช่วงเวลา 6.4.2 ร้อยละของปริมาณน้ำที่สามารถใช้ประโยชน์ถูกใช้ไปโดยนำความต้องการน้ำของสิ่งแวดล้อมมาพิจารณาร่วมด้วย	สีส้ม (มีความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้น 9,780.92 ล้านลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็นด้านเกษตร 51.21% การรักษาระบบนิเวศ 32.44% อุปโภคบริโภค 10.92% และอุตสาหกรรม 5.43%, ค่าประสิทธิภาพการใช้เพิ่มขึ้นจาก 6.95 ดอลลาร์สหรัฐต่อลูกบาศก์เมตรในปี 2559 เพิ่มเป็น 7.40 ดอลลาร์สหรัฐต่อลูกบาศก์เมตรในปี 2561)	สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ กระทรวงมหาดไทย กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติฯ กระทรวงเกษตรฯ

ตาราง 1 สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 ตามเป้าประสงค์ (Targets), ตัวชี้วัด (Indicators), และหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Custodian agencies) ของประเทศไทย (ต่อ)

เป้าประสงค์	ตัวชี้วัด	สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืน	แหล่งข้อมูล
6.5 ดำเนินการบริหารจัดการน้ำแบบองค์รวมในทุกระดับ รวมถึงผ่านทางความร่วมมือระหว่างเขตแดนตามความเหมาะสมภายในปี 2573	6.5.1 ระดับการดำเนินงานการจัดการทรัพยากรน้ำแบบบรูณาการ IWRM (0-100) 6.5.2 สัดส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำที่ข้ามเขตแดนมีการจัดการดำเนินงานเพื่อความร่วมมือด้านน้ำ	สีเหลือง (ประเมินงานด้านการจัดการทรัพยากรน้ำแบบบรูณาการ IWRM (0-100) พบว่าประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ย 53 คะแนนจาก 100 คะแนน จัดอยู่ในสถานะระดับปานกลาง-สูง), ขาดมาตรการทางกฎหมายระหว่างประเทศเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำข้ามแดน	สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ กรรมการน้ำแห่งชาติ (กนช.) กระทรวงการต่างประเทศ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติฯ กระทรวงเกษตรฯ
6.6 ปกป้องและฟื้นฟูระบบนิเวศ ที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำรวมถึงภูเขา ป่าไม้ พื้นที่ชุ่มน้ำ แม่น้ำ ชั้นหินอุ้มน้ำและทะเลสาบภายในปี 2563	ร้อยละการเปลี่ยนแปลงในบริบทของระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับน้ำทุกระยะเวลา	สีส้ม (ปี 2559 มีพื้นที่ป่าไม้ 31.58% ของพื้นที่ประเทศ เพิ่มขึ้นในปี 2561 เป็น 31.68% ของพื้นที่ทั้งประเทศ ,แผนพัฒนาเศรษฐกิจฯฉบับที่ 12 กำหนดให้มีพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศภายในปี 2565 ข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ปี 2565 มีพื้นที่ป่าไม้ 31.70%, พื้นที่ชุ่มน้ำรวม 22,885,100 ไร่ (6.75%) ของพื้นที่ประเทศ ข้อมูลในปี 2562 ประเทศไทยมีการขึ้นทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระหว่างประเทศ (Ramsar site) 14 แห่ง พื้นที่ชุ่มน้ำในท้องถิ่น 47,337 แห่ง	กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติฯ สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ กระทรวงมหาดไทย

ตาราง 1 สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 ตามเป้าประสงค์ (Targets), ตัวชี้วัด (Indicators), และหน่วยงานที่รับผิดชอบ (custodian agencies) ของประเทศไทย (ต่อ)

เป้าประสงค์	ตัวชี้วัด	สถานะการพัฒนาที่ยั่งยืน	แหล่งข้อมูล
6.a ขยายความร่วมมือระหว่างประเทศและการสนับสนุนการเสริมสร้างขีดความสามารถให้แก่ประเทศกำลังพัฒนาในกิจกรรมและแผนงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำและสุขอนามัย ซึ่งรวมถึงด้านการเก็บน้ำ การขจัดเกลือ การใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการน้ำเสีย เทคโนโลยีการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่	ปริมาณน้ำและสุขอนามัยที่เกี่ยวข้องกับเงินช่วยเหลือเพื่อการพัฒนาอย่างเป็นทางการ (Official Development Assistance-ODA) ที่เป็นส่วนหนึ่งของแผนบูรณาการการใช้จ่ายของรัฐบาล	สีเขียว (ประเทศไทยมีความร่วมมือกับองค์กรระหว่างประเทศด้านการบริหารจัดการน้ำ การให้ความช่วยเหลือประเทศเพื่อนบ้านด้านการสนับสนุนเงิน ทุน วิชาการและเทคโนโลยี)	สำนักงานทรัพยากรน้ำฯ กระทรวงการต่างประเทศ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติฯ
6.b สนับสนุนและเพิ่มความเข้มแข็งในการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการจัดการน้ำและสุขอนามัย	ร้อยละของหน่วยงานบริหารท้องถิ่นที่จัดตั้งและวางนโยบาย ปฏิบัติการ และวิธีการดำเนินงานเพื่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในเรื่องการจัดการน้ำและสุขอนามัย	สีเหลือง (EHA ปี 2557-2562 มี อปท. สมัครเข้าร่วมจำนวน 1,015 แห่ง ผ่านการประเมินคุณภาพ 957 แห่ง), พระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 กำหนดให้มีองค์กรผู้ใช้น้ำเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการน้ำ, แผนแม่บทการบริหารจัดการน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580)	กระทรวงมหาดไทย กระทรวงสาธารณสุข สำนักงานทรัพยากรน้ำฯ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติฯ

การประเมินสถานะ มาตรการด้านเศรษฐกิจ สังคม และกฎหมายที่ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพบว่ามีการดำเนินการในนโยบายระดับชาติเกี่ยวกับยุทธศาสตร์และการพัฒนาได้แก่ แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) เป็นแนวทางหรือการกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านต่างๆ ของประเทศโดยเฉพาะประเด็นเศรษฐกิจที่เป็นกลไกในการขับเคลื่อนการทำงานพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ แผนการปฏิรูปประเทศ 11 ด้าน ตามที่รัฐธรรมนูญแห่งประเทศไทย ปี 2560 แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) แผนการปฏิรูปประเทศด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเรื่องทรัพยากรน้ำ แผนยุทธศาสตร์ การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 12 ปี (พ.ศ. 2558-2569) ซึ่งเป็นแผนแม่บทที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปดำเนินการจัดทำเป็นแผนยุทธศาสตร์และแผนปฏิบัติการของกระทรวง ทบวง กรมต่างๆ เช่น แผนยุทธศาสตร์กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560-2564 แผนแม่บทการจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ (พ.ศ. 2559-2564) แผนแม่บทการพัฒนา

ส้วมสาธารณะของไทย ระยะที่ 4 พ.ศ. 2560-2564 แผนยุทธศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (พ.ศ. 2560-2564) แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560-2564 แผนวิสาหกิจองค์การจัดการน้ำเสีย พ.ศ. 2560-2564 ยุทธศาสตร์กรมป่าไม้ พ.ศ. 2559-2564 เป็นต้น และแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ส่วนมาตรการทางกฎหมายพบว่ามีกฎหมายหลายฉบับที่เกี่ยวข้องกับการจัดทรัพยากรน้ำและสุขอนามัยที่ดี โดยเฉพาะพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 ที่ประกาศใช้ในราชกิจจานุเบกษา และมีการดำเนินการจัดตั้งหน่วยงานใหม่ขึ้นมารองรับเพื่อเป็นกลไกกลางในการประสานงานสำหรับบริหารจัดการทรัพยากรน้ำทั้งระบบของประเทศคือสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ

อภิปรายผลการวิจัย

สถานการณ์การพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 การจัดการน้ำและสุขาภิบาลของประเทศไทย พ.ศ. 2559-2565 ตามเป้าประสงค์ (Targets) ตัวชี้วัด (Indicators) และหน่วยงานที่รับผิดชอบ (custodian agencies) ของประเทศไทยยังอยู่ในสถานะที่ต้องดำเนินงานอย่างเร่งด่วน เนื่องจากเป้าประสงค์ย่อยมีการบรรลุเป้าหมายเพียงเป้าประสงค์เดียวคือ 6.a ส่วนเป้าประสงค์อื่นอยู่เกณฑ์ต่ำกว่าค่าเป้าหมายและต่ำกว่าค่าเป้าหมายระดับเสี่ยง ที่คล้ายคลึงกับสถานการณ์ของประเทศอินเดียที่พบว่าการพัฒนายั่งยืนเป้าหมายที่ 6 รัฐต้องใส่ใจและกำหนดนโยบายเพื่อการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้น (Biswas et al., 2022) ดังนั้นแผนการขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนสำหรับประเทศไทย (Thailand's SDG Roadmap) จึงต้องมีกลไกการทำงานโดยมีการแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน และคณะกรรมการชุดดังกล่าวมีมติเห็นชอบในการประชุมวันที่ 19 ธันวาคม 2562 ครอบคลุมการดำเนินการใน 6 ด้านหลัก ได้แก่ (1) การสร้างการตระหนักรู้ (2) การเชื่อมโยงเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนกับแผน 3 ระดับของประเทศ (3) กลไกการขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืน (4) การดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (5) ความร่วมมือกับภาคีการพัฒนา และ (6) การติดตามประเมินผลการขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564) และกระบวนการขับเคลื่อนเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนจำเป็นต้องมีการปฏิบัติการในระดับพื้นที่ชุมชนขึ้นมาถึงระดับชาติ โดยการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย พ.ศ. 2566 มุ่งเน้นความสำคัญกับการขับเคลื่อนเป้าหมาย SDGs ในระดับพื้นที่ (SDG Localization) คือ การนำ SDGs เข้าไปเป็นกรอบและเป้าหมายในการพัฒนาระดับพื้นที่เพื่อเชื่อมโยงความรู้ไปสู่นโยบายอย่างมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนและจัดทำข้อเสนอต่อระดับนโยบายในรูปแบบรายงานการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย พ.ศ. 2566 (สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ (IHPP) และคนอื่นๆ, 2566) ขณะเดียวกันต้องคำนึงถึงปัจจัยที่อาจมีผลกระทบอื่นๆ หรือข้อจำกัดทางธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปฏิสัมพันธ์ของการใช้น้ำกับเป้าหมายอื่น และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้น้ำด้วย (Milan, 2017)

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัยสถานการณ์การพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 การจัดการน้ำและสุขาภิบาลของประเทศไทย พ.ศ. 2559-2565 ตามวัตถุประสงค์ที่ 1 การสำรวจสถานะการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 ตามเป้าประสงค์ (Targets) ตัวชี้วัด (Indicators) และหน่วยงานที่รับผิดชอบ (Custodian agencies) พบว่ามีเพียงเป้าประสงค์ 6.a ที่มีสถานะบรรลุเป้าหมาย 100% หรือสีเขียว เป้าประสงค์ 6.2, 6.5 และ 6.b ที่มีสถานะต่ำกว่าค่าเป้าหมายสถานการณ์อยู่ในช่วง 76-99% หรือสีเหลือง และเป้าประสงค์ 6.1, 6.3, 6.4 และ 6.6 อยู่ในสถานะต่ำกว่า

ค่าเป้าหมายระดับเสี่ยงสถานการณ์อยู่ในช่วง 51-75% ของค่าเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ที่ 2 การประเมินสถานะมาตรการด้านเศรษฐกิจ สังคม และกฎหมายที่ภาครัฐและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามเป้าประสงค์ และตัวชี้วัดพบว่ามีการจัดทำแผนพัฒนาของประเทศทั้งมาตรการด้านเศรษฐกิจและสังคม เช่น แผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ แผนแม่บทด้านการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม และแผนแม่บทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำแห่งชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) เพื่อใช้เป็นกลไกในการขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืนเป้าหมายที่ 6 และมาตรการทางกฎหมายมีการตราพระราชบัญญัติทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2561 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของประเทศ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องดำเนินการแก้ไขเป้าหมายที่ยังไม่บรรลุตามเกณฑ์ชี้วัด โดยเป้าหมายที่อยู่ในช่วงเกณฑ์สีเหลืองควรมีมาตรการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับนิยามความหมายของเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนให้กับภาคส่วนต่างๆ ทั้งภาครัฐ ภาคชุมชน/ประชาสังคม ภาคเอกชน และภาคส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความร่วมมือในการสร้างกระบวนการพัฒนาที่ยั่งยืนไปสู่ความสำเร็จ และเป้าหมายที่อยู่ในเกณฑ์สีส้มหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบการจัดทำรายงานเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศต้องนำเอากลไกแผนการขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนสำหรับประเทศไทย (Thailand’s SDG Roadmap) ไปสร้างความร่วมมือกับภาคส่วนต่างๆ ทั้งภาครัฐ เอกชน ประชาชนและภาคประชาสังคมในการนำมาตรการทั้งการสร้างการตระหนักรู้, การเชื่อมโยงเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนกับแผน 3 ระดับของประเทศ, กลไกการขับเคลื่อนการพัฒนาที่ยั่งยืน, การดำเนินงานเพื่อบรรลุเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน, ความร่วมมือกับภาคีการพัฒนา และการติดตามประเมินผลการขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนทั้งในระดับชาติ และระดับพื้นที่ (SDGs localization)

2.ควรมีนโยบายและมาตรการการส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในกระบวนการพัฒนาที่ยั่งยืนของเป้าหมายต่างๆ โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 6 เพื่อสร้างการมีส่วนร่วม สร้างความเข้มแข็งและสร้างความรับผิดชอบร่วมกันอันเป็นพื้นฐานของการพัฒนาที่ยั่งยืนซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จที่ยั่งยืนต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาประเด็นการเข้าถึงน้ำและสุขอนามัยของกลุ่มคนด้อยโอกาสหรือกลุ่มเปราะบางในสังคมไทยว่ามีการเข้าถึงเป็นอย่างไร มีเงื่อนไขที่เป็นอุปสรรคหรือสนับสนุนอย่างไร รวมถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการเข้าถึงน้ำและสุขอนามัยของประชาชนในพื้นที่ต่างๆ

2. ศึกษาแนวทางการบริหารจัดการน้ำและสุขอนามัยแบบมีส่วนร่วมของภาคส่วนต่างๆ ทั้งในระดับพื้นที่หรือการขับเคลื่อนเป้าหมาย SDGs ในระดับพื้นที่ (SDG Localization) ระดับประเทศ และการบริหารจัดการน้ำข้ามพรมแดน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยและขอขอบคุณคณะทำงานชุดโครงการประสานงานการวิจัยเพื่อสนับสนุนการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG Move) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ให้คำแนะนำและสนับสนุนการทำงานโครงการวิจัยนี้จนประสบความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2566). *รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2565*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมอนามัย. (2564). *รายงานสถานการณ์อนามัยสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2563*. กระทรวงสาธารณสุข. https://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER17/DRAWER002/GENERAL/DATA0004/00004106.PDF

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2558). *เป้าหมายการพัฒนาแห่งสหัสวรรษ 2558: MDGs THAILAND 2015*. https://social.nesdc.go.th/social/Portals/0/Documents/MDG%20Thailand%2020150825_2285.pdf

สำนักงานพัฒนานโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ (IHPP), ศูนย์วิจัยและสนับสนุนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDG Move) และวิทยาลัยพัฒนศาสตร์ ป๋วยอึ๊งภากรณ์. (2566). *รายงานการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทยจากเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างภาคส่วนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย พ.ศ. 2566*. https://drive.google.com/drive/folders/1oi1NJLZ5fR4V_hmrrpKYvcbzEENpDfhX?fbclid=IwAR0xBjGqsoozg2BpSM_5BO8KvWtXOsYZU6FqoCRpUe7rvl_CBEYZI_q3VBs

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2564). *รายงานความก้าวหน้าเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศไทย พ.ศ. 2559-2563*. https://sdgs.nesdc.go.th/wp-content/uploads/2021/11/Thailands-SDGs-report-2016-2020-book_for-web-1.pdf

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2566). *รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2565*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. https://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER38/DRAWER027/GENERAL/DATA0001/00001639.PDF

Biswas, S., Dandapat, B., Alam, A., & Satpati, L. (2022). India's achievement towards sustainable development goal 6 (Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all) in the 2030 Agenda. *BMC Public Health*, (2022) 22, 2142. https://doi.org/10.1186/s1289-022-14316-0

Ferri, N. (2015). *United Nations: Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development.* Publisher UNDP: Bishkek, Kyrgyzstan.

Milan, B. F. (2017). Clean water and sanitation for all: interactions with other sustainable development goals. *Sustainable Water Resources Management*, 3(4), 479-489.

Sachs, J. D., Lafortune, G., Fuller, G., & Drumm, E. (2023). *Sustainable development report 2023: implementing the SDG stimulus.* Dublin University Press.

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. https://digitallibrary.un.org/record/1654217?v=pdf

ANTIBACTERIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF MUSHROOMS FROM A COMMUNITY ENTERPRISE IN LAMPANG PROVINCE, THAILAND

Received: January 17, 2024
Revised : May 15, 2024
Accepted : June 5, 2024

Pornanan Boonkorn[1], Sastra Ladpala[1], Angkhana Chuajedton[1], Metarin Somboon[1], Anukool Sroikum[1], Kanjanavadee Khumsem[1], Pimkamol Kunakham[1], Jumnian Meesumlee[2], Sarayut Malai[3] and Haruthai Thaisuchat[1*]

[1]Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang, Thailand
[2]Faculty of Agricultural Technology, Lampang Rajabhat University, Lampang, Thailand
[3]Faculty of Industrial Technology, Lampang Rajabhat University, Lampang, Thailand
*corresponding author e-mail: haruth@g.lpru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were to evaluate the antibacterial and antioxidant activities of ethanolic and aqueous extracts of five mushrooms cultivated by a community enterprise in Lampang Province, Thailand. Five mushrooms including *Lentinus edodes*, *Lentinus polychrous*, *Lentinus squarrosulus*, *Pleurotus ostreatus*, and *Dictyophora indusiata* were identified through ITS sequencing analysis. The ethanolic and aqueous extracts of these mushrooms were analyzed using the agar disc diffusion method and the DPPH radical scavenging activity assay, followed by statistical analysis using a one-way analysis of variance (ANOVA). Results showed that the ethanolic extract of *L. squarrosulus* exhibited the antibacterial activity against *Proteus mirabilis* DMST8212, *Enterobacter aerogenes* DMST8841, and *Salmonella typhimurium* DMST562, with clear zone diameters of 12.83 mm, 6.83 mm, and 6.00 mm, respectively. The growth of *Staphylococcus aureus* DMST8840 was inhibited by the ethanolic extracts of *P. ostreatus* and *L. edodes* with clear zone diameters of 6.67 mm and 6.00 mm, respectively. The ethanolic extract of *L. polychrous* inhibited *P. mirabilis* growth, resulting in a clear zone diameter of 11.33 mm. Antioxidant activity varied among species. The highest DPPH radical-scavenging activity was observed in ethanolic *L. edodes* and aqueous *L. polychrous* extracts at 10 mg/ml, with %DPPH reduction values of 92.23% and 96.69% respectively. The IC_{50} values ranged from 4.951 to 7.952 mg/ml for ethanolic extracts, showing significant differences, and from 0.003 to 0.014 mg/ml for aqueous extracts, showing no significant differences. These findings highlight the potential of these mushrooms as natural antibacterial agents and antioxidants, offering opportunities for community enterprises to enhance income and sustainability through value-added products like dietary supplements, medicines, and cosmetics.

Keywords: Edible mushroom, Antibacterial activity, Antioxidant activity, Pathogenic bacteria, DPPH assay

Introduction

Mushrooms are valuable organisms belongs to the kingdom of Fungi. They play a crucial role in ecosystems by acting as natural decomposers and facilitating the cycling of carbon and nutrients. In addition to their environmental importance, mushrooms are an excellent source of food and offer health benefits for humans. Mushroom basidiocarps are typically low in calories but rich in protein and fiber. They contain a wide range of beneficial bioactive substances, providing health-promoting and medicinal properties, including antioxidant, antimicrobial, anticancer, anti-inflammatory, cholesterol lowering and immunostimulatory effects (Kosanić et al., 2012, p.1095; Valverde et al., 2015; Gupta et al., 2019, p.1815; Niazi & Ghafoor, 2021, pp.450-452).

Macromycetes are interestingly an alternative resource of antibiotics to microorganisms. Various both cultured and wild mushrooms have been estimated for their capability to inhibit human pathogenic bacteria especially food-borne bacteria including *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Enterobacter aerogenes*, *Micrococcus luteus*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Klebsiella pneumoniae* and *Pseudomonas aeruginosa*. The ethanolic and water-ethanolic extracts of *P. ostreatus* exhibited high levels of antibacterial activity against *S. aureus*, *Listeria innocua*, *E. coli*, and *S. typhimurium* (Torres-Martínez et al., 2021, p.5). The hydroethanolic extracts of *L. edodes* had a bactericidal effect on *S. aureus*, *Acinetobacter baumannii*, and *E. coli*, with the minimum bactericidal concentration (MBC) equal to the minimum inhibitory concentration (MIC) (20 mg/ml), while *P. ostreatus* only affected *E. coli* at the same level (Machado-Carvalho et al., 2023). The *L. edodes* extract efficiently inhibited all four tested bacteria (*B. cereus*, *S. aureus*, *S. enteritidis*, and *E. coli*) with MIC values of 12.50 mg/ml, 1.56 mg/ml, 100 mg/ml, and 100 mg/ml, respectively (Bach et al., 2019, p.219).

One extensively studied property of mushrooms is their antioxidant activity, which is considered for the utilization of mushrooms in medicinal and cosmetic applications. Three extraction solvents, including aqueous, ethanol, and aqueous-ethanol, had no differing effects on the antioxidant activity of *P. ostreatus* extracts, with DPPH reduction percentages of 89.1%, 91.4%, and 91.1%, respectively (Torres-Martínez et al., 2021, p.6). The ethanolic extract of *P. ostreatus* exhibited antioxidant activity by scavenging free radical DPPH by 21.43% at a concentration of 100 ppm (Egra et al., 2019, p.17). The extract of *L. edodes* presented the strongest DPPH radical scavenging activity (53.90%, and 64.34% at 500 ug/ml for aqueous and 50% ethanol, respectively) compared to three other mushrooms (Boonsong et al., 2016, p.93). The crude polysaccharides extracted from *L. edodes* using hot water exhibited radical scavenging ability with an EC50 value of 0.51 ± 0.05 mg/ml, which was lower compared to a previous report (Muñoz-Castiblanco et al., 2022).

The increasing demand for mushrooms as a health food has led to expanded mushroom production. Among the most widely cultivated mushroom species are *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach, *Lentinus edodes* (Berk.) Pegler, and *Pleurotus* spp. (Rathore et al., 2017, p.36). In Lampang Province, Thailand, there are over 30 community enterprises involved in mushroom production. The commonly cultivated mushrooms in these enterprises include *L. edodes* (Berk.) Pegler, *Lentinus polychrous* Lév, *Lentinus squarrosulus* Mont., *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. and the newly

popular *Dictyophora indusiata* (Vent. Ex Pers.) Fish Phallaceae. Bioactive compounds in mushrooms and their properties are not only dependent on the mushroom species but may also be influenced by environmental factors and other variables such as the substrate, growing conditions, maintenance and harvesting methods (Asri et al., 2019, p.516; Mkhize et al., 2022, pp.1-2). Research from various countries has shown differences in the properties of the same mushrooms. Therefore, mushrooms that are popularly cultivated and consumed in each region should be subjected to bioactivity analysis. The results of this study offer fundamental data regarding future investigations and product development involving mushrooms for the purpose of promoting local economic growth.

Research objective

To evaluate the antibacterial and antioxidant activities of ethanolic and aqueous extracts of five mushrooms cultivated by a community enterprise in Lampang Province, Thailand.

Research methodology

Mushroom samples

The mushroom samples used in the study were obtained from a community enterprise in Lampang Province, where they are a popular and regularly produced mushroom variety. Samples were collected between June and November 2022, targeting both immature and mature fruiting bodies, which were at a generally suitable growth stage for consumption. The sources of the mushrooms are shown in Table 1.

Table 1 Sources of mushrooms

Mushroom Species	Common name / Local name	Source	Latitude Longitude
Lentinus edodes (Berk.) Pegler	Shiitake / Hed Hom	Ban Pang Ma-O Shiitake mushroom group community enterprise, Mae Ta district	18°06'14.9"N 99°38'12.6"E
Lentinus polychrous Lév	- / Hed Lom	Ban Wiang Hong greenhouse mushroom cultivation community enterprise, Mae Moh district	18°24'51.5"N 99°51'34.7"E
Lentinus squarrosulus Mont.	- / Hed Khon Khao	Ban Wiang Hong greenhouse mushroom cultivation community enterprise, Mae Moh district	18°24'51.5"N 99°51'34.7"E
Pleurotus ostreatus (Jacq.) P.	oyster mushroom / Hed Nang Rom	Ban Rong mushroom farming group community enterprise, Ngao district	19°00'08.5"N 99°47'43.5"E

Mushroom Species	Common name / Local name	Source	Latitude Longitude
Dictyophora indusiata (Vent ex. Pers.) Fischer	bamboo mushroom / Hed Yua Phai	Ban Kor Ruak bamboo mushroom group community enterprises, Mae Moh district	18°24'51.5"N 99°51'34.7"E

Internal transcribed spacer (ITS) sequencing for mushroom identification

Molecular identification was conducted using the internal transcribed spacer (ITS) genetic region. Fungal DNA was extracted from approximately 0.1 g of the fruiting body stem using the RBC genomic DNA extraction kit (RBC Bioscience Corp., New Taipei City, Taiwan). The extracted DNA served as a template for PCR amplification, employing Excel Taq 5X PCR Master Dye Mix (SMOBIO Technology, Inc., Hsinchu City, Taiwan) and two universal primers, ITS3 (5'-gCATCgATgAAgAACgCAgC-3') and ITS4 (5'-TCCTCCgCTTATTgATATgC-3') (Thaisuchat et al., 2023, p.541). The PCR reaction was carried out in 25 μl containing 5 μl 5X master mix, 1-3 μl template DNA (100 ng), 1.25 μl of each 10 μM forward (ITS3) and reverse (ITS4) primer and top up with distilled water to reach a total volume of 25 μl. The thermocycling parameters for amplification were 2 minutes at 94 °C for the initial denaturation of template DNA, 30 amplification cycles (30 seconds at 94 °C, 30 seconds at 50-55 °C, and 20 seconds at 72 °C), and 1 minute at 72 °C for the final extension, following the guidelines provided by the manufacturer. The amplified ITS DNA fragments, approximately 400 bp in size, were determined using 1.2% agarose gel electrophoresis. Subsequently, they were purified and sequenced bidirectionally by Macrogen Inc. (Seoul, Korea). The obtained ITS sequences were aligned with known nucleotide sequences in the National Center for Biotechnology Information (NCBI) database (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/) using the BLASTN search option.

Crude extract preparation

Ethanol (80%) and sterilized distilled water were used as solvents for mushroom extraction. The fruiting bodies were dried in an incubator at 45 °C for 12 hours before being sliced into small pieces. Five hundred grams of sliced mushrooms were immersed in a solvent at a ratio of 1:2 (w/v) at 4 °C for 7 days. Subsequently, the solution was filtered with Whatman No.1 filter paper, and the filtrate was collected for further evaporation. The mushroom extract soaked in ethanol was evaporated using a rotary evaporator (Rotavapor R-100, BÜCHI Labortechnik AG, Flawil, Switzerland) at 40-50 °C until a dry crude extract was obtained. The mushroom soaked in distilled water was evaporated using an incubator at 50-60 °C until a dry crude extract was achieved. Ethanolic and aqueous extracts of 5 mushrooms were diluted to a concentration of 250 mg/ml with 80% ethanol and distilled water, respectively. They were stored at 4 °C before being used directly in the agar disc diffusion method or as a stock for dilution in the free radical scavenging assay.

Agar disc diffusion method for antibacterial activity assessment

The antibacterial activity of mushroom extracts was assessed against six pathogenic bacteria using the agar disc diffusion method described by Avcı et al. (2014, p.431) with some modifications. *Escherichia coli* O157:H7 (DMST12743), *Staphylococcus aureus* (DMST8840), *Enterobacter aerogenes* (DMST8841), *Shigella flexneri* (DMST4423), *Proteus mirabilis* (DMST8212) and *Salmonella typhimurium* (DMST562) were cultivated in tryptic soy broth at 37 °C overnight. They were subsequently subcultured into Mueller-Hinton broth and incubated at 37 °C for 2-4 hours to achieve a concentration of $1x10^7$ CFU/ml, determined by measuring the optical density at 600 nm (OD_{600}). A sterile cotton swab was aseptically used to transfer the bacteria onto Mueller-Hinton agar plate. Sterile paper discs (5 mm in diameter) were then saturated with either 10 μl of mushroom extracts or a control solution and placed on the inoculated media. Chloramphenicol (CHL; 10 μg/μl) and the solvent used for diluting mushroom crude extract (80% ethanol and distilled water) were used as positive and negative control, respectively. The Petri dishes were incubated at 37 °C for 24 hours. The experiment was carried out in triplicate, and the radius of the clear inhibition zone was measured and recorded in millimeters.

DPPH free radical scavenging (DPPH) assay for antioxidant activity assessment

The DPPH radical scavenging assay, as described by Avcı et al. (2014, p.430) with some modifications, was carried out to assess the antioxidant activity of mushrooms. All mushroom extracts were prepared using a 5-fold serial dilution, starting from 5 mg/ml and reaching a final concentration of 0.04 mg/ml in separate 10 ml tubes. For each extract, including the 10 mg/ml stock solution, 1.5 ml was mixed with an equal volume of a 0.1 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) solution in ethanol. The mixture was vigorously shaken and allowed to stand in the dark for 30 minutes. The absorbance of the mixture was measured at 517 nm using a UV-visible spectrophotometer (Specord 50 Plus, Analytik Jena AG, Jena, Germany). Ethanol served as the blank, while ascorbic acid was used as the standard. The ability to scavenge the DPPH radical was calculated using the following formula:

$$\%DPPH\ reduction = (Ac–As/Ac) \times 100$$

Where Ac and As represent the absorbance of the control reaction (containing all reagents except the extract sample) and the absorbance of the extract sample, respectively. The IC_{50} value (mg/ml) of DPPH scavenging activity was determined at the concentration where the extract showed 50% scavenging activity against DPPH, derived from the standard curve plotted between %DPPH reduction and the concentration. Ascorbic acid was used as a standard to compare the free radical scavenging capability of the sample.

Statistical analysis

The experimental configuration followed a completely randomized design (CRD) methodology. A one-way analysis of variance (ANOVA) was performed on the data using the SPSS software (version 29). With a confidence interval of 95%, significant differences between treatments were ascertained utilizing Duncan's multiple range tests.

Results

Mushroom identification

PCR yielded the ITS sequences of five mushrooms with a size range of 300-450 bp. With percentage similarity of 100%, 100%, 98%, 100%, and 95% match on GenBank, they were identified as *Lentinus edodes* (MN622792.1), *Lentinus polychrous* (KP283487.1), *Lentinus squarrosulus* (OR826100.1), *Pleurotus ostreatus* (OQ947058.1), and *Dictyophora indusiata* (HQ414538.1), respectively.

Mushroom extract yield (%)

The highest extract yield was found in *L. edodes* at percentages of 2.50 and 2.68 from ethanol and aqueous extraction, respectively. The ethanolic extract yields of the other four species ranged from 0.48% to 0.59%, while their aqueous extract yields ranged from 0.95% to 1.34%. Aqueous extraction methods for all mushrooms yielded higher dry extracts than ethanol extraction.

Antibacterial activity of mushroom extract

The ethanolic extract of *L. squarrosulus* exhibited the best antibacterial activity against *E. aerogenes* (6.83 mm), *P. mirabilis* (12.83 mm) and *S. typhimurium* (6.00 mm) (Table 2). The *L. edodes* and *P. ostreatus* extracts only inhibited one bacterial species, *S. aureus*, with clear zone of 6.00 and 6.67 mm, respectively. *L. polychrous* demonstrated a slightly lower zone of inhibition against *P. mirabilis* (11.33 mm) compared to *L. squarrosulus*. *E. coli* O157:H7 and *S. flexneri* showed no sensitivity to any of the tested extracts. None of the aqueous extracts from the mushrooms showed antibacterial activity against the tested bacterial species.

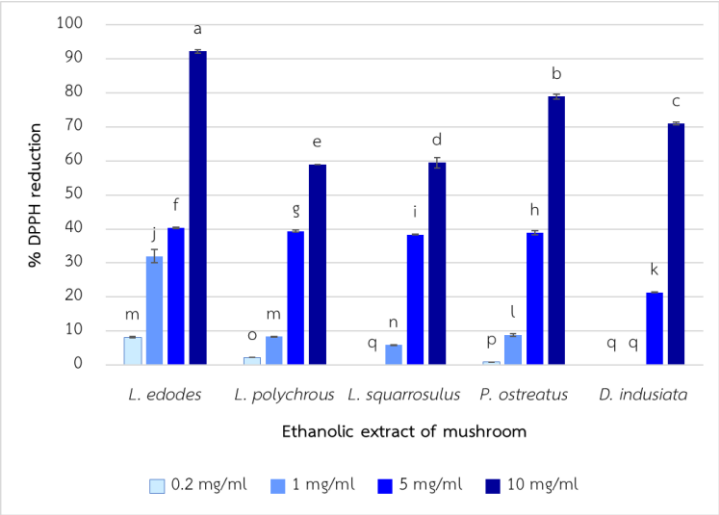
Table 2 Inhibition zone (mm) of ethanolic extracts of mushrooms against pathogenic bacteria

Mushroom /Control	*E. coli* O157:H7	*S. aureus*	*E. aerogenes*	*S. flexneri*	*P. mirabilis*	*S. typhimurium*
L. edodes	ni	6.00±0.41[f]	ni	ni	ni	ni
L. polychrous	ni	ni	ni	ni	11.33±1.25[c]	ni
L. squarrosulus	ni	ni	6.83±0.47[e]	ni	12.83±0.47[b]	6.00±0.00[f]
P. ostreatus	ni	6.67±0.24[ef]	ni	ni	ni	ni
D. indusiata	ni	ni	ni	ni	ni	ni
Solvent (C-)	ni	ni	ni	ni	ni	ni
CHL (C+)	12.67±0.85[b]	12.33±0.62[b]	10.17±0.47[d]	7.17±0.24[e]	6.83±0.62[e]	17.00±0.82[a]

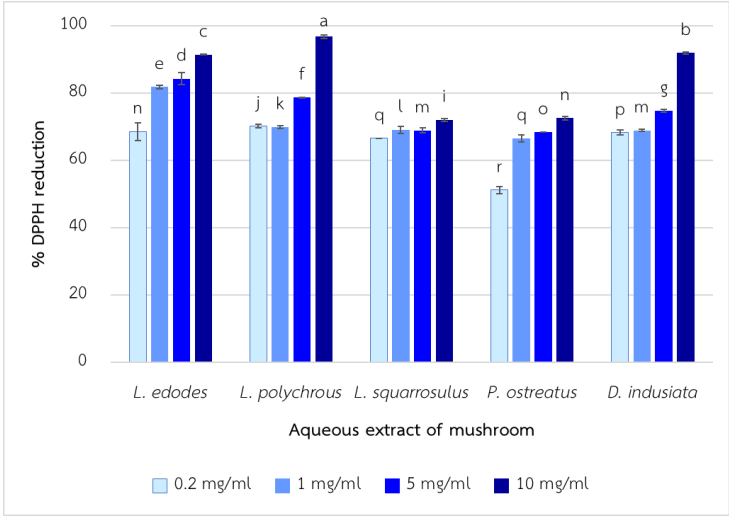
ni = no inhibition found; Values with the same letters are not statistically different (P>0.05) according to Duncan's multiple range test.

Antioxidant activity of mushroom extract

All mushroom extracts exhibited antioxidant activity, and the DPPH free radicals were more effectively scavenged at higher extract concentrations. At the highest concentration tested (10 mg/ml), the ethanolic and aqueous extracts of mushrooms showed %DPPH reduction within the range of 59.01-92.23% and 72.02-96.69%, respectively (Fig 1). The most potential antioxidant activity was observed in the ethanolic extract of *L. edodes* following by *P. ostreatus*, *D. indusiata*, *L. squarrosulus* and *L. polychrous*. The aqueous extract of *L. polychrous* exhibited the highest antioxidant activity, followed by *D. indusiata*, *L. edodes*, *P. ostreatus* and *L. squarrosulus*. The IC_{50} values varied from 4.951-7.952 mg/ml and from 0.003-0.014 mg/ml for ethanolic and aqueous extracts, respectively (Table 3). Among the mushroom samples tested, significant different in IC_{50} values were found in the ethanolic extract but not in the aqueous extract.



A



B

Fig 1 The DPPH free radical scavenging activity of ethanolic (A) and aqueous (B) extracts of mushrooms Error bars present means and SD, respectively, from triplicate samples. Values with the same letters are not significantly different (P>0.05) according to Duncan's multiple range test.

Table 3 The IC_{50} values (mg/ml) against DPPH of ethanolic and aqueous extract of mushrooms

Mushroom /Standard	Ethanolic extract	Aqueous extract
L. edodes	4.951 ± 0.01^{e}	0.004 ± 0.00^{h}
L. polychrous	7.932 ± 0.00^{b}	0.003 ± 0.00^{h}
L. squarrosulus	7.952 ± 0.01^{a}	0.012 ± 0.00^{h}
P. ostreatus	6.318 ± 0.01^{d}	0.014 ± 0.00^{h}
D. indusiata	7.745 ± 0.01^{c}	0.004 ± 0.00^{h}
Ascorbic acid	3.350 ± 0.01^{f}	0.057 ± 0.00^{g}

Values with the same letters are not statistically different (P>0.05) according to Duncan's multiple range test.

Discussion

Aqueous extracts of all mushrooms consistently yielded higher results compared to ethanol solvents. This may be attributed to the higher content of polar components such as proteins, as well as essential amino acids, in the mushrooms (Al Azad and Ai Ping, 2021, p.291).

Lentinus mushroom have been shown to possess antibacterial properties. Extracts from two species of *Lentinus* mushroom exhibited promising antibacterial activities against four pathogenic bacteria: *B. subtilis*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *S. aureus*. The methanolic extract of the mycelium showed a higher inhibition zone at the highest concentration (50 mg/ml) against *B. subtilis* (20.33 mm) and *S. aureus* (14.16 mm) (Dutta et al., 2023). Sutthisa and Chaiyacham (2022, p.444) reported that ethanolic extract of *L. squarrosulus* mycelia was effectively inhibited *B.*

cereus at the highest concentration. However, the basidiocarp extract, at all concentrations, was unable to inhibit the growth of *E. coli*, *S. aureus*, *Bacilllus cereus* and *P. aeruginosa*. *L. edodes* extract demonstrated greater efficiency against all tested bacteria, particularly gram-positive bacteria (Bach et al., 2019, pp.218-219). This finding aligns with a review by Alves et al. (2012, p.1707), which reported *L. edodes* broad antimicrobial activity against both gram-positive and gram-negative bacteria. However, it contrasts with the results of this study where only *S. aureus* was susceptible to *L. edodes*. *L. edodes* extract has been reported to exhibit excellent antibacterial activity against Gram-positive bacteria such as *S. aureus* and *B. subtilis*, but not against *E. coli*. Inhibiting Gram-negative bacteria poses a challenge for different extracts because they contain lipopolysaccharide components on the outer peptidoglycan layer, making the cell walls water-resistant to lipophilic solutes (Dutta et al., 2023).

In the current study, *P. ostreatus* exhibited weak inhibition, primarily against *S. aureus*. This contrasts with the findings of Chaiharn et al. (2018, p.1720), who reported that the ethanolic extract of *P. ostreatus* displayed antibacterial activity against several strains, including *B. cereus*, *E. aerogenes*, *P. vulgaris* and *S. typhimurium*, but not *S. aureus* and *E. coli* using the disc diffusion method. The growth of *S. typhimurium*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, and *B. cereus* was inhibited by the methanolic extract of *P. ostreatus* (Fogarasi et al., 2020, p.6). Brazkova et al. (2022) revealed that pleuran, the most studied polysaccharides, specifically the water-insoluble (1–3)-ß-d-glucan obtained from *P. ostreatus*, exhibit numerous medicinal activities, including antibacterial properties.

D. indusiata has been previously reported to possess numerous biological activities and has found extensive use in traditional medicine, functional foods, and skincare products. The hot aqueous extract from *D. indusiata* exhibited the ability to inhibit the growth of both bacteria and fungi used as indicator organisms, demonstrating a broad-spectrum antimicrobial activity at a concentration of 200 mg/ml (Oyetayo et al., 2009, p.25). However, in the present study, *D. indusiata* did not show any antibacterial activity.

Mushrooms contain numerous natural active agents against gram-positive and gram-negative bacteria. Antimicrobial compounds from mushrooms have been reported such as proteins and peptides (plectasin and peptaibol), terpenes and sesquiterpenes, steroids, organic acid (oxalic acid and gallic acid) benzoic acid derivatives, ribonuclease, fraction B (Alves et al., 2012, p.1712; Bach et al., 2019, p.219; Huguet et al., 2022). While mushrooms contain antimicrobial compounds, the efficacy of mushroom extracts in inhibiting microorganisms may depend on various factors, such as mushroom species, mushroom parts used, mushroom cultivation, extraction methods, testing methods, and the evaluation of test results (Asri et al., 2019, p.516; Mkhize et al., 2022, pp.1-2).

No antibacterial activity was detected in the aqueous extracts of all mushrooms. Similarly, previous research has shown that aqueous extracts of both wild edible and non-edible mushrooms

exhibited the lowest level of antibacterial activity, whereas ethanolic extracts demonstrated the strongest activity. It has been suggested that the active compounds within mushrooms may dissolve more effectively in organic solvents than in aqueous solvents (Reid et al., 2016, p.983). In contrast, the hot water extraction of wild mushrooms displayed better antimicrobial activity against all tested organisms when compared to 70% ethanol and chloroform extractions (Gebreyohannes et al., 2019). The aqueous extract of *P. ostreatus* inhibited the growth of *B. cereus* with an MIC value of less than 170 mg/ml (Aramsirirujiwet et al., 2016, p.595). The aqueous extract of *P. squarrosolus* showed the highest antimicrobial activity against *S. aureus* when compared with ethanol (Nwachukwu and Uzoeto, 2010, p. 2463). Although there are variations in the antibacterial activity of mushrooms extracted using aqueous methods, water is the preferred solvent since it is readily available, inexpensive, and non-toxic.

The antioxidant activity of four *Lentinus* mushrooms in Thailand was investigated by Rungprom (2018, pp. 75-80). The study revealed that the ethanolic extracts of *L. edodes*, *L. polychrous* and *L. squarrosulus* (at a concentration of 10 mg/ml) exhibited % DPPH inhibition levels of approximately 35%, 65% and 81%, respectively. Furthermore, the metnanolic extracts of *L. edodes* and *L. squarrosulus* mycelium, at a concentration of 0.5 mg/ml, displayed the highest % DPPH reduction at 53.37 and 70.37 %, respectively (Jiamworanunkul, 2019, p.216). These findings did not align with the results of this study, where *L. edodes* showed higher activity compared to the other *Lentinus* mushroom. However, *L. edodes* demonstrated high levels of antioxidant components, and *L. edodes* crude polysaccharides was confirmed as a source of natural antioxidants, as reported by Boonsong et al., (2016, p. 89) and Muñoz-Castiblanco et al. (2022), respectively.

L. edodes displayed a higher antioxidant capacity when compared to *P. ostreatus*. In another study, the ethanolic extract of *P. ostreatus* exhibited the lowest antioxidant activity among the four tested mushrooms, even lower than that of *L. edodes* (Machado-Carvalho et al., 2023).

The aqueous extract of *D. indusiata*, at concentrations ranging from 0.2-10 mg/ml exhibited DPPH reduction ability of 68.54% to 91.39%. These findings align with a previous study that reported that a hot water extract of *D. indusiata*, at concentration from 0.0625 to 2 mg/ml, exhibited scavenging abilities ranging from 18.12% to 97.58% (Oyetayo et al., 2009, p.22). For the extraction of *D. indusiata* polysaccharides, ultrasonic-microwave-assisted extracted was suggested due to its superior comprehensive antioxidant capacity when compared to hot water, microwave, or ultrasonic extraction methods (Zhang et al., 2023).

Antioxidant activity varies among mushrooms, likely influenced by multiple factors that affect the production of active compounds and their potency. The species of mushroom and the type of liquid medium demonstrated dominant effects in the antioxidant activity of the extracts (Jiamworanunkul, 2019, p.217). The type and composition of growing substrates may also influence

the bioactive compounds found within mushrooms, thus affecting their medicinal properties (Mkhize et al., 2022). Boonsong et al. (2016, pp.89-96) reported that the choice of extractants and the types of mushroom samples clearly influenced their antioxidant constitution, resulting in divergent antioxidant effects. They found that 50 % (v/v) ethanol was the most suitable for antioxidant extraction from the mushroom samples. However, the results of antioxidant activities, as assessed by the DPPH assay, ABTS assay, and ferricyanide/prussian blue method, showed no significant differences between extraction solvents (aqueous, ethanol, and aqueous-ethanol) analyzed in *P. ostreatus* extracts (Torres-Martínez et al., 2021, p.6). Elbatrawy et al. (2015, p.471) revealed that the aqueous extracts of mushrooms exhibited the highest percentage of DPPH scavenging activity compared to all other solvent extracts (ethanol, ethyl acetate, acetone, chloroform, hexane, and petroleum ether). Additionally, *L. edodes* exhibited strong DPPH radical-scavenging activity in aqueous extraction, confirming that a water-based extraction protocol was sufficient to assess the inhibitory effects (Finimundy et al., 2013, p.76). In our study, the aqueous extracts of all mushrooms showed higher antioxidant activity than the ethanolic extracts, especially at lower concentrations.

Mushroom components renowned for their potent antioxidant properties include phenolics, flavonoids, glycosides, polysaccharides, tocopherols, ergothioneine, carotenoids, and ascorbic acid (Chun et al., 2021). Bioactive compounds such as gallic acid, protocatechuic acid, catechin, and tocopherols were found in *L. edodes*, while ß-carotene, lycopene, and flavonoids were found in *L. squarrolosus*. Various antioxidant compounds, including ß-glucans, gallic acid, homogentisic acid, naringin, myricetin, tocopherols, glycoproteins, ß-D-glucan (pleuran), and lectin, were reported from *P. ostreatus* (Sánchez, 2017, pp.18-19). Most of the bioactive compounds in mushrooms can be extracted using polar solvents, primarily aqueous and ethanol. Therefore, the use of both types of solvents is commonly reported in a significant number of research studies.

Conclusion and suggestions

The ethanolic extracts of *L. edodes*, *L. polychrous*, *L. squarrosulus* and *P. ostreatus* displayed antibacterial activity against at least one of the tested pathogenic bacteria. However, both ethanolic and aqueous extract of *D. indusiata*, along with aqueous extracts from the other mushrooms, did not inhibit any of the tested bacteria. Furthermore, all mushroom extracts exhibited potential DPPH free radical scavenging activity at varying level, ranging from 59.01% to 96.69%. Notably, *L. edodes* demonstrated superior antioxidant activity in comparison to the other mushrooms tested, considering ethanol extraction.

Recommendation for using to benefit

The bioactive properties of each analyzed mushroom species can be used by community enterprises as supporting data for marketing. This information can be used to develop other products such as dietary supplements, medicines, and cosmetics to create added value.

Recommendation for future research

Alternative methods for confirming the antioxidant activity of mushroom substances should be considered. Solvents and extraction procedures that facilitate easy extraction by community members should be investigated, including methods that are simple to prepare and safe for both extraction and subsequent use in product development. Additionally, the effectiveness of the active compounds in mushrooms is influenced by various factors. Therefore, further testing should be conducted, including experiments with mushrooms grown using different substrates, various mushroom parts or developmental stages, and employing different extraction and evaluation methods, to maximize the potential benefits of mushrooms.

Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to Lampang Rajabhat University in Lampang Province, Thailand, for providing the research sites. Special thanks are extended to all the Community Enterprises for their generous support in providing samples.

References

Al Azad, S., & Ai Ping, V.C. (2021). Comparison of protein and amino acids in the extracts of two edible mushroom, *Pleurotus sajor-caju* and *Schizophyllum commune*. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 12, 286-296. https://doi.org/10.4236/abb.2021.129018

Alves, M. J., Ferreira, I. C. F. R., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A., & Pintado, M. (2012). A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds. *Planta Medica*, 78, 1707-1718. https://doi.org/10.1055/s-0032-1315370

Aramsirirujiwet, Y., Nawabut, P., & Suwanarit, P. (2016). Mushrooms extract and their efficiency to inhibit some plant pathogenic fungi and bacteria. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 44(4), 595-604. (in Thai)

Asri, R. M., Yahya, H., Rehan, M. M., & Yahya, H. N. (2019). Antibacterial properties of ethanolic extract of mushrooms sold in Malaysian local market. *East African Scholars Journal of Agriculture and Life Sciences*, 2(11), 516-522. https://doi.org/10.36349/EASJALS.2019.v02i11.014

Avcı, E., Avcı, G. A., & Kose, D. A. (2014). Determination of antioxidant and antimicrobial activities of medically important mushrooms using different solvents and chemical composition via GC/MS analyses. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(8), 429-434. https://doi.org/10.12691/jfnr-2-8-1

Bach, F., Zielinski, A. A. F., Helm, C. V., Maciel, G. M., Pedro, A. C., Stafussa, A. P., Ávila, S., & Haminiuk, C. W. I. (2019). Bio compounds of edible mushrooms: *in vitro* antioxidant and antimicrobial activities. *LWT – Food Science and Technology*, 107, 214-220. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.017

Boonsong, S., Klaypradit, W., & Wilaipun, P. (2016). Antioxidant activities of extracts from five edible mushrooms using different extractants. *Agriculture and Natural Resources*, 50(2), 89-97. https://doi.org/10.1016/j.anres.2015.07.002

Brazkova, M., Angelova, G., Mihaylova, D., Stefanova, P., Pencheva, M., Gledacheva, V., Stefanova, I., & Krastanov, A. (2022). Bioactive metabolites from the fruiting body and mycelia of newly-isolated oyster mushroom and their effect on smooth muscle contractile activity. *Foods*, 11(24), 3983. https://doi.org/10.3390/foods11243983

Chaiharn, M., Phutdhawong, W. S., Amornlerdpison, D., & Phutdhawong, W. (2018). Antibacterial, antioxidant properties and bioactive compounds of Thai cultivated mushroom extracts against food-borne bacterial strains. *Chiang Mai Journal of Science*, 45(4), 1713-1727.

Chun, S., Gopal, J., & Muthu, M. (2021). Antioxidant activity of mushroom extracts/polysaccharides-their antiviral properties and plausible antiCOVID-19 properties. *Antioxidants*, 10(12), 1899. https://doi.org/10.3390/antiox10121899

Dutta, A., Mahananda, A., Adhikari, S., & Saha, A.K. (2023). Assessment of antibacterial activities of mycelium and exopolysaccharide extract of two different Lentinus species collected from Tripura. *Vegetos*. https://doi.org/10.1007/s42535-023-00726-x

Egra, S., Kusuma, I. W., Arung, E. T., & Kuspradini, H. (2019). The potential of white-oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) as antimicrobial and natural antioxidant. *Asian Journal of Natural Product Biochemistry*, 17(1), 14-20. https://doi.org/10.13057/biofar/f170102

Elbatrawy, E. N., Ghonimy, E. A., Alassar, M. M., & Wu, F. S. (2015). Medicinal mushroom extracts possess differential antioxidant activity and cytotoxicity to cancer cells. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 17(5), 471-479. https://doi.org/10.1615/intjmedmushrooms.v17.i5.70.

Finimundy, T. C., Gambato, G., Fontana, R., Camassola, M., Salvador, M., Moura, S., Hess, J., Henriques, J.A.P., Dillon, A.J.P. & Roesch-Ely, M. (2013). Aqueous extracts of *Lentinula edodes* and *Pleurotus sajor-caju* exhibit high antioxidant capability and promising *in vitro* antitumor activity. *Nutrition Research*, 33(1), 76–84. https://doi.org/10.1016/j.nutres.2012.11.005

Fogarasi, M., Diaconeasa, Z.M., Pop, C.R., Fogarasi, S., Semeniuc, C.A., Farcas, A.C., Tibulca, D., Salagean, C-D., Tofana M., & Socaci, S.A. (2020). Elemental composition, antioxidant and antibacterial properties of some wild edible mushrooms from Romania. *Agronomy*, 10, 1972. https://doi.org/10.3390/agronomy10121972

Gebreyohannes, G., Nyerere, A., Bii, C., & Sbhatu, D.B. (2019). Determination of antimicrobial activity of extracts of indigenous wild mushrooms against pathogenic organisms. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 6212673. https://doi.org/10.1155/2019/6212673

Gupta, S., Summuna, B., Gupta, M., & Annepu, S.K. (2019). Edible mushrooms: cultivation, bioactive molecules, and health benefits. In Mérillon, J.M., & Ramawat, K.G. (Eds.), *Bioactive Molecules in Food* (pp.1815-1847). Springer, Cham.

Huguet, C., Bourjot, M., Bellanger, J-M., Prévost, G., & Urbain, A. (2022). Screening for antibacterial activity of French mushrooms against pathogenic and multidrug resistant bacteria. *Applied Sciences*, 12(10), 5229. https://doi.org/10.3390/app12105229

Jiamworanunkul, S. (2019). Effective antioxidant production through submerged fermentation of edible mushrooms. *Thai Journal of Pharmaceutical science,* 43(4), 213-218.

Kosanić, M., Ranković, B., & Dašić, M. (2012). Mushrooms as possible antioxidant and antimicrobial agents. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11(4), 1095–1102. https://doi.org/10.22037/ijpr.2012.1201

Machado-Carvalho, L., Martins, T., Aires, A., Saavedra, M. J., & Marques, G. (2023). Antioxidant, antibacterial, and cosmeceutical potential of four common edible mushrooms. *Applied Sciences*, 13(13), 7357. https://doi.org/10.3390/app13137357

Mkhize, S. S., Simelane, M. B. C., Mongalo, I. N., & Pooe, O. J. (2022). The effect of supplementing mushroom growing substrates on the bioactive compounds, antimicrobial activity, and antioxidant activity of *Pleurotus ostreatus*. *Biochemistry Research International*. 9436614. https://doi.org/10.1155/2022/9436614

Muñoz-Castiblanco, T., Mejía-Giraldo J. C., & Puertas-Mejía M. Á. (2022). *Lentinula edodes*, a novel source of polysaccharides with antioxidant power. *Antoxidant*, 11(9), 1770. https://doi.org/10.3390/antiox11091770

Niazi, A. R. & Ghafoor, A. (2021). Different ways to exploit mushrooms: A review. *All Life*, 14(1), 450-460. https://doi.org/10.1080/26895293.2021.1919570

Nwachukwu, E. & Uzoeto, H. O. (2010). Antimicrobial activity of some local mushrooms on pathogenic isolates. *Journal of Medicinal Plant Research*, 4(23), 2460-2465. https://doi.org/10.5897/JMPR10.154

Oyetayo, V.O., Dong, C.H., & Yao, Y.J. (2009). Antioxidant and antimicrobial properties of aqueous extract from *Dictyophora indusiata*. *The Open Mycology Journal*, 3, 20-26. http://dx.doi.org/10.2174/1874437000903010020

Rathore, H., Prasad, S., & Sharma, S. (2017). Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review, *PharmaNutrition*, 5(2), 35-46. https://doi.org/10.1016/j.phanu.2017.02.001

Reid, T., Kashangura C., Chidewe, C., Benhura, M.A., & Mduluza, T. (2016). Antibacterial properties of wild edible and non-edible mushrooms found in Zimbabwe. *African Journal of Microbiology Research*, 10(26), 977–984. https://doi.org/10.5897/ajmr2016.8052

Rungprom, W. (2018). Antioxidant and antihyperglycemic activities of four edible Lentinus mushrooms. *Current Applied Science and Technology*, 18(2), 75-82.

Sánchez, C. (2017). Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. *Synthetic and systems biotechnology*, 2(1), 13–22. https://doi.org/10.1016/j.synbio.2016.12.001

Sutthisa, W., & Chaiyacham, P. (2022). Antibacterial activity of ethanolic extracts of *Lentinus squarrosulus* Mont. against human pathogenic bacteria. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 16(1), 441-447. https://doi.org/10.22207/JPAM.16.1.41

Thaisuchat, H., Karuehanon, W., Boonkorn, P., Meesumlee, J., Malai, S., & Ruttanateerawichien K. (2023). Bamboo waste recycling using *Dictyophora indusiata* mycelia cultivation. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 12(4), 539-548. https://doi.org/10.30486/ijrowa.2022.1955758.1443

Torres-Martínez, B. M., Vargas-Sánchez, R. D., Ibarra-Arias, F. J., Ibarra-Torres, E. V., Torrescano-Urrutia, G. R., & Sánchez-Escalante, A. (2021). Effect of extraction solvent on chemical composition, physicochemical and biological properties of edible mushrooms extracts. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 24, 1-10. https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.333

Valverde, M. E., Hernndez-Pérez, T., & Paredes-López, O. (2015). Edible mushrooms: Improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology*. 376387. http://dx.doi.org/10.1155/2015/376387

Zhang, Y., Lei, Y., Qi, S., Fan, M., Zheng, S., Huang, Q., & Lu, X. (2023). Ultrasonic-microwave-assisted extraction for enhancing antioxidant activity of *Dictyophora indusiata* polysaccharides: The difference mechanisms between single and combined assisted extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 95, 106356. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106356

การเพิ่มประสิทธิภาพคุณภาพยางก้อนถ้วยด้วยช้อนคนยาง และกรดฟอร์มิก 7%

วันที่รับ : 24 มกราคม 2567
วันที่แก้ไข : 22 เมษายน 2567
วันที่ตอบรับ : 10 มิถุนายน 2567

น้องนุช สารภี[1], ปิยรัตน์ มีแก้ว[1], ยุพเยาว์ โตคีรี[1], ชัยพันธุ์ สารภี[2],
กชนิภา อุดมทวี[1], จุฑามาส อยู่มาก[1] และ ดวงตา โนวาเชค[1*]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์
[2]การยางแห่งประเทศไทย จังหวัดร้อยเอ็ด
*corresponding author e-mail: *E-mail : duangnovacek@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยและเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7% ในการศึกษาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งนั้น เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยเป็นเกษตรกรชาวสวนยางจำนวน 30 ราย จากนั้น สุ่มเก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยตามสะดวกจากเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างรายละ 10 กิโลกรัม จำนวน 3 ซ้ำ รวมตัวอย่างยางก้อนถ้วยรายละ 30 กิโลกรัม นำยางไปรีดด้วยเครื่องเครพ ผึ่งไว้ในที่ร่มและเข้าเตาอบจนแห้ง ชั่งน้ำหนัก และคำนวณเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง สำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติยางก้อนถ้วยนั้น เก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยจากกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยางจาก 6 สถาบันที่ผ่านการฝึกอบรมการทำยางก้อนถ้วยด้วยการใช้ช้อนคนน้ำยางร่วมกับกรดฟอร์มิก 7% จากนั้น สุ่มเก็บตัวอย่างจากเกษตรกรรายละ 3 กิโลกรัม นำตัวอย่างยางก้อนถ้วยทั้งหมดคละรวมกันและเก็บตัวอย่างตามสะดวกให้ได้ 10 กิโลกรัมต่อสถาบัน โดยวิเคราะห์คุณสมบัติยางก้อนถ้วย 7 ด้าน ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณเถ้า ปริมาณไนโตรเจน ความอ่อนตัวเริ่มแรกของยาง ดัชนีความอ่อนตัวของยาง และความหนืด นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปเปรียบเทียบคุณสมบัติของเนื้อยางกับค่ามาตรฐานคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ 10 และเอสทีอาร์ 20 ผลการศึกษา พบว่า ยางก้อนถ้วยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง 8.39% (S.D. = 0.25) มีค่าเฉลี่ยรายบุคคลต่ำสุด 8.03% และค่าเฉลี่ยรายบุคคลสูงสุด 8.87% สำหรับผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของยางก้อนถ้วย พบว่า ผลทดสอบของทั้ง 6 สถาบันผ่านเกณฑ์มาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 ทุกรายการ และมีคุณสมบัติ 2 ประการที่จะต้องพัฒนาเพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 10 คือ ค่าปริมาณสิ่งสกปรกและดัชนีความอ่อนตัวของยาง ผลจากการศึกษาสะท้อนให้เห็นว่า ถ้าเกษตรกรนำเทคนิคการใช้ช้อนคนน้ำยางร่วมกับการใช้กรดฟอร์มิก 7% อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่สำคัญของหลักปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม จะทำให้ผลผลิตยางก้อนถ้วยมีคุณภาพดีขึ้น และส่งผลต่อความมั่นคงของราคาและเกิดความยั่งยืนในการประกอบอาชีพต่อไป

คำสำคัญ: ยางก้อนถ้วย, ช้อนคนน้ำยาง, กรดฟอร์มิก, มาตรฐานยางแท่ง

OPTIMIZING CUP LUMP RUBBER QUALITY WITH LATEX STIRRING SPOON AND 7% FORMIC ACID

Received : January 24, 2024
Revised : April 22, 2024
Accepted : June 10, 2024

Nongnut Saraphi[1], Piyarat Meekaew[1], Yuppaao Tokeeree[1], Chaipan Saraphi [2], Kotchanipha Udomthawee [1], Jutamas Yoomark [1] and Duangtar Novacek[1*]
[1]Faculty of Science and Technology, Surindra Rajabhat University, Surin, Thailand
[2]Rubber Authority of Thailand, Roi-et, Thailand
*corresponding author e-mail: *E-mail : duangnovacek@gmail.com

Abstract

The objectives of this research were to examine the percentage of dry rubber content of cup lump rubber, and to analyze the properties of cup lump rubber obtained by using a latex stirring spoon and 7% formic acid. For studying the percentage of dry rubber content, the sample group was 30 rubber farmers, obtained by employing purposive sampling method. Then, rubber samples were made by randomly collecting 3 replicates of convenience samples of 10 kilograms each from each rubber farmer sample group, totaling 30 kilograms per each. The rubber samples were rolled with a crepe machine, then desiccated and dried in the oven. Finally, the dried crapes were weighed and the percentage of dry rubber content calculated. For the analysis of cup lump rubber properties, sample groups were rubber farmers from six institutes who had been trained in making rubber cup lumps by using a latex stirring spoon and 7% formic acid. After that, 3 kilograms of cub lump rubber were randomly collected from each farmer. These rubber samples were mixed and sampled at a rate of 10 kilograms per institution. Then, 7 features were then analyzed in the laboratories, including Dirt Content, Volatile Matter Content, Ash Content, Nitrogen Content, Initial Wallace Plasticity, Plasticity Retention Index, and Mooney Viscosity ML. Finally, the test results were compared with the property standards of STR 10 and STR 20 block rubber. The results revealed that the average percentage of dry rubber content of cup lump rubber was 8.39% (S.D. = 0.25), with the lowest individual average of 8.03% and the highest individual average of 8.87%. Concerning the property analysis of the rubber cup lumps, it was found that the test results of all 6 institutes passed all STR 20 block rubber standard criteria. However, there were two properties that must be improved in order to meet the STR 10 rubber blocks standard, namely Dirt Content value and Plasticity Retention Index. These results reflected that if farmers implemented a technique of using a latex spoon along with using 7% formic acid regularly and continuously, which is one of the important guidelines of good and appropriate agricultural practices (Good Agricultural Practices: GAP), it would improve the quality of rubber cup lump. Moreover, prices and sustainability of occupation would be significantly affected.

Keywords: Cub lump rubber, Latex stirring spoon, Formic acid, Block rubber standards

บทนำ

เกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการทำนาข้าวเป็นหลัก และบางส่วนปลูกยางพาราเพื่อผลิตน้ำยางจำหน่ายเป็นอาชีพเสริมเพิ่มรายได้แก่ครอบครัว ผลผลิตที่ได้จากยางพารานั้นเกษตรกรชาวสวนยางสามารถจำหน่ายในรูปของน้ำยางสดหรือแปรรูปเป็นยางแผ่นดิบหรือยางก้อนถ้วย โดยเฉพาะเกษตรกรชาวสวนยางในภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมการแปรรูปเป็นยางก้อนถ้วยคิดเป็นร้อยละ 80 เมื่อเทียบกับทุกภาคของประเทศ (Tassanakul & Somboonsooke, 2022, p.31;ปรีดิ์เปรม ทัศนกุลม และคนอื่นๆ, 2566, น.310) ทั้งนี้ เนื่องจากกระบวนการผลิตก้อนถ้วยเป็นมีขั้นตอนในการผลิตที่ง่าย ต้นทุนการผลิตต่ำ และใช้แรงงานน้อยกว่าการผลิตยางแผ่นดิบ (ฉัตรชัย สังข์ผุด และคนอื่นๆ, 2564, น.84) ยางก้อนถ้วยนั้นผลิตจากน้ำยางสดที่จับตัวในถ้วยรองรับน้ำยางโดยใช้กรดในการจับตัว เช่น กรดฟอร์มิก มีรูปทรงเหมือนถ้วยรองรับน้ำยาง (ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร : การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับยางพารา เล่ม 2 : การผลิตยางก้อนถ้วยตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551, 2563) ยางก้อนถ้วยจัดเป็นวัตถุดิบขั้นต้นที่ใช้ในการผลิตยางแท่งเอสทีอาร์ 20 (พิศิษฐ์ พิมพ์รัตน์ และคนอื่นๆ, 2564, น.2)

การผลิตยางก้อนถ้วยของเกษตรกรชาวสวนยางที่ผ่านมานั้น มักเกิดฟองอากาศ มีน้ำฝังตัวอยู่ในยางก้อนถ้วยซึ่งเกิดจากอุปกรณ์ในการคนน้ำยางที่ผลิตขึ้นมาเองหรือหาได้ง่ายทั่วไป ที่นิยมมากได้แก่ กิ่งยางพารา เมล็ดยางพารา เสียบไม้ ผลมะเขือเสียบไม้ ขวดขนาดเล็กเสียบไม้ เป็นต้น อุปกรณ์ดังกล่าวนี้มีขนาดเล็ก และมีรูปทรงที่มีผิวสัมผัสระหว่างน้ำยางกับน้ำกรดน้อย รวมถึงวิธีการคนน้ำยางกับน้ำกรดของเกษตรกรชาวสวนยางไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบว่ามีการใช้กรดซัลฟิวริกและสารชนิดอื่นที่ไม่ใช้กรดฟอร์มิกในการจับตัวของน้ำยางกับน้ำกรด จะมีผลทำให้คุณสมบัติบางประการของยางแท่งเอสทีอาร์ 20 มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งมีผู้ประกอบการผลิตยางแท่งเอสทีอาร์ 20 จากยางก้อนถ้วยหลายรายประสบปัญหาเรื่องคุณภาพยางก้อนถ้วยที่ไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้ยางแท่งเอสทีอาร์ 20 ที่ส่งออก ไม่เป็นที่ยอมรับจากผู้ประกอบการโดยเฉพาะผู้ประกอบการที่นำยางแท่งเอสทีอาร์ 20 ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางสำหรับยานพาหนะ (พิศิษฐ์ พิมพ์รัตน์ และคนอื่นๆ, 2564, น.2)

ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content, DRC) ในยางก้อนถ้วยเป็นคุณสมบัติจำเป็นในการควบคุมคุณภาพยางพาราให้สอดคล้องในแต่ละอุตสาหกรรม ทั้งเป็นดัชนีชี้วัดในการซื้อขาย (ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร และคนอื่นๆ, 2560, น.324) แต่การซื้อขายยางก้อนถ้วยที่ผ่านมา ส่วนใหญ่ผู้ซื้อเป็นผู้ประเมินและกำหนดราคาด้วยการประเมินคุณภาพเนื้อยางจากประสบการณ์และความรู้สึก ทำให้ยางก้อนถ้วยถูกกำหนดราคาต่ำกว่าความเป็นจริงหรือไม่สอดคล้องกับคุณภาพของยาง (คมศักดิ์ หารไชย และเกียรติพงษ์ อ่อนบัตร, 2556, น.1486) อย่างไรก็ตาม ผู้รับซื้อยางบางรายได้กำหนดราคายางก้อนถ้วยจากคุณภาพเนื้อยางโดยทำการเก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยที่เกษตรกรนำมาจำหน่ายไปคำนวณเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (% Dry Rubber Content : % DRC) เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมแก่ทั้งสองฝ่าย อย่างไรก็ตาม การที่จะจำหน่ายยางก้อนถ้วยให้ราคาสูงนั้น เกษตรกรชาวสวนยางจำเป็นต้องผลิตยางก้อนถ้วยที่มีคุณภาพและเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร โดยสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรได้แนะนำให้ใช้สารจับตัวน้ำยางกับน้ำกรด คือ กรดฟอร์มิกเป็นกรดอินทรีย์ที่สลายตัวได้ง่ายในธรรมชาติ ไม่มีสารตกค้างในยาง ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเมื่อนำยางก้อนที่จับตัวด้วยกรดไปผลิตเป็นยางแท่งจะได้ยางแท่งที่มีสมบัติดี (ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล, 2555, น.23) มีการวิจัยที่มีการใช้กรดฟอร์มิก 7% เป็นความเข้มข้นที่เกษตรกรใช้ตลอดฤดูกาล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและปริมาณน้ำยางที่ไหลลงถ้วยน้ำยางในแต่ละวันกรีด (น้องนุช สารภี และคนอื่นๆ, 2562, น.20) และมีอุปกรณ์คนน้ำยาง นั่นคือ ช้อนคนที่ทำจากไม้ ซึ่งมีความกว้างทำให้เพิ่มผิวสัมผัสระหว่างน้ำยางกับน้ำกรดมากขึ้น (น้องนุช สารภี และคนอื่นๆ, 2565, น.26) นอกจากนี้ยังมีเทคนิคต่างๆ ทำให้ยางก้อนถ้วยมีความแน่นและมีน้ำในก้อนยางน้อย และหากเกษตรกรสามารถผลิตยางก้อนถ้วยที่มีคุณภาพดีจากแปลงเกษตรกรโดยตรง โดยใช้

หลักปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมหรือหลัก Good Agricultural Practices (GAP) เริ่มตั้งแต่การดูแลสวนยางก่อนและหลังเปิดกรีด การกรีดยางที่ถูกวิธี การผลิตยางก้อนถ้วยคุณภาพดี รวมทั้งการขนส่งยางก้อนถ้วยไปยังจุดรวบรวมยาง (ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล, 2566, น.1) ย่อมจะส่งผลให้ราคายางก้อนถ้วยมีราคาสูง

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการผลิตยางก้อนถ้วยคุณภาพดีด้วยช้อนคนน้ำยางร่วมกับกรดฟอร์มิก 7% โดยการศึกษาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งและวิเคราะห์คุณสมบัติ เพื่อให้เกษตรกรมีแนวทางในการทำยางก้อนถ้วยคุณภาพดีและมีความยั่งยืนทางรายได้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7%
2. เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7%

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สถานที่วิจัย

การวิจัยครั้งนี้เลือกศึกษาในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์และจังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยได้มีการถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่อง การทำยางก้อนถ้วยด้วยช้อนคนน้ำยางร่วมกับการใช้กรดฟอร์มิก 7% ในการจับตัวน้ำยาง จำนวน 6 สถาบัน (กลุ่มตัวอย่าง) คือ จังหวัดบุรีรัมย์ 1 สถาบัน ได้แก่ สหกรณ์กองทุนสวนยางละหานทรายจำกัด อำเภอละหานทราย จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดร้อยเอ็ด 5 สถาบัน ได้แก่ สหกรณ์การยางบ้านค่ายเสรี จำกัด ตำบลเมืองหงส์ อำเภอจตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด สหกรณ์ยางพาราอำเภอสุวรรณภูมิ จำกัด อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด สหกรณ์กองทุนสวนยางพาราหนองพอก จำกัด ตำบลรอบเมือง อำเภอหนองพอก จังหวัดร้อยเอ็ด กลุ่มเกษตรกรทำสวนยางพาราตำบลโคกกกม่วง อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด และกลุ่มเกษตรกรทำสวนยางพาราตำบลภูเงิน อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด

2. วิธีการวิจัย

2.1 ศึกษาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7%

การศึกษาครั้งนี้ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) โดยเลือกศึกษาจากเกษตรกรชาวสวนยางที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์กองทุนสวนยางละหานทราย จำกัด จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 30 ราย โดยมีคุณสมบัติ คือ จะต้องผ่านการอบรมการทำยางก้อนถ้วย โดยการใช้ช้อนคนน้ำยาง และมีการใช้กรดฟอร์มิก 7% ในการจับตัวน้ำยางจากคณะผู้วิจัย และเกษตรกรต้องนำยางก้อนถ้วยมาจำหน่ายต่อเนื่องติดต่อกันอย่างน้อย 3 ครั้ง

เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างเกษตรกรแล้ว ดำเนินการเก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างที่นำมาจำหน่ายยังสถาบัน 3 นัดต่อเนื่อง (ซ้ำ) ซึ่งในแต่ละครั้งดำเนินการการสุ่มเก็บตัวอย่างตามสะดวก (Convenience sampling) โดยวิธีการเจาะเก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยของเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างรายละ 10 กิโลกรัม จากนั้นนำตัวอย่างยางก้อนถ้วยไปรีดด้วยเครื่องเครพหยาบเพื่อให้สิ่งสกปรกออกมากที่สุดจำนวน 10 รอบ นำยางเครพที่ผ่านการรีดผึ่งให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำเข้าเตาอบจนกว่ายางจะแห้ง นำยางเครพที่แห้งแล้วชั่งน้ำหนักคงเหลือ และคำนวณเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{DRC} = \frac{(\text{น้ำหนักยางแห้ง} \times 100)}{\text{น้ำหนักยางสด}}$$

2.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7%

2.2.1 การเก็บตัวอย่าง ในการเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติยางก้อนถ้วยนี้ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) โดยเลือกศึกษาจากเกษตรกรชาวสวนยางที่เป็นสมาชิกของสถาบันทั้ง 6 สถาบัน ซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติ คือ ต้องผ่านการอบรมการทำยางก้อนถ้วยด้วยการใช้ช้อนคนน้ำยางร่วมกับกรดฟอร์มิก 7% ในการจับตัวน้ำยาง สำหรับการเก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยนั้น เลือกเก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยกับกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรตามคุณสมบัติที่กำหนด โดยการเก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยตามสะดวก เป็นจำนวน 3 กิโลกรัมต่อราย จากนั้นนำตัวยางก้อนถ้วยทั้งหมดมารวมกันและเลือกสุ่มตัวอย่างตามสะดวกให้ได้ยางก้อนถ้วยสุทธิ 10 กิโลกรัมต่อสถาบัน

2.2.2 กระบวนการวิเคราะห์คุณสมบัติยางก้อนถ้วย นำตัวอย่างยางก้อนถ้วย 10 กิโลกรัมไปรีดด้วยเครื่องเครพให้มีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร (เทียบเท่าความหนาของมาตรฐานยางเครพบาง) จากนั้นนำไปผึ่งลมให้แห้ง เมื่อแห้งแล้วนำยางเครพบางไปวิเคราะห์คุณสมบัติ ณ ห้องปฏิบัติการยางแท่งเอสทีอาร์ 20 แผนกควบคุมคุณภาพกองจัดการโรงงาน 4 จังหวัดศรีสะเกษ การยางแห่งประเทศไทย และห้องปฏิบัติการทดสอบยางแห้ง ศูนย์บริการทดสอบรับรองภาคใต้ ฝ่ายอุตสาหกรรมยาง การยางแห่งประเทศไทย โดยมีรายการทดสอบและวิธีการทดสอบ ดังต่อไปนี้

1) ปริมาณสิ่งสกปรก (Dirt Content : % wt) วิธีทดสอบ ISO 249-2016
2) ปริมาณเถ้า (Ash Content : % wt) วิธีทดสอบ ISO 247-1: 2018
3) ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen Content : % wt) วิธีทดสอบ ISO 1656 : 2014
4) ปริมาณสิ่งระเหย (Volatile Matter Content : % wt) วิธีทดสอบ ISO 248-1: 2011
5) ความอ่อนตัวเริ่มแรกของยาง (Initial Wallace Plasticity : PO) วิธีทดสอบ ISO 2007-2018
6) ดัชนีความอ่อนตัวของยาง (Plasticity Retention Index : PRI) วิธีทดสอบ ISO 2930-2017
7) ความหนืด (Mooney Viscosity ML (1+4) 100° C) วิธีทดสอบ ISO 289-1 : 2015

2.2.3 การเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน นำผลจากการทดสอบเทียบค่ากับค่ามาตรฐานคุณสมบัติต่างๆ ของยางแท่งเอสทีอาร์ 10 และยางแท่งเอสทีอาร์ 20 ที่ทำจากยางก้อนถ้วย ดังตาราง 1

ตาราง 1 ค่ามาตรฐานคุณสมบัติต่างๆ ของยางแท่งเอสทีอาร์ 10 และยางแท่งเอสทีอาร์ 20 ที่ทำจากยางก้อนถ้วย

รายการทดสอบ	ค่ามาตรฐานยางแท่ง STR 10	ค่ามาตรฐานยางแท่ง STR 20
1) ปริมาณสิ่งสกปรก, % ไม่เกิน	0.08	0.16
2) ปริมาณเถ้า, % ไม่เกิน	0.60	0.80
3) ปริมาณไนโตรเจน, % ไม่เกิน	0.60	0.60
4) ปริมาณสิ่งระเหย, % ไม่เกิน	0.80	0.80
5) ความอ่อนตัวเริ่มแรกของยาง, ไม่ต่ำกว่า	30.0	30.0
6) ดัชนีความอ่อนตัวของยาง, ไม่ต่ำกว่า	50.0	40.0
7) ความหนืด	-	-

ที่มา (กรมวิชาการเกษตร กองการยาง, 2561, น.34)

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7%

จากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากสถาบันทั้ง 6 สถาบัน คือ สหกรณ์กองทุนสวนยางละหานทราย จำกัด อำเภอละหานทราย จังหวัดบุรีรัมย์ สหกรณ์การยางบ้านค่ายเสรี จำกัด ตำบลเมืองหงส์ อำเภอจตุรพักตรพิมาน จังหวัดร้อยเอ็ด สหกรณ์ยางพาราอำเภอสุวรรณภูมิ จำกัด อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด สหกรณ์กองทุนสวนยางพาราหนองพอก จำกัด ตำบลรอบเมือง อำเภอหนองพอก จังหวัดร้อยเอ็ด กลุ่มเกษตรกรทำสวนยางพารา ตำบลโคกกกม่วง อำเภอโพนทอง จังหวัดร้อยเอ็ด และกลุ่มเกษตรกรทำสวนยางพาราตำบลภูเงิน อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด พบว่า มีเกษตรกรชาวสวนยางพาราของสหกรณ์กองทุนสวนยางละหานทราย จำกัด อำเภอละหานทราย จังหวัดบุรีรัมย์ แห่งเดียวที่ผ่านคุณสมบัติตามที่ผู้วิจัยกำหนด คือ ผ่านการอบรมการทำยางก้อนถ้วยด้วยช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7% มีการใช้จริงในการผลิตยางก้อนถ้วย และมีการนำยางก้อนถ้วยที่ผลิตได้มาจำหน่ายยังสถาบันอย่างน้อย 3 นัดต่อเนื่อง ซึ่งพบว่ามีกลุ่มเกษตรกรที่ผ่านคุณสมบัติดังกล่าวจำนวน 30 ราย

เมื่อทำการสุ่มเก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยรายละ 10 กิโลกรัม นำตัวอย่างยางก้อนถ้วยไปรีดด้วยเครื่องเครพหยาบ จากนั้นนำยางเครพที่ผ่านการรีดผึ่งให้สะเด็ดน้ำ นำเข้าเตาอบ เมื่อแห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักคงเหลือ และนำมาคิดคำนวณเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง พบว่า ยางก้อนถ้วยของเกษตรกรทั้ง 30 ราย มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยอยู่ที่ 8.39 (S.D. = 0.25) ซึ่งเมื่อคิดค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยรายบุคคล พบว่า มีค่าต่ำสุด 8.03 และค่าสูงสุด 8.87 (ตาราง 2)

ตาราง 2 เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยาง

จำนวนเกษตรกร (n)	ค่าเฉลี่ยรายบุคคล		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด		
30	8.87	8.03	8.39	0.25

2. ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7%

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7% โดยการเก็บตัวอย่างจากสถาบันทั้ง 6 กลุ่มตัวอย่าง ที่ได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้การทำยางก้อนถ้วยด้วยช้อนคนน้ำยาง ซึ่งแต่ละสถาบันเก็บตัวอย่างตามสะดวกจำนวน 30 รายๆ ละ 3 กิโลกรัม นำยางก้อนถ้วยมารวมกันได้ 90 กิโลกรัม จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างตามสะดวกให้ได้ยางก้อนถ้วยสุทธิ 10 กิโลกรัมต่อสถาบัน และนำยางไปรีดด้วยเครื่องเครพและนำไปวิเคราะห์ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า ทุกรายการทดสอบของทั้ง 6 กลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 (ตาราง 3)

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7%

รายการทดสอบ/ค่ามาตรฐานยางแท่ง STR 20	สถาบัน (กลุ่มตัวอย่าง)					
	1	2	3	4	5	6
1) ปริมาณสิ่งสกปรก, %ไม่เกิน 0.16	0.07	0.05	0.08	0.07	0.16	0.02
2) ปริมาณเถ้า, %ไม่เกิน 0.80	0.45	0.45	0.31	0.25	0.27	0.25
3) ปริมาณไนโตรเจน, %ไม่เกิน 0.60	0.39	0.30	0.29	0.32	0.36	0.30
4) ปริมาณสิ่งระเหย, %ไม่เกิน 0.80	0.59	0.35	0.27	0.18	0.18	0.34
5) ความอ่อนตัวเริ่มแรกของยาง, ไม่ต่ำกว่า 30.0	48.5	63.0	63.5	48.6	34.0	48.0
6) ดัชนีความอ่อนตัวของยาง, ไม่ต่ำกว่า 40.0	74.2	70.6	70.1	63.5	42.6	55.2
7) ความหนืด	57.6	63.2	96.6	83.1	66.9	79.3

จากตาราง 3 เมื่อนำผลการวิเคราะห์ยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7% มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานขีดจำกัดคุณสมบัติต่างๆ ของยางแท่งเอสทีอาร์ 20 จำนวน 7 รายการ ผลที่ได้มีดังต่อไปนี้

1. ปริมาณสิ่งสกปรก ค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 กำหนดให้มีปริมาณสิ่งสกปรกไม่เกินร้อยละ 0.16 ผลการวิเคราะห์รายสถาบัน พบว่า สถาบันที่ 6 มีค่าร้อยละของปริมาณสิ่งสกปรกน้อยที่สุด คือ 0.02 รองลงมาคือ สถาบันที่ 2, 1, 4, 3 และ 5 โดยมีปริมาณ 0.05, 0.07, 0.07, 0.08 และ 0.16 ตามลำดับ

2. ปริมาณสิ่งระเหย ค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 กำหนดให้มีปริมาณสิ่งระเหยได้ไม่เกินร้อยละ 0.80 ผลการวิเคราะห์รายสถาบัน พบว่า สถาบันที่ 4 และ 5 มีปริมาณสิ่งระเหยน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 0.18 รองลงมาคือ สถาบันที่ 3, 6, 2 และ 1 โดยมีปริมาณสิ่งระเหยร้อยละ 0.27, 0.34, 0.35 และ 0.59 ตามลำดับ

3. ปริมาณเถ้า ค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 กำหนดให้มีปริมาณเถ้าไม่เกินร้อยละ 0.80 ผลการวิเคราะห์รายสถาบัน พบว่า สถาบันที่ 4 และ 6 มีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 0.25 รองลงมาคือ สถาบันที่ 5 และ 3 มีปริมาณเถ้าร้อยละ 0.27 และ 0.31 สำหรับสถาบันที่ 1 และ 2 มีปริมาณเถ้ามากที่สุด คือ 0.45

4. ปริมาณไนโตรเจน ค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 กำหนดให้มีปริมาณไนโตรเจนไม่เกินร้อยละ 0.60 ผลการวิเคราะห์รายสถาบัน พบว่า สถาบันที่ 3 มีปริมาณไนโตรเจนน้อยที่สุด คือ 0.29 รองลงมาคือ สถาบันที่ 2 และ 6, 4, 5 และ 1 โดยมีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 0.30, 0.32, 0.36 และ 0.39 ตามลำดับ

5. ความอ่อนตัวเริ่มแรกของยาง ค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 กำหนดให้มีค่าไม่ต่ำกว่า 30.0 ซึ่งผลการวิเคราะห์รายสถาบัน พบว่า ค่าความอ่อนตัวเริ่มแรกของยางทุกสถาบันมีค่าความอ่อนตัวสูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยสถาบันที่ 3 มีค่าความอ่อนตัวมากที่สุด คือ 63.5 รองลงมาคือ สถาบันที่ 2, 4, 1, 6 และ 5 มีค่าความอ่อนตัว 63.0, 48.5, 48.6, 48.0 และ 34.0 ตามลำดับ

6. ดัชนีความอ่อนตัวของยาง ค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 ไม่ต่ำกว่า 40.0 ผลการวิเคราะห์รายสถาบัน พบว่า ค่าความอ่อนตัวของยางทุกสถาบันมีค่าความอ่อนตัวสูงกว่าค่ามาตรฐาน โดยสถาบันที่ 1 มีดัชนีค่าความอ่อนตัวของยางมากที่สุด คือ 74.2 รองลงมาคือ สถาบันที่ 2, 3, 4, 6 และ 5 มีดัชนีค่าความอ่อนตัวของยาง 70.6, 70.1, 63.5, 55.2 และ 42.6 ตามลำดับ

7. ความหนืด พบว่า แต่ละสถาบันมีค่าความหนืดแตกต่างกัน โดยสถาบันที่ 3 มีค่าความหนืดมากที่สุด คือ 96.6 รองลงมาคือ สถาบันที่ 4, 6, 5, 2 และ 1 มีค่าความหนืดเท่ากับ 83.1, 79.3, 66.9, 63.2 และ 57.6 ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งที่เกษตรกรทำการกรีดทับกันในถ้วยจำนวน 4 วันกรีด (4 มีด) ที่ผ่านการจับตัวของน้ำยางโดยใช้ช้อนคนให้น้ำยางจับตัวกับกรดฟอร์มิก 7% ที่เกษตรกรนำมาจำหน่ายให้แก่สหกรณ์โดยการซื้อขาย สหกรณ์จะดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างยางก้อนถ้วยของสมาชิกแต่ละรายๆ ละ 10 กิโลกรัม นำตัวอย่างยางก้อนถ้วยไปรีดด้วยเครื่องเครพหยาบ จากนั้นนำยางเครพที่ผ่านการรีดผึ่งให้สะเด็ดน้ำ นำเข้าเตาอบ เมื่อแห้งแล้วนำมาชั่งน้ำหนักคงเหลือ เพื่อนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 30 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำรวม 90 ตัวอย่าง มีค่าเฉลี่ยรวม 83.90% ซึ่งเมื่อเทียบปริมาณเนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยตามระยะเวลาการผึ่งที่ 4 มีด พบว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งดังกล่าวอยู่ที่ระยะเวลาผึ่ง 4-5 วัน หากคิดค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยรายบุคคลสูงสุดอยู่ที่ 88.70% พบว่า เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งดังกล่าวอยู่ที่ระยะเวลาผึ่ง 10-11 วัน (ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล, 2560) การที่ยางก้อนถ้วยของเกษตรกรมีค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งแตกต่างกัน เกิดจากเทคนิคการหยอดน้ำกรดและการคนน้ำยางในถ้วยรับน้ำยางของเกษตรกรมีความชำนาญไม่เท่ากัน ทำให้มีน้ำในก้อนยางมาก เมื่อนำก้อนยางไปรีดน้ำในก้อนยางก็จะหายไป คงเหลือเนื้อยางแห้ง โดยเทคนิคที่จะทำให้ยางก้อนถ้วยมีคุณภาพดีนั้น ก่อนทำการหยอดกรด เกษตรกรต้องใช้ช้อนคนน้ำยางในถ้วยรับน้ำยาง เพื่อให้ฟิล์มบนน้ำยางเกิดการกระจายตัว จากนั้นหยอดน้ำกรดฟอร์มิก 7% บริเวณขอบถ้วยด้านในด้านใดด้านหนึ่งพร้อมๆ กับการใช้ช้อนคนน้ำยาง โดยเริ่มคนจากขอบถ้วยด้านนอกเข้ามาด้านในเป็นลักษณะก้นหอยตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกาอย่างใดอย่างหนึ่ง เมื่อยางจับตัวสมบูรณ์จะมีลักษณะมันวาวให้หยุดคน แต่ถ้าหากยังคนน้ำยางกับน้ำกรดต่อไปเรื่อยๆ จะมีผลทำให้ยางก้อนถ้วยนั้นเกิดฟองอากาศ ซึ่งจะทำให้ยางก้อนถ้วยมีรูพรุน ส่งผลให้ยางก้อนถ้วยมีคุณภาพต่ำ (น้องนุช สารภี และคนอื่นๆ, 2565, น.38-40) เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งก็จะน้อยตามไปด้วย ซึ่งเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งถือว่ามีความสำคัญกับเกษตรกรชาวสวนยางมาก เพราะการจำหน่ายยางก้อนถ้วยในแต่ละครั้ง สถาบันที่รับซื้อยางก้อนถ้วยจะทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง และนำผลการวิเคราะห์มาเป็นตัวกำหนดราคาเพื่อเป็นรายได้ของสมาชิก และบางสถาบันมีเงื่อนไขพิเศษแก่สมาชิกที่ผ่านการอบรมการทำยางก้อนถ้วย โดยการใช้ช้อนคนน้ำยางและมีการใช้กรดฟอร์มิก 7% ในการจับตัวน้ำยาง เกษตรกรนำช้อนคนน้ำยางไปใช้จริงในสวนยางของตนเอง สถาบันมีข้อกำหนดในการบวกราคาเพิ่มขึ้น 2 บาทต่อกิโลกรัม สหกรณ์สวนยาง ละหานทราย, 2566) เนื่องจากก้อนยางมีน้ำหนักมากและมีน้ำฝังตัวอยู่ในก้อนยางน้อย จึงเป็นหลักประกันให้กับสหกรณ์ในเรื่องน้ำหนักสูญหายระหว่างการขนส่งจากสหกรณ์ถึงผู้ประกอบกิจการปลายทาง

การวิเคราะห์คุณสมบัติของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7% โดยมีรายการทดสอบ คือ ร้อยละปริมาณสิ่งสกปรก ร้อยละปริมาณสิ่งระเหย ร้อยละปริมาณเถ้า ร้อยละปริมาณไนโตรเจน ความอ่อนตัวเริ่มแรกของยาง ดัชนีความอ่อนตัวของยาง และความหนืด พบว่า มีบางรายการที่มีค่าสูงหรือต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างอื่น ได้แก่ ปริมาณสิ่งสกปรก (0.16) ค่าความอ่อนตัวเริ่มแรกของยาง (34.0) และ ดัชนีความอ่อนตัวของยาง (42.6) เมื่อวิเคราะห์จากกระบวนการทำยางก้อนถ้วยของเกษตรกรแล้วพบว่า มีสาเหตุหลัก 2 ประการคือ เกิดจากถ้วยรับน้ำยางของเกษตรไม่สะอาด หรือเกิดการการปนเปื้อนฝุ่นละอองในกระบวนการผึ่งยางเครพให้แห้งก่อนนำมาวิเคราะห์ และอีกประการหนึ่งคือ เกิดจากความชำนาญของเกษตรกรที่มีการตวงน้ำกรดหรือหยอดน้ำกรดที่ไม่สม่ำเสมอทำให้ผลการวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างอื่นๆ แต่ผลการวิเคราะห์ทั้ง 6 กลุ่มตัวอย่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 ทุกรายการ

อย่างไรก็ตาม กรดฟอร์มิกแนะนำให้ใช้ระดับความเข้มข้นเพียง 3% (ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล และธมลวรรณ โทนุสิน, 2561, น.18) และบางฤดูกาลเกษตรกรอาจใช้ความเข้มข้นถึง 3-5 % ซึ่งจะทำให้เกษตรกรเกิดความยุ่งยากในการเจือจางกรดให้ถูกต้อง แต่การใช้กรดฟอร์มิก 7% ถือเป็นความเข้มข้นที่เกษตรกรใช้ตลอดฤดูกาล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลและปริมาณน้ำยางที่ไหลลงถ้วยน้ำยางในแต่ละวันกรีด ดังเช่น การกรีดช่วงฤดูฝนมีฝนตกปริมาณน้อย ระดับความเข้มข้นของเนื้อยางสูง การหยอดน้ำกรดที่ความเข้มข้น 7% ก็จะลดปริมาณลงด้วย (น้องนุช สารภี และคนอื่นๆ, 2562, น.20) นอกจากนี้ผลจากการทดสอบคุณสมบัติทั้ง 7 รายการของยางก้อนถ้วยที่ใช้ข้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7% มีค่าใกล้เคียงกับมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 10 (กรมวิชาการเกษตร กองการยาง, 2561, น.34) ซึ่งในโอกาสข้างหน้า หากเกษตรกรพัฒนาทักษะในการใช้ช้อนคนน้ำยางให้มีความชำนาญมากยิ่งขึ้น มีการเจือจางกรดฟอร์มิก 7% ได้ถูกต้อง และมีเทคนิคในการหยอดกรดและคนน้ำยางพร้อมทั้งสังเกตลักษณะยางก้อนถ้วยว่าจับตัวกันได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะมีลักษณะมันวาว ย่อมทำให้ยางก้อนถ้วยของเกษตรกรมีคุณภาพดียิ่งขึ้น จึงเป็นโอกาสให้สถาบันสามารถเสนอต่อรองราคากับผู้ประกอบการได้สูงขึ้น สร้างความมั่นคงให้กับเกษตรกร สถาบันเกษตรกร และผู้ประกอบกิจการยาง

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การศึกษายางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7% พบว่า มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วย 8.39% (S.D.= 0.25) ซึ่งเมื่อคิดค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งของยางก้อนถ้วยรายบุคคล พบว่ามีค่าต่ำสุด 8.03% และค่าสูงสุด 8.87% และผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของยางก้อนถ้วยที่ใช้ช้อนคนน้ำยางกับกรดฟอร์มิก 7% โดยวิเคราะห์คุณสมบัติ 7 ด้าน ได้แก่ ปริมาณสิ่งสกปรก ปริมาณสิ่งระเหย ปริมาณเถ้า ปริมาณไนโตรเจน ความอ่อนตัวเริ่มแรกของยาง ดัชนีความอ่อนตัวของยาง และความหนืด ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างพบว่าผลทดสอบของทั้ง 6 กลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ 20 ทุกรายการ ดังนั้น การทำยางก้อนถ้วยโดยใช้ช้อนคนน้ำยางกับ กรดฟอร์มิก 7% ร่วมกับการใช้เทคนิคในการหยอดและการคนน้ำยางเพื่อให้ยางจับตัวกันสมบูรณ์ ทำให้ยางก้อนถ้วย มีคุณภาพที่ดีขึ้น จึงทำให้สถาบันมีทางเลือกในการจำหน่ายผลผลิตให้กับผู้ประกอบกิจการยาง และสามารถตั้งราคาจำหน่ายได้เอง และจำหน่ายได้ราคาที่สูงขึ้น ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตของเกษตรกรให้มีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นต่อไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. หน่วยงานกำกับดูแลควรพิจารณานำผลจากการวิจัยไปถ่ายทอดให้กับเกษตรกรชาวสวนยางผ่านหลักสูตรการอบรมการทำยางก้อนถ้วยโดยใช้ช้อนคนกับกรดฟอร์มิก 7% เพื่อสร้างมาตรฐานยางก้อนถ้วยในแนวทางเดียวกัน พร้อมทั้งสนับสนุนการตรวจรับรอง GAP (Good Agricultural Practice) ให้กับเกษตรกรเพื่อเป็นการรับรองคุณภาพและสร้างมูลค่าให้กับยางก้อนถ้วยเป็นสินค้าเกษตรทางเลือกมูลค่าสูง

2. การทำยางก้อนถ้วยด้วยช้อนคนน้ำยาง ถือเป็นวิธีการใช้วัสดุในการคนแบบใหม่ และเมื่อใช้ร่วมกับกรดที่เหมาะสมและไม่มีสารปลอมปนในเนื้อยาง คือ กรดฟอร์มิกที่เป็นกรดอินทรีย์ ย่อมเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมในสวนยางและรักษาสุขภาพอนามัยเกษตรกรชาวสวนยางด้วย อีกทั้งเทคนิคต่างๆ เป็นเทคนิคที่ง่าย เพียงแค่เกษตรกรเปิดใจยอมรับการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งใหม่ และนำไปใช้จริงในสวนยางของตนเอง จะทำให้ยางก้อนถ้วยมีคุณภาพที่ดีขึ้น

3. ข้อควรระวังในการทำยางก้อนถ้วย คือ ต้องคนยางไปในทิศทางเดียวกันด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ห้ามคนน้ำยางวนกลับไปกลับมา เพราะจะทำให้เกิดฟองอากาศในเนื้อยาง และเกิดการฝังตัวของน้ำในก้อนยาง ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงเรื่องน้ำหนักสูญหาย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาและพัฒนาเทคนิคการทำยางก้อนถ้วยด้วยช้อนคนน้ำยางร่วมกับกรดฟอร์มิก 7% อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ยางก้อนถ้วยของเกษตรกรเมื่อนำไปวิเคราะห์ สามารถเทียบเท่ายางแท่งเอสทีอาร์ 10

2. เนื่องจากการสวนยางพาราเป็นการทำเกษตรกรรมเชิงเดี่ยว ทำให้เกษตรกรเพิ่มรายได้เพียงช่องทางเดียวจากผลิตผลที่ได้โดยตรงจากสวนยางพารา ควรจะมีการศึกษาเพื่อให้เกิดผลผลิตที่หลากหลายภายในสวนยางพาราและพื้นที่โดยรอบให้สามารถสร้างรายได้ครอบคลุมทั้งปี โดยเฉพาะในช่วงที่พักการกรีดยางพาราช่วงยางผลัดใบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม และมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ที่ได้พิจารณาสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอบพระคุณการยางแห่งประเทศไทยจังหวัดร้อยเอ็ดและการยางแห่งประเทศไทย สาขาบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ ที่อนุญาตให้ดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอบพระคุณสถาบันเกษตรกรและเกษตรกรที่ให้ความสนใจและนำองค์ความรู้ไปใช้จริงและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร กองการยาง. (2561). *การทดสอบตามมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ Testing for Thai Rubber (STR).* กรมวิชาการเกษตร.

คมศักดิ์ หารไชย และเกียรติพงษ์ อ่อนบัตร. (2556, 6-7 ธันวาคม). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าเปอร์เซ็นต์ DRC กับความแข็ง ของยางก้อนถ้วย* [การนำเสนอบทความ]. การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

ฉัตรชัย สังข์ผุด, สุจารี แก้วคง, วรรณชัย พรหมเกิด, และกฤษฎา ธารพงศ์ทรัพย์. (2564). ผลของการใช้น้ำหมักชีวภาพจากผลไม้และวัสดุเศษเหลือผลไม้ในท้องถิ่นต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการจับตัวของยางก้อนถ้วย. *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 40(2), 82-96.

น้องนุช สารภี, ปิยรัตน์ มีแก้ว, ยุพเยาว์ โตคีรี, และชัยพันธุ สารภี. (2562). *คู่มือการทำยางก้อนถ้วยเพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิตอย่างยั่งยืน*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

น้องนุช สารภี, ปิยรัตน์ มีแก้ว, ยุพเยาว์ โตคีรี, ชัยพันธุ สารภี, ดวงตา โนวาเชค, กชนิภา อุดมทวี และจุฑามาส อยู่มาก. (2565). *การพัฒนาการผลิตยางก้อนถ้วยด้วยนวัตกรรมช้อนคนน้ำยางเพื่อยกระดับเศรษฐกิจฐานรากของเกษตรกรชาวสวนยาง.* มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร : การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับยางพารา เล่ม 2 : การผลิตยางก้อนถ้วยตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตร พ.ศ. 2551. (2563, 27 สิงหาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 137 ตอนพิเศษ 197 ง. หน้า 2-6.

ปรีดาวรรณ ไชยศรีชลธาร, ชูศักดิ์ ชวประดิษฐ์, จิรวัสส์ เจียตระกูล, พงษ์รวี นามวงศ์, และเกษตร แนบสนิท.(2560, 7-9 กันยายน). *การศึกษาหัววัดเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งในยางก้อนถ้วยโดยค่าทางไฟฟ้า* [การนำเสนอบทความ]. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยระดับชาติ ครั้งที่ 18 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 10 ประจำปี 2560. สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล และธมลวรรณ โทนุสิน. (2561). จาก GAP สู่ GMP ตอนที่ 1: การผลิตยางก้อนถ้วยมาตรฐาน GAP. *วารสารยางพารา*, 33 (2), 16-25.

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล, พิศิษฐ์ พิมพ์รัตน์, และบัญชา สมบูรณ์สุข. (2566). ผลกระทบของยางแท่งที่ใช้สารปลอมปนในการจับตัวยางก้อนถ้วย. *วารสารแก่นเกษตร*, 51(2), 309-318.

ปรีดิ์เปรม ทัศนกุล. (2555). มหันตภัยร้ายของเกลือแคลเซียมในการผลิตยางก้อนถ้วย. *วารสารยางพารา*, 33(2), 23-27.

_____. (2560, 12 ธันวาคม). *เอกสารแนะนำสำหรับชาวสวนยาง คู่มือการทำยางก้อนถ้วยคุณภาพดี*. การยางแห่งประเทศไทย. https://www.raot.co.th/ewt_dl_link.php?nid=4911

_____. (2566, 18 เมษายน). *ยกระดับการผลิตยางก้อนถ้วยเข้าสู่มาตรฐาน GAP*. การยางแห่งประเทศไทย. https://www.raot.co.th/ewt_dl_link.php?nid=6676&filename=index

พิศิษฐ์ พิมพ์รัตน์, วรพงษ์ พูลสวัสดิ์ และกรรณิการ์ สหกะโร. (2564). องค์ประกอบทางเคมีของสารจับตัวยางก้อนถ้วยเกรดทางการค้า และผลที่มีต่อสมบัติยางแท่งเอสทีอาร์ 20. *วารสารยางพารา*, 42(2), 2-10.

สหกรณ์สวนยาง ละหานทราย. (2566, 24 พฤศจิกายน). *พบกันนะคะ 26-11-66 เปิดรับยางปกติกับยางคุณภาพบวก 2 บาท*. [Status Update]. Facebook. https://www.facebook.com/share/p/bSqHkiZQMRo6CDsj/

Tassanakul, P., & Somboonsuke, B. (2022). The impact on properties of block rubber of using adulterated coagulants in cup lumps of natural rubber. *ASEAN J. Sci. Tech. Report.*, 25(2), 31-38.

การศึกษาการแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง เพื่อพัฒนาเป็นของที่ระลึกชุมชน

วันที่รับ : 13 กุมภาพันธ์ 2567
วันที่แก้ไข : 16 มิถุนายน 2567
วันที่ตอบรับ : 17 มิถุนายน 2567

ภัทรา ศรีสุโข[1], กิตติรัตน์ รุ่งรัตนาอุบล[1*], นฤมล เลิศคำฟู[1],
ภัทรบดี พิมพ์กิ[1], สุรพงษ์ ปัญญาทา[1] และ วรฉัตร อังคะหิรัญ[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี
*corresponding author e-mail: kittirat.r@rbru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดเป็นดินปั้นที่เหมาะสมในการขึ้นรูป เพื่อศึกษาลักษณะการขึ้นรูปและค่าสีของดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ และเพื่อถ่ายทอดกระบวนการทำและผลิตภัณฑ์ต้นแบบของที่ระลึกจากเปลือกหอยเชลล์สู่ชุมชน งานวิจัยแบบทดลองมีวิธีดำเนินการวิจัยศึกษาอัตราส่วนสูตรเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบด ร้อยละ 50, 60, 70, 80, 90 และ100 แต่ละสูตรมีการเพิ่มลดปริมาณระหว่างแป้งข้าวเหนียวกับแป้งข้าวโพดร้อยละ 10 รวมทั้งหมด 23 สูตร ทุกสูตรใส่สารกันบูด สารกันรา เบบี้ออยล์ กาวลาเท็กซ์ นวดผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ศึกษาการขึ้นรูปและวัดค่าสีของดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงที่สามารถปั้นเป็นเส้นม้วนเป็นรูปก้นหอยได้ ขณะปั้นขึ้นรูป ปั้นง่าย ไม่ติดมือ เมื่อแห้งคงรูป ไม่มีรอยแตกร้าว มีเฉดสีที่ชัดเจนโดยวัดค่าสี จากนั้นถ่ายทอดกระบวนการทำและผลิตภัณฑ์ต้นแบบของที่ระลึกประเภทพวงกุญแจสู่ตัวแทนวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยวชุมชนจำนวน 10 คน ผลการศึกษาสูตรเหมาะสมที่สุด คือ เปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดร้อยละ 80 แป้งข้าวโพดร้อยละ 10 แป้งข้าวเหนียวร้อยละ 10 เมื่อแห้งสนิทได้สีโทนชมพูมีค่าสี $L^*=79.04\pm1.92$, $a^*=9.65\pm0.07$, $b^*=3.69\pm0.15$ ผลจากการขึ้นรูป พบว่า ทุกสูตรดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงสามารถปั้นเป็นเส้นและขดเป็นรูปก้นหอยได้ เมื่อแห้งสนิทไม่เกิดรอยแตกร้าว รูปทรงตามแบบแต่มีความยากง่ายขณะปั้นขึ้นรูปและความสมบูรณ์ของชิ้นงานแตกต่างกันแป้งข้าวโพดทำให้เนื้อดินขณะปั้นมีความนิ่ม ผิวเรียบเนียน แป้งข้าวเหนียวทำให้มีความยืดหยุ่น ถ้าใส่ปริมาณมากขณะปั้นจัดรูปทรงจับแล้วยุบตัวง่าย แต่ถ้ามีเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดปริมาณมากทำให้ความเหนียวลดขณะปั้นเป็นเส้นขาดง่าย และผลการถ่ายทอดกระบวนการทำนี้นำมาสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบพวงกุญแจประดับดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์รูปทรงต่างๆ เพื่อจำหน่ายเป็นของที่ระลึกของวิสาหกิจชุมชน อีกทั้งองค์ความรู้นี้ไปต่อยอดในการทำเป็นอาชีพเสริมเพิ่มมูลค่า สร้างรายได้เพิ่ม และสร้างกิจกรรมใหม่สำหรับการส่งเสริมการท่องเที่ยวในชุมชนตำบลน้ำเชี่ยว

คำสำคัญ: เปลือกหอยเชลล์บดฝาแดง, ดินปั้น, ของที่ระลึก

STUDY THE PROCESSING OF RED SCALLOP SHELLS TO DEVELOP THE COMMUNITY SOUVENIRS

Received : February 13, 2024
Revised : June 16, 2024
Accepted : June 17, 2024

Pathra Srisukho[1], Kittirat Rungrattanaubol[1*], Narumon Lertcumfu[1], Pattarabordee pimki[1], Surapong Panyata[1] and Worachat Angkahiran[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, Thailand
*corresponding author e-mail: kittirat.r@rbru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were to examine the processing of crushed red scallop shells into clay suitable for molding, to investigate the molding characteristics and color of the clay made from scallop shells, and to transfer the process and prototype souvenir products made from scallop shells to the community. This experimental study was performed by using the red scallop shell powder formula ratios that had undergone a fine grinding process into seven conditions of 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, and 100%. Each formula was produced with different combinations by varying the amounts of glutinous rice flour and corn starch, resulting in a total of 23 formulas with a 10% increase or decrease. All formulas contained preservatives, mold inhibitors, baby oil, and latex glue, which then was kneaded into a homogeneous bulk. The clay then was shaped into spiral forms. During molding, the clay was easy to shape, and did not stick to hands, retained its form when dry, and showed no cracks. The clay had a distinct shade, measured by using the CIELAB system. Then, the process and prototype keychains souvenir, were transferred to 10 representatives of the Ban Nam Chieo Tourism Community Enterprise. The suitable clay formula was found to be 80% red scallop shell powder, 10% corn starch, and 10% glutinous rice flour. The clay appeared in a pink tone as the CIELAB color results were $L^* = 79.04 \pm 1.92$, $a^* = 9.65 \pm 0.07$, and $b^* = 3.69 \pm 0.15$. The molding results showed that every clay formula could be molded into lines and spiral shapes. The samples exhibited no cracks and retained their original shape once fully dry. Each shape varied in its difficulty and ease in molding. Corn starch made the molding clay soft and gave it a smooth surface, while glutinous rice flour made the clay more flexible. When higher glutinous rice flour were added, the clay became prone to collapsing during molding. If the clay contained a large amount of red scallop shell powder, its toughness decreased, causing it to break easily when molded into lines. The creation of prototype keychain clay made from scallop shells in various shapes was transferred as souvenirs to be sold for the community enterprise. This knowledge could be further developed into a supplementary occupation to add value, increase income, and create new activities to promote tourism in the Nam Chieo Subdistrict community.

Keywords: Crushed red scallop shells, Molding clay, Souvenirs

บทนำ

วิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด มีการจัดการการท่องเที่ยวโดยทุกคนมีส่วนร่วมในการวางแผน กำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคน การบริการท่องเที่ยวที่เชื่อมโยงกับกลุ่มอาชีพเครือข่ายอื่นๆ ทั้งภายในและภายนอกชุมชนเพื่อนำสินค้าและผลิตภัณฑ์มาจำหน่าย โดยมีเป้าหมายส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมผ่านสินค้าและผลิตภัณฑ์ (ชลิต เฉียบพิมาย และคนอื่นๆ, 2564, น.152) จนได้พัฒนาเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และได้รับเลือกให้เป็น “หมู่บ้าน OVC” (OTOP Village Champion) ที่ได้รับการสนับสนุนจากกรมการพัฒนาชุมชน กระทรวง มหาดไทยเป็นสถานที่ท่องเที่ยวชุมชนเชิงวิถีชีวิตวัฒนธรรม (สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดตราด, 2565) นำเสนอวิถีชีวิตแบบชุมชนผสานวัฒนธรรม คือ การอยู่ร่วมกันของผู้นับถือศาสนาพุทธและผู้นับถือศาสนาอิสลาม มีวัฒนธรรมตามความเชื่อทางศาสนา 3 วัฒนธรรม คือ วัฒนธรรมชาวไทยพุทธ ชาวจีน และมุสลิม ซึ่งการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ โดยบุคลากรในชุมชนทำหน้าที่แนะนำเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งปลูกสร้างที่มีอยู่ภายในพื้นที่ตั้งแต่ประวัติความเป็นมารวมทั้งความเชื่อ ประเพณี อาหารที่เป็นเอกลักษณ์ สร้างกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์กับประวัติศาสตร์ ศิลปวัฒนธรรม วิถีชุมชน และเอกลักษณ์ชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์ เป็นการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่และมีเอกลักษณ์เฉพาะมาให้นักท่องเที่ยวเรียนรู้ พูดคุยแลกเปลี่ยนและลงมือทำด้วยตนเอง (เมธินี ทะนงกิจ และคนอื่นๆ, 2561, น.90-91) ทำให้มีนักท่องเที่ยวจำนวนมากมีทั้งเที่ยวแบบไปเช้า-เย็นกลับหรือนอนพักค้างคืนรูปแบบโฮมสเตย์ และมีกิจกรรมต่างๆ ให้นักท่องเที่ยวสัมผัสถึงวิถีชีวิตชุมชน เช่น ทำงอบใบจาก ทำอาหารพื้นบ้าน นั่งเรือชมคลองน้ำเชี่ยวทะลุป่าชายเลน ชมป่าโกงกาง ชมเหยี่ยวแดง และมีผลิตภัณฑ์ดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้ง ชื่อกิจกรรมว่า การนำเปลือกหอยเหลือทิ้งในชุมชนมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ภายใต้โครงการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมฐานรากหลังโควิดด้วยเศรษฐกิจ BCG (U2T for BCG) ซึ่งเป็นการนำเปลือกหอยแมลงภู่มาพัฒนาเป็นสูตรดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งเพื่อสร้างเป็นเครื่องประดับ ที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยแมลงภู่บด แป้งข้าวเหนียว สารกันบูด เบบี้ออยล์ และกาวลาเท็กซ์ ได้เนื้อดินเมื่อแห้งสนิทมีสีขาวอมน้ำตาลเล็กน้อย และมีความวาวแบบมุก (ภัทรา ศรีสุโข และคนอื่นๆ, 2566, น.77-82) โดยที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำเป็นเครื่องประดับจากดินปั้นเปลือกหอยแมลงภู่ เช่น กิ๊บ ต่างหู สร้อยข้อมือ เป็นต้น

เปลือกหอยมีลักษณะแข็งที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มลำตัวช่วยป้องกันอันตราย ประกอบด้วยสารแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลักประมาณ 95-99 % และสารอินทรีย์ 5 % (Zhang & Zhang, 2006, p.527) หอยวงศ์หอยเชลล์ (Family pectinidae) หอยเชลล์ หรือหอยพัด (Scallop) เปลือกมีสีและลายแตกต่างกันตามแต่ชนิด และยังพบว่าหอยชนิดเดียวกันอาจมีสีและลายของแต่ละตัวเปลือกหอยที่ไม่เหมือนกัน เช่น เป็นสีน้ำตาล เหลือง ส้ม ม่วง (วันทนา อยู่สุข และธีระพงศ์ ด้วงดี, 2552) หอยเชลล์สายพันธุ์ที่พบในประเทศไทย คือ Amusium pleuronectes (A. pleuronectes) หรือรู้จักกันทั่วไปในชื่อ หอยเชลล์ (Asian moon scallop) ซึ่งเป็นชนิดที่นิยมเลี้ยงมากในแถบเอเชีย อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยงหอยเชลล์อยู่ที่ 28-29 °C เปลือกหอยมีลักษณะนูนทั้งสองด้าน ผิวของเปลือกหอยบางและเรียบเนียน เปลือกหอยประกอบด้วยสีขาวและสีน้ำตาลแดง โดยฝาด้านล่างสีขาวและฝาด้านบนสีน้ำตาล (Cabacaba. et al., 2020, p.104)

ดังนั้นทางผู้วิจัยเล็งเห็นว่าเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงมีสีของเปลือกที่ชัดเจนแตกต่างจากสีของเปลือกหอยชนิดอื่นที่เป็นสีขาว ซึ่งสามารถนำมาแปรรูปทำดินปั้นเพื่อให้มีเฉดสีธรรมชาติจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงการที่มีหลายเฉดสี เช่น โทนสีอ่อนหรือโทนสีเข้ม จะช่วยในการสร้างความหลากหลายในการออกแบบให้กับผลิตภัณฑ์มากขึ้น เสนอเป็นแนวทางให้ชุมชนสามารถนำไปเลือกใช้ จึงนำเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงมาพัฒนาสูตรให้สามารถปั้นขึ้นรูปทรงได้ง่ายขึ้น ขณะปั้นไม่เหนียวติดมือ เมื่อแห้งมีผิวที่เรียบเนียน และสร้างของที่ระลึกผลิตภัณฑ์ชุมชน ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงได้หาแนวการแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดเป็นดินปั้นที่เหมาะสมในการขึ้นรูปสำหรับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกของวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด โดยมีวัตถุประสงค์การแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงที่เหมาะสมในการใช้งาน เลือกวัตถุดิบที่หาซื้อได้ง่าย ราคาถูก และมีวิธีการทำดินที่ไม่ซับซ้อนชุมชนสามารถทำเองได้ ศึกษาลักษณะการขึ้นรูปของดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง เนื้อดินที่พัฒนาต้องมีคุณภาพ เช่น มีเฉดสีเพิ่มขึ้น ดินปั้นจากเปลือกหอยมีความเหนียว นิ่ม คงรูป สามารถปั้นขึ้นรูปได้ เมื่อแห้งสนิทยังคงรักษารูปทรงเหมือน

ที่ปั้นไว้ ผิวเรียบเนียนและไม่ขึ้นราได้ง่าย และผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์ดินปั้นของที่ระลึกจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง โดยองค์ความรู้นี้สามารถเป็นแนวทางให้ชุมชนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้สร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบพวงกุญแจที่สามารถใช้ได้ทั้งชายและหญิงเหมาะสำหรับเป็นของฝากของที่ระลึกชุมชน เพื่อการต่อยอดและยั่งยืนจากวงแคบไปสู่แต่ละหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชนต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดเป็นดินปั้นที่เหมาะสมในการขึ้นรูป
2. เพื่อศึกษาลักษณะการขึ้นรูปและค่าสีของดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์
3. เพื่อถ่ายทอดกระบวนการทำและผลิตภัณฑ์ต้นแบบของที่ระลึกจากเปลือกหอยเชลล์สู่ชุมชน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดเป็นดินปั้นที่เหมาะสมในการขึ้นรูป พัฒนาสูตรให้มีผิวที่เนียนเรียบ สามารถปั้นขึ้นรูปได้ ไม่เน่าเสียง่าย ไม่ขึ้นรา และศึกษาเฉดสีดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง โดยทดลองการใช้ปริมาณเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบด แป้งข้าวโพด และแป้งข้าวเหนียว ทดลองสูตรในอัตราส่วนต่างๆ ที่เหมาะสมกับงานปั้นขึ้นรูป ไม่เหนียวติดมือ และคงรูปเมื่อแห้ง มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดเป็นดินปั้นที่เหมาะสมในการขึ้นรูป มีส่วนผสมหลักดังนี้ คือ ผงเปลือกหอยเชลล์ฝาสีแดง แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว สารกันบูด สารกันรา เบบี้ออยล์ และกาวลาแท็กซ์ ปัจจัยที่ศึกษา คือ ปริมาณเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดเป็นผงละเอียด แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว การทดลองแบ่งเป็นสูตรต่างๆ โดยมีอัตราสูตรเปลือกหอยเชลล์ฝาสีแดงบดร้อยละ 50, 60, 70, 80, 90 และ100 แต่ละสูตรที่มีการเพิ่มลดปริมาณระหว่างแป้งข้าวโพดกับแป้งข้าวเหนียว และเปรียบเทียบผลกับดินจากแป้งข้าวโพด และดินจากแป้งข้าวเหนียว รวมทั้งหมด 23 สูตร ดังตาราง 1

ตาราง 1 สูตรดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาสีแดง

สูตร	เปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบด-แป้งข้าวโพด-แป้งข้าวเหนียว (กรัม)					
0	0-100-0	0-0-100	-	-	-	-
50	50-0-50	50-10-40	50-20-30	50-30 -20	50-40-10	50-50-0
60	60-0-40	60-10-30	60-20-20	60-30-10	60-40-0	-
70	70-0-30	70-10-20	70-20-10	70-30-0	-	-
80	80-0-20	80-10-10	80-20-0	-	-	-
90	90-0-10	90-10-0	-	-	-	-
100	100-0-0	-	-	-	-	-

2. การเตรียมดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์บดฝาแดง นำเปลือกหอยเชลล์เลือกเฉพาะฝาสีแดงล้างน้ำให้สะอาด ฟอกเนื้อเยื่อต่างๆ ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซต์ความเข้มข้น 50% แช่ประมาณ 7-12 วัน จนไม่มีเนื้อเยื่อในฝาเปลือกหอยจากนั้นล้างน้ำให้สะอาด ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วมาปั่นให้ละเอียดเป็นผงโดยใช้เครื่องปั่นที่ให้ความละเอียด 60-350 mesh และนำไปร่อนผ่านกระชอนตาถี่ จากนั้นผสมตามสูตรตามตาราง 1 และใส่สารกันบูด 0.4 กรัม สารกันรา 0.5 กรัม เบบี้ออยล์ 0.8 กรัม กาวลาเท็กซ์ 40 กรัม จำนวนเท่ากันทุกสูตร นวดจนเนื้อดินไม่ติดมือ แล้วห่อพลาสติกไม่ให้อากาศเข้าทิ้งไว้ 1 คืน ดังภาพ 1

ภาพ 1 วิธีการทำดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง

3. การศึกษาลักษณะการขึ้นรูปและค่าสีดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง เป็นการศึกษาลักษณะการปั้นเป็นเส้นและขดเป็นก้นหอย ใช้ดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์น้ำหนัก 5 กรัม ปั้นเป็นเส้นยาว 30 เซนติเมตร จากนั้นขดเป็นรูปก้นหอย ทั้งหมดอบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 ชั่วโมง วิเคราะห์ผลด้วยวิธีการสังเกตของผู้วิจัย ศึกษาลักษณะขึ้นรูปทรงก้นหอย ขณะการปั้น หลังปั้นและภาพถ่าย ใช้เกณฑ์ในการพิจารณา คือ 1) ความเหนียว เช่น ไม่ขาดง่าย ขึ้นรูปไม่ติดมือ 2) ความนิ่ม เช่น นุ่มไม่แข็ง ปั้นขึ้นรูปได้เส้นมีขนาดเท่ากัน ไม่แห้งก่อนงานเสร็จ และ 3) พื้นผิวเมื่อปั้นเสร็จชิ้นงานมีผิวที่เรียบ ไม่มีรอยแตกร้าว

ภาพ 2 การขึ้นรูปเพื่อทดสอบคุณภาพดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงด้วยวิธีการปั้นเป็นรูปก้นหอย

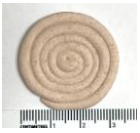
4. การวัดค่าสี เตรียมชิ้นงานทดสอบ นำดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงน้ำหนัก 5 กรัม ปั้นเป็นทรงกลมจากนั้นกดให้แบนเรียบในพิมพ์กดสแตนเลสรูปวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ทั้งหมดอบแห้งด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 ชั่วโมง ใช้เครื่องวิเคราะห์สีดิจิตอลสำหรับทดสอบสี Lab รุ่น LS171 Digital Colorimeter วัดรูรับแสง 8 มิลลิเมตร แหล่งกำเนิดแสง D65 มุมมอง 10° ความสว่าง D/8, Specular แสดงผล CIE Lab วัดค่า L*a*b*วัดสี โดยกำหนดให้ L* เป็นค่าความสว่าง มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100 a* มีค่า + สีจะเป็นไปในทิศทางสีแดง มีค่า – สีจะเป็นไปในทิศทางสีเขียว b* มีค่า + สีจะเป็นไปในทิศทางสีเหลือง มีค่า – สีจะเป็นไปในทิศทางสีน้ำเงิน วัดจำนวน 5 จุดต่อชิ้นงาน แล้วหาค่าเฉลี่ยของสี

5. อบรมถ่ายทอดองค์ความรู้จำนวน 10 คน วิธีคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบอาสาสมัคร (Voluntary selection) จากสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด ซึ่งมีความสนใจเข้าร่วมรับองค์ความรู้กระบวนการทำดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงและผลิตภัณฑ์พวงกุญแจของที่ระลึก

ผลการวิจัย

1. ผลวิเคราะห์คุณภาพการปั้นขึ้นรูปทรงก้นหอย แสดงในดังตาราง 2 ผลการศึกษาลักษณะที่ปรากฏในการขึ้นรูปดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง

ตาราง 2 ผลการศึกษาลักษณะที่ปรากฏในการขึ้นรูปดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง

สูตรดิน	ลักษณะที่ปรากฏ			ผลวิเคราะห์
สูตร 0	0-100-0 	0-0-100 		ดินจากแป้งข้าวโพดมีขนาดเส้นสม่ำเสมอสามารถขดเป็นก้นหอยได้สมบูรณ์ ผิวเนียนสวยงามมากกว่าดินจากแป้งข้าวเหนียว
สูตร 50	50-0-50 	50-10-40 	50-20-30 	ความเหนียวดี ปั้นเป็นเส้นยาวไม่ขาดง่าย เนื้อดินนิ่มมาก ทำให้ปั้นเป็นเส้นยาวได้ ไม่คงรูป จับม้วนแล้วยุบตัวง่าย เมื่อแห้งผิวเรียบเนียน ไม่มีรอยแตกร้าว
	50-30-20 	50-40-10 	50-50-0 	
สูตร 60	60-0-40 	60-10-30 	60-20-20 	ความเหนียวและความนิ่มน้อยกว่าสูตร 50 สามารถปั้นเป็นเส้นยาวได้ยากเล็กน้อย ไม่คงรูป จับม้วนแล้วยุบตัวง่าย เมื่อแห้งผิวเรียบ ไม่มีรอยแตกร้าว
	60-30-10 	60-40-0 		

ตาราง 2 ผลการศึกษาลักษณะที่ปรากฏในการขึ้นรูปดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง (ต่อ)

สูตรดิน	ลักษณะที่ปรากฏ			ผลวิเคราะห์
สูตร 70	70-0-30 	70-10-20 	70-20-10 	ความเหนียวและความนิ่มน้อยกว่าสูตร 60 ปั้นเป็นเส้นยาวขนาดเท่ากันยากขึ้นและขาดง่ายต้องควบคุมน้ำหนักมือให้สม่ำเสมอ คงรูปมากขึ้นจับม้วนยุบตัวน้อยลง เมื่อแห้งผิวเรียบน้อยลง ไม่มีรอยแตกร้าว
	70-30-0 			
สูตร 80	80-0-20 	80-10-10 	80-20-0 	ความเหนียวและความนิ่มน้อยลงกว่าสูตร 70 ปั้นเป็นเส้นยาวขนาดเท่ากันยากขาดง่ายต้องควบคุมน้ำหนักมือให้สม่ำเสมอ แต่จับแล้วอยู่ทรงไม่ยุบตัวง่าย เมื่อแห้งผิวเรียบน้อยลง ไม่มีรอยแตกร้าว
สูตร 90	90-0-10 	90-10-0 		ความเหนียวและความนิ่มลดลงกว่าสูตร 80 ปั้นเป็นเส้นยาวขนาดเท่ากันยากมาก เนื่องจากดินปั้นเหนียวติดพื้นทำให้เส้นขาดง่ายมาก เมื่อแห้งผิวเรียบน้อยลง ไม่มีรอยแตกร้าว
สูตร 100	100-0-0 			ความเหนียวและความนิ่มน้อยที่สุด ปั้นเป็นเส้นยาวขนาดเท่ากันยากมากและขาดง่ายที่สุด เมื่อแห้งผิวเรียบน้อยที่สุด ไม่มีรอยแตกร้าว

จากตาราง 2 พบว่าสูตรดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงทุกสูตรเนื้อดินรวมเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถปั้นเป็นรูปก้นหอยได้ แต่มีคุณภาพแตกต่างกัน ไม่แห้งก่อนงานเสร็จ เมื่อแห้งคงรูป ไม่มีรอยแตกร้าว ดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงสูตร 50 มีความเหนียวบีบนวดไม่ติดมือ สามารถปั้นเป็นเส้นยาวได้เส้นไม่ขาดง่ายแต่เนื้อดินนิ่มนุ่มมาก ไม่คงรูปจับม้วนแล้วยุบตัวง่าย สูตรมีคุณภาพดีที่สุดในกลุ่ม คือ สูตร 50-30-20 สูตรดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงสูตร 60 มีความเหนียวและความนิ่มลดลง ปั้นเป็นเส้นยาวให้มีขนาดเท่ากันยากเล็กน้อย ไม่คงรูปจับม้วนแล้วยุบตัวง่าย สูตรที่มีคุณภาพดีที่สุดในกลุ่ม คือ สูตร 60-30-10 สูตรดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงสูตร 70 มีความเหนียวและความนิ่มลดลงมาก ขณะปั้นค่อนข้างดินติดมือและพื้น ปั้นเป็นเส้นยาวขนาดเท่ากันยากขึ้นและขาดง่ายต้องควบคุมน้ำหนักมือให้สม่ำเสมอ เมื่อปั้นเสร็จชิ้นงานมีผิวขรุขระเล็กน้อย สูตรที่มีคุณภาพดีที่สุดในกลุ่ม คือ สูตร 70-30-0 สูตรดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงสูตร 80 มีความเหนียวและความนิ่มน้อย ปั้นเป็นเส้นยาวให้มีขนาดเท่ากันยากและเส้นขาดง่ายต้องควบคุมน้ำหนักมือไม่กดแรงออกแรงสม่ำเสมอทั้งเส้น ขณะปั้นดินติดมือและพื้นเล็กน้อย แต่เนื้อดินจับแล้วอยู่ทรงไม่ยุบตัวง่าย เมื่อปั้นเสร็จชิ้นงานมีผิวขรุขระเล็กน้อย สูตรที่มีคุณภาพดีที่สุดในกลุ่ม คือ สูตร 80-10-10 ดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์สูตร 90 และ 100 ทั้ง 2 สูตรไม่เหมาะสมกับการปั้นขึ้นรูป ดินมีความเหนียวและนิ่มต่ำมากปั้นเป็นเส้นให้ขนาดเท่ากันยาก ปั้นแล้วติดมือและพื้นทำเป็นเส้นขาดง่ายมาก ผิวไม่เรียบเนียนขดเป็นก้นหอยยากทำให้รูปทรงที่ได้ไม่สมบูรณ์ จากผลการทดลองสูตรที่มีคุณภาพสามารถปั้นรูปทรงก้นหอยที่ดีที่สุดคือสูตร 80-10-10 เมื่อม้วนขดหรือจับไม่ยุบตัวง่าย คงรูปทำให้ได้เส้นที่มีขนาดสม่ำเสมอ

2. ผลการทดสอบการวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี

เมื่อนำชิ้นงานดินจากเปลือกหอยเชลล์มาวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์สีดิจิตอลสำหรับทดสอบสี สามารถบอกความแตกต่างของสีได้อย่างสม่ำเสมอและใกล้เคียงกับความแตกต่างของสีที่ตามองเห็นโดย แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวัดค่าสีของดินปั้นจากแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว และเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง

สูตร	เฉดสี	ค่าสี	สูตร	เฉดสี	ค่าสี
0-100-0	0-100-0	L*=94.66±0.23 a*=1.11±0.18 b*=7.95±0.18	60-40-0	60-40-0	L*=77.38±0.52 a*= 9.16±0.12 b*= 5.27±0.29
0-0-100	0-0-100	L*=87.16±1.19 a*=2.12±0.37 b*=9.22±0.30	70-0-30	70-0-30	L*=78.14±0.15 a*=9.45±0.08 b*=5.18±0.04
50-0-50	50-0-50	L*=78.76±0.63 a*=7.83±0.11 b*=5.82±0.32	70-10-20	70-10-20	L*=78.24±0.42 a*=9.17±0.36 b*=4.83±0.47
50-10-40	50-10-40	L*=78.49±0.38 a*=7.79±0.10 b*=5.53±0.19	70-20-10	70-20-10	L*=78.00±0.02 a*=8.74±0.48 b*=4.73±0.49
50-20-30	50-20-30	L*=78.99±0.36 a*=8.05±0.04 b*=5.79±0.44	70-30-0	70-30-0	L*=79.58±0.48 a*=9.28±0.17 b*=4.39±0.24
50-30-20	50-30-20	L*=78.78±2.12 a*=8.06±0.08 b*=6.18±0.27	80-0-20	80-0-20	L*=79.43±2.26 a*=9.44±0.17 b*=3.99±0.42
50-40-10	50-40-10	L*=79.00±0.64 a*=8.20±0.20 b*=6.06±0.27	80-10-10	80-10-10	L*=79.04±1.92 a*=9.65±0.07 b*=3.69±0.15
50-50-0	50-50-0	L*=79.27±0.64 a*=8.27±0.12 b*=4.85±0.04	80-20-0	80-20-0	L*=79.75±0.99 a*=9.93±0.11 b*=4.22±0.09

ตาราง 3 ผลการวัดค่าสีของดินปั้นจากแป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว และเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง (ต่อ)

สูตร	เฉดสี	ค่าสี	สูตร	เฉดสี	ค่าสี
60-0-40	60-0-40	L*=77.51±0.23 a*=9.11±0.18 b*=5.76±0.29	90-0-10	90-0-10	L*=79.47±0.52 a*=9.81±0.12 b*=3.98±0.14
60-10-30	60-10-30	L*=75.51±0.19 a*=8.98±0.26 b*=5.53±0.33	90-10-0	90-10-0	L*=78.63±0.72 a*=9.85±0.24 b*=3.96±0.14
60-20-20	60-20-20	L*=76.76±0.71 a*=9.12±0.18 b*=5.82±0.80	100-0-0	100-0-0	L*=80.27±0.82 a*=10.04±0.18 b*=3.72±0.55
60-30-10	60-30-10	L*=76.87±0.56 a*=8.97±0.06 b*=5.02±0.01			

ดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงเมื่อผสมตามสูตรได้โทนสีชมพูที่มีความเข้มมากขึ้นตามปริมาณเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงที่เพิ่มมากขึ้น แต่มองด้วยตาเปล่าแยกความแตกต่างของสีได้ยาก วัดค่าสีจากตาราง พบว่า ค่า L* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness) ดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงมีค่า L* อยู่ระหว่าง L*=75.51±0.19 - 80.27±0.82 จากผลการวัดค่าสีไปทางสีโทนสว่าง เมื่อมีปริมาณเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงมากขึ้น ทำให้สีสว่างขึ้น ค่า a* ใช้กำหนดสีแดง เมื่อ a* เป็น + วัตถุมีสีออกแดง a เป็น – วัตถุมีสีออกเขียว ดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงมีค่า a* อยู่ระหว่าง 7.79±0.10-10.04±0.18 จากผลการวัดค่าสีไปทางสีแดง เมื่อมีปริมาณเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงมากขึ้นจะทำให้ดินปั้นมีสีชมพูมากขึ้น ค่า b* ใช้กำหนดสีเหลือง หรือสีน้ำเงิน b เป็น + วัตถุมีสีออกเหลือง b เป็น – วัตถุมีสีออกน้ำเงิน ดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงมีค่า b* อยู่ระหว่าง 3.72±0.55 - 6.18±0.27 จากผลการวัดค่าสีดินจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงมีสีออกเหลืองเมื่อมีปริมาณแป้งมากขึ้น

3. ผลการถ่ายทอดกระบวนการทำและผลิตภัณฑ์ต้นแบบของที่ระลึกจากเปลือกหอยเชลล์สู่ชุมชน

การถ่ายทอดกระบวนการทำดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงลงสู่ตัวแทนกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยวจังหวัดตราดที่ผ่านการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบอาสาสมัครจำนวน 10 คน โดยอธิบายผลการวิจัยของสูตรดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงให้กับชุมชนเลือกใช้ โดยทางชุมชนเลือกสูตรดินปั้นจากเปลือกหอย เชลล์ฝาแดงสูตร 80-10-10 เนื่องจากสูตรที่ปั้นขึ้นรูปแล้วได้คุณภาพตามแบบที่ต้องการ ไม่การยุบง่าย มองด้วยตาเห็นดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงเป็นสีชมพูอ่อน และร่วมกันการออกแบบเป็นพวงกุญแจ ประดับลูกปัดมุกกับอะไหล่พวงกุญแจไม้สำเร็จรูป เพื่อจำหน่ายเป็นของที่ระลึก ดังภาพ 3

ภาพ 3 ตัวอย่างชิ้นงานพวงกุญแจและกิจกรรมการถ่ายทอดผลงานลงสู่ชุมชน

อภิปรายผลการวิจัย

การแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดเป็นดินปั้นเฉดสีชมพูที่ได้จากสีธรรมชาติของเปลือกหอยเชลล์ที่เหมาะสมในการขึ้นรูปเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกสำหรับวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด พบว่า การเลือกใช้ปริมาณแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวโพด ในดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดง ปริมาณแป้งที่ใส่ช่วยทำให้เนื้อดินมีความเหนียวนุ่มมากขึ้น สามารถปั้นขึ้นรูปได้ โดยแป้งข้าวโพดทำให้มีผิวเรียบเนียน แป้งข้าวเหนียวทำให้มีความยืดหยุ่น แต่จะมีความเหนียวลดลงตามปริมาณเปลือกหอยเชลล์ที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภัทรา ศรีสุโข และคนอื่นๆ (2565, น.28-30) ที่กล่าวว่าการนำแป้งข้าวเหนียวมาเป็นส่วนประกอบของดินเปลือกหอยแมลงภู่ช่วยให้เนื้อดินมีความนิ่มและปั้นขึ้นรูปง่ายขึ้น แป้งข้าวเหนียวจึงเหมาะสมนำมาใช้ในสูตรดินปั้นเมื่อเพิ่มปริมาณเปลือกหอยแมลงภู่ในอัตราส่วนที่มากขึ้น ทำให้ผิวความนิ่มลดลง ผิวมีความหยาบมากขึ้น ดินมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ดังนั้น ดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงปริมาณแป้งที่ใส่มีผลต่อสีชมพูของดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ โดยเฉพาะแป้งข้าวเหนียวทำให้ดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์มีค่า (L*) น้อยลงทำให้มีความสว่างลดลง และมีค่า (b*) มากขึ้น ทำให้มีสีเหลืองเมื่อมีปริมาณแป้งข้าวเหนียวมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโสภิดา วิศาลศักดิ์กุล และคนอื่นๆ (2562, น.247) งานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดินปั้นจากกากมะตูมที่พบว่า แป้งข้าวเหนียวมีผลต่อค่าความสว่างของสี (L*) และทำให้สีของดินปั้นจากเปลือกมะตูมมีค่าความเป็นสีเขียวค่อนไปทางสีเขียวและสีเหลือง การถ่ายทอดองค์ความรู้การทำผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกเป็นพวงกุญแจที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนให้กับวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด เป็นการนำเปลือกหอยเชลล์ที่มีเหลือทิ้งในท้องถิ่นมาแปรรูปเป็นดินปั้นออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนที่มีอัตลักษณ์ของตนเอง และชุมชนได้มีส่วนร่วม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติกรณ์ บำรุงบุญ และปิยลักษณ์ โพธิวรรณ (2564, น.8) ได้นำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกที่สะท้อนอัตลักษณ์ท้องถิ่นจังหวัดมหาสารคาม เพื่อยกระดับมูลค่าทางเศรษฐกิจ กล่าวว่า แนวทางการส่งเสริมผลิตภัณฑ์ คือ ผู้ผลิตสินค้าต้องยกระดับตลาดและทิศทางการจำหน่ายให้มีหลากหลายมากขึ้นเนื่องจากผลิตภัณฑ์ชุมชนเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมือนกับผลิตภัณฑ์อีกหลายกลุ่มก่อให้เกิดการแข่งขันที่สูง ดังนั้นควรมีการพัฒนาผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีความโดดเด่นและมีความแตกต่างจากการใช้วัตถุดิบที่หาได้ในท้องถิ่นสินค้าต้องมีอัตลักษณ์เฉพาะกลุ่มแตกต่างจากกลุ่มอื่น อีกทั้งการแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดนี้เป็นการนำเปลือกหอยที่เป็นขยะเหลือทิ้งในชุมชนมาใช้เพื่อสร้างวัตถุดิบใหม่ที่รักษาสิ่งแวดล้อมในการเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ชุมชนสามารถทำเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สาทินี วัฒนกิจ และวรสุดา ขวัญสุวรรณ (2564, น.13) ได้สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุขยะพลาสติกเหลือทิ้งในชุมชนสู่การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่นำแนวคิดการนำวัสดุเหลือทิ้งในชุมชนมาใช้ให้เกิดประโยชน์ มีการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน สามารถผลิตได้ง่าย เพื่อเป็นการแก้ปัญหาขยะในชุมชนลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยการศึกษาการแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงเพื่อพัฒนาเป็นของที่ระลึกชุมชน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดเป็นดินปั้นที่เหมาะสมในการขึ้นรูป ได้ศึกษาปริมาณเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดร้อยละ 0, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ผสมแป้งข้าวเหนียวเพื่อให้เหนียวทำให้ปั้นได้ แป้งข้าวโพดช่วยให้ผิวเนียนเรียบ สารกันบูดเพื่อป้องกันการเน่าเสีย สารกันราเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราในเนื้อดิน เบบี้ออยล์ช่วยให้ปั้นได้ง่ายลดการติดมือ กาวลาเท็กซ์เป็นตัวช่วยสมานสารให้เข้ากัน ถ้าใส่ปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เนื้อดินเหลวปั้นยากและติดมือ ซึ่งแต่ละตัวที่ใส่ไปช่วยให้คุณสมบัติของดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงสามารถปั้นขึ้นรูปได้ดีขึ้น คงทนไม่เน่าเสียง่าย และได้สีเฉดชมพู จากนั้นเพื่อศึกษาลักษณะการขึ้นรูปและค่าสีของดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ สรุปได้ว่าทุกสูตรดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์สามารถปั้นเป็นรูปก้นหอยได้ เมื่อแห้งสนิทมีสีชมพู ไม่เกิดรอยแตกร้าว ได้รูปทรงแบบตามที่ปั้น แต่มีความยากง่ายขณะปั้นขึ้นรูปและคุณภาพแตกต่างกัน แป้งข้าวโพดทำให้เนื้อดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงขณะปั้นมีความนิ่มนุ่ม ผิวเนียนเรียบ แป้งข้าวเหนียวทำให้มีความเหนียวยืดหยุ่น แต่ถ้าใส่ปริมาณมากเกินไปขณะปั้นจัดรูปทรงจะยุบตัวง่าย สูตรที่มีคุณภาพเหมาะสมที่สุดในด้านผลิตภัณฑ์ของระลึก คือ สูตร 80-10-10 มีส่วนผสมเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงบดร้อยละ 80 แป้งข้าวโพดร้อยละ 10 แป้งข้าวเหนียว

ร้อยละ 10 ใช้น้ำหนักมือที่เหมาะสมปั้นเป็นเส้นเพราะความเหนียวน้อย แต่สามารถปั้นรูปทรงก้นหอยได้เมื่อม้วนขดหรือจับไม่ยุบตัวง่าย คงรูปทำให้ได้เส้นที่มีขนาดสม่ำเสมอ เมื่อแห้งสนิทสีโทนชมพูมีค่าสี L*=79.04±1.92, a*=9.65±0.07, b*=3.69±0.15 ดินปั้นจากเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงจะมีสีแดงมากขึ้นเมื่อมีปริมาณเปลือกหอยเชลล์บดฝาแดงมากขึ้น เมื่อได้สูตรที่เหมาะสม จากนั้นถ่ายทอดองค์ความรู้กระบวนการทำและร่วมออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบของที่ระลึกจากเปลือกหอยเชลล์กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบพวงกุญแจเพื่อจำหน่ายเป็นของที่ระลึกในชุมชนเป็นการสร้างวัตถุดิบใหม่ที่มีรากฐานมาจากวัต ถุในพื้นที่โดยนำเปลือกหอยเชลล์เหลือทิ้งในชุมชนนำมาใช้ มีการจัดการวัสดุเหลือทิ้งให้เกิดมูลค่า และการรักษาสิ่งแวดล้อมอีกทั้งสามารถสร้างอาชีพให้กับผู้ที่มารับการถ่ายทอดความรู้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. การเตรียมเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงควรล้างให้สะอาดไม่มีสารเคมีตกค้างเพราะอาจจะมีผลต่อสีและคุณภาพดินปั้นเปลือกหอยเชลล์
2. กระบวนการทำชิ้นงานจากดินปั้นเปลือกหอยเชลล์ควรให้ดินปั้นแห้งสนิทก่อนนำไปใช้งานหรือจัดเก็บเพราะดินปั้นยังมีความชื้นภายในยังไม่แห้งสนิทจะส่งผลให้เกิดการเน่าเสียหรือเกิดรา
3. การนำเปลือกหอยเชลล์เหลือทิ้งในชุมชนมาสร้างแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ สามารถช่วยลดขยะในพื้นที่ได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องวัสดุในการเคลือบผิวเพื่อกันน้ำ ชิ้นงานจะได้มีอายุการใช้งานที่นานขึ้น
2. การทำสีในดินปั้นจากเปลือกหอยอาจมีการเพิ่มสีสันด้วยวัสดุชนิดอื่นที่ให้สีต่างๆ กันได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้สนับสนุนทุนวิจัยจากงบกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ 2566 และขอขอบคุณประธานวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว และสมาชิกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด ที่นำองค์ความรู้การแปรรูปเปลือกหอยเชลล์ฝาแดงไปใช้เพื่อสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกชุมชน

เอกสารอ้างอิง

กิตติกรณ์ บำรุงบุญ และปิยลักษณ์ โพธิวรรณ. (2564), การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกที่สะท้อนอัตลักษณ์ท้องถิ่นจังหวัดมหาสารคาม เพื่อยกระดับมูลค่าทางเศรษฐกิจ, *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 40(2), 7-24.

ชลิต เฉียบพิมาย, เฉลิมเกียรติ เฟื่องแก้ว, และสุเมษย์ หนกหลัง. (2564). กระบวนการจัดการท่องเที่ยวโดยชุมชนของชุมชนบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด. *วารสารวิชาการวิทยาลัยบริหารศาสตร์*, 4(2), 151-165.

ภัทรา ศรีสุโข , กิตติรัตน์ รุ่งรัตนาอุบล, นฤมล เลิศคำฟู, ภัทรบดี พิมพ์กิ, และสุรพงษ์ ปัญญาทา. (2565). *ศึกษาและทดลองการแปรรูปเปลือกหอยแมลงภู่บดเหลือทิ้งเพื่อการผลิตดินปั้นสำหรับงานเครื่องประดับเพื่อชุมชน* (รายงานการวิจัย). มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ภัทรา ศรีสุโข, กิตติรัตน์ รุ่งรัตนาอุบล, นฤมล เลิศคำฟู, ภัทรบดี พิมพ์กิ, และสุรพงษ์ ปัญญาทา. (2566). การพัฒนาดินปั้นงานเครื่องประดับจากเปลือกหอยแมลงภู่บดเหลือทิ้ง สำหรับวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว จังหวัดตราด, *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 18(2), 75-84.

เมธินี ทะนงกิจ, ฐาศุกร์ จันประเสริฐ, และศยามล เอกะกุลานันต์. (2561). ปัจจัยแห่งความสำเร็จของการท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยวบ้านน้ำเชี่ยว. *วารสารวิชาการการท่องเที่ยวไทยนานาชาติ*, 14(1), 77–109.

วันทนา อยู่สุข และธีระพงศ์ ด้วงดี. (2552). หอยในทะเลไทย. ใน *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ* (เล่ม 34, หน้า 173-174). มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. https://www.saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=34&chap=5&page=t34-5-infodetail05.html

สาทินี วัฒนกิจ และวรสุดา ขวัญสุวรรณ. (2564). การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งสู่ผลิตภัณฑ์ออกแบบตกแต่ง: ชุมชนต้นแบบเทศบาลเมืองเขารูปช้าง. *วาสารสถาปัตยกรรม การออกแบบและการก่อสร้าง*, 3(2), 13–27.

สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดตราด. (2565, 1 มีนาคม). *พช. ตราด ร่วมต้อนรับอธิบดีกรมความร่วมมือระหว่างประเทศ*. https://trat.cdd.go.th/2022/03/01

โสภิดา วิศาลศักดิ์กุล, อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์, และสริดา จารุศรีกมล. (2562, 26 เมษายน). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดินปั้นจากกากมะตูม* [การนำเสนอบทความ]. งานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต. https://rsucon.rsu.ac.th/files/proceedings/nation2019/NA19-073.pdf

Cabacaba, Nonita S., Boiser, Ed-Marie B., Badocdoc, Kimberly A., & Campo, Cristan Joy M. (2020). Breeding and larval rearing of Asian moon scallop *Amusium pleuronectes* in eastern samar, Phillippined. *The Philippine Journal of Fisheries*, 27(1), 104-120. https://doi.org/10.31398/tpjf/27.1.2019A0008

Zhang, C., & Zhang, R. (2006). Matrix proteins in the outer shells of molluscs. *Marine Biotechnology*, 8, 572-586. https://doi.org/10.1007/s10126-005-6029-6

การพัฒนาเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมขวดแก้วสี สำหรับผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคาร สู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์ โดยการต่อยอดภูมิปัญญาเครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย

วันที่รับ : 22 พฤศจิกายน 2566
วันที่แก้ไข : 14 กุมภาพันธ์ 2567
วันที่ตอบรับ : 15 กุมภาพันธ์ 2567

สนิท ปิ่นสกุล[1*] และ ชาติชาย จันทร์ประทีป[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
จังหวัดพิษณุโลก
*corresponding author e-mail: sanit17@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี เพื่อผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคารที่มีส่วนผสมของขวดแก้วสี และเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคจำนวน 50 คนที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคาร วัตถุดิบที่ใช้ทดลองเนื้อดิน คือ ดินเขาสี่ล้าน ดินหน้านา และขวดแก้วสีเขียว ส่วนวัตถุดิบที่ใช้ทดลองเคลือบ คือ ดินเขาสี่ล้าน หินฟันม้า หินปูน และขวดแก้วสีเขียว โดยเนื้อดินและเคลือบทุกสูตร ถูกเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ ลวดลายกระเบื้องออกแบบร่วมกับผู้ประกอบการโดยการนำอัตลักษณ์สังคโลกมาเป็นแนวคิดในการออกแบบ แล้วคัดเลือกต้นแบบจำนวน 10 แบบ นำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องและนำไปประเมินความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่าเนื้อดินและเคลือบสูตรที่มีสมบัติทางกายภาพเหมาะสม สำหรับผลิตกระเบื้อง คือ เนื้อดินสูตรที่ 3 และเคลือบสูตรที่ 1 โดยเนื้อดินสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของดินเขาสี่ล้านร้อยละ 70 ดินหน้านาร้อยละ 20 และขวดแก้วสีเขียวร้อยละ 10 หลังเผามีความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 7.79 ความแข็งแรงเฉลี่ย 184.14 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร การดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 1.34 เนื้อดินทนความร้อนที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียสได้และมีสีน้ำตาล ส่วนเคลือบสูตรที่ 1 มีส่วนผสมของขวดแก้วสีเขียวร้อยละ 75 หินปูนร้อยละ 5 หินฟันม้าร้อยละ 20 และเพิ่มเติมดินเขาสี่ล้านร้อยละ 3 เคลือบมันแวววาว ผิวราน มีสีเขียวใสและมีการไหลตัวที่ 4.67 เซนติเมตร การออกแบบลวดลายกระเบื้องได้นำอัตลักษณ์ลายปลา ลายพรรณพฤกษาของสังคโลกมาประยุกต์เป็นลวดลายบนผิวกระเบื้องทั้ง 10 แบบ ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมของกระเบื้องทั้งหมด มีค่ามากกว่า 4.22±0.19 อยู่ในระดับมาก ผู้วิจัยได้ถ่ายทอดองค์ความรู้การใช้ประโยชน์จากขยะขวดแก้วสีเขียวในชุมชนนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตสังคโลกให้กับผู้ประกอบการผลิตสังคโลกในจังหวัดสุโขทัย งานวิจัยนี้สามารถลดต้นทุนให้ผู้ประกอบการได้

คำสำคัญ: เนื้อดิน, กระเบื้อง, สังคโลก, ขวดแก้วสี

DEVELOPMENT OF BODY AND GLAZES SANGKHALOK FROM THE MIXTUREOF COLORED GLASS BOTTLES FOR THE PRODUCTION OF DECORATIVE TILES TO COMMERCIAL DISTRIBUTION BY THE WISDOM OF THE SANGKHALOK SUKHOTHAI PROVICE

Received : November 22, 2023
Revised : February 14, 2024
Accepted : February 15, 2024

Sanit Phinsakul[1*] and Chartchay Junprateep[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok, Thailand
*corresponding author e-mail: sanit17@psru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were to experiment with the composition and test the physical properties of clay and glaze in Sangkhalok ceramics using colored glass bottle mixtures to produce decorative building tiles incorporating colored glass bottles, and evaluate the satisfaction of 50 consumers with the decorative building tile products. The raw materials used for testing were soil from Khao See Lam Mountain, top-layer soil, and Green Glass Bottles. While, the raw materials used for the coating experiment were soil from Khao See Lam Mountain, feldspar, limestone, and green glass bottles. The experiments of both soil testing and coating mixtures were fired at a temperature of 1,220 degrees Celsius in a complete incineration atmosphere. Tile product patterns were designed in collaboration with entrepreneurs using the Sangkhalok's identity as a concept. Subsequently, the selection process involved choosing 10 prototype patterns which were then formed into tile samples for evaluation of consumer satisfaction. The research results indicated that the soil mixture with physical properties suitable for tile production was Formula No.3, and the coating formula suitable was Formula No. 1. To elaborate on, the soil mixture Formula No.3 consisted of 70% of soil from Khao See Lam Mountain, 20% of top-layer soil, and 10% of green glass bottles. Additionally, the average shrinkage of this formula was 7.79%, the average strength was 184.14 kilograms per square centimeter, the average water absorption was 1.34%, and the soil was heat-resistant at a temperature of 1,220 degrees Celsius and it had a color of brown. On the other hand, the coating Formula No. 1, consisted of 75% of green glass bottles, 5% of limestone, 20% of feldspar, and 3% of additional soil from Khao See Lam Mountain. The coating had a translucent appearance, smooth surface, clear green color, and flow rate of 4.67 centimeters. The tile design was inspired by the fish patterns and floral motifs of Sangkhalok, which were distinctive cultural features of Sukhothai Province. These elements were adapted into the surface design of all 10 tile prototypes. In addition, the overall satisfaction rating for the tiles exceeded 4.22±0.19, indicating a high level of satisfaction. The researcher transferred knowledge on using green glass bottle waste from the community as a raw material for Sangkhalok ceramic production to local manufacturers in Sukhothai Province. This research had the potential to reduce production costs for the manufacturers.

Keywords: Body, Tile, Sangkhalok, Colored glass bottles

บทนำ

เครื่องปั้นดินเผาหรือเซรามิก เป็นศิลปหัตถกรรมที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยที่มีการผลิตมาตั้งแต่สมัยโบราณตามหลักฐานที่ปรากฏให้เห็นในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เป็นผลิตภัณฑ์งานฝีมือที่เกิดจากสมองและมือมนุษย์ ที่มีอายุยืนยาวที่สุดในโลกอย่างหนึ่ง เครื่องปั้นดินเผาของไทย มีเอกลักษณ์โดดเด่น หลายชิ้นมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันดีในหมู่คนไทย ขณะที่อีกหลายชิ้นมีชื่อเสียงในระดับสากล เช่น เครื่องถ้วยชามสังคโลกจากแหล่งเตาเผาสมัยสุโขทัย ที่มีหลักฐานว่าเป็นสินค้าส่งออกในช่วงสมัยโบราณ ไปยังแถบหมู่เกาะต่างๆ ของอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ญี่ปุ่นบางประเทศในตะวันออกกลางและแอฟริกา เมื่อกาลเวลาผันผ่าน เครื่องปั้นดินเผาสามารถสื่อความหมายในระดับวัฒนธรรมสะท้อนถึงความเปลี่ยนแปลงของสังคม บอกเล่าเรื่องราวและวิถีชีวิตของชนผู้เป็นเจ้าของในแต่ละยุคสมัยได้ (นิดดา หงส์วิวัฒน์, 2554, น. 7)

เครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงาม โดดเด่น โดยเฉพาะชนิดเขียนลวดลายสีดำใต้เคลือบ สีที่ใช้เขียนลายเป็นสีน้ำตาลเข้มและน้ำเคลือบมีลักษณะข้น ลวดลายที่ตกแต่งเป็นลายพรรณพฤกษาที่ประณีตสวยงาม ลายดอกไม้ ปลา นกและสัตว์ในเทพนิยายอยู่ปะปนกับพรรณพฤกษา ส่วนใหญ่มีลวดลายที่ปากภาชนะและด้านนอกแบ่งเป็นช่องๆ ชามบางใบเป็นลายดอกไม้และปลาที่วาดอย่างง่ายๆ ตรงกึ่งกลาง บางใบเป็นรูปปลากำลังว่ายอยู่รอบๆ พรรณพฤกษา ปัจจุบันนี้การผลิตเครื่องสังคโลก ได้รับการอนุรักษ์สืบทอด โดยมีการก่อตั้งโรงงานผลิตเครื่องสังคโลกในเขตอำเภอเมือง อำเภอศรีสัชนาลัย และอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ประมาณ 7 แหล่ง จากการที่ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากกลุ่มผู้ประกอบการผลิตเครื่องสังคโลก พบว่าปัญหาสำคัญของการผลิตเครื่องสังคโลก คือ ต้นทุนการผลิตสูงทั้งในส่วนของวัตถุดิบโดยเฉพาะวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบสังคโลกต้องสั่งซื้อจากต่างถิ่นและบางชนิดต้องใช้วัสดุธรรมชาติจากไม้เนื้อแข็งนำมาเผาเป็นขี้เถ้าแล้วนำมาเป็นส่วนผสมของเคลือบสังคโลก นอกจากนี้แก๊สที่นำมาใช้ในกระบวนการเผาก็มีราคาสูงขึ้นส่งผลกระทบกับการผลิตโดยรวม แต่ผู้ประกอบการไม่สามารถเพิ่มราคาขายในส่วนของผลิตภัณฑ์ได้ นอกจากนี้รูปแบบผลิตภัณฑ์สังคโลกที่ผู้ประกอบการผลิตจำหน่ายยังคงเป็นรูปแบบเดิมเชิงอนุรักษ์ซึ่งปัจจุบันเป็นที่ต้องการของตลาดน้อย ผู้วิจัยเห็นว่าเศษวัสดุเหลือทิ้งประเภทขวดแก้วสี (สีเขียว) เป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่มีความแข็ง มีทั้งลักษณะที่โปร่งใสและโปร่งแสง มีองค์ประกอบหลัก คือ ซิลิกา (Silica) หรือซิลิกอนไดออกไซด์ (Silicon dioxide หรือ SiO_2) หากนำมาหลอมด้วยความร้อนสูง 1,700 องศาเซลเซียส ซิลิกอนไดออกไซด์จะเกิดการหลอมละลายจากนั้นจึงผสมหินปูน (Lime) และโซดาแอช (Soda ash) เพื่อให้จุดหลอมเหลวของแก้วลดลง เมื่อเย็นตัวลงแล้วจะแข็งตัวโดยไม่เป็นผลึกและใส (ปวิตา ลิขิตเดชาโรจน์, 2565) ซึ่งแก้วนี้ที่มีอยู่ทั่วไปเป็นวัสดุที่มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตเนื้อดินและเคลือบสังคโลก สามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกทดแทนส่วนผสมของวัตถุดิบเดิมบางชนิดได้จึงเป็นการลดต้นทุนให้ผู้ประกอบการและเป็นการใช้เศษวัสดุให้เกิดประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสังคโลกร่วมกับผู้ประกอบการและเห็นว่าผลิตภัณฑ์ประเภทกระเบื้องตกแต่งอาคารเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่จะสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่และสามารถส่งเสริมให้จำหน่ายได้ในเชิงพาณิชย์ได้ โดยรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาจะสะท้อนถึงอัตลักษณ์ภูมิปัญญาเครื่องสังคโลกโบราณ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสูตรเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมขวดแก้วสีสำหรับผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคาร สู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์ โดยการต่อยอดภูมิปัญญาเครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย เป็นการลดต้นทุนในส่วนของวัตถุดิบและส่งเสริมการผลิตให้กับกลุ่มผู้ประกอบการเครื่องสังคโลกต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี
2. เพื่อผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคารที่มีส่วนผสมของขวดแก้วสี โดยออกแบบผลิตภัณฑ์จากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคจำนวน 50 คนที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคาร

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ มุ่งศึกษาแก้ปัญหาร่วมกับผู้ประกอบการเซรามิก ในจังหวัดสุโขทัย เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง ทีมผู้วิจัยได้ลำดับขั้นตอนของการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การทดลองในระยะที่ 1 ทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี

1.1 การทดลองส่วนผสมของเนื้อดิน กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบบเจาะจงโดยใช้ดินในท้องถิ่นเป็นส่วนผสมประกอบด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ ดินเขาสี่ล้าน ตำบลหนองอ้อ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ดินหน้านา ตำบลหนองอ้อ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย และขวดแก้วสีบดละเอียดผ่านตะแกรงกรองขนาด 120 เมช คัดเลือกสูตรส่วนผสมที่มีขวดแก้วสีไม่เกินร้อยละ 40 ได้ส่วนผสมจำนวน 15 สูตร ส่วนผสมเนื้อดินที่ใช้ในการทดลองดังตาราง 1

ตาราง 1 ส่วนผสมของเนื้อดินสังคโลก

สูตรที่	ส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)		
	ดินเขาสี่ล้าน	ดินหน้านา	ขวดแก้วสี
1	80	10	10
2	70	10	20
3	70	20	10
4	60	10	30
5	60	20	20
6	60	30	10
7	50	10	40
8	50	20	30
9	50	30	20
10	50	40	10
11	40	10	50
12	40	20	40
13	40	30	30
14	40	40	20
15	40	50	10

จากนั้นชั่งส่วนผสมวัตถุดิบสูตรละ 1,000 กรัม ผสมน้ำเพื่อให้เกิดความเหนียว แล้วนำไปขึ้นรูปเป็นแท่งทดลองด้วยวิธีการอัดแบบพิมพ์ ขนาดความยาว 8 เซนติเมตร ความกว้าง 1 เซนติเมตรและความหนา 1 เซนติเมตร สูตรละ 6 แท่ง อบแท่งทดลองให้แห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส ด้วยเตาแก๊ส บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน จากนั้นนำชิ้นทดลองที่ผ่านการเผาแล้วไปทดสอบสมบัติทางกายภาพหลังการเผา ประกอบด้วย

1) ความหดตัวของเนื้อดินหลังเผาวิเคราะห์โดยใช้สูตร Rhodes (1973, p.311)

$$\text{ร้อยละของความหดตัวของดินหลังเผา} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินหลังเผา} \times 100}{\text{การหดตัวของดินเปียก}}$$

2) ค่าความแข็งแรงวิเคราะห์โดยใช้สูตร Andrews (1928, p.44)

$$M = \frac{3PL}{2bd^2}$$

ให้ M = ค่าความแข็งแรงของดิน (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
P = แรงที่กดทำให้แท่งทดลองหัก (กิโลกกรัม)
L = ระยะห่างของแท่นรองรับชิ้นทดลอง (เซนติเมตร)
b = ความกว้างของชิ้นทดลอง (เซนติเมตร)
d = ความหนาของชิ้นทดลอง (เซนติเมตร)

3) การดูดซึมน้ำการดูดซึมน้ำวิเคราะห์โดยใช้สูตร Rhodes (1973, p.น310)

$$\text{ร้อยละของการดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักที่อิ่มตัว} - \text{น้ำหนักดินที่แห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักดินที่แห้ง}}$$

4) ความทนไฟของเนื้อดินวิเคราะห์โดยการพิจารณาการคงสภาพเดิมของแท่งทดลอง
5) สีของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกทดสอบโดยการใช้แผ่นเทียบสี

หลักจากวิเคราะห์ข้อมูลแล้วคัดเลือกสูตรส่วนผสมของเนื้อดินที่เหมาะสมที่สุดไปผลิตชิ้นงาน

1.2 การทดลองส่วนผสมของเคลือบสังคโลกกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบบเจาะจง ประกอบด้วยวัตถุดิบ 4 ชนิด คือ ขวดแก้วสี หินปูน หินฟันม้า และดินเขาสี่ล้าน กำหนดส่วนผสมจำนวน 10 สูตรทำการชั่งส่วนผสมของวัตถุดิบสูตรละ 100 กรัม ผสมน้ำแล้วบดด้วยโกร่งบดนานสูตรละ 10 นาที แล้วนำไปเคลือบถ้วยทดสอบเคลือบและชิ้นทดสอบการไหลตัวของเคลือบ (Block test) ที่เตรียมไว้ สูตรละ 1 ชิ้นจากนั้นนำชิ้นทดลองเคลือบไปเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส ด้วยเตาแก๊ส บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน จากนั้นนำแท่งทดลองเคลือบที่ผ่านการเผาแล้วไปทดสอบสมบัติทางกายภาพของเคลือบหลังเผา ประกอบด้วย ระดับความมันของเคลือบ การรานตัวของเคลือบ การไหลตัวของเคลือบและ สีของเคลือบ และคัดเลือกสูตรส่วนผสมที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับเคลือบสังคโลกเดิมไปเคลือบผิวผลิตชิ้นงาน ส่วนผสมของเคลือบสังคโลกที่ใช้ในการทดลองดังตาราง 2

ตาราง 2 ส่วนผสมของเคลือบสังคโลก

สูตรที่ 1	วัตถุดิบ (ร้อยละ)			
	ขวดแก้วสี	หินปูน	หินฟันม้า	ดินเขาสี่ล้าน (เพิ่มเติม)
1	75	5	20	3
2	70	10	20	3
3	70	5	25	3
4	65	15	20	3
5	65	10	25	3
6	65	5	30	3
7	60	20	20	3
8	60	15	25	3
9	60	10	30	3
10	60	5	35	3

การทดลองในระยะที่ 2 การผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคารที่มีส่วนผสมของขวดแก้วสี โดยออกแบบผลิตภัณฑ์จากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย

การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องผู้วิจัยทำการออกแบบร่วมกับผู้ประกอบการผลิตสังคโลก จังหวัดสุโขทัย โดยทำการออกแบบและคัดเลือกไปทำการผลิตจริง จำนวน ไม่น้อยกว่า 10 แบบ โดยลวดลายบนกระเบื้องสังคโลกทั้ง 10 แบบได้แนวความคิดจากอัตลักษณ์ของเคลื่องสังคโลกโบราณ ตัวอย่างเช่น แบบที่ 1 แนวคิดจากลายปลา แบบที่ 2 แนวคิดจากผนังฉลุลายประดับโบสถ์ วิหาร แบบที่ 3 แนวคิดจากลวดลายพรรณพฤกษาของสังคโลก เป็นต้น ในส่วนของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกที่นำไปใช้ในการขึ้นรูปกระเบื้องได้มาจากการทดลองในตอนที่ 1 การทดลองในระยะที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคารผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงที่ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิประเมินที่ประกอบด้วย สถาปนิก นักออกแบบ นักวิชาการทางด้านเซรามิกประชาชนทั่วไป จำนวน 50 คน ทำการประเมินโดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ช่วงระดับคะแนน4.50-5.0 คือ ระดับมากที่สุด 3.50-4.49 คือ ระดับมาก 2.50-3.49 คือระดับปานกลาง 1.50-2.49 คือ ระดับน้อย 1.00-1.49 คือ ระดับน้อยที่สุด การประเมินจะใช้แบบประเมินประกอบกับชิ้นงาน จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ยนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบการบรรยาย

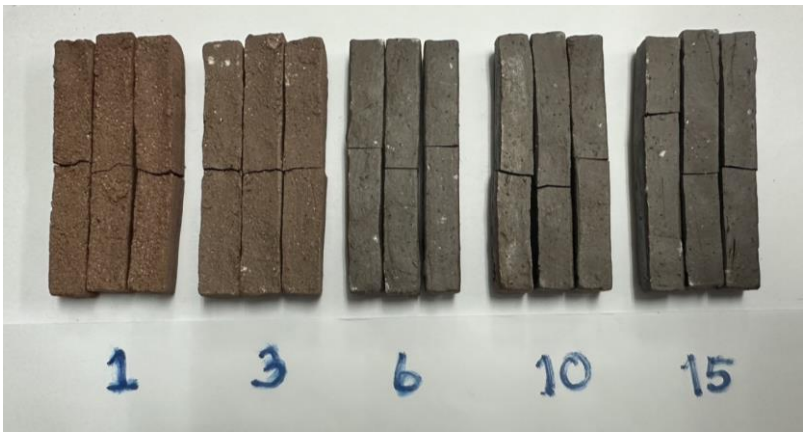
ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามกระบวนการและวิเคราะห์ผลการทดลองในแต่ละระยะผลการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี

1.1 การศึกษาสูตรเนื้อดินสังคโลกที่ผสมขวดแก้วสี แสดงภาพแท่งทดสอบเนื้อดินดังภาพ 1 และผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินดังตารางที่ 3 พบว่าเนื้อดินที่มีค่าความหดตัวหลังเผามากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 10 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 8.25 เนื้อดินที่มีค่าความหดตัวหลังเผาน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 6 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 7.42 เนื้อดินที่มีค่าความแข็งแรงหลังเผามากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 3 ค่าความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 184.14 กก./ตร.ซม. เนื้อดินที่มีค่าความแข็งแรงหลังเผาน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 10 มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 135.61 กก./ตร.ซม. เนื้อดินที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 15 ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 1.98 เนื้อดินที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 3 เนื้อดินที่มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ย

ร้อยละ 1.34 เนื้อดินที่ผ่านการเผาทุกสูตรมีสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม ส่วนเนื้อดินสูตรที่ 2, 4, 5, 8, 9, 13 และ 14 ไม่สามารถทนไฟได้หลอมละลาย จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินพบว่า เนื้อดินสูตรที่มีสมบัติทางกายภาพเหมาะสมมากที่สุดในการขึ้นรูปกระเบื้องสังคโลก ได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 3 เนื่องจากมีค่าความแข็งแรงหลังเผาสูงและมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำกว่าเนื้อดินสูตรอื่นๆ



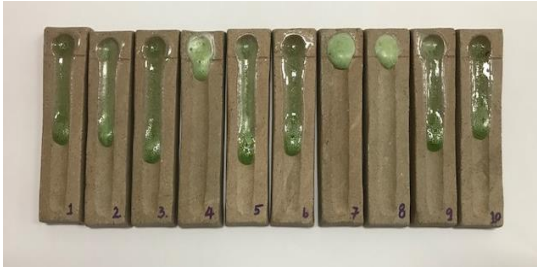
ภาพ 1 แท่งทดสอบเนื้อดินที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส

ตาราง 3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินสังคโลกผสมขวดแก้วบดสีละเอียด

สูตรที่	สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินสังคโลกหลังเผาอุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส				
	ความหดตัวเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความแข็งแรง เฉลี่ย(กก./ตร.ซม.)	การดูดซึมน้ำ เฉลี่ย(ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีของเนื้อดิน
1	7.63	183.31	1.44	ทนได้	น้ำตาล
3	7.79	184.14	1.34	ทนได้	น้ำตาล
6	7.42	147.28	1.44	ทนได้	น้ำตาลเข้ม
10	8.25	135.61	1.94	ทนได้	น้ำตาลเข้ม
15	8.13	157.88	1.98	ทนได้	น้ำตาลเข้ม

หมายเหตุ เนื้อดินสูตรที่ 2, 4, 5, 8, 9, 13 และ 14 หลอมละลายจึงไม่มีผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

1.2 การศึกษาเคลือบที่ผสมขวดแก้วสี แสดงภาพถ้วยทดสอเคลือบและชิ้นทดสอบเคลือบดังภาพ 2 และผลการทดลองแสดงดังตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบเคลือบที่มีผิวมันแวววาวได้แก่เคลือบสูตรที่ 1, 2, 3, 5, 6, 9 และ 10 เคลือบที่มีผิวด้านได้แก่เคลือบสูตรที่ 4, 7 และ 8 เคลือบทั้ง 10 สูตรสุกตัว และมีผิวรานเคลือบที่ไหลตัวมากที่สุดได้แก่เคลือบสูตรที่ 5 การไหลตัว 5.50 เซนติเมตร เคลือบที่ไหลตัวน้อยที่สุดได้แก่เคลือบสูตรที่ 8 การไหลตัว 0.52 เซนติเมตร เคลือบที่มีสีเขียวใสได้แก่เคลือบสูตรที่ 1, 2, 3, 5, 6, 9 และ 10 เคลือบสูตรที่มีสีเขียวขุ่น ได้แก่เคลือบสูตรที่ 4,7 และ 8 ผู้วิจัยเลือกเคลือบสูตรที่ 1 ไปเคลือบผิวกระเบื้องสังคโลก เนื่องจากมีสีใกล้เคียงสังคโลกเดิมและมีส่วนผสมของขวดแก้วบดละเอียดมากถึงร้อยละ 75 ซึ่งถือว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากขยะ



ภาพ 2 ถ้วยทดสอบเคลือบ(ซ้าย) แผ่นทดสอบการไหลตัวของเคลือบ (ขวา)

ตาราง 4 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพเคลือบสังคโลกผสมขวดแก้วสี หลังเผาอุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน

สูตรที่	สมบัติทางกายภาพของเคลือบสังคโลกผสมขวดแก้วสี				
	ระดับความมันของเคลือบ	การสุกตัวของเคลือบ	การรานตัวของเคลือบ	การไหลตัวของเคลือบ (ซม.)	สีของเคลือบ
1	มันแวววาว	สุกตัว	ราน	4.67	เขียวใส
2	มันแวววาว	สุกตัว	ราน	4.53	เขียวใส
3	มันแวววาว	สุกตัว	ราน	5.42	เขียวใส
4	ด้าน	สุกตัว	ราน	1.00	เขียวขุ่น
5	มันแวววาว	สุกตัว	ราน	5.50	เขียวใส
6	มันแวววาว	สุกตัว	ราน	5.06	เขียวใส
7	ด้าน	สุกตัว	ราน	0.55	เขียวขุ่น
8	ด้าน	สุกตัว	ราน	0.52	เขียวขุ่น
9	มันแวววาว	สุกตัว	ราน	4.82	เขียวใส
10	มันแวววาว	สุกตัว	ราน	4.18	เขียวใส

2. การออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคารจากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลกจังหวัดสุโขทัย โดยการทำงานร่วมกับผู้ประกอบการผลิตสังคโลก จังหวัดสุโขทัย แนวคิดในการออกแบบจากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลกจังหวัดสุโขทัย ตัวอย่างเช่น แนวคิดจากลายปลา แนวคิดจากผนังฉลุลายประดับโบสถ์ วิหาร แนวคิดจากลวดลายพรรณพฤกษาของสังคโลก เป็นต้น ทำการร่างแบบกระเบื้องสังคโลกเป็นรูปแบบ 2 มิติ จำนวน 12 แบบ และทำการคัดเลือกรูปแบบกระเบื้องสังคโลกจำนวน 10 แบบ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาเชิงหัตถกรรมสร้างสรรค์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเซรามิกจำนวน 5 คน หลังจากได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลกแล้วนำไปขึ้นรูปโดยผู้ประกอบการผลิตเครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย การคัดเลือกแบบกระเบื้องร่วมกับผู้ประกอบการและการผลิตแผ่นกระเบื้องดังภาพ 3 และแผ่นกระเบื้องสังคโลกที่ขึ้นรูปเสร็จแล้วดังภาพ 4

ภาพ 3 ผู้วิจัยและผู้ประกอบการร่วมกันคัดเลือกแบบกระเบื้อง(ซ้าย) การขึ้นรูปกระเบื้อง(ขวา)

ภาพ 4 แผ่นกระเบื้องสังคโลกที่ขึ้นรูปเสร็จแล้ว

3. การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคารผู้วิจัยนำชิ้นงานกระเบื้องทั้ง 10 แบบ ดังภาพ 5 พร้อมด้วยแบบสอบถามไปประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่ประกอบด้วย สถาปนิก นักออกแบบ นักวิชาการทางด้านเซรามิกประชาชนทั่วไป จำนวน 50 คน ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศชาย ร้อยละ 68 เพศหญิง ร้อยละ 32 ช่วงอายุ 15-25 ปี ร้อยละ 12 ช่วงอายุ 26-35 ปี ร้อยละ 20 ช่วงอายุ 36-46 ปี ร้อยละ 44 ช่วงอายุ 47 ปี ขึ้นไป ร้อยละ 24 อาชีพราชการ/รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 40 อาชีพพนักงานบริษัท ร้อยละ 26 อาชีพนักเรียน/นักศึกษาร้อยละ 10 อาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 20 อาชีพอื่นๆ ร้อยละ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์สังคโลกแสดงดังตาราง 5 โดยพบว่า รูปแบบกระเบื้องสังคโลกที่มีผลการประเมินในภาพรวมสูงที่สุดได้แก่แบบที่ 1 ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย 4.45±0.27 ในระดับมาก ส่วนรูปแบบกระเบื้องสังคโลกที่มีผลการประเมินในภาพรวมน้อยที่สุดได้แก่แบบที่ 7 ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย 4.22±0.19 ในระดับมาก

ภาพ 5 แผ่นกระเบื้องสังคโลกทั้ง 10 แบบ

ตาราง 5 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลก

ประเด็นการประเมิน		1.รูปแบบผลิตภัณฑ์มีความสวยงาม	2.รูปแบบผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม	3. ผลิตภัณฑ์มีการพัฒนารูปแบบร่วมสมัยสื่อถึงอัตลักษณ์สังคโลก	4.วัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตมีความเหมาะสม	5.ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้	ความพึงพอใจโดยรวมแต่ละแบบ
แบบที่ 1	ค่าเฉลี่ย	4.54	4.38	4.42	4.58	4.34	4.45±0.27
	ระดับ	มากที่สุด	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 2	ค่าเฉลี่ย	4.40	4.36	4.40	4.60	4.18	4.38±0.24
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 3	ค่าเฉลี่ย	4.32	4.32	4.42	4.50	4.26	4.36±0.24
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 4	ค่าเฉลี่ย	4.48	4.30	4.36	4.64	4.20	4.39±0.22
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 5	ค่าเฉลี่ย	4.22	4.28	4.38	4.38	3.96	4.24±0.25
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
แบบที่ 6	ค่าเฉลี่ย	4.26	4.34	4.30	4.44	4.06	4.28±0.22
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
แบบที่ 7	ค่าเฉลี่ย	4.16	4.28	4.38	4.40	3.88	4.22±0.19
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
แบบที่ 8	ค่าเฉลี่ย	4.38	4.26	4.32	4.54	4.16	4.42±0.23
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 9	ค่าเฉลี่ย	4.28	4.28	4.42	4.52	3.92	4.28±0.22
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 10	ค่าเฉลี่ย	4.38	4.30	4.46	4.46	4.14	4.34±0.21
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายผลแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความหดตัวของเนื้อดินหลังเผาขึ้นอยู่กับปริมาณส่วนผสมของวัตถุดิบที่มีความเหนียวที่มีอยู่ในสูตรส่วนผสมของเนื้อดินกล่าวคือ เนื้อดินปั้นสูตรที่ 15 มีความหดตัวหลังเผามากกว่าเนื้อดินสูตรที่ 6 ถ้าดูในส่วนผสมพบว่าเนื้อดินสูตรที่ 15 ดินหน้านาร้อยละ 50 ส่วนเนื้อดินในสูตรที่ 6 ดินหน้านาร้อยละ 30 ดินหน้านาเป็นดินเหนียวท้องถิ่นมีความละเอียดและมีความเหนียวมากเมื่อมีอยู่มากในสูตรส่วนผสมจึงทำให้เนื้อดินเกิดการหดตัวมากทั้งก่อนเผาและหลังเผาจึงทำให้เนื้อดินสูตรที่ 15 มีความหดตัวหลังเผามากกว่าเนื้อดินสูตรที่ 6 สอดคล้องกับแนวคิดของ ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2539, น.51) ที่พบว่า ความหดตัวของดินหลังเผามีค่าการเปลี่ยนแปลง

ค่อนข้างกว้าง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น ความละเอียด ความเหนียวของดิน ปกติดินเหนียวจะหดตัวมากทั้งขณะแห้งและเมื่อผ่านการเผา

เนื้อดินที่มีความแข็งแรงหลังเผามากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 3 ค่าความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 184.14 กก./ตร.ซม. มีส่วนผสมดินเขาสี่ล้านร้อยละ 70 เนื้อดินที่มีค่าความแข็งแรงหลังเผาน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 10 มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 135.61 กก./ตร.ซม. มีส่วนผสมดินเขาสี่ล้านร้อยละ 50 ความแข็งแรงของเนื้อดินหลังเผาเกิดจากส่วนผสมของดินเขาสี่ล้านถ้ามีปริมาณมากจะส่งผลทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงหลังเผามาก เนื่องจากดินเขาสี่ล้านมีปริมาณของซิลิกาอยู่ในองค์ประกอบของดินสูงถึงร้อยละ 69.95 ซึ่งซิลิกามีส่วนช่วยทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงทั้งก่อนเผาและหลังเผาดังนั้นเนื้อดินสูตรที่ 3 มีค่าความแข็งแรงหลังเผามากกว่าเนื้อดินสูตรที่ 10 สอดคล้องกับแนวคิดของ โกมล รักษ์วงศ์ (2531, น.25) ที่พบว่า ซิลิกานำไปผสมในเนื้อดินจะช่วยทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรง ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างป้องกันการบิดเบี้ยวและช่วยลดการหดตัวของผลิตภัณฑ์ได้

ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินมีค่าน้อยเป็นผลดีกับเนื้อดินแสดงให้เห็นว่าเนื้อดินเผาถึงจุดสุกตัวทั้งนี้เนื้อดินสูตรที่ 3 มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยกว่าสูตรอื่นๆ อาจเป็นเพราะว่าในส่วนผสมของเนื้อดินที่ประกอบด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิด ได้แก่ ดินเขาสี่ล้าน ดินหน้านา และขวดแก้วสีบดละเอียด มีสัดส่วนที่เหมาะสม เมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส เกิดการหลอมละลายเกิดผลึกมูลไลต์ทำให้ช่องว่างในเนื้อดินลดน้อยลง การดูดซึมน้ำจึงน้อยลงด้วย สอดคล้องกับแนวคิดของ ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์ (2538, น.199) ที่พบว่า เมื่อดินถูกเผาอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 955-1,290 องศาเซลเซียส จะเกิดผลึกของอลูมินาและซิลิกาขึ้นเรียกว่าผลึกมูลไลต์ จะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแกร่ง เนื้อแน่นน้ำซึมผ่านไม่ได้

สีของเนื้อดินเนื้อดินที่ผ่านการเผาทุกสูตรมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มเกิดจากในส่วนผสมของวัตถุดิบมีสารประกอบของเหล็กออกไซด์หรือเฟอร์ริกออกไซด์ ซึ่งดินหน้านาเป็นดินเหนียวในท้องถิ่น จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่ามีเฟอร์ริกออกไซด์เป็นส่วนประกอบมากถึงร้อยละ 16.47 เมื่อนำดินหน้านามาเป็นส่วนผสมของเนื้อดินและผ่านการเผาจึงทำให้เนื้อดินทุกสูตรมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มขึ้นอยู่กับปริมาณของดินหน้านาที่มีอยู่ในส่วนผสมนั้นเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ สุขุมาล เล็กสวัสดิ์ (2548, น.11) ที่พบว่า ดินสีเข้ม สีน้ำตาลแดง สีน้ำตาลเข้ม มักเป็นดินที่มีส่วนประกอบของเหล็กออกไซด์ผสมอยู่สูง

เนื้อดินสูตรที่ 2, 4, 5, 8, 9, 13 และ 14 ไม่สามารถทนไฟที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส ได้เกิดการหลอมละลายหลังเผาเพราะมีส่วนผสมของขวดแก้วบดละเอียดที่มีอยู่ตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป ขวดแก้วสีบดละเอียดหรือเศษแก้ว (Cullet) จะมีส่วนผสมของแก้วอ่อน (Soda lime) มีส่วนช่วยลดอุณหภูมิในการเผาและเป็นตัวช่วยในการหลอมละลายทั้งในเนื้อดินและเคลือบ ดังนั้นในส่วนผสมของเนื้อดินที่มีขวดแก้วสีมากเนื้อดินจะไม่สามารถทนอุณหภูมิในการเผาที่ 1,220 องศาเซลเซียสได้เกิดการหลอมละลายนั้นเอง ดังที่ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.45) ได้ให้แนวคิดไว้ว่า เศษแก้วได้จากขวดหรือกระจกประตูหน้าต่างแตก เป็นวัตถุดิบที่มีสมบัติเป็นด่างกลุ่มแอลคาไลน์ มีคุณสมบัติเป็นตัวช่วยหลอมละลายที่ดี

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน พบว่าส่วนผสมเนื้อดินที่มีสมบัติทางกายภาพเหมาะสมมากที่สุดในการขึ้นรูปกระเบื้องสังคโลก คือเนื้อดินสูตรที่ 3 เนื่องจากมีค่าความแข็งแรงหลังเผาสูงและมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำกว่าเนื้อดินสูตรอื่นๆ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเคลือบหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส พบว่าเคลือบที่มีผิวมันแวววาวเกิดจากส่วนผสมของเคลือบมีวัตถุดิบที่เป็นตัวช่วยในการหลอมละลายผสมอยู่ในเคลือบนั้นคือ ขวดแก้วบดละเอียด หินฟันม้า และหินปูน โดยเฉพาะขวดแก้วสีบดละเอียดที่มีอยู่ในสูตรส่วนผสมตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป มีส่วนช่วยทำให้เคลือบหลอมละลายได้ดีและมีความมันแวววาว (สูตรที่ 1, 2, 3, 5, 6, 9 และ 10) เกิดจากส่วนผสมของเคลือบมีวัตถุดิบที่เป็นตัวช่วยในการหลอมละลายผสมอยู่คือ ขวดแก้วบดละเอียด ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป และมีหินปูนผสมอยู่น้อยกว่าร้อยละ 15 ขวดแก้วสีบดละเอียด มีส่วนช่วยทำให้เคลือบหลอมละลายได้ดีและมีความมันแวววาว สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.45) ที่พบว่า เศษแก้วเป็นวัตถุดิบที่มีสมบัติเป็นด่าง

กลุ่มแอลคาไลน์ เป็นตัวช่วยหลอมละลายที่ดี เพิ่มการไหลตัวของเคลือบและความมันแวววาว เคลือบที่มีผิวด้าน (สูตรที่ 4, 7 และ 8) เป็นลักษณะของเคลือบที่ด้านจากการตกผลึกของหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นวัตถุดิบที่เมื่อเผาแล้วจะให้แคลเซียมออกไซด์ถ้าใช้ในเคลือบปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เคลือบเกิดการตกผลึกและทำให้ผิวเคลือบด้านดังนั้นปริมาณหินปูนที่มีอยู่ตั้งแต่ร้อยละ 15 เป็นปริมาณที่มากจึงทำให้เคลือบเกิดการตกผลึกนั้นเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.37) ที่พบว่า แคลเซียมออกไซด์เมื่อผสมในเคลือบในปริมาณที่มากเกินไปมักจะทำให้เคลือบเกิดการตกผลึกและทำให้ผิวเคลือบด้าน

การสุกตัวของเคลือบเกิดจากวัตถุดิบที่เป็นตัวช่วยในการหลอมละลาย เมื่อพิจารณาดูส่วนผสมของเคลือบทั้ง 10 สูตร พบว่ามีหินฟันม้า หินปูน และขวดแก้วสีบดละเอียดวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นสารกลุ่มแอลคาไลด์หรือแอลคาไลด์เอิร์ท ส่งผลต่อการลดจุดหลอมเหลวเป็นตัวช่วยในการหลอมละลายในเคลือบ โดยเฉพาะหินฟันม้าที่มีส่วนช่วยในการหลอมละลายได้ดี จึงทำให้เคลือบทั้ง 10 สูตรสุกตัวที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส ได้สอดคล้องกับแนวคิดของ ไพบูลย์ หน้าสมศรี (2552, น.35) ที่พบว่า หินฟันม้าเป็นวัตถุดิบสำคัญของเคลือบทำหน้าที่เป็นตัวลดจุดหลอมละลาย ทำให้อุณหภูมิในการเผาเคลือบต่ำลง

เคลือบทั้ง 10 สูตรมีผิวรานหรือมีรอยแตกเล็กๆ บนผิวเคลือบเป็นลักษณะอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าเนื้อดินและเคลือบมีการหดตัวและขยายตัวไม่เท่ากัน สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.74) ที่พบว่า สาเหตุที่ทำให้เคลือบราน คือเนื้อดินและเคลือบมีการหดตัวหรือขยายตัวไม่เท่ากัน โดยปกติแล้วเคลือบที่มีผิวรานถือว่าเป็นตำหนิของเคลือบและไม่เหมาะที่จะนำไปใส่อาหารเนื่องจากอาจมีการสะสมของเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อโรคต่างๆ ในรอยรานของผิวเคลือบได้ แต่ในทางศิลปะถือว่าเป็นความสวยงามอย่างหนึ่งของผิวเคลือบ

เคลือบทั้ง 10 สูตรมีการไหลตัวมากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบแต่ละสูตร เคลือบที่มีการไหลตัวมากที่สุดได้แก่เคลือบสูตรที่ 5 การไหลตัว 5.50 เซนติเมตร เคลือบที่ไหลตัวน้อยที่สุดได้แก่เคลือบสูตรที่ 8 การไหลตัว 0.52 เซนติเมตร การไหลตัวของเคลือบที่มากเกินไปอาจทำให้ชิ้นงานเกิดตำหนิหรืออาจทำให้แผ่นรองเตาเผาเกิดความเสียหายได้ แต่ทั้งนี้เคลือบที่มีการไหลตัวที่เหมาะสมก็มีส่วนช่วยทำให้ผิวของเคลือบเรียบเสมอกันได้ดีนอกจากนี้เคลือบที่มีการไหลตัวมากๆ อาจนำไปใช้เคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกในงานศิลปะได้ดีทำให้ชิ้นงานน่าสนใจ เมื่อพิจารณาดูส่วนผสมพบว่าวัตถุดิบที่มีส่วนทำให้เคลือบไหลตัวจะมากหรือน้อยคือหินปูน เคลือบสูตรที่ไหลตัวช้า ได้แก่ สูตรที่ 4, 7 และ 8 มีหินปูนผสมอยู่ในสูตรเคลือบร้อยละ 15 หินปูนเป็นวัตถุดิบที่สามารถเกิดผลึกแคลเซียมออกไซด์ได้ ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไปจะเป็นตัวทนไฟที่ขัดขวางการไหลของเคลือบและทำให้ผิวเคลือบด้าน สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.15) ที่พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตหรือหินปูน เป็นสารที่ให้แคลเซียมออกไซด์ ถ้าใช้ในเคลือบปริมาณน้อยๆ ร่วมกับฟลักซ์ชนิดอื่นๆ ในเคลือบไฟสูงจะช่วยในการหลอมละลาย แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไป จะทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟทำให้ผิวเคลือบด้าน

เคลือบทั้ง 10 สูตรมีสีออกเขียวทั้งสีเขียวใส (สูตรที่ 1, 2, 3, 5, 6, 9 และ 10) และสีเขียวขุ่น (สูตรที่ 4, 7 และ 8) เนื่องจากผู้วิจัยใช้ขวดแก้วสีเขียวบดละเอียดเป็นส่วนผสมของเคลือบในปริมาณมากตั้งแต่ ร้อยละ 60 จนถึงร้อยละ 75 สีเขียวของขวดแก้วเกิดจากการเติมโครเมียมออกไซด์ในขั้นตอนของการผลิตขวดแก้วสีเขียวจึงทำให้เคลือบมีสีเขียว สอดคล้องกับแนวคิดของ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2563) ที่ได้เสนอไว้ว่า หากต้องการให้แก้วหรือกระจกมีสีสันต่างๆ เพื่อเพิ่มความสวยงาม สามารถเติมสารต่างๆ เช่น โครเมียมออกไซด์ (Chromium oxide, Cr_2O_3) ให้สีเขียว ส่วนเคลือบที่มีสีเขียวขุ่น (สูตรที่ 4, 7 และ 8) เนื่องจากมีหินปูนอยู่ในส่วนผสมตั้งแต่ร้อยละ 15-20 ซึ่งมีปริมาณหินปูนสูงในเคลือบ หินปูนสามารถตกผลึกเป็นแคลเซียมออกไซด์ ผลึกจะทำให้เกิดการทึบแสงเกิดเป็นสีเขียวขุ่น

จากสมบัติทางกายภาพของเคลือบที่ได้กล่าวมานี้ ผู้วิจัยได้เลือกเคลือบสูตรที่ 1 ที่มีส่วนผสมของขวดแก้วสีบดละเอียดร้อยละ 75 หินปูนร้อยละ 5 หินฟันม้าร้อยละ 20 และเพิ่มเติมดินเขาสี่ล้านร้อยละ 3 สำหรับผลิตกระเบื้องสังคโลกเพราะเคลือบมีความมันแวววาว เคลือบสุกตัว ผิวเคลือบราน มีสีเขียวใส มีการไหลตัวที่ 4.67 เซนติเมตร ทั้งนี้เคลือบสูตรที่ 1 มีส่วนผสมของขวดแก้วบดละเอียดถึงร้อยละ 75 ซึ่งถือว่าเป็นการใช้ประโยชน์จาก

ขวดแก้วที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งให้สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเคลือบผลิตภัณฑ์ทางด้านเซรามิกและลดต้นทุนการผลิตได้

ตอนที่ 2 การออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคารจากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย

การขึ้นรูปกระเบื้องสังคโลกใช้ส่วนผสมของเนื้อดินสูตรที่ 3 และเคลือบสูตรที่ 1 สำหรับเคลือบผิวกระเบื้องสังคโลก ส่วนผสมของเนื้อดินที่คัดเลือกมาสามารถขึ้นรูปเป็นกระเบื้องสังคโลกได้ดี หลังจากผ่านการเผาเคลือบแล้วมีสีเขียวใสสวยงามสามารถนำมาเป็นกระเบื้องประดับผนังได้ การออกแบบกระเบื้องสังคโลกทั้ง 10 แบบที่ได้รับคัดเลือกจากทั้งหมด 15 แบบจะแสดงอัตลักษณ์เครื่องสังคโลกโบราณ ที่มีลักษณะโดดเด่นทางด้านการตกแต่งลวดลายเขียนสีน้ำตาล-ดำ ลงบนผิวของชิ้นงานโดยเฉพาะลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์ เช่น ลายปลา ลายดอกไม้ ลายพรรณพฤกษา เป็นต้น ลวดลายเหล่านี้เป็นที่รู้จักและยังเป็นที่นิยมในการตกแต่งเครื่องสังคโลกในสมัยปัจจุบัน สอดคล้องกับแนวคิดของ ภุชชงค์ จันทวิช (2551, น.29) ที่ได้ศึกษาพบว่า ลวดลายที่ตกแต่งเครื่องสังคโลกเป็นลายพรรณพฤกษาที่ประณีตสวยงาม ลายดอกไม้ ปลา นกและสัตว์ในเทพนิยายอยู่ปะปนกับพรรณพฤกษา ส่วนใหญ่มีลวดลายที่ปากภาชนะ

ตอนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคาร

ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมของกระเบื้องทั้ง 10 แบบ ค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่แบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย 4.45 ความพึงพอใจในระดับมาก ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่แบบที่ 7 ค่าเฉลี่ย 4.22 ความพึงพอใจในระดับมาก ความพึงพอใจโดยรวมพบว่ากระเบื้องสังคโลกแบบที่ 1 มีผลการประเมินสูงที่สุดจากกระเบื้องทั้ง 10 แบบ ผู้วิจัยคิดว่าด้วยรูปแบบกระเบื้องสังคโลกแบบที่ 1 เป็นลวดลายปลาที่ประยุกต์จากลวดลายปลาที่มาจากเครื่องสังคโลกโบราณซึ่งผู้ประเมินส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับลวดลายปลาสังคโลกโบราณอยู่แล้ว เมื่อมีการออกแบบลวดลายปลาลงบนแผ่นกระเบื้องสังคโลกจึงทำให้ดูสวยงามแปลกตาประกอบกับลวดลายที่ออกแบบเป็นร่องลึกทำให้เคลือบฝังตัวในร่องเกิดเป็นสีเขียวเข้มสวยงามแปลกตาจึงทำให้ผลการประเมินในภาพรวมของกระเบื้องสังคโลกแบบที่ 1 มีผลการประเมินสูงมากกว่าแบบอื่นๆ นั่นเอง ผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมที่น่าสนใจอีกประเด็นหนึ่งคือด้านอัตลักษณ์ของกระเบื้องทั้ง 10 แบบอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ในความคิดเห็นของผู้วิจัยเห็นว่ากระเบื้องสังคโลกที่ออกแบบขึ้นมาใช้แนวคิดอัตลักษณ์สังคโลกโบราณ เช่น ลายปลา ลายธรรมชาติต่างๆ ลดทอนและนำมาประกอบเป็นลวดลายในการออกแบบ จึงทำให้เกิดการรับรู้อัตลักษณ์และจดจำได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ ธนสิทธิ์ จันทะรี (2552, น.35) ที่ได้เสนอไว้ว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เลียนแบบแบบธรรมชาติเริ่มจากการเลียนแบบให้เหมือนจริง แล้วค่อยๆ คลี่คลายรูปทรง ตัดทอนรายละเอียด จนได้รูปทรงที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเองทำให้เกิดความน่าสนใจและจดจำ ประเด็นด้านวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตมีความเหมาะสมประเด็นนี้ค่าเฉลี่ยของกระเบื้องสังคโลกทั้ง 10 แบบมีผลการประเมินในระดับมาก ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าด้วยวัสดุที่นำมาใช้ผลิตกระเบื้องเป็นเซรามิกชนิดสโตนแวร์ซึ่งมีความคงทนแข็งแรง สามารถทนได้ทั้งความร้อนความเย็นได้เหมาะสมสำหรับเป็นผลิตภัณฑ์กระเบื้องที่ทุกคนรับรู้โดยทั่วไปจึงทำให้ผลการประเมินส่วนใหญ่เห็นพ้องกันว่าวัสดุเซรามิกมีความเหมาะสมสำหรับผลิตกระเบื้องสังคโลกนั้นเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์ (2541, น.146) ที่ได้เสนอไว้ว่าผลิตภัณฑ์สโตนแวร์สามารถทนความร้อนและความเย็นอย่างเฉียบพลันได้ดี ประเด็นในเรื่องของผลิตภัณฑ์สามารถขายได้ ผลการประเมินในภาพรวมของกระเบื้องสังคโลกอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน ผู้วิจัยคิดว่าเหตุที่ผลการประเมินอยู่ในระดับมากอาจเป็นเพราะว่า ผู้ประเมินเห็นว่าผลิตภัณฑ์กระเบื้องประดับเป็นวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในการตกแต่งอาคารบ้านเรือน จึงเห็นว่าการทำผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลกจึงเป็นทางเลือกอีกช่องทางหนึ่งที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้นั้นเอง ในส่วนของ ข้อเสนอแนะอื่นๆ ผู้ประเมินยังเห็นว่า ควรทดสอบความคงทนของผลิตภัณฑ์จากการใช้งาน เพื่อเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการใช้งานในอนาคตและควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบอื่นๆ ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยเห็นว่าเป็นข้อเสนอแนะที่ดีอาจจะเป็นประเด็นของโจทย์ในการทำวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลกสำหรับทำวิจัยครั้งต่อไปได้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์พัฒนาเนื้อดินและเคลือบสังโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี สำหรับผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคาร การออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องนำลวดลายที่เป็นอัตลักษณ์และภูมิปัญญาเครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย มาใช้ในการออกแบบเป็นการลดต้นทุนในส่วนของวัตถุดิบและส่งเสริมการผลิตให้กับกลุ่มผู้ประกอบการเครื่องสังคโลก เป็นงานวิจัยที่ใช้วัสดุเหลือทิ้งนำมาเพิ่มคุณค่าและนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ผลจากงานวิจัยนี้ได้สูตรเนื้อดินและสูตรเคลือบที่นำไปใช้ประโยชน์ได้จริง และยังได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลกจำนวน 10 แบบ ที่มีอัตลักษณ์ภูมิปัญญาเครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย นอกจากนี้มีการประเมินผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลกที่ออกแบบขึ้นมาผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมของกระเบื้องสังคโลกทั้ง 10 แบบ อยู่ในระดับมาก จึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้ที่สนใจงานเซรามิกเชิงสร้างสรรค์ นอกจากนี้ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาสามารถจดสิทธิบัตรได้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. การนำผลการวิจัยไปใช้ควรทำการทดลองส่วนผสมในปริมาณน้อยก่อนเพื่อที่จะได้รับประโยชน์สูงสุด
2. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลกต้องให้ชิ้นงานแห้งอย่างช้าๆ เพื่อลดความโค้งงอของแผ่นกระเบื้อง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการผลิตกระเบื้องสังคโลกในรูปแบบและขนาดอื่นๆ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานประดับตกแต่งได้หลากหลายขึ้น
2. ควรศึกษาในเรื่องของการทดสอบอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลก
3. ควรศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้มีความร่วมสมัย โดยใช้อัตลักษณ์ของเครื่องสังคโลก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยอันเป็นประโยชน์ในครั้งนี้ ขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผาสังคโลก ตำบลหนองอ้อ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2563). *ความรู้ทั่วไปด้านแก้ว.* http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/interesting- articles /136-2017-05-31-06-33-45

โกมล รักษ์วงศ์. (2531). *วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น.* วิทยาลัยครูพระนคร.

ธนสิทธิ์ จันทะรี. (2552). *เครื่องปั้นดินเผาขั้นพื้นฐาน.* มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิดดา หงษ์วิวัฒน์. (2554). *เครื่องปั้นดินเผา.* คติ.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. (2539). *เซรามิกส์* (พิมพ์ครั้งที่ 4). โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์. (2538). *เครื่องเคลือบดินเผาเทคนิคและวิธีการสร้างสรรค์.* โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. (2541). *เนื้อดินเซรามิก.* โอเดียนสโตร์.

ไพบูลย์ หน้าสมศรี. (2552). *เคลือบสีแดงของทองแดง.* โอเดียนสโตร์.

ภุชชงค์ จันทวิช. (2551). *เครื่องถ้วยในประเทศไทย "เครื่องถ้วยเบญจรงค์".* เมืองโบราณ.

สุขุมาล เล็กสวัสดิ์. (2548). *เครื่องปั้นดินเผา พื้นฐานการออกแบบและปฏิบัติงาน.* สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. (2534). *น้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผา.* ไทยวัฒนาพานิช.

ปวิตา ลิขิตเดชาโรจน์. (2565, 18 กุมภาพันธ์). *แก้ว.* องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/9948

Andrews, A. I. (1928). *Ceramic test and calculation.* John Milley and Sons.

Rhodes, Danial. (1973). *Clay and Glazes for the Potter.* Chilton Book.

การพัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

วันที่รับ : 27 สิงหาคม 2566
วันที่แก้ไข : 31 มกราคม 2567
วันที่ตอบรับ : 14 มีนาคม 2567

บัญชา ปล้องอ้วน[1*], นัฐพงศ์ ส่งเนียม[2],
ดุษณี ศุภวรรธนะกุล[1] และ จรูญ จันแทน[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพ
[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพ
*corresponding author e-mail: Plonguan.1966@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จ ทดสอบประสิทธิภาพรูปแบบ และประเมินผลรูปแบบโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ข้อมูลที่ใช้ศึกษาการเรียนรู้ของเครื่องใช้ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จของสถานประกอบการในเขตพื้นที่คลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 แห่ง ข้อมูลปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ.2563 จำนวน 1,000 รายการ ประเมินผลรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุ ใช้กลุ่มตัวอย่างสถานประกอบการในเขตพื้นที่มีนบุรีและเขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร ใช้การคัดเลือกแบบเจาะจงได้สถานประกอบการที่เข้าเกณฑ์จำนวน 40 แห่ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม และเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ผลจากการสังเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาสร้างรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จ ผลการวิจัยพบว่าได้รูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วน มีการระบุปัญหา การประเมินสถานการณ์ และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การแจ้งข้อมูล การประมวลผล การพิจารณาทางเลือก และแนวทางแก้ไข การดำเนินการตามแผนการแก้ไข และการประเมินผลการทดสอบประสิทธิภาพรูปแบบ พบว่าผลการเรียนรู้ด้วยอัลกอริทึม ANN (Artificial Neuron Network) แบ่งเรียนรู้ร้อยละ 70 และทดสอบร้อยละ 30 ให้ค่าความถูกต้องมากที่สุด ร้อยละ 89.52 และผลประเมินรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบสามารถใช้งานระบบได้ด้วยตนเอง อยู่ในระดับมากที่สุดร้อยละ 75 ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้ ระดับปานกลางที่ร้อยละ 55 ด้านประสิทธิภาพของระบบสามารถช่วยในการแก้ปัญหาของผู้ใช้ได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 75 ด้านข้อผิดพลาดของระบบไม่พบข้อผิดพลาดในการใช้งานระบบ ระบบทำงานได้ถูกต้องระดับมากที่สุดร้อยละ 60 และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบโดยภาพรวมทั้งหมดมีความพึงพอใจในระบบ ระดับมากที่สุดร้อยละ 70 ผลการวิจัยนำไปใช้เพื่อลดความล่าช้าในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทำให้คอนกรีตผสมเสร็จไม่เสียหายสามารถจัดส่งได้ตรงเวลา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง และการขนส่งวัตถุดิบเข้าโรงงานการผลิตแบบทันเวลาพอดี

คำสำคัญ: การตัดสินใจเร่งด่วน, คอนกรีตผสมเสร็จ

THE DEVELOPMENT URGENT DECISION MODEL FOR READY MIXED CONCRET TRUCK ACCIDENT BY USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES

Received : November 27, 2023
Revised : January 31, 2024
Accepted : March 14, 2024

Bancha Plonguan[1*], Nattapong Songneam[2],
Dusanee Supawantanakul[1] and Charoon Chantan[1]
[1]Faculty of Industrial Technology, Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, Thailand
[2]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajaphat University, Bangkok, Thailand
*corresponding author e-mail: Plonguan.1966@gmail.com

Abstract

The objectives of this research were to develop urgent decision model for ready mixed concrete truck accident, to test the efficiency of urgent decision model for ready mixed concrete truck accident, and to evaluate urgent decision model for ready mixed concrete truck accident. The data used in this study was collected from the information about accidents involving ready mixed concrete transport truck in one location of incidents of establishments in the Khlong Sam Wa Area in Bangkok, which included incidents from 2019 to 2020 in total of 1,000 items. Evaluation of the urgent decision model for ready mixed concrete truck accident was performed by using the sample of establishments in the Minburi and Khlong Sam Wa Areas in Bangkok with purposive selection to obtain 40 establishments that met the criteria. The research tools used were interview forms, questionnaires, and machine learning techniques. The results from synthesizing the factors were used to create a model for urgent decision model in ready mixed concrete truck accident using machine learning. The results revealed that the UDM Model was developed, and the model consisted of problem identification, severity assessment, information notification, process, solution, action and assessment. Efficiency testing of urgent decision model in ready mixed concrete truck accident using machine learning techniques with an Artificial Neuron Network split learning method into training for 70 percent and test for 30 percent with the highest accuracy of 89.52 %. The learning ability of the system users who were able to use the system well by themselves was at a highest level of 75%. As for the ability to recognize the use of the system users, the users could easily remember the form and method of using the system at a high level of 55%. As for system performance, it could help solve users' problems at a highest level of 75%. As for system errors, there were no errors found, and it was found at a highest level of 60 %. The overall satisfaction of all users of the system was at a highest level of 70 %. The results could be used to reduce delays in solving problems that might occur, resulting in undamaged ready mixed concrete which could be able to be delivered on time. And it could be applied to in transportation of fuel and raw materials to production plants punctually.

Keywords: Urgent decision making, Ready mixed concrete

บทนำ

จากข้อมูลของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติปี พ.ศ. 2565 พบว่า มีแนวโน้มการขยายตัวของภาคการก่อสร้าง ทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน ภายใต้โครงขนาดการใหญ่ที่มีการก่อสร้างต่อเนื่อง รวมทั้งโครงการที่ผ่านการประมูลและโครงการก่อสร้างใหม่ ทำให้การก่อสร้างภาคเอกชนมีแนวโน้มขยายตัวตามการเปิดตัวโครงการที่อยู่อาศัยใหม่และการก่อสร้างโครงการเชิงพาณิชย์ การปรับปรุงพื้นที่ค้าปลีกเพื่อรองรับการฟื้นตัวของกำลังซื้อภายในประเทศและนักท่องเที่ยวต่างชาติ ซึ่งการขยายตัวของมูลค่าการลงทุนของภาครัฐจะเป็นปัจจัยหนุนมูลค่าการก่อสร้าง จึงทำให้อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ซึ่งเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ (กีรติญา ครองแก้ว และวรรณโกมล สุภาชาติ, 2566, น.22)

คอนกรีตคือส่วนหนึ่งของซีเมนต์จะเป็นวัสดุก่อสร้างหลักที่สำคัญในงานก่อสร้าง ซึ่งปัจจุบันมีโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จจำนวนมาก โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร เขตปริมณฑลและจังหวัดต่างๆ เพื่อที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างทั่วถึง การผลิตคอนกรีตผสมเสร็จในแต่ละโรงงานประกอบไปด้วยเครื่องจักรอุปกรณ์ในโรงงานผลิตรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จพร้อมพนักงานจัดส่งคอนกรีตผสมเสร็จ ในรายผู้ผลิตคอนกรีตผสมเสร็จขนาดใหญ่จะไม่ลงทุนเกี่ยวกับรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ แต่จะใช้วิธีการจ้างผู้รับเหมาด้านขนส่งเข้ามาบริหารจัดการในการจัดส่งคอนกรีตผสมเสร็จพร้อมพนักงานจัดส่งแทน ซึ่งผู้รับเหมานี้จะมีความชำนาญตลอดจนและสามารถเพิ่มจำนวนรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จได้ตามความต้องการและรวดเร็วกว่า ในการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จผู้ประกอบการขนส่งมักพบปัญหาอุปสรรคในการดำเนินการเพราะคุณภาพของคอนกรีตผสมเสร็จต้องมีคุณสมบัติตามการใช้งานของลูกค้าแต่ละประเภท เนื่องจากธุรกิจคอนกรีตผสมเสร็จเป็นการขายผลิตภัณฑ์และการบริการ จากการศึกษางานวิจัย เรื่องการจัดการการขนส่งคอนกรีตในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลของสุทธิพันธ์ บุญศรี (2559) พบว่า ปัญหาที่ทำให้การขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จล่าช้าเกิดจากข้อจำกัดในช่วงเวลาเร่งด่วนที่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของเจ้าหน้าที่จราจร ปัญหาจราจรติดขัด การจัดส่งในปริมาณมากกว่า 200 ลูกบาศก์เมตรขึ้นไป จะใช้เวลาในการจัดส่งนานเนื่องจากรถคันหนึ่งสามารถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จได้เพียง 6 ลูกบาศก์เมตร และบางหน้างานจะถูกบังคับให้บรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จได้เพียง 5 ลูกบาศก์เมตรเท่านั้น การจัดส่งภายในเวลาจำกัดจึงมีความสำคัญต่อคุณสมบัติของคอนกรีตผสมเสร็จอย่างมาก นอกจากนี้ยังพบว่าปัญหาที่ทำให้การขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จล่าช้าเกิดจากข้อจำกัดในช่วงเวลาเร่งด่วนที่ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของเจ้าหน้าที่จราจร ยังมีสาเหตุที่ทำให้เกิดการขนส่งล้าช้าจากการเกิดอุบัติเหตุไม่คาดคิดระหว่างการขนส่งอีกด้วย (อัจฉรา ช่องผม และกุลณัฐ ทิพย์ขุนทด (2562, น.25) ในการเกิดอุบัติเหตุจะมีผู้ได้รับผลกระทบหลายฝ่ายการติดต่อต่อประสานงาน การส่งข้อมูลข่าวสารแบบรวดเร็วเป็นเรื่องที่สำคัญ อิสระวดี ภักดีตะวัน (สัมภาษณ์, 5 มิถุนายน 2563) กล่าวว่าปัญหาที่เกิดจากอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ มีความเสียหาย และมีผู้เสียชีวิตทุกๆ ปี ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งชีวิตทรัพย์สินการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จสร้างความเสียหายอาจจะเป็นมูลค่ามูลค่าเป็นล้านบาทโดยเฉพะตัวโม่ผสมมีราคา ชุดละ 900,000 บาท ซึ่งถ้ารวมค่าคอนกรีตผสมเสร็จที่แข็งตัวในโม่ด้วยส่งผลกระทบต่อธุรกิจและความเสียหายที่เกิดกับลูกค้า การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างล่าช้าเนื่องจากการติดต่อประสานงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ และจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้รับผิดชอบโดยตรงของสถานประกอบการต่างๆ ถึงวิธีการแก้ปัญหาพบว่า เมื่อเกิดเหตุการณ์ต่างๆ จะมีการสื่อสารกับผู้ขับรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จผ่านทางโทรศัพท์ และปัญหาอุปสรรคที่พบในการติดต่อสื่อสาร และประสานงานกับผู้ที่เกี่ยวข้องมีความล่าช้า และไม่เป็น

ระบบทำให้การขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จล่าช้าและเสียหาย เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องคุณสมบัติการแข็งตัวของคอนกรีตผสมเสร็จ

จากการศึกษางานวิจัยของเชอรากี และคนอื่นๆ (Cheraghi et al., 2021) เรื่องการประยุกต์เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (ML) เพื่อคัดเลือกวิธีที่ดีในการกู้คืนน้ำมันขั้นสูง โดยรวบรวมฐานข้อมูลขนาดใหญ่ประกอบด้วยประสบการณ์มากกว่า 1,000 รายการของโครงการการกู้คืนน้ำมันจากทั่วโลกนำมาพัฒนาโมเดล ML หลายโมเดล ได้แก่ ANN, NB, DT and RF และเลือกใช้โมเดลที่มีค่า Accuracy ที่มากที่สุดมาเลือกวิธีการกู้คืนน้ำมัน ส่วนการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จพบว่ายังไม่เคยมีมาก่อนในการใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (ML) มาแก้ไขปัญหาที่เกิดจากอุบัติเหตุรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วน กรณีเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องมาช่วยแก้ปัญหากรณีรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเกิดอุบัติเหตุให้ได้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง
3. เพื่อประเมินผลรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

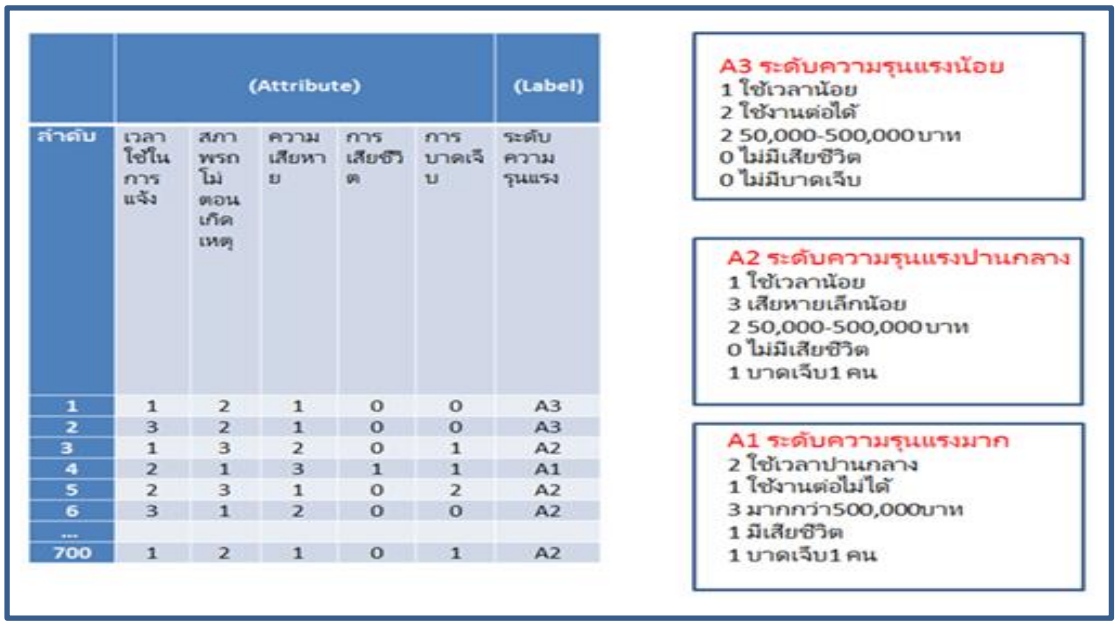
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัย มี 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนโดยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

1. ศึกษา แนวคิด ทฤษฎีและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเร่งด่วนในงานขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ พบว่า ปัจจัยที่สำคัญในการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ ได้แก่ ปัจจัยการเกิดอุบัติเหตุ รถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเสีย การจราจร และการการขับรถออกนอกเส้นทาง ซึ่งพบว่าการเกิดอุบัติเหตุทำให้มีการสูญเสียมากกว่าปัจจัยอื่นๆ (บัญชา ปล้องอ้วน และคนอื่นๆ, 2561, น.623) ผู้วิจัยจึงเก็บรวบรวมข้อมูลจากสถานประกอบการผลิตคอนกรีตสำเร็จรูปในเขตพื้นที่คลองสามวา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 แห่ง โดยรวบรวมข้อมูลการแจ้งรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จที่เกิดอุบัติเหตุในระหว่างปี พ.ศ.2562 ถึง พ.ศ.2563 จำนวนทั้งสิ้น 1,000 ข้อมูลจากจำนวนรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ จำนวน 70 คัน พบค่าเฉลี่ยที่เกิดอุบัติเหตุร้อยละ 1.36 ครั้งต่อวัน เป็นข้อมูลที่ครอบคลุมพอเพียงต่อการใช้ในการเรียนรู้ของเครื่อง
2. นำข้อมูลการเก็บบันทึกการแจ้งรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเกิดอุบัติเหตุทั้งหมด มาทำการจัดระบบ ตรวจสอบความถูกต้อง การวิเคราะห์ข้อมูล และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสร้างรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง
3. การเตรียมข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ของเครื่องการเตรียมข้อมูล (Preprocessing) ที่ไม่เกี่ยวข้องหรือข้อมูลเสีย ข้อมูลที่ขาดหายไม่สมบูรณ์ (Noise data) ออกจากแหล่งข้อมูลดิบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สัมพันธ์กัน ขั้นตอน

Data cleaning เป็นการกำจัดข้อมูลที่ไม่มีประโยชน์ต่อการใช้งาน หรือเป็นข้อมูลที่มีความผิดพลาด Data integration เป็นการรวบรวมข้อมูลทั้งหมดจากแหล่งข้อมูลต่างๆ มาไว้ด้วยกัน Data selection เป็นการคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นประโยชน์ต่อการทำนาย และ Data transformation เป็นการจัดข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการคัดเลือกข้อมูลให้เหมาะสมต่อการทำนายหรือทำการแปลงค่าตัวเลขให้อยู่ในช่วงที่กำหนด (Normalization) เอซีไอ และโอซเดน (ACI & OZDEN, 2018, p.73) ได้ศึกษาพบว่า มีการจำแนกข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ โดยแบ่งออกเป็น ร้ายแรง ไม่ร้ายแรง การบาดเจ็บ ความเร็วลมเฉลี่ย ความดันเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ ปริมาณฝนรวม และอุณหภูมิพื้นผิวพื้นดินและยังมีการจัดประเภทข้อมูลเป็น 1 (ใช่ สำเร็จ) หรือ 0 (ไม่ ไม่ล้มเหลว) ใช้ในการทำนายอุบัติเหตุจราจรในเทคนิคการเรียนรู้ (Vyshnavi & Nalini, 2022, p.287) เป็นต้น ในงานวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องได้กำหนดแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ประกอบไปด้วย 1) การใช้เวลาในการแจ้งสื่อสาร ช่วง 0-1 ชั่วโมง ใช้ตัวเลข 1 ช่วง 1.1- 2 ชั่วโมง ใช้ตัวเลข 2 ถ้ามากกว่า 2 ชั่วโมงใช้ตัวเลข 3 2) สภาพรถคอนกรีตผสมเสร็จ ตอนเกิดเหตุใช้งานต่อไม่ได้ ใช้ตัวเลข 1 ใช้งานต่อได้ ใช้ตัวเลข 2 และซ่อมเล็กน้อย (ไม่เกิน1 ชม) ใช้ตัวเลข 3 มีความเสียหายช่วง 1-50,000 บาท ใช้ตัวเลข 1 ช่วง 50,001-500,000 บาท ใช้ตัวเลข 2 ช่วง 500,001-1,000,000บาท ใช้ตัวเลข 3 ถ้าไม่มีการเสียชีวิต ใช้ตัวเลข 0 ถ้ามีการเสียชีวิต ใช้ตัวเลข 1 และไม่มีการบาดเจ็บ ใช้ตัวเลข 0 มีการบาดเจ็บ 1 คน ใช้ตัวเลข 1 มีการบาดเจ็บ 2 คน ใช้ตัวเลข 2 มีการบาดเจ็บ 3 คน ใช้ตัวเลข 3 มี N คน ใช้ตัวเลข N โดยการคัดเลือกข้อมูลเพียง 1,000 ชุด ในการใช้งาน ดังภาพ 1



	(Attribute)					(Label)
ลำดับ	เวลาใช้ในการแจ้ง	สภาพรถโม่ตอนเกิดเหตุ	ความเสียหาย	การเสียชีวิต	การบาดเจ็บ	ระดับความรุนแรง
1	1	2	1	0	0	A3
2	3	2	1	0	0	A3
3	1	3	2	0	1	A2
4	2	1	3	1	1	A1
5	2	3	1	0	2	A2
6	3	1	2	0	0	A2
...						
700	1	2	1	0	1	A2

ภาพ 1 ตัวอย่างการแปลงรูปข้อมูล (Data transformation)

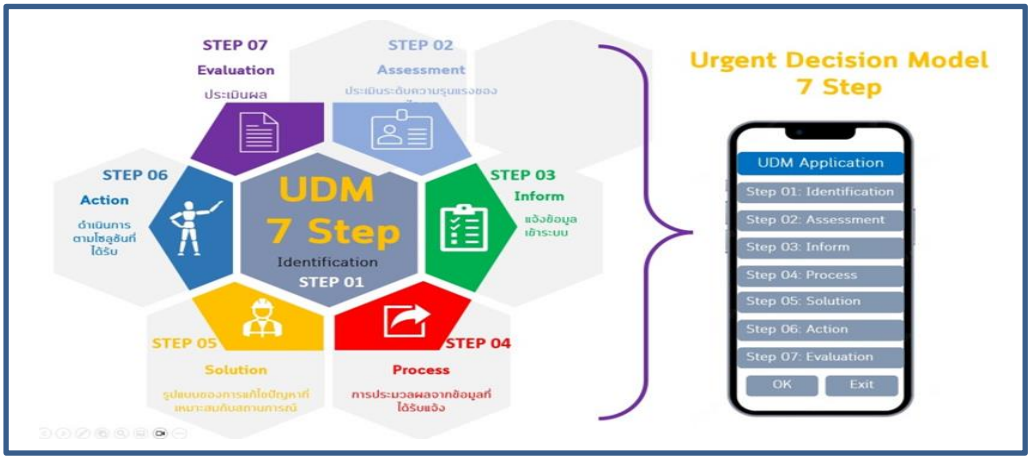
4. การออกแบบการตัดสินใจเร่งด่วนและพัฒนาการเรียนรู้ของเครื่องการเรียนรู้ (Machine learning) จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในงานขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จให้รวดเร็วทำให้คอนกรีตที่มีมีการกำหนดคุณสมบัติและมีระยะเวลาในการแข็งตัวไม่ได้รับความเสียหาย ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ส่วน ได้แก่ 1) ปัจจัย (Factor) 2) ข้อมูล (Data) 3) รูปแบบ (Model) 4) คลังความรู้ (Solution repositories) 5) การแก้ปัญหา (Solutions) หรือวิธีการแก้ไข (Procedure) เมื่อรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเกิดอุบัติเหตุ ระบบจะใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) และอัลกอริทึม (Algorithm) ผ่านการเรียนรู้ (Train) ทดสอบ (Test) เมื่อเรียนรู้แล้วความรู้ที่เรียนได้ จะถูกเก็บไว้ในคลังความรู้ (Solution Repositories) ตามรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วน (Model) เมื่อผู้ขับขี่ได้ป้อนข้อมูล (Data) ที่เป็นแอทริบิวต์ (Attribute) ประกอบด้วย 1) ใช้เวลาในการแจ้ง 2) สภาพรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จตอนเกิดเหตุ 3) ความเสียหาย 4) การเสียชีวิต และ5) การบาดเจ็บ ผ่าน Website รูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วน (Model) จะได้ผลลัพธ์ แสดงการแก้ปัญหา (Solution) หรือวิธีการแก้ไข (Procedure) ตามเงื่อนไขต่างๆ ที่ป้อนเข้ามา ในการจะเลือกใช้อัลกอริทึม (Algorithm) จากทั้งหมด 4 อัลกอริทึม ประกอบด้วย 1) วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) 2) วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (K-Nearest neighbor) 3) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network) และ 4) วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine) จุดเด่นของอัลกอริทึมทั้ง 4 วิธีเป็นอัลกอริทึมที่ใช้งานง่ายเหมาะกับงานวิจัย การเตรียมข้อมูลไม่ยุ่งยากเหมาะกับนักวิจัยโดยแต่ละอัลกอริทึม มีจุดเด่น จุดด้อย แต่ก็สามารถนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้ มีการวิเคราะห์เปรียบเทียบ KNN GA SVM DT และ LSTM อัลกอริทึมในการเรียนรู้ของเครื่อง (Bansal et al., 2022) ในงานวิจัยนี้การเรียนรู้ของเครื่องจะเลือกผลจากการเรียนรู้ของเครื่องแบบมีผู้สอนที่ผลค่าความถูกต้อง (Accuracy) มากที่สุด และความเร็วในการประมวลผล (Time processing) เร็วที่สุดของการเรียนรู้มาใช้ในการเลือกรูปแบบการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในงานขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จกรณีรถขนส่งคอนกรีตเกิดอุบัติเหตุ

5. ทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบการทดสอบนี้ใช้โปรแกรม RapidMiner studio 9.9 เพื่อสร้างการเรียนรู้ของเครื่องของรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องมีข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ การทดสอบใช้ข้อมูลที่ผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลจำนวน 1,000 ข้อมูล โดยใช้การฝึกให้เครื่องเรียนรู้จากข้อมูลชุดฝึก แบบ X K Folds แบบแบ่ง 70:30 (ใช้ข้อมูลเรียนรู้ 70% ใช้ทดสอบ 30%) และแบบแบ่ง 80:20 (ใช้ข้อมูลเรียนรู้ 80% ใช้ทดสอบ 20%) มีการกำหนดแอตทริบิวต์ (Attribute) ของข้อมูลประกอบด้วย 1) ใช้เวลาในการแจ้งมี 3 ระดับ 2) สภาพรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จตอนเกิดอุบัติเหตุมี 3 ระดับ 3) ความเสียหายมี 3 ระดับ 4) การเสียชีวิตมี 2 ระดับ และ 5) การบาดเจ็บ N ระดับ การวัดประสิทธิภาพของรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจะวัดจากค่าความถูกต้อง (Accuracy) และเวลาในการประมวลผล (Time processing) โดยการเลือกจากการเปรียบเทียบจากผลการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ โดยเลือกจากค่าทั้งสองดีที่สุด

ส่วนที่ 2 การประเมินรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วน

6. สร้างรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วน UDM Model (Urgent decision model) สำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จ จากการเลือกผลการเปรียบเทียบการเรียนรู้ที่ได้ค่าความถูกต้องและเวลาในการประมวลผลที่ดีที่สุดที่นำมาใช้สร้างรูปแบบแก้ปัญหาแบบเร่งด่วนที่ดีที่สุด โดยใช้แนวคิดการบริหารจัดการฉุกเฉิน (Crisis management) แนวคิดการบริหารจัดการโครงการ (Project management) การจัดการความเสี่ยงและการจัดการวิกฤต โดยที่การจัดการวิกฤตจะเน้นที่การดำเนินการหลังเหตุการณ์ซึ่งมีการจัดลำดับความสำคัญของการแก้ปัญหาการจัดการวิกฤตตามแบบจำลองวงจรการจัดการความเสี่ยง และรูปแบบวิกฤตประกอบด้วยขั้นตอน

การประเมินผลกระทบ การตอบสนอง การกู้คืน และการสร้างใหม่ (Romiani et al., 2019, p.222) แนวคิดการตัดสินใจในสถานการณ์ที่ไม่แน่นอน (Decision making under uncertainty) ประโยชน์สูงสุดจากการวิเคราะห์ต้นทุนผลประโยชน์องค์กรต้องลงทุนในการพัฒนาวิธีการที่มีประสิทธิภาพส่งเสริมวัฒนธรรมของการตัดสินใจที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล และปรับแต่งกระบวนการอย่างต่อเนื่อง (Whitman et al., 2023, p.1) การตัดสินใจที่ไม่แน่นอนในการออกแบบกระบวนการทั้งหมดด้วยวิธีใหม่ใช้การจำลองตามการแจกแจงแบบสามเหลี่ยมเพื่อสร้างโครงเรื่องที่แสดงให้เห็นภาพการตั้งค่าและความไม่แน่นอนที่ทับซ้อนกันของทางเลือกในการตัดสินใจช่วยให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจเห็นภาพความไม่แน่นอนที่ไม่ชัดเจนของทางเลือกในการตัดสินใจ ในกรณีศึกษาจริงของบริษัทยาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง (Hodgett & Siraj, 2019, p.684) และแนวคิดการปรับปรุงกระบวนการ (Process improvement) การรับรู้ความสามารถของตนเองอย่างสร้างสรรค์ และเวลาที่ใช้ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ได้รับการพิจารณาว่าเป็นสิ่งที่มาก่อนในการปรับปรุงกระบวนการที่เป็นนวัตกรรมใหม่ (Schenkel et al., 2019, p.71) ทั้งหมดสามารถนำมาพัฒนาสร้างรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องเรียกว่า UDM Model (Urgent decision model) เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแบบเร่งด่วนกรณีรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเกิดอุบัติเหตุ ในการใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องได้มีการใช้สร้างรูปแบบ (Model) เพื่อไปใช้งานในชีวิตประจำวันหรือสนับสนุนการดำเนินการในธุรกิจต่างๆ มีการสร้างรูปแบบ OPABRL Model เพื่อใช้เลือกเส้นทางสำหรับรถขับขี่อัจฉริยะในเส้นทางที่ดีที่สุดที่มีระยะทางสั้นที่สุด มีความปลอดภัยสูงสุดที่รถสามารถเคลื่อนผ่านลอดได้ (Liu et al., 2019, p.126926) แสดง UDM รูปแบบ ดังภาพ 2



ภาพ 2 รูปแบบ UDM

รูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องมี 7 ขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1: Identification (การระบุปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการการตัดสินใจเร่งด่วน) พบปัญหาหรือสถานการณ์ที่ต้องการตัดสินใจเร่งด่วน กรณีรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเกิดอุบัติเหตุ ผู้ขับรถแจ้งข้อมูลผ่าน Website กรณีรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเกิดอุบัติเหตุ

ขั้นตอนที่ 2: Assessment (การประเมินสถานการณ์และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง) ผู้ขับประเมินสถานการณ์ดังนี้ 1) ใช้เวลาในการแจ้ง 2) สภาพรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จตอนเกิดเหตุ 3) ความเสียหาย 4) การเสียชีวิต และ 5) การบาดเจ็บ

ขั้นตอนที่ 3: Inform (การแจ้งข้อมูลและความเร่งด่วนให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง) ระบบแจ้งข้อมูลที่สำคัญในการแก้ปัญหาให้ผู้ขับรถ ทีมช่างได้รับข้อมูลเตรียมประสานงาน เครื่องมือ เครื่องจักรเข้ามาช่วยเหลือ ผู้บริหารรับทราบข้อมูลทั้งหมดของการเกิดอุบัติเหตุและเตรียมแนวทางอื่นเพื่อให้การสนับสนุนช่วยเหลือ.

ขั้นตอนที่ 4: Process (การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล) ระบบจะทำการคัดเลือกรูปแบบที่ดีที่สุดตามสถานการณ์นั้นๆ โดยขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ผู้ขับรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จแจ้งผ่าน Website

ขั้นตอนที่ 5: Solution (การพิจารณาทางเลือกและแผนการแก้ไข) ระบบจะส่งทางเลือก และแผนการแก้ไขที่ดีที่สุดให้กับผู้เกี่ยวข้อง ได้แก่ ผู้ขับรถ ทีมช่าง และผู้บริหาร

ขั้นตอนที่ 6: Action (การดำเนินการตามแผนการแก้ไข) คนขับเมื่อได้รับวิธีการแก้ปัญหาจากระบบให้รีบนำไปปฏิบัติ ทีมช่างดำเนินการตามวิธีการแก้ปัญหาที่ได้รับจากระบบ ผู้บริหารจะได้รับข้อมูลจากระบบพร้อมวิธีการปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 7: Evaluation (การประเมินผลและการปรับปรุง) ประเมินผลของการดำเนินการตามวิธีปฏิบัติเพื่อดูระดับความสามารถในการใช้แก้ปัญหา ต้องมีการแก้ไขสิ่งใดเพิ่มเติม เพื่อให้รูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนฯ ในกรณีรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเกิดอุบัติเหตุใช้งานได้เกิดประโยชน์สูงสุด

7. ประเมินผลรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง การประเมินผลเพื่อประเมินผลรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ใช้กลุ่มตัวอย่างคือสถานประกอบการในเขตพื้นที่มีนบุรีและเขตพื้นที่คลองสามวา กรุงเทพมหานครใช้การคัดเลือกแบบเจาะจงได้สถานประกอบการที่เข้าเกณฑ์จำนวน 40 แห่ง ได้แบ่งส่วนที่ใช้ในการประเมิน ออกเป็น 5 ด้านด้วยกัน คือ 1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ 2) ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ 3) ด้านประสิทธิภาพของระบบ 4) ด้านข้อผิดพลาดของระบบ และ 5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ผลการวิจัย

1. การพัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจะใช้อัลกอริทึมวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) แบบSplit Test 70-30 ที่จะนำมาใช้เลือกรูปแบบแก้ปัญหาแบบเร่งดวนโดยมีค่าความถูกต้อง (Accuracy) มากที่สุดที่ร้อยละ 89.52 และเวลาในการประมวลผล (Time processing) คือ 1 วินาที สามารถนำไปใช้งานในการเลือกผ่านการเรียนรู้ของเครื่องในการแก้ปัญหาเมื่อรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเกิดอุบัติเหตุได้อย่างรวดเร็ว

2. การทดสอบประสิทธิภาพรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องผลการวัดประสิทธิภาพด้วยค่าความถูกต้องเป็นดังนี้ ค่าความถูกต้องมากที่สุดคือร้อยละ 89.52 และเวลาในการประมวลผล คือ 1 วินาที ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) แบบ Split test 70-30 รองลงมาคือค่าความถูกต้องร้อยละ 88.10 และเวลาในการประมวลผล คือ 0.4 วินาที ด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (DT) แบบ Split test 70-30 ด้วยวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (KNN) แบบ Split test

70-30 ค่าความถูกต้องร้อยละ 87.62 และเวลาในการประมวลผล คือ 0.6 วินาที ด้วยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVM) แบบ K-Fold 5 และ K-Fold 10 ค่าความถูกต้องร้อยละ 86.70 และเวลาในการประมวลผล คือ 303 วินาที วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (KNN) แบบ K-Fold 10 ค่าความถูกต้องร้อยละ 85.90 และเวลาในการประมวลผล คือ 0.6 เท่ากันแต่ค่า Running time แบบ K–Fold 10 ใช้เวลามากกว่าคือ 564 วินาที แบบ K-Fold 5 ใช้เพียง 303 วินาที ตามรายละเอียดตาราง 1 ถึง ตาราง 5

ตาราง 1 แสดงค่าความถูกต้องและเวลาที่ใช้ในการทดสอบข้อมูลโดยใช้วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree)

Tool	DT	Running time
	Accuracy (%)	(S)
K-Fold 5	85.40	0.3
K-Fold 10	84.10	0.5
Split test 70-30	88.10	0.4
Split test 80-20	84.00	0.7

ตาราง 2 แสดงค่าความถูกต้องและเวลาที่ใช้ในการทดสอบข้อมูลโดยใช้วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (K-Nearest neighbor)

Tool	KNN	Running time
	Accuracy (%)	(S)
K-Fold 5	85.20	0.4
K-Fold 10	85.90	0.6
Split test 70-30	87.62	0.6
Split test 80-20	84.00	0.8

ตาราง 3 แสดงค่าความถูกต้องและเวลาที่ใช้ในการทดสอบข้อมูลโดยใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network)

Tool	ANN	Running time
	Accuracy (%)	(S)
K-Fold 5	86.20	5
K-Fold 10	85.50	10
Split test 70-30	89.52*	1
Split test 80-20	84.00	2

ตาราง 4 แสดงค่าความถูกต้องและเวลาที่ใช้ในการทดสอบข้อมูลโดยใช้วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine)

Tool	SVM	Running time
	Accuracy (%)	(S)
K-Fold 5	86.70	303
K-Fold 10	86.70	564
Split test 70-30	69.52	0.6
Split test 80-20	79.58	0.9

ตาราง 5 แสดงค่าความถูกต้องและเวลาที่ใช้ในการทดสอบข้อมูลรวม

Tool	DT	KNN	ANN	SVM
	Accuracy (%)	Accuracy (%)	Accuracy (%)	Accuracy (%)
K-Fold 5	85.40	85.20	86.20	86.70
K-Fold 10	84.10	85.90	85.50	86.70
Split test 70-30	88.10	87.62	89.52*	69.52
Split test 80-20	84.00	84.00	84.00	79.58

3. การประเมินผลรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเองพบว่าระดับมากที่สุด ร้อยละ 75 ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่ายระดับมาก ร้อยละ 55 ด้านประสิทธิภาพของระบบสามารถช่วยในการแก้ปัญหาของผู้ใช้ได้ระดับมากที่สุด ร้อยละ 75 ด้านข้อผิดพลาดของระบบไม่พบข้อผิดพลาดในการใช้งานระบบ ระบบทำงานได้ถูกต้องระดับมากที่สุด ร้อยละ 60 และด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบโดยภาพรวมทั้งหมดมีความพึงพอใจในระบบระดับมากที่สุด ร้อยละ 70 มีระดับการประเมินดังรายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ

ประเด็นคำถาม	ระดับการประเมิน				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
	N=40				
	(ร้อยละ)				
ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ			5	5	30
ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง			(12.5)	(12.5)	(75)
ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ			3	22	15
ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย			(7.5)	(55)	(37.5)
ด้านประสิทธิภาพของระบบ		2	3	5	30
ระบบสามารถช่วยในการแก้ปัญหาของผู้ใช้ได้		(5)	(7.5)	(12.5)	(75)
ด้านข้อผิดพลาดของระบบ			6	10	24
ท่านไม่พบข้อผิดพลาดในการใช้งานระบบ ระบบทำงานได้ถูกต้อง			(15)	(25)	(60)
ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ			4	8	28
โดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจในระบบนี้อยู่ในระดับใด			(10)	(20)	(70)

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนสำหรับการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตแบบผสมเสร็จ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วยอัลกอริทึมวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) แบบ Split test 70-30 ซึ่งมีค่าความถูกต้อง (Accuracy) มากที่สุดมาใช้เลือกรูปแบบแก้ปัญหาแบบเร่งดวนโดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ ราธส จิรวัฒน์สถิต (2562, น.72) ได้ศึกษาตัวแบบการตัดสินใจในการเลือกจุดกระจายสัญญาณสำหรับโครงข่ายใยแก้วนำแสงที่ได้นำเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วยอัลกอริทึมวิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (KNN) ซึ่งมีค่าความถูกต้อง (Accuracy) มากที่สุดมาใช้เลือกจุดกระจายสัญญาณที่ดีที่สุด งานวิจัยนี้พบว่ารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนในงานขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จที่เกิดขึ้นจากการเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จสามารถนำไปใช้ในแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วขบวนการตัดสินใจต่างๆ ได้จัดเตรียมไว้ให้อยู่ในระบบเพื่อเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจะดำเนินการเลือกวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมและถูกต้องที่สุด ซึ่งสามารถแก้ปัญหาความล่าช้าจากการสื่อสารและประสานงานเพื่อการตัดสินใจของผู้ที่เกี่ยวข้องและลดผลกระทบที่มีต่อความเสียหายของคอนกรีตผสมเสร็จที่มีการกำหนดคุณสมบัติและลักษณะทางกายภาพ นอกจากนั้นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจสามารถแนะนำข้อมูลต่างๆ จะมีอยู่ในระบบ เพื่อทำให้การขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างต่อเนื่องรวดเร็ว แตกต่างจากการทำงานในรูปแบบเดิมที่ใช้คนในการสั่งการ ตัดสินใจ การให้ข้อมูลต่างๆ ซึ่งจะต้องใช้เจ้าหน้าที่หลายคนในการทำงานเพื่อการแก้ไขปัญหา การใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องผ่าน UDM Model จะสะดวก และรวดเร็วกว่าทำให้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จสามารถเดินทางไปต่อได้เมื่อมีบริษัทประกันเข้ามารับผิดชอบแทน จะได้ไม่มีการแข็งตัวของคอนกรีตผสมเสร็จในโม่ รักษาฐานลูกค้าทำให้มีการซื้อขายคอนกรีตผสมเสร็จอย่างต่อเนื่อง

การวัดประสิทธิภาพของรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนในงานขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จกรณีการเกิดอุบัติเหตุ โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วยวิธี ANN แบบแบ่ง Training ร้อยละ 70 Test ร้อยละ 30 ได้ค่าความถูกต้อง คือร้อยละ 89.52 เป็นค่าความถูกต้องมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของกมลรัตน์ สมใจ (2563) ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพรูปแบบการตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ส่วนผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วน พบว่า เมื่อวัดประสิทธิภาพเปรียบเทียบจากการวัดค่า Accuracy, Recall, Precision and F-measure ค่าความถูกต้อง (Accuracy) จะมีประสิทธิภาพดีที่สุด Ahsan et al. (2021) จะเห็นได้ว่าแนวทางการเรียนรู้ของเครื่องเป็นการวินิจฉัยผู้ป่วยโรคหัวใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอน การประมวลผลข้อมูลล่วงหน้า เช่น การลดฟีเจอร์ การแปลงข้อมูล และการปรับขนาดข้อมูลถูกนำมาใช้เพื่อสร้างชุดข้อมูลมาตรฐาน มีบทบาทสำคัญในการลดความไม่ถูกต้องในการทำนายขั้นสุดท้ายผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของแบบจำลองนั้นแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวิธีการปรับขนาดข้อมูล Osisanwo et al. (2016) พบว่าเวลาที่ใช้สร้างแบบจำลอง และความแม่นยำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการวัดประสิทธิภาพ

การประเมินผลรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนกรณีเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องเป็นการประเมินรูปแบบของการใช้งานระบบ ในด้านประสิทธิภาพสามารถแก้ปัญหาได้ระดับมากที่สุดถึงร้อยละ 75 สอดคล้องกับงานวิจัยของไกเซอร์ และคนอื่นๆ (Qaiser et al., 2019, p.2006) พบว่ารูปแบบเทคนิคการรวมเซิร์ฟเวอร์ที่มีประสิทธิภาพช่วยประหยัดพลังงานเพิ่มคุณภาพการบริการเมื่อเทียบกับเทคนิคเดิม

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเรื่องรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนกรณีเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องด้วยอัลกอริทึมวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) แบบ Split Test 70-30 ที่มีความถูกต้องมากที่สุดคือร้อยละ 89.52 เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุด จะนำไปใช้เลือกรูปแบบการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด งานวิจัยเรื่องรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนกรณีเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจะได้ UDM Model เพื่อใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วในอนาคตสามารถนำโมเดลนี้ไปพัฒนาสร้างเป็นแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือไปใช้งานได้สะดวกขึ้นทำให้การขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จมีความรวดเร็วในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใช้เวลาในการแก้ปัญหาได้เร็วทำให้คอนกรีตผสมเสร็จไม่เสียหาย ส่งตรงเวลาตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ และสามารถไปพัฒนาปรับปรุงใช้ในหน่วยงานด้านงานขนส่งด้านอื่นๆ ได้อีกมากมายทำให้การบริหารงานด้านขนส่งมีความทันสมัย รวดเร็วตรงต่อเวลาทำให้การขนส่งของประเทศไทยมีการพัฒนาสามารถแข่งขันกับบริษัทต่างชาติได้อย่างเท่าเทียมกัน

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ผู้ประกอบการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จทั้งประเทศที่ต้องการแก้ปัญหาเวลารถขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

2. ธุรกิจขนส่งด้านอื่นๆ สามารถไปปรับใช้ให้สอดคล้องกับธุรกิจได้ เช่น รถบรรทุกเชื้อเพลิง รถส่งวัตถุดิบเข้าโรงงานผลิตแบบทันเวลาพอดี รถรับส่งนักเรียน รถบรรทุกข้าวเปลือกสำหรับส่งโรงสีแบบรับจากรถเกี่ยว รถบรรทุกอ้อยสดจากรถตัดอ้อยเพื่อส่งโรงงานน้ำตาล เป็นต้น

3. สามารถสร้างแอปพลิเคชันเข้ามาช่วยการใช้งานให้สะดวก และง่ายต่อการใช้งาน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. นำไปพัฒนารูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วนในด้านอื่นๆ ร่วมด้วยเช่น รถเสีย การจราจรติดขัด

2. นำไปพัฒนาสร้างรูปแบบกรณีการตัดสินใจเร่งด่วนที่มีปัจจัยอื่นๆ แล้วเปรียบเทียบกับการตัดสินใจด้วยมนุษย์

3. นำอัลกอริทึมวิธีอื่นๆ มาสร้างรูปแบบการตัดสินใจเร่งด่วน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ได้จัดการเรียนการสอนหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยี ที่ทำให้ผู้วิจัยได้จัดทำงานวิจัยนี้ และสามารถนำข้อมูลงานวิจัยนี้ไปพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุดในวงการขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จได้ในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ สมใจ. (2563, 6-7 กุมภาพันธ์). *การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลตัดสินใจเลือกกลุ่มวิชาของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์* [การนำเสนอโปสเตอร์]. การประชุมวิชาการระดับชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเครือข่ายสถาบันอุดมศึกษาภาคใต้ ครั้งที่ 5 “วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมเพื่อสังคม”, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

กีรติญา ครองแก้ว และวรรณโกมล สุภาชาติ. (2566, 27 มิถุนายน). *อุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างปี 2023 เติบโตต่อเนื่องตามภาคก่อสร้าง ท่ามกลางความผันผวนของต้นทุนพลังงาน และแรงกดดันจากเทรนด์ ESG*. SCB Economic Intelligence Center. https://www.scbeic.com/th/detail/product/ building_materials-270623

บัญชา ปล้องอ้วน, นัฐพงศ์ ส่งเนียม, และชัญญพัชร์ จารุวัชรเศรษฐ์. (2561, 2-5 ธันวาคม). *การศึกษาสภาพปัญหาการตัดสินใจแบบเร่งด่วนของงานขนส่งคอนกรีตผสมเสร็จ*. การประชุมวิชาการระดับนานาชาติและระดับชาติ“ราชภัฏวิจัยครั้งที่ 5”, (น.619-624). สถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

ราธส จิรวัฒน์สถิต. (2562). *ตัวแบบการตัดสินใจในการคัดเลือกจุดกระจายสัญญาณสำหรับโครงข่ายใยแก้วนำแสง* [วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร]. https://lib.pnru.ac.th/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=au:%22%22

สุทธิพันธ์ บุญศรี. (2559). การจัดการการขนส่งคอนกรีตในพื้นที่กรุงเทพกลางเมือง: กรณีศึกษา บริษัทนครหลวงคอนกรีตจำกัด. *Journal of logistics and supply chain management Ramkhamhaeng*, 3(1).

อัจฉรา ช่องผม และกุลณัฐ ทิพย์ขุนทด. (2562). การลดความล่าช้าในการขนส่งของรถคอนกรีตผสมเสร็จ กรณีศึกษา บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง CPAC จังหวัดสมุทรสาคร. *วารสารบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม*, 1(2), 16-35.

ACI, C., & OZDEN, C. (2018). Predicting the severity of motor vehicle accident injuries in Adana-Turkey using machine learning methods and detailed meteorological data. *International*

Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 6(1), 72–79. https://doi.org/10.18201/ijisae.2018637934

Ahsan, M. M., Mahmud, M. A. P., Saha, P. K., Gupta, K. D., & Siddiqu, Z. (2021). Effect of data scaling methods on machine learning algorithms and model performance. *Technologies*, 9(3). https://doi.org/10.3390/technologies9030052

Bansal, M., Goyal, A., & Choudhary, A. (2022) A comparative analysis of K-Nearest Neighbor, Genetic, Support Vector Machine, Decision Tree, and Long Short Term Memory algorithms in machine learning. *Decision Analytics Journal*, 3. https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100071

Cheraghi, Y., Kord, S., & Mashayekhizadeh, V. (2021). Application of machine learning techniques for selecting the most suitable enhanced oil recovery method; challenges and opportunities. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 205. https://doi.org/10.1016/j.petrol.2021.108761

Hodgett, R. E., & Siraj, S. (2019). SURE: A method for decision-making under uncertainty. *Expert Systems with Applications,* 115, 684-694. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.08.048

Liu, Xiao-huan., Zang, De-gan., Yan, Hao-ran., Cui, Yu-ya., & Chen, L. (2019). A New Algorithm of the Best Path Selection Based on Machine Learning. *IEEE Access*, 7, 126913-126928. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2939423

Osisanwo, F. Y., Akinsola, J. E. T., Awodele, O., Himmikaiye, J. O., Olakanmi, O., & Akinjobi, J. (2016). Supervised machine learning algorithms: Classification and comparison. *International Journal of Computer Trends and Technology*, 48(3), 128-138. https://doi.org/10.14445/22312803/IJCTT-V48P126

Qaiser, H. U. -R., Shu G., & Malik, A. Waqar. (2019). Utilization driven model for server consolidation in cloud data centers. *Journal IEEE Access*, 6(8), 1998-2007. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2962272

Romiani, S., Gholamrezai, S., Rahimian, M. & Arefinezhad, M. (2019). Solutions for Agricultural Drought Crisis Management (Case of Lorestan Province). *Geography and Human Relationships*, 2(1), 214-232.

Schenkel, M. T., Farmer, S., & Maslyn, J. M. (2019.) Process improvement in SMEs: The impact of harmonious passion for entrepreneurship, employee creative self-efficacy, and time spent innovating. *Journal of Small Business Strategy*, 29(1), 71-84.

Vyshnavi, K. G., & Nalini, N. (2022). Machine Learning Algorithms for Road Accident Analysis and Forecastin. *International Journal of Research in Engineering and Science*, 10(7), 283-288.

Whitman, E., Brown, H. A., & Meyer, P. N. (2023). Cost-benefit analysis and project performance. *Journal of project management studies*, 1(1), 1-12.

ปัญหาสุขภาพจิตในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย

วันที่รับ : 5 กันยายน 2566
วันที่แก้ไข : 5 กุมภาพันธ์ 2567
วันที่ตอบรับ : 7 กุมภาพันธ์ 2567

จุฑามาศ เมืองมูล[1*], พัชรินทร์ วินยางค์กูล[1],
พิณัฏฐิณีย์ จิตคำ[1], อนุสรา บุญจิตร[1]
และ วัชรพงษ์ เรือนคำ[1]
[1]คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย
*Corresponding author e-mail: somcrru@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินภาวะสุขภาพจิตและปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาสุขภาพจิตในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังในจังหวัดเชียงราย การวิจัยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอนโดยการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มเขตพื้นที่จังหวัดเชียงรายออกเป็น 4 เขต ตามการดำเนินงานด้านสาธารณสุขของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย และทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยการจับสลากอำเภอในจังหวัดเชียงราย อัตราส่วน 5:1 จากทั้งหมด 18 อำเภอ และจับสลากตำบล อัตราส่วน 5:1 พบว่า ตำบลที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 ตำบล ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความเครียดสวนปรุง จำนวน 20 ข้อ แบบวัดความวิตกกังวล จำนวน 20 ข้อ และแบบประเมินภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุไทย จำนวน 15 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 204 คน คิดเป็นร้อยละ 51.0 อายุเฉลี่ย 68.2 ปี ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 60-69 ปี จำนวน 206 คน ร้อยละ 51.5 การศึกษาส่วนใหญ่จบระดับประถมศึกษา จำนวน 128 คน ร้อยละ 32.0 ระดับความเครียดของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 195 คน ร้อยละ 48.8 ระดับความวิตกกังวลของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง อยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 205 คน ร้อยละ 51.2 ภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง ส่วนใหญ่มีภาวะซึมเศร้าเล็กน้อย จำนวน 206 คน ร้อยละ 51.5 ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาสุขภาพจิตในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง พบว่าเพศมีความสัมพันธ์กับสุขภาพจิตทั้งสามด้าน ส่วนความสัมพันธ์ในครอบครัวมีความสัมพันธ์กับความเครียด ทั้งนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรคัดกรอง เฝ้าระวัง สร้างกิจกรรมพิเศษ กลุ่มผู้ป่วยผู้สูงอายุเรื้อรังในเรื่องเพศและมีประวัติเป็นโรคเรื้อรัง

คำสำคัญ: ปัญหาสุขภาพจิต, ผู้สูงอายุ, โรคเรื้อรัง

MENTAL HEALTH PROBLEMS IN ELDERLY PATIENT WITH CHRONIC DISEASES CHIANG RAI PROVINCE

Received : September 5, 2023
Revised : February 5, 2024
Accepted : February 7, 2024

Jutamas Muangmool[1*], Phatcharin Winyangkul[1], Phinatthinee Jitkham[1], Anursara Pongjanta[1] and Watcharapong Ruankham[1]
[1]Faculty of Public Health, Chiang Rai Rajabhat University, Chiang Rai, Thailand
*Corresponding author e-mail: somcrru@gmail.com

Abstract

The objectives of this research were to assess the mental health assessment and factors affecting mental health problems in the elderly patients with chronic diseases in Chiang Rai province. The population and sample consisted of elderly patients with chronic diseases in Chiang Rai province. The research used a multi-stage random sampling method by stratifying Chiang Rai Province into 4 areas according to the public health operations of the Chiang Rai Provincial Public Health Office and simple random sampling was conducted by drawing lots for districts in Chiang Rai Province at a ratio of 5:1 from all 18 districts and drawing lots for sub-districts at a ratio of 5:1. It was found that 8 sub-districts were the sample group in a sample size of 400 persons. Research tools consisted of the 20-question stress assessment forms of The Suanprung Stress Test 20 [SPST-20] and State-Trait Anxiety Inventory Y-1 [STAI form Y-1], and the 15-question assessment form of Thai Geriatric Depression Scale: TGDS. According to the findings of a general data analysis of 400 elderly patients with chronic diseases, the majority of the samples were female of 204 individuals representing 51.0% with an average age of 68.2 years. 206 persons accounted for 51.5% were between the age of 60 and 69 years. Accounted for 32.0%, 128 persons completed primary school. Accounted for 48.8%, 195 persons experienced moderate stress. Accounted for 51.2%, 205 persons experienced moderate anxiety. Accounted for 51.5%, 206 persons suffered from moderate depression. Furthermore, the factors affecting mental health problems in the elderly with chronic diseases revealed that gender was found to be significantly associated with all of the three components of mental health. Moreover, family relationships were found to be related to stress. Relevant agencies should screen, monitor and create special activities for different groups of elderly patients in terms of gender and their chronic disease history.

Keywords: Mental health, Elderly, Chronic diseases

บทนำ

ผู้สูงอายุ เป็นวัยที่เข้าสู่การเปลี่ยนแปลง โดยการเปลี่ยนแปลงหลักๆ มี 3 ด้าน ด้านแรกคือการเปลี่ยนแปลงด้านร่างกาย ระบบต่างๆ ทำงานได้ลดลง ส่งผลให้ร่างกายเสื่อมถอยลง เช่น ร่างกายภายนอกผิวหนังเหี่ยวย่น มีกระ ผมบางเปลี่ยนเป็นสีเทาหรือสีขาว หลังโกง การเคลื่อนไหวร่างกายทำได้ช้าลง กำลังน้อยลง อวัยวะรับความรู้สึกจะเป็นอวัยวะอันดับแรกๆ ที่เสื่อม เช่น ผนังเส้นเลือดแดงในหูแข็งตัว ทำให้ได้ยินเสียงไม่ชัดเจน หรือการเปล่งเสียงของผู้สูงอายุจะไม่มีพลัง เนื่องจากกระดูกอ่อนบริเวณกล่องเสียงแข็งตัวและขาดความยืดหยุ่น ขณะที่การบด เคี้ยวลำบากขึ้นเพราะเหงือกร่น รากฟันโผล่พ้นขอบเหงือก ทำให้ฟันผุและเสียวฟันได้ง่าย รวมไปถึงกระดูกที่ผุกร่อนและกล้ามเนื้อที่ลีบเล็กลง ด้านที่สองการเปลี่ยนแปลงด้านจิตใจ ที่พบบ่อยในวัยสูงอายุ เช่น การรับรู้ซึ่งผู้สูงอายุมักยึดติดกับความคิดและเหตุผลของตนเอง จำเหตุการณ์ปัจจุบันไม่ค่อยได้ หลงๆ ลืมๆ และชอบย้ำคำถามบ่อยๆ เรียนรู้สิ่งใหม่ได้ยากเพราะไม่มีความมั่นใจในการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ อาจจะมีอาการซึมเศร้า หงุดหงิด ขี้ระแวง วิตกกังวล โกรธง่าย เอาแต่ใจตนเอง มักจะคิดซ้ำซาก ลังเล หวาดระแวง หมกมุ่นเรื่องของตนเอง ทั้งเรื่องในอดีตและอนาคต กลัวลูกหลานทอดทิ้ง รวมถึงสนใจสิ่งแวดล้อมน้อยลง ผู้สูงอายุมักสนใจเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตนเองมากกว่าเรื่องของผู้อื่น และด้านที่สามการเปลี่ยนแปลงด้านสังคม ได้แก่ ภาระหน้าที่และบทบาททางสังคมลดน้อยลง ทำให้ผู้สูงอายุห่างจากสังคม อีกทั้งคนส่วนใหญ่มักมองว่าผู้สูงอายุมีสมรรถภาพและความสามารถลดน้อยลง จึงไม่ให้ความสำคัญหรือใส่ใจมากนัก นอกจากนี้ยังเปลี่ยนแปลงบทบาทจากการเป็นผู้นำครอบครัว กลายเป็นเพียงผู้อาศัยหรือเป็นสมาชิกของครอบครัวเท่านั้น และเมื่อสมรรถภาพร่างกายลดลง ทำให้ความสามารถในการช่วยเหลือตัวเองหรือกิจวัตรประจำวันเป็นไปได้ยากลำบาก จะส่งผลกระทบต่อจิตใจ เกิดความไม่มั่นใจในตนเอง หดหู่กับสภาพตัวเอง ทำให้ผู้สูงอายุไม่กล้ามีสังคมหรือมีกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น (คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.), 2561, น.2) ปัญหาสุขภาพของผู้สูงอายุโรคเรื้อรังโดยส่วนใหญ่ผู้สูงอายุโรคเรื้อรังมีปัญหาด้านการเคลื่อนไหวทั้งหมด มีโรคประจำตัวมากกว่า 1 โรค และพบว่าปัญหาการเคลื่อนไหวพบเป็นอันดับแรก รองลงมา คือ ปัญหาการได้ยินหรือการสื่อความหมาย การมองเห็นและการเรียนรู้ (ร้อยละ 58, ร้อยละ 24, ร้อยละ 19 และร้อยละ 4 ตามลำดับ) (Prasartkul, 2016) ข้อมูลสถิติจำนวนผู้สูงอายุในประเทศไทย รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทยปี 2565 (กรมกิจการผู้สูงอายุ, 2566, น.4) เป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ที่ประเทศไทยมีจำนวนผู้สูงวัยอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่าเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี โดยประชากรผู้สูงอายุในปี 2565 นั้น มีมากถึง 12,116,199 คน คิดเป็นร้อยละ 18.3 ของประชากรทั้งหมด เพิ่มขึ้นจากปี 2564 และ 5 อันดับโรคเรื้อรังในปี 2565 พบโรคหลอดเลือดสมองตีบตัน โรคหัวใจขาดเลือด โรคเบาหวาน โรคทางกระดูก และโรคตา

การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวของผู้สูงอายุ ทำให้เกิดการเจ็บป่วยได้ง่าย ส่งผลเสียต่อสุขภาพกายและผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีปัญหาสุขภาพจิตร่วมด้วย จากการศึกษาที่ผ่านมาปัจจัยที่ทำให้ผู้สูงอายุมีสุขภาพจิตเสื่อมลง มาจากปัญหาหลัก 3 ประการ คือ (ดมิสา เพชรทอง และคนอื่นๆ, 2563, น.3) ด้านแรกคือปัญหาเรื่องสุขภาพกายที่มีความเสื่อมไปตามอายุขัยทำให้สมรรถภาพต่างๆ ของร่างกายที่เคยทำงานได้ดีลดลงไม่สามารถใช้การได้ดีเช่นเดิม ผลคือจิตใจไหวหวั่นได้รับความกระทบกระเทือน ด้านที่สองปัญหาเรื่องการเงินหรือสถานภาพทางเศรษฐกิจ โดยทั่วไปจะลดลงเพราะต้องเกษียณจากงาน รายได้ลดลง หรือแม้จะไม่เกษียณอายุเพราะมีกิจการเป็นของตนเอง แต่ผลงานอาจลดลง เนื่องจาก สภาพร่างกายขาดความแข็งแรงหรือบางกรณีต้องอาศัยเงินจากบุตรหลาน ทำให้ความภาคภูมิใจลดลง หรือบุตรหลานไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง ทำให้สุขภาพจิตเสื่อมลงได้มาก ด้านที่สามปัญหาทาง

สังคม สำหรับผู้สูงอายุผู้เคยมีบทบาทในสังคมสูง เช่น ข้าราชการระดับสูงมีอำนาจและบารมี มีคนนับถือจำนวนมาก เมื่อเกษียณอายุราชการอาจทำให้มีปัญหาสุขภาพจิตมากกว่าคนธรรมดาเพราะสถานภาพทางสังคมเปลี่ยนไปจากเดิมขาดอำนาจในการต่อรองทางสังคม ส่งผลกระทบต่อจิตใจค่อนข้างมาก นอกจากนี้ ยังมีปัญหาปลีกย่อยในแต่ละบุคคลซึ่งแตกต่างกันไป ผลของปัญหาเหล่านี้จะกระทบจิตใจของผู้สูงอายุทำให้เกิดความเครียดซึ่งแต่ละคนต้องมีการปรับตัวเพื่อสู้กับความเครียด หากปรับตัวได้ ร่างกายและจิตใจก็อยู่ในสภาพปกติ แต่หากไม่สามารถปรับตัวได้ย่อมส่งผลต่อการเกิดปัญหาสุขภาพจิตตามมาโดยปัญหาสุขภาพจิตที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ ได้แก่ วิตกกังวล ความเครียด ซึมเศร้า โดยผู้สูงอายุถึง 2 ใน 3 มักเจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรัง และหากปรับตัวไม่ได้ หรือไม่สามารถดูแลตัวเองได้ดี ก็ทำให้อาการกำเริบ การรักษาไม่ได้ผล เกิดความเจ็บป่วยรุนแรง พิการหรือเสียชีวิต (กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข, 2558) มักพบเสมอว่าผู้สูงอายุที่เจ็บป่วยด้วยโรคเรื้อรังและปรับตัวไม่ได้จะมีปัญหาเครียด หงุดหงิดง่าย ท้อแท้ ไม่มีกำลังใจในการปรับวิถีชีวิต บางรายอาจมีอาการกลัว วิตกกังวลต่อสภาวะโรคที่เป็น นอกจากนี้ จากการสำรวจสุขภาพจิตผู้สูงอายุโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติด้วยแบบคัดกรองความสุขฉบับ 15 ข้อ ในปี พ.ศ. 2554 พบว่าคะแนนเฉลี่ยความสุขของผู้สูงอายุต่ำกว่าคนทั่วไป และประมาณ 1 ใน 3 ของผู้สูงอายุเป็นผู้ที่มีความเปราะบางทางจิตใจ โดยมีสาเหตุมาจากปัญหาการเจ็บป่วยเรื้อรัง ความรู้สึกมีคุณค่าในตัวเองลดลงและค่านิยมต่อผู้สูงอายุในสังคมไทยเปลี่ยนแปลง (สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักสถิติเศรษฐกิจและสังคม, 2559)

ในปี 2564 มีการศึกษาของ ปิติคุณ เสตะปุระ และณัฐธกูล ไชยสงคราม (2564, น.1076) ศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุในประเทศไทย พบว่าส่วนใหญ่ ผู้สูงอายุที่มีภาวะซึมเศร้าและเข้ารับการรักษา คิดเป็นความชุกร้อยละ 0.08 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ อายุ ดัชนีมวลกาย เพศ รายได้ ความเพียงพอของรายได้ ในปี 2566 มีการศึกษาของ ชนัตต์ โอฬารธนาเศรษฐ์ (2566, น.179) ศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุ จังหวัดนครราชสีมา พบว่าส่วนใหญ่สุขภาพจิตในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่มีการระบาดเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 11.99 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ รายจ่ายเฉลี่ยต่อเดือน 10,000 บาทขึ้นไป การมีหนี้สินเพิ่มขึ้นหรือเริ่มมีหนี้สิน การออกกำลังกายช่วงการระบาดโรคโควิด-19 เพิ่มขึ้นหรือลดลง ความกังวลว่าชุมชนมีผู้ติดเชื้อโควิด-19 เพิ่มมากขึ้น ความกังวลเกี่ยวกับมาตรการควบคุม การระบาดโรคโควิด-19 ของรัฐบาล และการเป็นผู้ดูแลหลักในครอบครัว ในปี 2565 มีการศึกษาของ มกรารัตน์ หวังเจริญ (2565, น.50) ศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุ อำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น พบว่า ความชุกของภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุที่ร้อยละ 44.84 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ภาวะพิการและสถานภาพโสด ในปี 2565 มีการศึกษาของนันทิดา ทองอ้ม (2565, น.311) ศึกษากลุ่มผู้สูงอายุในจังหวัดสุรินทร์ พบว่าส่วนใหญ่สุขภาพจิตซึมเศร้าระดับน้อย ร้อยละ 17.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ อายุ ดัชนีมวลกาย การมีโรคประจำตัวและความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวัน ในปี 2562 มีการศึกษาของสุชาดา แซ่ลิ่ม (2562, น.194) ศึกษากลุ่มผู้สูงอายุในเขตอำเภอเมือง จังหวัดระนอง พบว่าส่วนใหญ่สุขภาพจิตความชุกของภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุ เท่ากับร้อยละ 21.6 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ สถานภาพสมรส ความเพียงพอของรายได้ โรคประจำตัว สัมพันธภาพกับครอบครัว ในปี 2565 มีการศึกษาของ มินตรา สาระรักษ์ และคนอื่นๆ (2565, น.241) ศึกษากลุ่มผู้สูงอายุในเขตอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่ามีภาวะซึมเศร้าในระดับน้อยมาก ร้อยละ 15.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ ความเพียงพอของรายได้ในแต่ละเดือน ระยะเวลาที่ป่วย ความพิการทางร่างกาย ความกังวลต่อโรคที่เป็นอยู่ ความสัมพันธ์กับบุคคลในครอบครัว การสูญเสียบุคคล ใกล้ชิด และความพึงพอใจในคุณภาพชีวิต

จังหวัดเชียงรายเป็นจังหวัดที่มีประชาชนจากหลายหลาก ชาติพันธุ์ มีวัฒนธรรมที่หลากหลาย รวมทั้งมีความเติบโตด้านเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สภาพสังคมและความเป็นอยู่ของประชาชนเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงรายได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging society) โดยมีผู้สูงอายุ

ร้อยละ 11.99 ของประชากรทั้งหมดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (พรทิพย์ สารีโส และคนอื่นๆ, 2560, น.86) ดังนั้นผู้วิจัยและคณะจึงศึกษาปัญหาสุขภาพจิตในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง เพื่อนำผลวิจัยนี้ไปใช้ประโยชน์ในแนวทางในการดูแลรักษาเรื่องสุขภาพจิตในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง โดยนำผลการวิจัยที่ได้ไปต่อยอดและพัฒนากิจกรรมที่เหมาะสมต่อไป สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการดูแลผู้สูงอายุและสุขภาพจิตของผู้สูงอายุสามารถนำไปต่อยอดในการกำหนดมาตรการในการดูแลผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังต่อไป เพื่อให้มีสุขภาพจิตที่ดีและเป็นพื้นฐานในการป้องกันปัญหาสุขภาพจิตในอนาคต

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อประเมินภาวะสุขภาพจิตและปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาสุขภาพจิตในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ปัจจัยส่วนบุคคล
- เพศ
- อายุ
- ระดับการศึกษา
- สถานภาพสมรส
- ความเพียงพอของรายได้
- ความสัมพันธ์ในครอบครัว

→ ปัญหาสุขภาพจิตในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาสุขภาพจิตและปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาสุขภาพจิตของผู้สูงอายุโรคที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย ใช้วิธีการวิจัยเชิงพรรณนา การวิจัยแบบภาคตัดขวาง โดยการใช้แบบสอบถาม

ประชากร ผู้สูงอายุโรคที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย

กลุ่มตัวอย่าง อำเภอเมือง อำเภอขุนตาล อำเภอเทิง อำเภอแม่จัน

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง การศึกษาครั้งนี้ ไม่ทราบจำนวนประชากรที่ศึกษา (Infinite population) ผู้วิจัยใช้สูตรในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ (Wayne, 1995)

$$\mathbf{n = \frac{Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}}\, p(1-p)}{d^2}}$$

เมื่อ n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

p คือ สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการสุ่ม (โรคเรื้อรังเป็นปัญหาสำคัญในผู้สูงอายุพบมากที่สุดคือ โรคความดันโลหิตสูง (ร้อยละ 53.2) รองลงมาคือโรคข้อเข่าเสื่อม (ร้อยละ 22.5) โรคเบาหวาน (ร้อยละ 18.1) เพราะการเกิดโรคของผู้สูงอายุมีความสลับซับซ้อน จึงอนุมานใช้อัตราสูงสุดคือ ร้อยละ 53.2 (p=0.53)

Z คือ ระดับความมั่นใจที่กำหนด หรือระดับนัยสำคัญทางสถิติ โดยการวิจัยครั้งนี้กำหนดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (Z = 1.96)

d คือ ความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง กำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95% สัดส่วนความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05

แทนค่าลงในสูตรได้กลุ่มตัวอย่าง 383 คน เพิ่มขึ้นด้วยจำนวนการจับสลากเพื่อเปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า มีโอกาสเป็นกลุ่มตัวอย่างและเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อมูลมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 400 คน ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยใช้วิธีการจับสลาก (Lottery)

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง การวิจัยครั้งนี้ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) โดยเรียงลำดับดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่มเขตพื้นที่ (Area cluster sampling) โดยแบ่งเขตพื้นที่จังหวัดเชียงราย ออกเป็น 4 เขต ตามการดำเนินงานด้านสาธารณสุข ของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงราย มีรายละเอียดดังนี้ เขตที่ 1 มี 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอแม่ลาว อำเภอเวียงชัย อำเภอเวียงเชียงรุ้ง เขตที่ 2 มี 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเชียงของ อำเภอพญาเม็งราย อำเภอเวียงแก่น อำเภอขุนตาล เขตที่ 3 มี 5 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเทิง อำเภอพาน อำเภอป่าแดด อำเภอแม่สรวย อำเภอเวียงป่าเป้า และเขตที่ 4 มี 5 อำเภอ ได้แก่ อำเภอแม่จัน อำเภอเชียงแสน อำเภอแม่สาย อำเภอแม่ฟ้าหลวง อำเภอดอยหลวง

ขั้นตอนที่ 2 ทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับสลากอำเภอ อัตราส่วน 5:1 จากทั้งหมด 18 อำเภอ พบว่า อำเภอที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 4 อำเภอ โดยเขตที่ 1 ได้แก่ อำเภอเมือง (16 ตำบล) เขตที่ 2 ได้แก่ อำเภอขุนตาล (3 ตำบล) เขตที่ 3 ได้แก่ อำเภอเทิง (10 ตำบล) เขตที่ 4 ได้แก่ อำเภอแม่จัน (11 ตำบล)

ขั้นตอนที่ 3 ทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับสลากเพื่อคัดเลือกตำบลที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่าง อัตราส่วน 5:1 พบว่า ตำบลที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 ตำบล ได้แก่ อำเภอเมือง จำนวน 3 ตำบล ตำบลบ้านดู่ ตำบลนางแลและตำบลดอยฮาง อำเภอขุนตาล จำนวน 1 ตำบล ได้แก่ ตำบลป่าตาล อำเภอเทิง จำนวน 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลเวียงและตำบลปล้อง อำเภอแม่จัน จำนวน 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลแม่จันและตำบลท่าข้าวเปลือก

ขั้นตอนที่ 4 ทำการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับสลากเพื่อเปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า มีโอกาสเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยให้ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น ตำบลละ 50 คน (รวมกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาทั้งหมด จำนวน 400 คน)

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) ผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง มีอายุมากกว่า 60 ปี ที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง อาศัยอยู่ในจังหวัดเชียงราย สมัครใจและยินยอมให้ข้อมูล

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง มีปัญหาอาการทางจิต ไม่สามารถให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามให้ครบถ้วนสมบูรณ์และย้ายออกจากพื้นที่วิจัย ถอนตัวออกจากการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาข้อคำถามเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาสุขภาพจิตของผู้สูงอายุโรคที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังและผู้ดูแลผู้สูงอายุโรคที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานภาพสมรส รายได้ที่ได้รับต่อเดือน เป็นต้น โดยข้อคำถามมีทั้งลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ (Checklist questions) และแบบเติมคำในช่องว่าง (Open-ended questions)

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาสุขภาพจิตของผู้สูงอายุโรคที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังและผู้ดูแลผู้สูงอายุโรคที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย

ส่วนที่ 3 เครื่องชี้วัดปัญหาสุขภาพจิต ประกอบด้วย

1. แบบประเมินความเครียดสวนปรุง (Suanprung Stress Test 20 [SPST–20]) ซึ่งเป็นแบบประเมินความเครียดมาตรฐานที่สร้างขึ้นมาเพื่อวัดระดับความเครียดที่เหมาะสมกับคนไทย โดยใช้กรอบแนวคิดทางด้านชีวภาพ จิตใจและสังคม จำนวน 20 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นคอร์นบาค (Cronbach's alpha reliability coefficient) มากกว่า 0.7 แบบวัดความเครียดสวนปรุง ชุด 20 ข้อ มี คะแนนรวมไม่เกิน 100 คะแนน โดยผลรวมที่ได้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้ คะแนน 0 – 24 เครียดน้อย คะแนน 25 – 42 เครียดปานกลาง คะแนน 43 – 62 เครียดสูง คะแนน 63 ขึ้นไป เครียดรุนแรง (สุวัฒน์ มหัตนิรันดร์กุล และคนอื่นๆ, 2540, น.5)

2. แบบวัดความวิตกกังวล (State-Trait Anxiety Inventory form Y-1 [STAI form Y-1]) คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิแอลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 (Spielberger, 1983) ช่วงคะแนน 20 - 40 คะแนน แสดงว่า ไม่มีวิตกกังวลระดับเล็กน้อย ช่วงคะแนน 41 - 60 คะแนน แสดงว่า มีความวิตกกังวลบ้าง ช่วงคะแนน 61 - 70 คะแนน แสดงว่า มีความวิตกกังวลค่อนข้างมาก ช่วงคะแนน 71 - 80 คะแนน แสดงว่า มีความวิตกกังวลมากที่สุด

3. แบบประเมินภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุไทย (Thai Geriatric Depression Scale : TGDS) คือการประเมินการเปลี่ยนแปลงทางด้านอารมณ์ไปสู่ภาวะของจิตใจที่เศร้าซึม หม่นหมอง ไม่มีความสุข ซึ่งเป็นความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองทางด้านร่างกาย จิตใจ สังคม เครื่องมือนี้ พัฒนาโดย กลุ่มฟื้นฟูสมรรถภาพสมอง (Train The Brain Forum Thailand) (สถาบันเวชศาสตร์สมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ, 2552) การทดสอบความเที่ยงตรงในเพศหญิงเท่ากับ 0.94 เพศชายเท่ากับ 0.91 โดยมีค่าความเที่ยงตรงรวมเท่ากับ 0.93 ค่าคะแนนรวมของ TGDS ระหว่าง 0-12 คะแนน เป็นค่าปกติในผู้สูงอายุของไทย คะแนนระหว่าง 13-18 คะแนน ถือว่าเป็นผู้มีความเศร้าเล็กน้อย คะแนนระหว่าง 19-24 คะแนน ถือว่าเป็นผู้มีความเศร้าปานกลาง และคะแนนระหว่าง 25-30 คะแนนถือว่าเป็นผู้มีความเศร้ารุนแรง

การพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การวิจัยครั้งนี้ผ่านการรับรองพิจารณาจริยธรรมโครงการวิจัยตามแนวทางหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ที่เป็นมาตรฐานสากลจากสำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย หมายเลขใบรับรอง: COA. P2-012/2565 และเลขที่โครงการวิจัย: P2-012/2565 วันที่ 10 มิถุนายน 2565 และใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SPSS version 28

วิธีวิเคราะห์ข้อมูล

1. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาสุขภาพจิตผู้สูงอายุโดยสถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาสุขภาพจิตผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย ด้วยสถิติ Chi-square กำหนดระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จำนวน 400 คน เกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล โดยมีรายละเอียด ผลการศึกษาแต่ละปัจจัย ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 ความถี่และร้อยละของข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง (n=400)

ปัจจัยส่วนบุคคล		ความถี่	ร้อยละ
เพศ	ชาย	196	49.0
	หญิง	204	51.0
อายุ (ปี)	60-69	206	51.5
Min = 60	70-79	105	26.3
Max = 95	80-89	81	20.2
Mean = 68.2	90 ปีขึ้นไป	8	2.0
ระดับการศึกษา	ไม่ได้เรียนหนังสือ	95	23.8
	ประถมศึกษา	128	32.0
	มัธยมศึกษาตอนต้น	73	18.2
	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	48	12.0
	อนุปริญญา/ปวส.	40	10.0
	ปริญญาตรี	12	3.0
	ปริญญาโท	4	1.0
สถานภาพสมรส	โสด	35	8.7
	สมรส	262	65.5
	หม้าย/หย่า/แยก	103	25.8
ความเพียงพอของรายได้	เพียงพอและเหลือเก็บ	84	21.0
	เพียงพอแต่ไม่เหลือเก็บ	232	58.0
	ไม่เพียงพอ	62	15.5
	ไม่เพียงพอและต้องกู้หนี้ยืมสิน	22	5.5
สัมพันธภาพในครอบครัว	มีความสัมพันธ์ที่ดีในครอบครัว	295	73.8
	มีความขัดแย้งในครอบครัวบางครั้ง	98	24.5
	มีความขัดแย้งในครอบครัวตลอดเวลา	7	1.7

จากตาราง 1 พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงจำนวน 204 คน คิดเป็นร้อยละ 51.0 อายุเฉลี่ย 68.2 ปี ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 60-69 ปี จำนวน 206 คน คิดเป็นร้อยละ 51.5 การศึกษาส่วนใหญ่จบระดับประถมศึกษา จำนวน 128 คน ร้อยละ 32.0 สถานภาพสมรส 262 คน คิดเป็นร้อยละ 65.5 โดยรายได้พอเพียงแต่ไม่เหลือเก็บ 232 คน คิดเป็นร้อยละ 58.0 สัมพันธภาพในครอบครัวมีความสัมพันธ์กันดี จำนวน 295 คน คิดเป็นร้อยละ 73.8

ผลการวิเคราะห์ปัญหาสุขภาพจิต

ผลการวิเคราะห์ความเครียดโดยใช้แบบประเมินความเครียดสวนปรุง (Suanprung Stress Test 20 [SPST–20]) ดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนและร้อยละระดับความเครียดของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังจากแบบประเมินความเครียดสวนปรุง (Suanprung Stress Test 20 [SPST–20]) (n=400)

ความเครียด	จำนวน	ร้อยละ
ความเครียดระดับน้อย (คะแนน 0–23)	159	39.7
ความเครียดระดับปานกลาง (คะแนน 24–41)	195	48.8
ความเครียดระดับสูง (คะแนน 42–61)	34	8.5
ความเครียดในระดับรุนแรง (คะแนน 62 ขึ้นไป)	12	3.0

จากตาราง 2 พบว่าระดับความเครียดของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังจากแบบประเมินความเครียดสวนปรุงอยู่ในความเครียดระดับปานกลาง จำนวน 195 คน คิดเป็นร้อยละ 48.8 รองลงมาได้แก่ความเครียดระดับน้อย จำนวน 159 คน คิดเป็นร้อยละ 39.7

ผลการวิเคราะห์ความวิตกกังวลโดยใช้แบบวัดความวิตกกังวล (State-Trait Anxiety Inventory form Y-1 [STAI form Y-1]) ดังตาราง 3

ตาราง 3 จำนวนและร้อยละระดับความวิตกกังวลของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังจากแบบวัดความวิตกกังวล (State-Trait Anxiety Inventory form Y-1 [STAI form Y-1]) (n=400)

ความวิตกกังวล	จำนวน	ร้อยละ
ความวิตกกังวลระดับต่ำ (20-40 คะแนน)	179	44.8
ความวิตกกังวลระดับปานกลาง (41-60 คะแนน)	205	51.2
ความวิตกกังวลระดับสูง (61-80 คะแนน)	16	4.0

จากตาราง 3 พบว่าระดับความวิตกกังวลของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังจากแบบวัดความวิตกกังวลอยู่ในความวิตกกังวลระดับปานกลาง จำนวน 205 คน คิดเป็นร้อยละ 51.2 รองลงมาได้แก่ความวิตกกังวลระดับต่ำ จำนวน 179 คน คิดเป็นร้อยละ 44.8

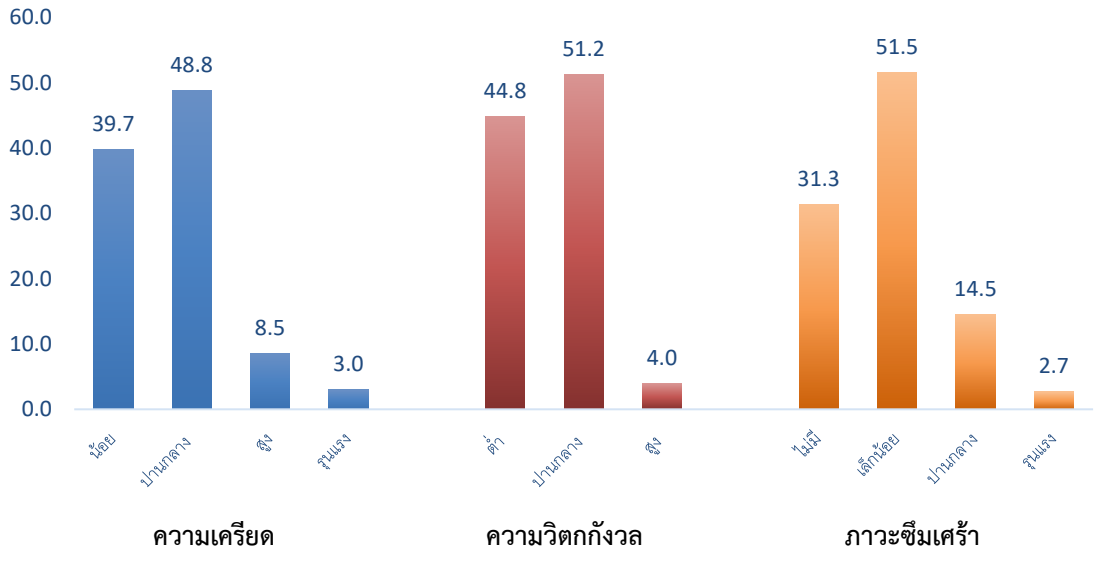
ผลการวิเคราะห์ภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง โดยใช้แบบประเมินภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุไทย (Thai Geriatric Depression Scale: TGDS) ดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนและร้อยละภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง โดยใช้แบบประเมินภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุไทย (Thai Geriatric Depression Scale: TGDS) (n=400)

ภาวะซึมเศร้า	จำนวน	ร้อยละ
ไม่มีภาวะซึมเศร้า (0 - 12 คะแนน)	125	31.3
มีภาวะซึมเศร้าเล็กน้อย (13 - 18 คะแนน)	206	51.5
มีภาวะซึมเศร้าปานกลาง (19 - 24 คะแนน)	58	14.5
มีภาวะซึมเศร้ารุนแรง (25 - 30 คะแนน)	11	2.7

จากตาราง 4 พบว่าภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง ส่วนใหญ่มีภาวะซึมเศร้าเล็กน้อย จำนวน 206 คน คิดเป็นร้อยละ 51.5 รองลงมาได้แก่ไม่มีภาวะซึมเศร้า จำนวน 125 คน คิดเป็นร้อยละ 31.3

สามารถสรุปภาพรวมสุขภาพจิตทั้ง 3 ด้าน ของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง ดังแสดงภาพ 1



ภาพ 1 ร้อยละของระดับสุขภาพจิต (ความเครียด ความวิตกกังวล ภาวะซึมเศร้า) ของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง จังหวัดเชียงราย

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม (ระดับความเครียด ระดับความวิตกกังวล ระดับภาวะซึมเศร้า) ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและสุขภาพจิตของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง

ปัจจัยส่วนบุคคล	ความเครียด		ความวิตกกังวล		ภาวะซึมเศร้า	
	χ^2	*p*	χ^2	*p*	χ^2	*p*
เพศ	17.634**	0.001	9.234*	0.029	12.594**	0.001
อายุ	7.328	0.062	6.359	0.074	5.398	0.089
ระดับการศึกษา	3.411	0.332	5.321	0.295	5.559	0.295
สถานภาพสมรส	2.135	0.401	3.569	0.312	3.659	0.312
ความเพียงพอของรายได้	4.372	0.388	4.581	0.365	3.581	0.325
ความสัมพันธ์ในครอบครัว	8.919*	0.030	7.456	0.052	6.456	0.089

หมายเหตุ * $p<0.05$, ** $p<0.01$

จากตาราง 5 ในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังพบว่าเพศมีความสัมพันธ์กับสุขภาพจิตทั้งสามด้าน (ความเครียด ความวิตกกังวล และภาวะซึมเศร้า) ส่วนความสัมพันธ์ในครอบครัวมีความสัมพันธ์กับความเครียดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

สุขภาพจิตของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง ทั้งความเครียด ความวิตกกังวลและภาวะซึมเศร้าอยู่ในระดับสูงกว่าคนปกติ สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ ขนิษฐา ตลอดภพ และคนอื่นๆ (2556, น.174) ที่ทำการศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของผู้สูงอายุ ตำบลบ้านคลอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ที่พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของผู้สูงอายุ อันดับที่ 1 คือปัจจัยเรื่องส่วนตัว เช่น ความแก่ลงอย่างเห็นได้ชัด การบาดเจ็บหรือเจ็บป่วย และการไม่มีเวลาให้ตัวเอง เนื่องจากผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางเสื่อมถอย และผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่สามารถปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วได้ส่งผลให้ผู้สูงอายุต้องประสบปัญหาต่าง เช่น ปัญหาสุขภาพทั้งด้านร่างกาย และจิตสังคม การดำเนินชีวิตอยู่ในวงแคบจำกัด การร่วมทำกิจกรรมต่างลดน้อยลงไปเรื่อย ผู้สูงอายุบางคนต้องอยู่ตามลำพังตลอดเวลาเพราะลูกหลานแยกย้ายไปตั้งครอบครัวหรือต้องออกไปประกอบอาชีพทำงานหาเลี้ยงตนเองและครอบครัว ทำให้ขาดการติดต่อสัมพันธ์กัน ผู้สูงอายุจึงอยู่อย่างโดดเดี่ยว ทำให้เกิดสภาพแวดล้อมและสังคมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของผู้สูงอายุผลจากการเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้ผู้สูงอายุบางรายต้องประสบกับภาวะบีบคั้นในด้านต่าง ส่งผลให้สภาวะสุขภาพกายและจิตเสื่อมโทรม จนเกิดเป็นความเครียดเกิดขึ้น หากผู้สูงอายุไม่สามารถจัดการกับปัญหาความเครียดได้ ก็ย่อมส่งผลต่อสภาวะสุขภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของปาร์ค และคนอื่นๆ (Park et al., 2016, p.49) ที่พบว่าโรคเรื้อรังเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุชาวเกาหลี ส่วนหนึ่งเพราะผู้สูงอายุมีโรคประจำตัว มีภาวะเจ็บป่วย เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน ซึ่งก่อให้เกิดความเครียดและปัญหาด้านอารมณ์ต่อตัวผู้สูงอายุ โดยผู้สูงอายุอาจรู้สึกว่าตนเองเป็นเหตุของความยุ่งยากนำไปสู่ความรู้สึกว่าตนเองไม่มีคุณค่า เป็นภาระของครอบครัวจึงมีผลกระทบ

ต่อรายได้ที่ทำให้ไม่เพียงพอซึ่งอาจเป็นรายได้ของครอบครัวและตนเอง จึงเกิดความเครียดและนำไปสู่การเกิดภาวะซึมเศร้า โรคประจำตัวมีความสัมพันธ์กับภาวะสุขภาพจิต เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง และมีปัญหาสุขภาพเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงตามวัย แต่ยังสามารถควบคุมโรคเรื้อรังที่ ไม่มีอาการกำเริบรวมถึงไม่เกิดภาวะแทรกซ้อนจากโรคเรื้อรัง นอกจากนี้ จากการวิจัยพบ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและสุขภาพจิตของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง โดยความสัมพันธ์ในครอบครัวมีความสัมพันธ์กับความเครียด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของมาติกา รัตนะ (2559) ที่ทำการศึกษาวิจัยเรื่องความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าสัมพันธภาพในครอบครัวโดยมีความขัดแย้ง ปัญหาครอบครัว มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะซึมเศร้า เมื่อมีความขัดแย้งกับคนใกล้ชิดเกิดขึ้นส่งผลต่อปัญหาสุขภาพจิตและภาวะซึมเศร้าตามมาได้ สายฝน เอกวรางกูร (2554) และสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของมินตรา สาระรักษ์ และคนอื่นๆ (2565, น.241) ที่ทำการศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโพธิ์ใหญ่ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ความสัมพันธ์กับบุคคลในครอบครัว และสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของพรทิพย์ สารีโส และคนอื่นๆ (2560, น.85) ที่ทำการศึกษาวิจัยเรื่องสถานการณ์ ปัญหาสุขภาพและความต้องการการดูแลของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง: เขตเทศบาลเมืองเชียงราย พบว่าผู้สูงอายุโรคเรื้อรังต้องการบริการสุขภาพที่บ้าน คือ การเยี่ยมบ้านโดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุที่เป็นกลุ่มบุคคลในสังคมเดิมที่สังคมยังมีความรัก ความผูกพัน ความห่วงใยซึ่งกันและกัน แตกต่างจากการศึกษาของกุลธิดา ดวงเนตร (2564, น.13) ที่ทำการศึกษาวิจัยเรื่องความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ในหน่วยงานบริการปฐมภูมิ โรงพยาบาลภูเขียวเฉลิมพระเกียรติ พบว่าความสัมพันธ์กับบุคคลในครอบครัว ไม่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับมกรารัตน์ หวังเจริญ (2565, น.50) ปัจจัยเรื่องสถานภาพสมรส โดยผู้สูงอายุที่อยู่ในสถานภาพโสดในการศึกษานี้มีโอกาสเกิดภาวะซึมเศร้ามากกว่าผู้สูงอายุที่อยู่ในสถานภาพคู่หรือแยกกันอยู่ หม้ายหรือหย่าร้าง สถานภาพสมรสมีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าอย่างมีนัยสำคัญ และสอดคล้องกับ ณัฐปภัสญ์ นวลสีทอง และคนอื่นๆ (2564, น. 83) เพศจะเป็นตัวกำหนดการ แสดงออกบทบาทในครอบครัวชุมชนและสังคม ซึ่งความแตกต่างของเพศจะทำให้เกิดความแตกต่าง ของพฤติกรรมก็ตาม แต่จากสภาพแวดล้อมของผู้สูงอายุ พบว่ามีลักษณะชุมชนเป็นชุมชนชนบทมีวิถีการดำเนินชีวิตในแต่ละวันเหมือนกัน ดังนั้น ผู้สูงอายุเพศชายและหญิงจึงมีระดับความเครียด และภาวะซึมเศร้าที่ไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับปิติคุณ เสตะปุระ และณัฐธกูล ไชยสงคราม (2564, น.1070) ภาวะซึมเศร้าในเพศชายต่ำกว่าเพศหญิง เกิดภาวะซึมเศร้าในเพศชายที่ต่ำกว่านั้น เนื่องจากความเป็นเพศชายมักไม่ค่อยแสวงหาการรักษาเมื่อเกิดภาวะซึมเศร้า และกระบวนการหล่อหลอมและการเรียนรู้ค่านิยมทางเพศ พบว่าเพศชายได้รับอิทธิพลของวัฒนธรรมทางสังคมที่ส่งผลทำให้มีความจำกัด ด้านการแสดงออก กล่าวคือ เพศชายมักไม่แสดงออกถึงความอ่อนแอการไม่ร้องไห้ให้คนอื่นเห็น และการควบคุมอารมณ์ของความเป็นผู้นำ ปัจจัยเหล่านี้ ส่งผลให้ผู้ป่วยภาวะซึมเศร้าในเพศชายต่ำกว่าเพศหญิง อย่างไรก็ตามผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านเพศ ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของภาวะซึมเศร้านั้นสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งไม่พบความแตกต่างของอาการของโรคและความรุนแรงในแต่ละเพศ ในกรณีที่เป็นภาวะซึมเศร้าที่ไม่มีอาการของไบโพลาร์ร่วมด้วย ทั้งนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรคัดกรองเฝ้าระวัง สร้างกิจกรรมพิเศษ กลุ่มผู้ป่วยผู้สูงอายุเรื้อรังในเรื่องเพศและมีประวัติเรื้อรัง

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังพบว่าเพศและมีความสัมพันธ์กับสุขภาพจิตทั้งสามด้าน (ความเครียด ความวิตกกังวล และภาวะซึมเศร้า) โดยระดับความเครียดของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังอยู่ในระดับปานกลาง ระดับความวิตกกังวลของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังอยู่ในระดับปานกลางและภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง ส่วนใหญ่มีภาวะซึมเศร้าเล็กน้อย ส่วนความสัมพันธ์ในครอบครัวมีความสัมพันธ์กับความเครียด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ทั้งนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรคัดกรอง เฝ้าระวัง สร้างกิจกรรมพิเศษ กลุ่มผู้ป่วยผู้สูงอายุเรื้อรังในเรื่องเพศและมีประวัติเป็นโรคเรื้อรัง

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. แนวทางในการเตรียมดูแลรักษาในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรังในท้องถิ่น
2. นำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับสถาบันครอบครัว เพื่อลดจำนวนปัญหาสุขภาพจิตในผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาปัญหาสุขภาพจิตในสถาบันครอบครัว ระดับภาคเหนือ
2. ควรศึกษาการปฏิบัติตัวของผู้สูงอายุที่มีปัญหาสุขภาพจิตที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่ช่วยตรวจสอบเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่าง (ผู้สูงอายุ/ผู้ดูแลผู้สูงอายุ/ผู้นำชุมชน) ที่ช่วยให้ข้อมูลในการทำวิจัยจนประสบความสำเร็จในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *แนวทางการดูแลทางด้านสังคมจิตใจของผู้สูงอายุ เพื่อป้องกันปัญหาสุขภาพจิต (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1)*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมกิจการผู้สูงอายุ. (2566). *สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2565*. อมรินทร์ คอร์เปอเรชั่นส์ จำกัด (มหาชน).

กุลธิดา ดวงเนตร. (2564). ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ในหน่วยงานบริการปฐมภูมิ โรงพยาบาลภูเขียวเฉลิมพระเกียรติ. *วารสารการแพทย์โรงพยาบาลศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์*, 36(1), 13-24.

ขนิษฐา ตลอดภพ, วรรณภา ประทุมโทน, อังคณา เรือนก้อน, และเริงนภรณ์ โม้พวง. (2556). ปัจจัยที่มีผลต่อความเครียดของผู้สูงอายุ ต.บ้านคลอง อ.เมือง จ.พิษณุโลก. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5*, 174-179.

คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.). (2561). *เรียนรู้เข้าใจวัยสูงอายุ โครงการพัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพมหานคร*. ผู้แต่ง.

ชนัตต์ โอฬารธนาเศรษฐ์. (2566). ความชุกและปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในสถานการณ์การแพร่ระบาดโรคโควิด-19 ของประชาชนเขตศูนย์แพทย์ชุมชนเมือง 2 โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารระบบบริการปฐมภูมิและเวชศาสตร์ครอบครัว*, 6(2), 179-188.

ณัฐปภัสญ์ นวลสีทอง, ธัญรัศม์ ภุชงค์ชัย, อ้อยทิพย์ บัวจันทร์, และภัควรินทร์ ภัทรศิริสมบูรณ์. (2564). ความเครียดและภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุที่เป็นโรคเรื้อรัง ตำบลนาเสียว อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ. *วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา*, 16(2), 78-89.

ดมิสา เพชรทอง, ดาราวดี รักวงค์, นูไรดา แสสาเหตุ, อาริสา พันธุสะ, สมเกียรติยศ วรเดช, และปุญญพัฒน์ ไชยเมล์. (2563). การส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุในชุมชน: ความเครียดและแนวทางการจัดการความเครียด. *วารสารวิชาการสาธารณสุขชุมชน*, 6(1), 1-11.

นันทิดา ทองอ้ม. (2565). การศึกษาความชุกของภาวะซึมเศร้าและปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุที่มารับบริการแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลศีขรภูมิ จังหวัดสุรินทร์. *วารสารการแพทย์โรงพยาบาลศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์*, 37(2), 311-320.

ปิติคุณ เสตะปุระ และณัฐธกูล ไชยสงคราม. (2564). ความชุกและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2564. *วารสารศูนย์อนามัยที่ 9*, 16(3), 1070-1084.

พรทิพย์ สารีโส, ปิยะภร ไพรสนธิ์, อุษาษ์ โถหินัง, วรางคณา อ่ำศรีเวียง, และนารีลักษณ์ ฟองรัตน์. (2560). สถานการณ์ ปัญหาสุขภาพและความต้องการการดูแลของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง: เขตเทศบาลเมืองเชียงราย. *วารสารพยาบาลศาสตร์และสุขภาพ*, 40(2), 85-95.

มกรารัตน์ หวังเจริญ. (2565). ความชุกและปัจจัยที่มีสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุในชุมชนเขตรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโนนสมบูรณ์ อำเภอบ้านแฮด จังหวัดขอนแก่น. *วารสารศูนย์อนามัยที่ 7 ขอนแก่น*, 14(2), 50-66.

มาติกา รัตนะ. (2559). *ความชุกและปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าในผู้สูงอายุ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา* [การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์]. https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU_2016_5417030417_2978_3953.pdf

มินตรา สาระรักษ์, ญณา จันทร์ทรง, และสุพรรษา ชูตระกูลกิจ. (2565). *ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุที่ป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโพธิ์ใหญ่ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี* [การนำเสนอโปสเตอร์]. การประชุมวิชาการระดับชาติ มอบ. วิจัย ครั้งที่ 16. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. https://www.ubu.ac.th/web/files_up/00008f2022090117360648.pdf

สถาบันเวชศาสตร์สมเด็จพระสังฆราชญาณสังวรเพื่อผู้สูงอายุ. (2552). *คู่มือมาตรฐานและการดำเนินงาน คลินิกผู้สูงอายุคุณภาพ*. กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

สายฝน เอกวรางกูร. (2554). *รู้จัก เข้าใจ ดูแลภาวะซึมเศร้า*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักสถิติเศรษฐกิจและสังคม. (2559). *การสำรวจสุขภาพจิต (ความสุข) คนไทย พ.ศ. 2558.* กลุ่มสถิติแรงงาน สำนักสถิติเศรษฐกิจและสังคม สำนักงานสถิติแห่งชาติ.

สุชาดา แซ่ลิ่ม. (2562). การศึกษาความชุกและปัจจัยที่มีผลต่อภาวะซึมเศร้าของผู้สูงอายุในอำเภอเมือง จังหวัดระนอง. *วารสารวิชาการแพทย์เขต 11*, 33(1), 193-202.

สุวัฒน์ มหัตนิรันดร์กุล, วนิดา พุ่มไพศาลชัย, และพิมพ์มาศ ตาปัญญา. (2540). การสร้างแบบวัดความเครียดสวนปรุง. *วารสารสวนปรุง*, 13(3), 1-20.

Foundation of Thai Gerontology Research and Development Institute (TGRI). (2016). *Situation of the Thai elderly 2014*. Amarin printing and publishing. https://www.dop.go.th/download/knowledge/knowledge_th_20161608145327_1.pdf

Park, Jong-ll., Park, T. W., Yang, Jong-Chul., & Chung, Sang-Keun. (2016). Factors associated with depression among elderly Koreans: the role of chronic illness, subjective health status, and cognitive impairment. *The official journal of the Japanese Psychogeriatrics Society*, 16(1), 62-69. https://doi.org/10.1111/psyg.12160

Prasartkul, P. (2016). *Situation of the Thai Elderly 2014*. Amarin printing and publishing.

Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the State-Trait-Anxiety Inventory: STAI (form Y)*. Consulting Psychologists Press.

Wayne, W. D. (1995). Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences. *Biometrical journal*, 37(6), 744. https://doi.org/10.1002/bimj.4710370610

การวิเคราะห์การแอ่นและความเค้นของพาเลทเหล็ก โดยไฟไนต์เอลิเมนต์

วันที่รับ : 1 พฤศจิกายน 2566
วันที่แก้ไข : 19 มกราคม 2567
วันที่ตอบรับ : 11 มีนาคม 2567

กุลทรัพย์ ผ่องศรีสุข[1], นนท์ แสนคำแพ[1],
ประสงค์ อิงสุวรรณ[2] และ อำนาจ ตงติ๊บ[3*]
[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
จังหวัดเชียงใหม่
[2]บริษัท เค.พี. เอ็กซ์เพอท เอนจิเนียริ่ง จำกัด จังหวัดเชียงใหม่
[3]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
*Corresponding author e-mail: amnad.ton@uru.ac.th.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การแอ่นและความเค้นของพาเลทเหล็กในอุตสาหกรรมห้องเย็นและลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นในพาเลทเหล็ก โดยทำการสร้างแบบจำลองพาเลทเหล็กที่มีขนาด 120x110x150 เซนติเมตร ในไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ และทวนสอบความถูกต้องของระยะการแอ่นของแบบจำลองพาเลทเหล็กกับการวัดระยะการแอ่นด้วยไดอัลเกจ จากนั้นทำการพิจารณาระยะการแอ่นและความเค้นฟอนมิสเซสของพาเลทเหล็ก เพื่อลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นในพาเลทเหล็ก เมื่อพาเลทเหล็กรับภาระกระจายแบบสม่ำเสมอ 1,200 กิโลกรัม กระทำตั้งฉากกับพื้นที่วางสินค้า ผลการวิจัยพบว่าแบบจำลองพาเลทเหล็กมีความคลาดเคลื่อนจากผลการทดสอบด้วยไดอัลเกจสูงสุดร้อยละ 6.52 และการลดจำนวนชิ้นส่วนที่เป็นพื้นที่วางสินค้าของพาเลทเหล็กจะทำให้ระยะการแอ่นและความเค้นฟอนมิสเซสของพาเลทเหล็กมีค่าลดลง ซึ่งทำให้สามารถลดต้นทุนและน้ำหนักของพาเลทเหล็กลงได้ร้อยละ 18.61 และ 18.57 ตามลำดับ ซึ่งผลของงานวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์กับอุตสาหกรรมที่ใช้พาเลทเหล็กในการจัดเก็บสินค้า

คำสำคัญ: พาเลทเหล็ก, ไฟไนต์เอลิเมนต์, การแอ่น, ความเค้นฟอนมิสเซส

ANALYSIS OF DEFLECTION AND STRESS OF STEEL PALLET BY FINITE ELEMENT

Received : November 1, 2023
Revised : January 19, 2024
Accepted : March 11, 2024

Kullasup Phongsrisuk[1], *Non Seankhamphae*[1], *Prasong Ingsuwan*[2] *and Amnad Tongtib*[3*]
[1]Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiangmai, Thailand
[2]*KP Expert Engineering Co., Ltd., Chiangmai*, Thailand
[3]Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit, Thailand
**Corresponding author e-mail*: *amnad.ton@uru.ac.th.com*

Abstract

The objectives of this research were to analyze the deflection and stress of steel pallets in the cold storage industry, and to reduce the number of unnecessary parts of the steel pallet. The steel pallet model with dimensions of 120x110x150 centimeters was created by using finite element software. The accuracy of the deflection of the steel pallet model was verified using the dial gauge test results. Subsequently, the deflection and von Misses stress of the steel pallet were determined to reduce the number of unnecessary components in the steel pallet when the steel pallet was subjected to a uniformly distributed load of 1200 kilograms acting perpendicular to the steel pallet area. The results demonstrated that the steel pallet model had a maximum error of 6.52 percent from the test results using dial gauges. By reducing the number of components in the steel pallet area, the deflection and von Misses stress of the steel pallet could be reduced. This reduction led to a decrease in the cost and weight of the steel pallet by 18.61 and 18.57 percent, respectively. The results of this research could be used to benefit industries that use steel pallets to store products.

Keywords: Steel pallet, Finite element, Deflection, von Misses stress

บทนำ

อุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทยเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงในการผลิต เพื่อบริโภคในประเทศและเพื่อการส่งออก ในปี พ.ศ. 2566 (มกราคม – เมษายน) 5 อันดับแรก ของผลผลิตทางการเกษตรและอาหารที่ประเทศไทยส่งออก ได้แก่ 1) ผักผลไม้สดแช่เย็นแช่แข็ง 2) ผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง 3) ข้าว 4) ไก่สดแช่เย็นแช่แข็งและแปรรูป 5) อาหารทะเลสดแช่เย็นแช่แข็ง กระป๋องและแปรรูป ซึ่งรวมเป็นมูลค่า 364,398.66 ล้านบาท โดยมีตลาดส่งออกหลักได้แก่ จีน ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อินเดียและกัมพูชา (สมาคมแช่เยือกแข็งไทย, 2566) นับได้ว่าการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปมีบทบาทสำคัญในการสร้างรายได้เข้าประเทศเป็นอย่างมาก แต่ในการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปไม่สามารถส่งออกได้ทันที จึงต้องมีการจัดเก็บผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปไว้ภายในห้องเย็นเพื่อยืดอายุขัยก่อนการส่งออก

สินค้าที่ถูกจัดเก็บภายในห้องเย็นจะถูกวางอยู่บนพาเลท (ภาพ 1) เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการเคลื่อนย้ายสินค้า รวบรวมสินค้าอย่างเป็นระบบและประหยัดเวลาในการขนถ่าย (ภคพร ผงทอง, 2561, น.93) นอกจากนี้พาเลทยังมีขนาดมาตรฐานสากลที่ถูกยอมรับทั่วโลก เช่น ISO6780 หรือ GMA (Grocery Manufacturers Association) ทำให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ระหว่างอุตสาหกรรมและระหว่างประเทศ ในท้องตลาดมีพาเลทหลากหลายประเภท ได้แก่ พาเลทไม้ (Wooden pallet) พาเลทโฟม (Foam pallet) พาเลทพลาสติก (Plastic pallet) พาเลทกระดาษ (Paper pallet) พาเลทคอมโพสิต (Composite pallet) พาเลทเหล็ก (Steel pallet) เป็นต้น ซึ่งในการเลือกใช้พาเลทนั้นจะขึ้นอยู่กับต้นทุน ความทนทาน ความสามารถในการรับน้ำหนักและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ภาพ 1 พาเลทเหล็กในห้องเย็นสำหรับรับน้ำหนักลำไยในอุตสาหกรรมอาหาร

พาเลทเหล็กเป็นพาเลทที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในห้องเย็น เนื่องจากทนอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง 200 องศาเซลเซียส มีความแข็งแรงและทนทาน เหมาะสำหรับการจัดเก็บสินค้าที่มีน้ำหนักมาก การใช้วัสดุสแตนเลสแทนเหล็กเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นงานที่ออกแบบ (อำนาจ ตงติ๊บ และพงษ์ธร วิจิตรกูล, 2565, น.51) แต่พาเลทเหล็กมีข้อเสียในเรื่องของราคาและน้ำหนักที่มาก (Saman et al., 2018, p.154) จึงได้มีการนำระเบียบวิธี

ไฟไนต์เอลิเมนต์ (finite element method: FEM) มาวิเคราะห์การเสียรูปและความเค้นของพาเลทเหล็ก เมื่อมีการใช้ไม้อัด (Plywood) แผ่นลูกฟูก (Corrugated sheet) วัสดุคอมโพสิตที่ทำจากแผ่นลูกฟูกและไม้อัด ทดแทนเหล็กกล่องที่ทำหน้าที่เป็นคานของพาเลทเหล็ก (Masood & Haider, 2004, p.3.4.2; Masood & Haider, 2006, p.1) การใช้แผ่นลูกฟูกทดแทนเหล็กแผ่นรีดเย็น (CRCA) ที่ทำหน้าที่เป็นพื้นที่วางสินค้าของพาเลทเหล็ก (Kodape & Wasankar, 2018, p.1106) การพัฒนาพาเลทเหล็กแบบโมดูลาร์ที่ผสมผสานบล็อก (Blocks) และแผ่นกระดาน (Deck boards) เข้าด้วยกัน (Zacchei et al., 2022, p.2) ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้วัสดุทดแทนเหล็กในบางชิ้นส่วนเพื่อลดต้นทุนและน้ำหนักของพาเลทเหล็ก

พาเลทเหล็กเมื่อรับภาระเนื่องจากน้ำหนักสินค้าแล้ว อาจมีบางชิ้นส่วนในพาเลทเหล็กที่ไม่ได้รับภาระหรือรับภาระที่น้อย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การแอ่นและความเค้นของพาเลทเหล็กและลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นสำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมห้องเย็นที่อยู่ในอำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งจะเป็นผลให้ต้นทุนและน้ำหนักของพาเลทเหล็กลดลง โดยผลของงานวิจัยสามารถนำไปใช้กับบริษัทที่ใช้พาเลทเหล็กในการจัดเก็บสินค้าในพื้นที่อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ เช่น อุตสาหกรรมหรือบริษัทที่ผลิตกระดาษอัด กระดาษสา และเครื่องปั้นดินเผาประเภทสุขภัณฑ์ในห้องน้ำ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำกันมากในพื้นที่อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อวิเคราะห์การแอ่นและความเค้นของพาเลทเหล็กและลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นสำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมห้องเย็น

วิธีดำเนินการวิจัย

การทำวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนของการใช้ทฤษฎีในการวิเคราะห์การแอ่นและความเค้นของพาเลทเหล็กโดยในการวิจัยนี้จะใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการดำเนินงาน และส่วนที่สองเป็นการสร้างแบบจำลองในการทดสอบเพื่อที่จะทำการลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็น

1. ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ของปัญหาในงานทางด้านวิศวกรรมจะอยู่ในรูปของสมการเชิงอนุพันธ์สามัญ (Ordinary differential equation: ODE) หรือสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (Partial differential equation: PDE) ในการหาผลเฉลยสมการเชิงอนุพันธ์ที่รูปทรงทางเรขาคณิต (Geometry) และเงื่อนไขขอบ (Boundary condition) ของปัญหามีความซับซ้อน จำเป็นต้องใช้กระบวนการหาผลเฉลยโดยประมาณ (Approximate solution) ซึ่งระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นหนึ่งในระเบียบวิธีที่ใช้ในการหาผลเฉลยโดยประมาณ โดยมีหลักการพื้นฐานดังนี้

1.1 การแบ่งแบบจำลองออกเป็นเอลิเมนต์ จะเป็นการแยกโดเมนหรือโครงสร้าง (ภาพ 2) ที่ต่อเนื่องกันออกเป็นโดเมนย่อยหรือองค์ประกอบขนาดเล็กจำนวนจำกัดที่เรียกว่าเอลิเมนต์ (Element) โดยสามารถแบ่งแบบจำลองออกเป็นเอลิเมนต์ได้ 3 ประเภท ตามมิติ คือเอลิเมนต์หนึ่งมิติ เอลิเมนต์สองมิติและเอลิเมนต์สามมิติ ขึ้นอยู่กับปัญหา ในกรณีของพาเลทเหล็กเนื่องจากเป็นปัญหาสามมิติ จะทำการแบ่งแบบจำลองออกเป็นเอลิเมนต์สามมิติ

ภาพ 2 การแบ่งแบบจำลองพาเลทเหล็กออกเป็นเอลิเมนต์สามมิติ

1.2 การสร้างสมการไฟไนต์เอลิเมนต์ เป็นการสร้างฟังก์ชันประมาณ (Approximate function) สำหรับแต่ละเอลิเมนต์ที่สอดคล้องกับสมการกำกับ (Governing equation) ของแต่ละปัญหา เพื่อประมาณพฤติกรรมของตัวไม่ทราบค่าของแต่ละเอลิเมนต์ เช่น การกระจัด ความเค้น เป็นต้น ปัญหาทางสถิตยศาสตร์สามารถสร้างสมการไฟไนต์เอลิเมนต์ได้เป็น

$$[k]\{d\} = \{f\} \tag{1}$$

โดย $[k]$ คือ เมทริกซ์สทิฟเนสของเอลิเมนต์ (N/m)
$\{d\}$ คือ เวกเตอร์การกระจัดของเอลิเมนต์ (m)
$\{f\}$ คือ เวกเตอร์แรงของเอลิเมนต์ (N)

1.3 การสร้างสมการรวม เป็นการรวมสมการไฟไนต์เอลิเมนต์ของทุกเอลิเมนต์เข้าด้วยกันผ่านจุดต่อ (Node) ที่ใช้ร่วมกันของแต่ละเอลิเมนต์ เพื่อประมาณพฤติกรรมของโดเมน ซึ่งเขียนสมการได้เป็น

$$[K]\{D\} = \{F\} \tag{2}$$

โดย $[K]$ คือ เมทริกซ์สทิฟเนสของโดเมน(N/m)
$\{D\}$ คือ เวกเตอร์การกระจัดของโดเมน (m)
$\{F\}$ คือ เวกเตอร์แรงของโดเมน (N)

1.4 การแทนเงื่อนไขขอบเขต จะเป็นการกำหนดข้อจำกัดหรือภาระที่กระทำต่อโดเมน เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากการกำหนดภาระและจุดรองรับ (Constraint) ที่ถูกต้องจะทำให้ผลลัพธ์สอดคล้องกับพฤติกรรมจริงที่เกิดขึ้น ในกรณีของพาเลทเหล็กภาระที่กระทำจะเป็นภาระกระจายแบบสม่ำเสมอกระทำตั้งฉากกับพื้นที่วางสินค้า ส่วนจุดรองรับจะเป็นการรองรับแบบยึดแน่นในตำแหน่งที่สัมผัสกับพื้น

1.5 การแก้สมการรวม จะเป็นการแก้สมการที่ได้จากการรวมสมการไฟไนต์เอลิเมนต์ของทุกเอลิเมนต์เข้าด้วยกัน ภายใต้เงื่อนไขขอบเขตที่กำหนดด้วยระเบียบวิธีเชิงตัวเลข (Numerical method) เพื่อหาตัวไม่ทราบค่าที่จุดต่อทั่วทั้งโดเมน

1.6 การแสดงภาพ (Visualization) จะเป็นการแสดงผลลัพธ์ของตัวไม่ทราบค่าที่จุดต่อทั่วทั้งโดเมนในรูปแบบของชั้นสี โดยสีแดงหมายถึงผลลัพธ์ที่มีค่ามาก ส่วนสีน้ำเงินหมายถึงผลลัพธ์ที่มีค่าน้อย ในกรณีของพาเลทเหล็กผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นการเสียรูป (Deformation) และความเค้นฟอนมิสเซส (Von Mises stress) ซึ่งความเค้นฟอนมิสเซส (Budynas & Nisbett, 2011, p.223) สามารถคำนวณได้จากสมการ (3)

$$\sigma' = \left[\frac{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2}{2}\right]^{1/2} \quad (3)$$

โดย $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ คือ ความเค้นหลัก (Principal stress) N/m^2

2. การสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์

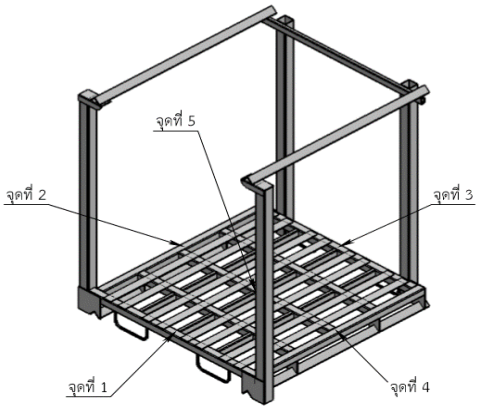
การศึกษาการเสียรูปและความเค้นของพาเลทเหล็กจะทำการสร้างแบบจำลองพาเลทเหล็กในไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ จากนั้นทวนสอบแบบจำลองพาเลทเหล็กโดยการเปรียบเทียบผลการคำนวณระยะการแอ่นที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์กับผลการวัดระยะการแอ่นที่ได้จากการทดสอบจริง โดยกำหนดให้มีความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative error) น้อยกว่าร้อยละ 10 แบบจำลองพาเลทเหล็กที่ผ่านการทวนสอบแล้วจะถูกนำมาพิจารณาเพื่อลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็น โดยจะคำนึงถึงระยการแอ่น ความเค้นฟอนมิสเซสและเสถียรภาพของพาเลทเหล็ก

แบบจำลองพาเลทเหล็กที่มีขนาด 120x110x150 เซนติเมตรทำจากเหล็ก SS400 จะถูกสร้างในไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ (โปรแกรม SolidWorks) โดยใช้วัสดุไอโซทรอปิค (Isotropic material) ที่มีค่ามอดุลัสยืดหยุ่น 210 GPa อัตราส่วนปัวซองส์ 0.30 และความหนาแน่น 7850 kg/m^3 (ข้อมูลจาก บริษัท เค.พี. เอ็กซ์เพอทเอนจิเนียริ่ง จำกัด) จากนั้นแบบจำลองจะถูกแบ่งออกเป็นเอลิเมนต์สามมิติ และถูกกำหนดจุดรองรับและภาระที่กระทำ ไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์จะคำนวณระยะการแอ่นและความเค้นฟอนมิสเซสของแบบจำลองพาเลทเหล็กโดยใช้วิธีการหาผลเฉลยแบบอัตโนมัติ (Automatic solver)

ในการทวนสอบแบบจำลองพาเลทเหล็กโดยการทดสอบจริงจะนำพาเลทเหล็กที่มีขนาด 120x110x150 เซนติเมตร มาวางบนพื้น จากนั้นนำกล่องทรายที่มีน้ำหนัก 20 กิโลกรัม จำนวน 12 กล่อง มาวางบนพาเลทเหล็ก (ภาพ 3ก) ทำให้พาเลทเหล็กรับน้ำหนักบรรทุก 240 กิโลกรัม ทำการวัดระยะการแอ่นของพาเลทเหล็กด้วยไดอัลเกจยี่ห้อ Mitotuyo ความละเอียด 0.01 มิลลิเมตร โดยจะทำการวัดทั้งหมด 5 ตำแหน่ง (ภาพ 3ข) จากนั้นทำการแปรผันน้ำหนักที่กระทำต่อพาเลทเหล็กเป็น 480, 720, 960 และ 1200 กิโลกรัม ซึ่งเป็นน้ำหนักบรรทุกลำไยในห้องเย็น โดยผลการคำนวณระยะการแอ่นที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ (y_F) และผลการวัดระยะการแอ่นที่ได้จากการทดสอบจริง (y_E) สามารถหาความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ได้ดังสมการ (4)

$$Relative\ error = \frac{y_F - y_E}{y_E} \times 100 \quad (4)$$

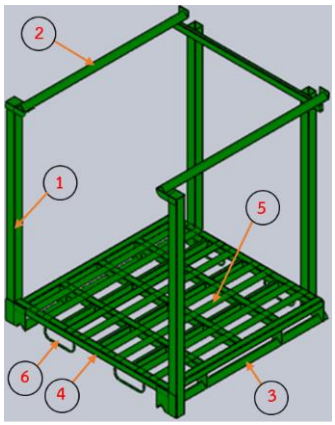
(ก) การทดสอบระยะการแอ่นของพาเลทเหล็ก



(ข) การติดตั้งไดอัลเกจในแต่ละตำแหน่ง

ภาพ 3 การทดสอบระยะการแอ่นของพาเลทเหล็กและการติดตั้งไดอัลเกจในแต่ละตำแหน่ง

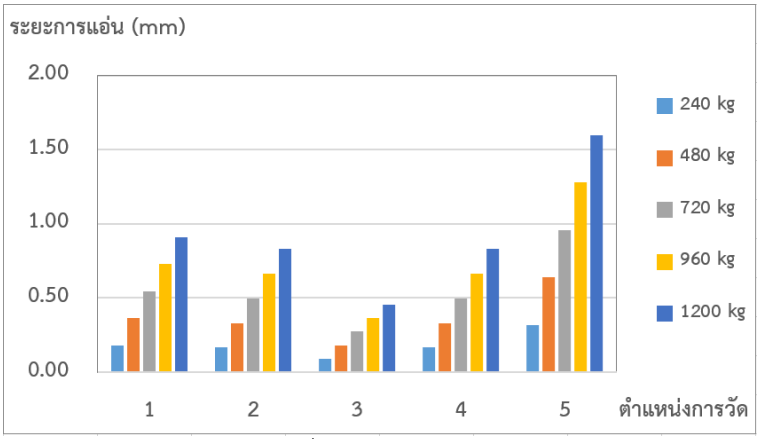
ในการพิจารณาเพื่อลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นในแบบจำลองพาเลทเหล็ก จะพิจารณาชิ้นส่วนทั้งหมด 6 ชิ้นส่วน (ภาพ 4) โดยชิ้นส่วนที่ 1 เป็นเสาของพาเลทเหล็กใช้สำหรับรองรับน้ำหนักพาเลทเหล็กที่นำมาวางซ้อนกัน ชิ้นส่วนที่ 2 และ 3 เป็นรางด้านบนและด้านล่างของพาเลทเหล็ก ตามลำดับ ใช้สำหรับเป็นแนวในการนำพาเลทเหล็กมาวางซ้อนกัน ชิ้นส่วนที่ 4 เป็นคานของพาเลทเหล็กใช้สำหรับรองรับน้ำหนักสินค้าบนพาเลทเหล็ก ชิ้นส่วนที่ 5 เป็นพื้นที่วางสินค้าของพาเลทเหล็กใช้สำหรับกันสินค้าไม่ให้หลุดลงไปในช่องว่าง ชิ้นส่วนที่ 6 เป็นช่องเปิดของพาเลทเหล็กใช้สำหรับให้รถยก (Forklifts) เข้าตักพาเลทเหล็ก ซึ่งชิ้นส่วนที่ 1, 2, 3 และ 6 ถึงแม้จะมีระยะการแอ่นและความเค้นฟอนมิสเซสน้อย แต่เป็นชิ้นส่วนที่ไม่สามารถลดจำนวนได้ เนื่องจากชิ้นส่วนที่ 1 มีผลต่อเสถียรภาพของพาเลทเหล็ก ส่วนชิ้นส่วนที่ 2, 3, และ 6 มีผลต่อความสะดวกในการนำพาเลทเหล็กมาวางซ้อนกัน จึงพิจารณาชิ้นส่วนที่ 4 และ 5 ในการลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็น จากนั้นจึงนำจำนวนชิ้นส่วนที่ลดได้คิดเป็นการลดต้นทุนโดยใช้การคำนวณจากนำจำนวณชิ้นที่ได้คูณกับความยาวของแต่ละชิ้น และคูณราคาเฉลี่ยของเหล็กแบนที่นำมาใช้สร้างพาเลทเหล็ก ผลที่ได้คือการลดต้นทุนที่มีหน่วยเป็นบาทซึ่งถูกนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับต้นทุนเดิมที่ใช้เหล็กแบนสร้างพาเลทเหล็กก่อนการลดจำนวนชิ้นส่วนจากการทำวิจัย



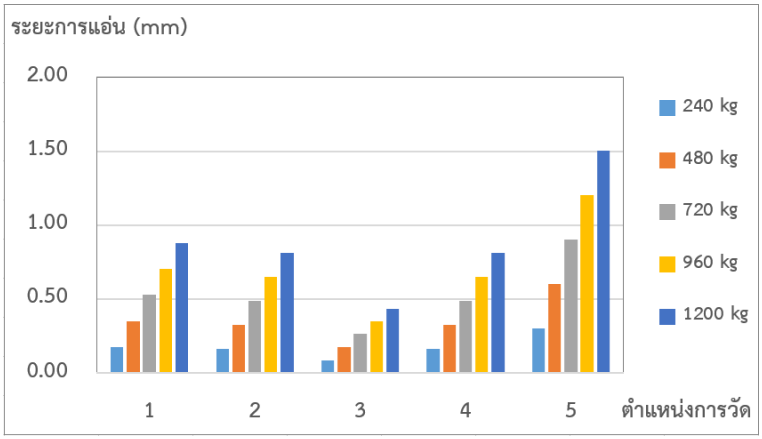
ภาพ 4 ชิ้นส่วนในพาเลทเหล็ก

ผลการวิจัย

จากผลการคำนวณระยะการแอ่นที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ (ภาพ 5ก) และผลการวัดระยะการแอ่นที่ได้จากไดอัลเกจ (ภาพ 5ข) เมื่อพาเลทเหล็กรับภาระ 240, 480, 720, 960 และ 1200 กิโลกรัม พบว่ามีความสอดคล้องกัน โดยระยะการแอ่นจะแปรผันตรงกับภาระที่กระทำบนพาเลทเหล็ก และตำแหน่งกึ่งกลางของพาเลทเหล็ก (ตำแหน่งการวัดที่ 5) จะมีระยะการแอ่นมากสุด เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ห่างจากจุดรองรับมากสุด ค่าสทิฟเนส (*K*) ของพาเลทเหล็กจึงมีค่าน้อยกว่าตำแหน่งการวัดอื่น



(ก) ระยะการแอ่นที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์



(ข) ระยะการแอ่นที่ได้จากไดอัลเกจ

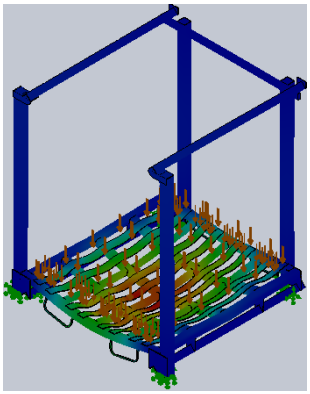
ภาพ 5 ระยะการแอ่นที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์และไดอัลเกจ

ในส่วนของการทวนสอบผลการคำนวณระยะการแอ่นที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์กับผลการวัดระยะการแอ่นที่ได้จากไดอัลเกจ (ตาราง 1) พบว่าผลการคำนวณระยะการแอ่นที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์มีค่ามากกว่าผลการวัดระยะการแอ่นที่ได้จากไดอัลเกจ โดยมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ 6.525 ที่ภาระ 1200 กิโลกรัม ในตำแหน่งการวัดที่ 5 โดยความคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากความแตกต่างของขนาดชิ้นงานและค่าคุณสมบัติเชิงกล อันได้แก่ ค่ามอดุลัสยืดหยุ่น อัตราส่วนปัวซองส์และความหนาแน่น (Jalammanavar et al., 2018, p.345)

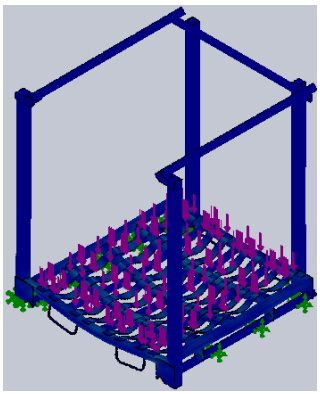
ตาราง 1 การทวนสอบระยะการแอ่น

ตำแหน่ง	ความคลาดเคลื่อน				
	240 kg	480 kg	720 kg	960 kg	1200 kg
1	3.41	3.70	3.41	3.41	3.29
2	2.47	2.47	2.05	2.63	2.47
3	4.60	4.60	4.20	4.60	4.36
4	1.84	2.15	1.84	2.47	2.34
5	6.31	6.14	6.43	6.40	6.52

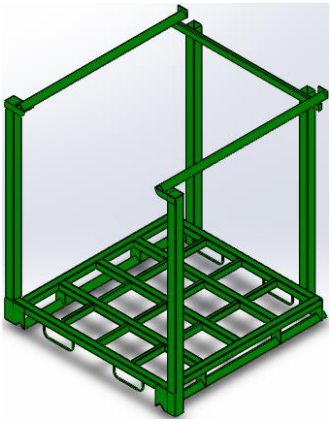
ผลการคำนวณระยะการแอ่น (ภาพ 6) และความเค้นฟอนมิสเซส (ภาพ 7) ที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์ เมื่อพาเลทเหล็กรับภาระ 1200 กิโลกรัม พบว่าชิ้นส่วนที่ 5 มีระยะการแอ่นและความเค้นฟอนมิสเซส มากกว่าชิ้นส่วนที่ 4 เนื่องจากมีค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัด (Area moment of inertia) น้อยกว่า โดยชิ้นส่วนที่ 5 ใช้สำหรับวางสินค้าและกันสินค้าไม่ให้หลุดลงไปในช่องว่าง ซึ่งหากกล่องสินค้ามีขนาดใหญ่กว่าช่องว่าง ชิ้นส่วนที่ 5 จะเป็นชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็น จึงพิจารณาลดจำนวนชิ้นส่วนที่ 5 ทำให้พาเลทเหล็กมีลักษณะดังภาพ 8 ซึ่งพบว่าผลการคำนวณระยะการแอ่น (ภาพ 9ก) และความเค้นฟอนมิสเซส (ภาพ 9ข) ที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์จะมีค่าลดลง



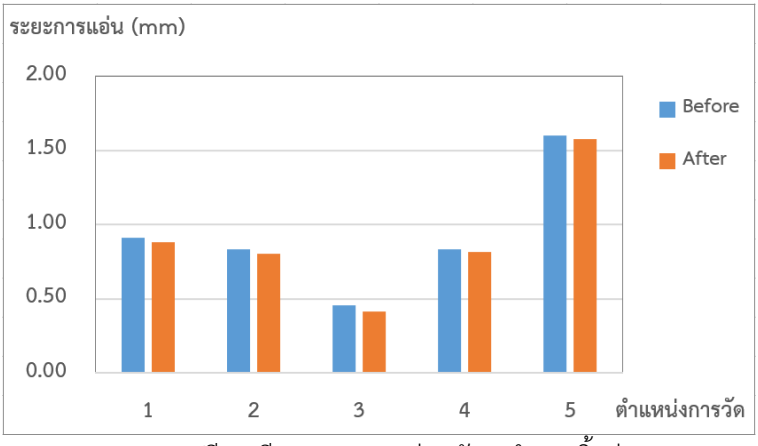
ภาพ 6 ระยะการแอ่นก่อนลดจำนวนชิ้นส่วน



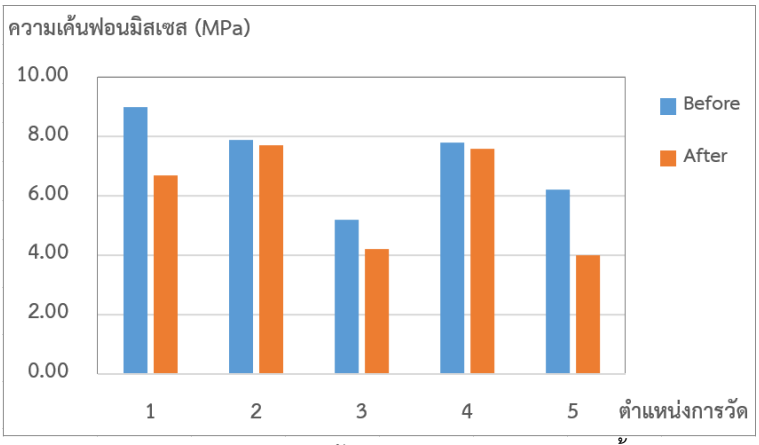
ภาพ 7 ความเค้นฟอนมิสเซสก่อนลดจำนวนชิ้นส่วน



ภาพ 8 แบบจำลองพาเลทเหล็กหลังลดจำนวนชิ้นส่วน



(ก) การเปรียบเทียบระยะการแอ่นหลังลดจำนวนชิ้นส่วน



(ข) การเปรียบเทียบความเค้นฟอนมิสเซสหลังลดจำนวนชิ้นส่วน

ภาพ 9 การเปรียบเทียบระยะการแอ่นและความเค้นฟอนมิสเซสหลังลดจำนวนชิ้นส่วน

จากการลดจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับวางสินค้าและกันสินค้าไม่ให้หลุดลงไปในช่องว่าง (ชิ้นส่วนที่ 5) สามารถลดการใช้เหล็กแบนที่มีขนาด 52x1192x5 มิลลิเมตร ได้จำนวน 8 ชิ้น ซึ่งเหล็กแบนขนาดดังกล่าวมีราคาเฉลี่ย 55.37 บาท/เมตร และน้ำหนัก 1.96 กิโลกรัม/เมตร ทำให้สามารถลดต้นทุนและน้ำหนักพาเลทเหล็กลงได้ 527.98 บาท และ 18.73 กิโลกรัม ตามลำดับ หรือร้อยละ 18.61 และ 18.57 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การลดต้นทุนและน้ำหนักของพาเลทเหล็ก

ประเภท	ต้นทุน (บาท)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)
พาเลทเดิม	2837.12	100.86
พาเลทใหม่	2309.14	82.13
ประหยัด	527.98	18.73
ร้อยละ	18.61	18.57

อภิปรายผลการวิจัย

สำหรับการวิเคราะห์การแอ่นและความเค้นด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองและทวนสอบด้วยการใช้ไดอัลเกจวัดระยะการแอ่นที่ตำแหน่งต่างๆ พบว่าการแอ่นเกิดสูงสุดบริเวณกึ่งกลางของพาเลทเหล็ก (ภาพ 6) ซึ่งเป็นไปอย่างสมเหตุสมผล โดยพบว่ามีความคลาดเคลื่อนของการแอ่นสูงสุดร้อยละ 6.52 ที่ภาระ 1200 กิโลกรัม ในตำแหน่งการวัดที่ 5 ซึ่งความคลาดเคลื่อนอาจเกิดจากความแตกต่างของขนาดชิ้นงานและค่าคุณสมบัติเชิงกลจึงสามารถใช้แบบจำลองในการวิเคราะห์การลดชิ้นส่วนของพาเลทเหล็ก จากนั้นในการพิจารณาลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นในแบบจำลองพาเลทเหล็กนั้นผู้วิจัยได้คำนึงถึงลักษณะการใช้งานและลักษณะการรับแรงของพาเลทเหล็กเป็นหลัก โดยได้ทำการลดจำนวนชิ้นส่วนในพาเลทเหล็กในแบบจำลองในส่วนที่ 4 และ 5 (ภาพ 4) ผลที่ได้ถูกแสดงด้วยการเปรียบเทียบการแอ่นและความเค้นฟอนมิสเซสก่อนและหลังการลดจำนวนชิ้นส่วนโดยลดได้จำนวน 8 ชิ้น จากผลดังกล่าวทำให้น้ำหนักลดลงทั้งหมด 18.73 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน 527.98 บาท และเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่มีการใช้วัสดุทดแทนเหล็กในบางชิ้นส่วนพบว่าสามารถลดต้นทุนและน้ำหนักของพาเลทเหล็กลงได้ร้อยละ 11 และร้อยละ 43-50 (Masood & Haider, 2004, p.3.4.12; Masood & Haider, 2006, p.8; Kodape & Wasankar, 2018, p.1110; Zacchei et al., 2022, p.13) ตามลำดับ ซึ่งสามารถลดน้ำหนักของพาเลทเหล็กได้มากกว่างานวิจัยนี้ แต่สามารถลดต้นทุนของพาเลทเหล็กได้น้อยกว่า นอกจากนี้วัสดุทดแทนเหล็กยังมีอายุการใช้งานที่น้อยกว่าพาเลทเหล็กที่สามารถใช้งานได้ถึง 20 ปี (Zacchei et al., 2022, p.13) จึงทำให้การออกแบบและพัฒนาพาเลทเหล็กยังคงมีความจำเป็น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์การแอ่นและความเค้นของพาเลทเหล็ก โดยทำการสร้างแบบจำลองพาเลทเหล็กที่มีขนาด 120x110x150 เซนติเมตร ในไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์และทวนสอบความความถูกต้องของระยะการแอ่นของแบบจำลองพาเลทเหล็กกับผลการทดสอบด้วยไดอัลเกจโดยพาเลทเหล็กรับภาระ 240, 480, 720, 960 และ 1200 กิโลกรัม ผลที่ได้พบว่าระยะการแอ่นจะแปรผันตรงกับภาระที่กระทำบนพาเลทเหล็ก และตำแหน่งกึ่งกลางของพาเลทเหล็ก (ตำแหน่งการวัดที่ 5) จะมีระยะการแอ่นมากสุด เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ห่างจากจุดรองรับมากสุดและผลการคำนวณระยะการแอ่นที่ได้จากไฟไนต์เอลิเมนต์ซอฟต์แวร์มีความสอดคล้องกับผลการวัดระยะการแอ่นที่ได้จากไดอัลเกจ โดยมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดร้อยละ 6.52 ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของพาเลทเหล็กเมื่อพาเลทเหล็กรับภาระ 1200 กิโลกรัม จากนั้นจึงทำการลดจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับวางสินค้าและกันสินค้าไม่ให้หลุดลงไปในช่องว่างเมื่อกล่องสินค้ามีขนาดใหญ่กว่าช่องว่างโดยได้ทำการลดจำนวนชิ้นส่วนในพาเลทเหล็กในแบบจำลองในส่วนที่ 4 และ 5 (ภาพ 4) ซึ่งลดการใช้เหล็กแบนที่มีขนาด 52x1192x5 มิลลิเมตร ได้จำนวน 8 ชิ้น ผลที่ได้ถูกนำเสนอด้วยการเปรียบเทียบระยะการแอ่นความเค้นฟอนมิสเซสก่อนและหลังลดจำนวนชิ้นส่วนโดยความเค้นฟอนมิสเซสและระยะการแอ่นหลังการลดชิ้นส่วนมีค่าลดลงเนื่องจากได้ทำการลดชิ้นส่วนที่มีค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่หน้าตัดน้อยออกจำนวนชิ้นส่วนในการรับแรงลดลงซึ่งเป็นไปอย่างสมเหตุสมผล และจากการลดจำนวนชิ้นส่วนของพาเลทเหล็กดังกล่าวทำให้สามารถลดต้นทุนและน้ำหนักพาเลทเหล็กลงได้ 527.98 บาท และ 18.73 กิโลกรัม ตามลำดับ หรือร้อยละ 18.61 และ 18.57 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าการลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นออกทำให้ลดต้นทุนในการผลิตพาเลทเหล็กและลดน้ำหนักได้แต่อาจจะส่งผลต่อเงื่อนไขการใช้งาน เช่น สินค้าที่จะนำมาวางบนชั้นพาเลทเหล็กจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าช่องพื้นของตัวพาเลทจึงทำให้ในการนำพาเลทเหล็กที่ได้จากงานวิจัยไปใช้งานต้องระบุเงื่อนไขของขนาดสินค้าให้ชัดเจน รวมไปถึงการผสมผสานวัสดุที่เป็นธรรมชาติ เช่น กระดาษอัด เพื่อใช้เป็นพื้นที่วางสินค้าของพาเลทเหล็กซึ่งจะช่วยลดน้ำหนักให้กับพาเลทเหล็ก

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างแบบจำลองและทดสอบด้วยการใช้เหล็กเป็นวัสดุเพียงอย่างเดียวซึ่งทำให้ชิ้นส่วนมีน้ำหนักมากซึ่งในการออกแบบนั้นสามารถใช้วัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติที่ดีด้านอื่นๆ ช่วยในการออกแบบได้ เช่น การใช้วัสดุสแตนเลสแทนเหล็กเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับชิ้นงานที่ออกแบบ วัสดุที่มีความแข็งแรงน้อยลงแต่มีน้ำหนักเบา หรือ วัสดุผสมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัสดุที่ใช้เดิมแต่มีนำหนักเบา เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณ ขอขอบคุณ บริษัท เค.พี. เอ็กซ์เพอท เอนจิเนียริ่ง จำกัด ที่ให้การสนับสนุนพาเลทเหล็กเพื่อใช้ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

ภคพร ผงทอง. (2561). การจัดการโลจิสติกส์เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขันในธุรกิจพาเลทให้เช่า. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์*, 4(1), 91-100.

สมาคมแช่เยือกแข็งไทย. (2566, 21 มิถุนายน). *ประชุมสถานการณ์และแนวทางการส่งเสริมการส่งออกสินค้าเกษตรอาหารและเครื่องดื่ม ครั้งที่ 3/2566*. https://www.thai-frozen.or.th/TH/Event/Detail/96b7e052-8754-4d5b-a710-9ddae0c649c4

อำนาจ ตงติ๊บ และพงษ์ธร วิจิตรกูล. (2565). การออกแบบและทดสอบเครื่องผสมข้าวแนวนอนที่มีใบกวนแบบริบบอน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 17(2), 37-54.

Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2011). *Mechanical Engineering Design*. McGraw-Hill.

Jalammanavar, K., Pujar, N., & Raj, R. V. (2018, December 21-22). *Finite element study on mesh discretization error estimation for Ansys workbench* [Oral presentation]. International Conference on Computational Techniques, Electronics and Mechanical Systems (CTEMS), Belgaum, India.

Kodape, C. D., & Wasankar, K. S. (2018). Weight reduction of standard steel pallet by using corrugated sheet instead of CRCA sheet & evaluating its strength through finite element analysis. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(7), 1105-1111.

Masood, S. H., & Haider, R. S. (2004, December 6-9). *Design optimization for pallets in material handling*. The 5th Asia-Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference" (APIEMS2004), Gold Coast, Australia.

_____. (2006). An investigation of pallet design using alternative materials for cold room applications. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 29,1-8.

Saman, H. A., Hairong, W., & George, K. (2018). A perspective on the reverse logistics of plastic pallets in Canada. *Journal of Remanufacturing*, 8, 153–174.

Zacchei, Enrico., Tadeu, António., Almeida, João., Esteves, Miguel., Santos, Maria Inês., & Silva, Samuel. (2022). Design of new modular metal pallets: Experimental validation and life cycle analysis. *Materials & Design*, 214, 1-18. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2022.110425

ผลของโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองต่อความรู้ เจตคติ และทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

วันที่รับ : 14 ธันวาคม 2566
วันที่แก้ไข : 13 กุมภาพันธ์ 2567
วันที่ตอบรับ : 15 กุมภาพันธ์ 2567

จงรัก ดวงทอง[1*], กิตติวรรณ จันทร์ฤทธิ์[1],
สิทธิศักดิ์ จูมพล[1], สุธิตา ลือแก้ว[1] และ อภิชญา วันนาหม่อง[1]
[1]หลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์
*Corresponding author e-mail: jongruk2518@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง โดยเปรียบเทียบความรู้ เจตคติเกี่ยวกับมะเร็งเต้านม และทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ประชากรคือนักศึกษาหญิงสาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป จำนวน 114 คน วิจัยนี้มีลักษณะเป็นแบบกึ่งทดลองที่นำนักศึกษามาเข้าร่วมโปรแกรมฯ ซึ่งแบ่งตามกลุ่มเรียนโดยมีจำนวนนักศึกษาจำนวน 30 คนต่อกลุ่ม โปรแกรมมีระยะเวลาทั้งหมด 4 ครั้งโดยแต่ละครั้งมีระยะเวลา 2 ชั่วโมง โดยโปรแกรมฯ ประกอบด้วยการบรรยายเชิงกลุ่ม การสาธิตและการฝึกปฏิบัติการตรวจเต้านมด้วยตนเอง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อนำเสนอข้อมูลทั่วไปโดยใช้การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติทดสอบค่าที (Paired sample t-test) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้ เจตคติ เกี่ยวกับมะเร็งเต้านม และทักษะในการตรวจเต้านมด้วยตนเองก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมฯ ผลการศึกษาพบว่า ภายหลังการเข้าร่วมโปรแกรมฯ นักศึกษามีความรู้ เจตคติ และทักษะในการตรวจเต้านมด้วยตนเองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระดับ 0.05 (μ =15.5, 16.5 μ = 47.2, 50.4 และ μ = 1.8, 4.0 ตามลำดับ) ผลการศึกษานี้เป็นแนวทางที่มีความสำคัญในการนำโปรแกรมฯ ไปใช้ในการสอนการตรวจเต้านมด้วยตนเองและการพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองให้กับนักศึกษาในหลักสูตรอื่นๆ และบุคลากรทางด้านสุขภาพ เพื่อให้พัฒนาทักษะของตนเองและสามารถสอนการตรวจเต้านมด้วยตนเองให้กับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำสำคัญ: การตรวจเต้านมด้วยตนเอง, โรคมะเร็งเต้านม, ความรู้, ทัศนคติ, นักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์

THE EFFECTIVENESS OF BREAST SELF-EXAMINATION ACQUISITION PROGRAM ON KNOWLEDGE, ATTITUDE AND BREAST SELF-EXAMINATION BEHAVIORS AMONG PUBLIC HEALTH STUDENTS, UTTARADIT RAJBHAT UNIVERSITY

Received : December 14, 2023
Revised : February 13, 2024
Accepted : February 15, 2024

Jongruk Duangthong[1*], Kittiwan Junrith[1], Sittisak Joomphol[1], Suthita Luekaew[1] and Apichaya Wannamong[1]
[1]Public Health Program, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit, Thailand
*Corresponding author e-mail: jongruk2518@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to compare the knowledge, attitudes, and breast self-examination skills of Uttaradit Rajabhat University Public Health students to determine the effectiveness of a breast self-examination acquisition program. The research utilized a quasi-experimental design, dividing students in two groups with 30 participants each. The program, spanning four sessions of two hours each, encompassed group lectures, demonstrations, and practical exercises on self-breast examination. The daa were collected and analyzed by statistical package software program using frequency distribution, percentage, mean, and standard deviation. Compare average knowledge scores, attitudes about breast cancer and breast self-examination skills pre-post attaining the program using t-test statistics (Paired Sample t-test). The study revealed statistically significant increases in knowledge, attitudes, and self-examination skills among participants post-program, with p-values < 0.05 ($\mu = 15.5, 16.5$ $\mu = 47.2, 50.4$, and $\mu = 1.8, 4.0$ respectively). This program should be encouraged for implementation among public health students, and other programs in Uttaradit Rajabhat University. In addition, this program could by applied as guidelines for public health professionals to improve their skills and teach breast self-examination to others.

Keywords: Breast self-examination, Breast cancer, Knowledge, Attitude, Public health student

บทนำ

มะเร็งถือว่าเป็นปัญหาที่สาธารณสุขให้ความสำคัญเพราะเป็นโรคที่รุนแรงและการรักษามีโอกาสการรักษาหายเป็นไปได้น้อย ซึ่งมีแนวโน้มอัตราการเสียชีวิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยสถิติองค์การอนามัยโลก พบว่า มะเร็งเต้านมเป็น มะเร็งที่พบบ่อยที่สุดในทั้ง 2 เพศ โดยทั่วโลกมีผู้ป่วยมะเร็งเต้านมรายใหม่ปีละ 2.26 ล้านคน โดยมีอัตราการเสียชีวิต 0.68 ล้านคนต่อปี หรือ 1 ชั่วโมงจะมีผู้เสียชีวิตจากมะเร็งเต้านม 78 คน โดยสำรวจในประเทศที่พัฒนาแล้วและอุบัติการณ์ที่เกี่ยวกับมะเร็งเต้านม สูงกว่าประเทศไทยหลายเท่าคือในผู้หญิงต่างชาติ 8 คน จะถูกวินิจฉัยเป็นมะเร็งเต้านม 1 คน (ชลทิศ อุไรฤกษ์กุล, 2565) จากสถิติของสถาบันมะเร็งแห่งชาติ พ.ศ. 2564 มะเร็งที่พบมาก 10 อันดับแรกในเพศหญิง อันดับหนึ่ง ได้แก่ มะเร็งเต้านม ร้อยละ 37.9 รองลงมา ได้แก่ มะเร็งปากมดลูก ร้อยละ 13.8 (สถาบันมะเร็งแห่งชาติและศูนย์มะเร็งภูมิภาค, 2565) จากข้อมูลในปี พ.ศ. 2563 พบว่า มีผู้หญิงไทยป่วยด้วยมะเร็งเต้านมรายใหม่ราว 18,000 คนต่อปี หรือคิดเป็น 49 คนต่อวัน และมีผู้เสียชีวิตจากมะเร็งเต้านมราว 4,800 คน หรือคิดเป็น 13 คนต่อวัน ซึ่งแนวโน้มอัตราการเกิดโรคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2566 จะพบผู้ป่วยมะเร็งเต้านมรายใหม่ราว 22,000 คนต่อปี ปัจจุบันยังไม่ทราบแน่ชัดแต่พบว่ามีปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคได้มากขึ้นจากพฤติกรรมการใช้ชีวิต รวมถึงบางปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ความผิดปกติทางพันธุกรรมและอายุที่มากขึ้น เป็นต้น (กรมการแพทย์, 2565)

การป้องกันมะเร็งเต้านมตามคำนิยามขององค์การอนามัยโลก หมายถึง การกระทำเพื่อลดการเกิดโรคมะเร็งเต้านม ซึ่งวิธีการนิยมใช้คือการที่ให้คำแนะนำสตรี ตรวจเต้านมด้วยตนเอง เนื่องจากการตรวจพบโรคในระยะเริ่มแรกจะทำให้ลดความรุนแรงของโรคได้มากขึ้น โดยนิยมให้เริ่มการคัดกรองในสตรีที่มีอายุตั้งแต่ 20 ปีขึ้นไป ทำการตรวจเดือนละ 1 ครั้ง สำหรับวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเองในปัจจุบัน นอกจากการตรวจด้วยจนเองแล้วยังมีวิธีการตรวจโดยใช้เครื่องถ่ายภาพรังสี (Mammography: MM) และการตรวจโดยบุคลลากรทางการแพทย์ (ชลทิศ อุไรฤกษ์กุล, 2565)

มะเร็งเต้านม เป็นโรคที่สามารถตรวจพบตั้งแต่ระยะเริ่มแรกก่อนที่จะมีอาการ ซึ่งการตรวจเต้านมด้วยตนเอง (Breast self-examination) เป็นวิธีที่จะช่วยให้ตรวจพบมะเร็งเต้านมในระยะเริ่มแรกได้มากที่สุด สตรีส่วนใหญ่พบมะเร็งในระยะเริ่มแรก จากการตรวจเต้านมด้วยตนเอง (Zejda & Kaleta, 2020, p.1) การตรวจเต้านมด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอยังช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของผู้ป่วยสูงกว่าสตรีที่ไม่ตรวจหรือตรวจไม่สม่ำเสมอ (ชลทิศ อุไรฤกษ์กุล, 2559) ผลการคัดกรองมะเร็งเต้านมในสตรีพบว่า สตรีที่เป็นมะเร็งเต้านมส่วนใหญ่ตรวจพบความผิดปกติด้วยตนเอง ร้อยละ 89.3 และมาพบแพทย์ด้วยคลำพบก้อนที่เต้านม (สุวลักษณ์ วงศ์จรรโลงศิล และบัวหลวง สำแดงฤทธิ์, 2562, น.201) การตรวจเต้านมด้วยตนเองมีความเกี่ยวข้องกับความตระหนักเกี่ยวกับการเฝ้าระวังและดูแลเต้านมของตนเอง (Dadzi & Adam, 2019, p.2) ทำให้สตรีคุ้นเคยกับลักษณะต่างๆ เกี่ยวกับเต้านมของตนเอง หากพบการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติจะได้เข้ารับการตรวจวินิจฉัยและรักษาได้ตั้งแต่ระยะเริ่มแรก (สถาบันมะเร็งแห่งชาติและศูนย์มะเร็งภูมิภาค, 2565)

การคัดกรองมะเร็งเต้านมในระยะเริ่มต้น ด้วยการตรวจเต้านมด้วยตนเอง ดำเนินการโดยกระทรวงสาธารณสุขมาระยะหนึ่ง แต่ยังไม่บรรลุผลตามเป้าหมายเนื่องจาก กลุ่มเป้าหมายที่เป็นสตรี คิดว่าตนเองไม่ใช่กลุ่มเสี่ยง ตรวจไม่เป็น และเกรงว่าตรวจแล้วจะพบความผิดปกติ ซึ่งในกลุ่มนักศึกษาระดับอุดมศึกษา มีการตรวจเต้านมด้วยตนเองเพียงแค่ร้อยละ 17-27 เท่านั้น นอกจากนี้รายงานการศึกษาหนึ่งในนักศึกษาพยาบาล พบว่ามีนักศึกษาถึงร้อยละ 41.4 ที่ไม่เคยตรวจมะเร็งเต้านมด้วยตนเอง เนื่องจากขาดความรู้ และตรวจไม่เป็น (ศุภรัตน์ แจ่มแจ้ง และคนอื่นๆ, 2562, น.80) ที่แสดงให้เห็นชัดเจนว่าความรู้และความเข้าใจในเรื่องของมะเร็งเต้านมมีผลต่อ

ทักษะในการตรวจเต้านม ซึ่งนับเป็นปัจจัยสำคัญที่สงผลต่อการมีพฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง (ณัฐธยาน์ ชาบัวคำ และคนอื่นๆ, 2561, น.168)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวถึงข้างต้น นักวิจัยมุ่งมั่นที่จะศึกษาประสิทธิภาพของโปรแกรมการพัฒนาทักษะในการตรวจเต้านมด้วยตนเองต่อความรู้ เจตคติ และทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาในหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ เนื่องจากนักศึกษาในสาขานี้ถือเป็นบุคลากรทางสุขภาพที่มีความสำคัญสำหรับอนาคต การมีความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเองเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองอย่างถูกต้องและสามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเองให้กับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม และให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการป้องกันการเกิดโรคมะเร็งเต้านมในระยะลุกลามได้อย่างมีประสิทธิผล โดยใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม (KAP) ประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ (วรรณี ศักดิ์ศิริ, 2557) ทั้งนี้ยังได้นำโปรแกรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participatory learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (ศรัญญา งามนิมิต, 2565, น.155) ผลจากการศึกษานี้เป็นแนวทางที่มีความสำคัญในการส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคมะเร็งเต้านมไม่เพียงแต่ในกลุ่มนักศึกษาสาขาสาธารณสุขศาสตร์เท่านั้น เจ้าหน้าที่สาธารณสุขสามารถใช้แนวทางและข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ในการสร้างโปรแกรมการสอนหรือการแนะนำเพื่อส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเองให้กับสตรีในกลุ่มอื่นๆ ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งเต้านม เพื่อพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองอย่างถูกต้อง รวมถึงใช้ปรับปรุงกิจกรรมในโปรแกรมส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่เหมาะสมกับบริบทของนักศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง ของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental study) แบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One group sampling ชนิด Pre-post test design) ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมฯ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นนักศึกษาหญิงหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ ปีการศึกษา 2566 ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ซึ่งมีจำนวนประชากรเท่ากับ 125 คน และผ่านเกณฑ์การคัดเข้า จำนวน 114 คน

กำหนดเกณฑ์คัดเข้า ได้แก่ นักศึกษาที่มีอายุ 20 ปีขึ้นไป สามารถเข้าร่วมกิจกรรมตามโปรแกรมฯ ได้ตลอดจนสิ้นสุดโครงการ ไม่มีประวัติการพบก้อน หรือสัญญาณเตือน หรือแพทย์วินิจฉัยว่าเป็นมะเร็งเต้านม

เกณฑ์คัดออก ได้แก่ นักศึกษาที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปี ขณะทำการทดลองหากกลุ่มประชากรไม่ยินยอมในการเข้าร่วมกิจกรรม หรือไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้ครบ 4 สัปดาห์

เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ 1. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล 2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล นำทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ เนื่องจากทฤษฎีนี้ให้ความสำคัญกับตัวแปร 3 ตัว คือ ความรู้ ทัศนคติ และการยอมรับปฏิบัติ ประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล จำนวน 10 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบวัดความรู้เกี่ยวกับโรคมะเร็งเต้านม การป้องกันและการรักษา จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ คือ ตอบถูก และตอบผิด การแปลผลเป็น 3 ระดับ คือระดับดีมาก ระดับปานกลาง และระดับน้อย (Bloom et al., 1956) แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก ร้อยละ 80 ขึ้นไป ระดับปานกลาง ร้อยละ 60-79 ระดับน้อย ต่ำกว่าร้อยละ 60 คะแนน

ส่วนที่ 3 แบบวัดเจตคติเรื่องโรคมะเร็งเต้านมการป้องกันและการรักษา จำนวน 15 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี (3.02-4.00) คะแนน ระดับปานกลาง (2.01-3.01) คะแนน ระดับน้อย (1.00-2.00) คะแนน (Best, 1977)

ส่วนที่ 4 แบบวัดทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง โดยพิจารณาท่าในการคลำเต้านม และท่าที่ใช้ในการตรวจเต้านม แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดี 5-6 คะแนน ระดับปานกลาง 3-4 คะแนน ระดับน้อย 1-2 คะแนน (Best, 1977)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ

2.1 โปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองโดยการเรียนรู้แบบมีสวนร่วม (Participatory learning) ของวราพร วิริยะอลงกรณ และคนอื่นๆ (2558) มาปรับปรุงและพัฒนา เป็นโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมสำหรับนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ ซึ่งเป็นการเรียนรูที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยแบ่งกลุ่มเป้าหมายตามกลุ่มเรียนในแต่ละชั้นปี เฉลี่ยจำนวน 30 คนต่อกลุ่ม ในแต่ละกลุ่มจัดกิจกรรมจำนวน 4 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง ทำการสอนและสาธิตโดยผู้วิจัย 5 ท่าน รายละเอียดของกิจกรรม มีดังนี้

กิจกรรมครั้งที่ 1 ปรับเจตคติเกี่ยวกับการตรวจเต้านมด้วยตนเอง โดยการแบ่งกลุ่มย่อย เขียนความรู้สึกเกี่ยวกับความรุนแรงของโรคมะเร็งเต้านม แลกเปลี่ยนความรู้สึก ความคิดเห็นเกี่ยวกับโรคมะเร็งเต้านม กรณีศึกษาผู้ป่วยมะเร็งเต้านมจากวีดีทัศน์ของผู้ที่เป็นมะเร็งเต้านม ให้นักศึกษาสะท้อนความรู้สึกถึงความรุนแรงและความจำเป็นของการตรวจด้วยตนเอง

กิจกรรมครั้งที่ 2 เป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับโรคมะเร็งเต้านม สาเหตุ การป้องกัน และการรักษาโรคมะเร็งเต้านม ผ่านกิจกรรมกลุ่ม พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็น อภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลเรื่องโรคมะเร็งเต้านม

กิจกรรมครั้งที่ 3 การวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโรคมะเร็งเต้านม ความสำคัญของประโยชน์และอุปสรรคการตรวจเต้านมด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยสอนวิธีการตรวจและสาธิตขั้นตอนการตรวจเต้านมด้วยตนเองโดยใช้แบบจำลอง ร่วมกับการใช้สื่อวิดีทัศน์

กิจกรรมครั้งที่ 4 ทบทวนขั้นตอนและวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเองจากแบบจำลอง พร้อมทั้งอธิบายวิธีการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเต้านมในท่าต่างๆ และวิธีการคลำเต้านมด้วยอย่างถูกต้องผ่านวิดีทัศน์ ให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติรายบุคคลและรายกลุ่ม โดยผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของการฝึกปฏิบัติพร้อมให้ข้อเสนอแนะ และมี QR Code พร้อมทั้งแอปพลิเคชันไลน์ที่สามารถสแกนเพื่อทบทวนความรู้ ทักษะได้ตลอดเวลา

2.2 คู่มือการตรวจเต้านมด้วยตนเอง เป็นการนำเสนอเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง กับโรคมะเร็งเต้านม ขั้นตอนวิธีการการตรวจเต้านมด้วยตนเอง และการบันทึกผลการตรวจในแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างจากการทบทวนงานในอดีตและตำราที่เกี่ยวข้อง

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. ผู้วิจัยนำเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ รายละเอียดของโปรแกรมฯ และคู่มือการตรวจเต้านมด้วยตนเองที่จะส่งมอบให้กลุ่มเป้าหมายให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะโดยได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruency) ของเครื่องมือเท่ากับ 0.932

2. ทดลองใช้แบบสอบถามกับนักศึกษาสาขาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ และได้ค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's Alpha) ของแบบวัดความรู้ แบบประเมินเจตคติ และแบบประเมินทักษะการตรวจมะเร็งเต้านมด้วยตนเอง เท่ากับ 0.782, 0.813, 0.967 ตามลำดับ

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เอกสารรับรองเลขที่ 051/2566

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม-ตุลาคม 2566 ซึ่งเก็บข้อมูลทั่วไป ใช้เวลา 20-25 นาที ส่วนโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง ประกอบด้วยแผนการสอนทั้งหมด 4 ครั้งๆ ละ 2 ชั่วโมง แล้วทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและชี้แจงการพิทักษ์สิทธิ์ของกลุ่มเป้าหมาย
2. เก็บรวบรวมข้อมูลในกลุ่มเป้าหมายครั้งที่ 1 โดยใช้แบบใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. จัดอบรมโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองระยะเวลา 4 สัปดาห์ พร้อมทั้งให้ประเมินทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองของกลุ่มเป้าหมาย
4. ตรวจสอบความครบถ้วนของเครื่องมือ

การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยนำเสนอด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวัดประสิทธิผลของการเข้าร่วมโปรแกรม โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความรู้ เจตคติ และทักษะการตรวจมะเร็งเต้านมด้วยตนเองด้วยสถิติที (Paired sample t-test)

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป

จากการศึกษาผลของโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่มีอายุ 20 ปี โดยมีอายุเฉลี่ย 20.4 ปี (σ = 0.68) เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 (ร้อยละ 57.9) มีประจำเดือนครั้งแรกเมื่อมีอายุมากกว่า 12-14 ปี (ร้อยละ 56.2) บุคคลในครอบครัวไม่มีเจ็บป่วยด้วยโรคเกี่ยวกับเต้านม (ร้อยละ 94.7) เคยทราบข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจเต้านมด้วยตนเอง (ร้อยละ 67.5) โดยแหล่งข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจเต้านมตนเองได้รับจากอินเทอร์เน็ต/สื่อออนไลน์ (ร้อยละ 32.6) และเจ้าหน้าที่สาธารณสุข (ร้อยละ 23.8) พฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองของกลุ่มเป้าหมาย พบว่า ไม่เคยตรวจเต้านมด้วยตนเอง (ร้อยละ 54.5) โดยสาเหตุที่ไม่ตรวจ คือ ตรวจไม่เป็นและไม่ทราบวิธีการตรวจ (ร้อยละ 60.8) ในกลุ่มที่ตรวจเต้านมด้วยตนเอง (ร้อยละ 45.6) พบว่า เหตุผลที่ตรวจเต้านมด้วยตนเองมากที่สุด คือ อยากทราบความปกติของตนเอง (ร้อยละ 41.0) และกลัวการเป็นมะเร็งเต้านม (ร้อยละ 29.5) ดังตาราง 1

ตาราง 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
1. อายุ (ปี)		
20 ปี	80	70.2
21 ปี	23	20.2
22 ปี	10	8.7
23 ปี	1	0.9
μ = 20.4 ปี **σ**= 0.68 min = 20 ปี max = 23 ปี		
2. ชั้นปีที่ศึกษา		
ปี 2	66	57.9
ปี 3	30	26.3
ปี 4	18	15.8
3. ประจำเดือนครั้งแรก		
ต่ำกว่า 12 ปี	39	34.2
12-14 ปี	64	56.2
มากกว่า 14 ปีขึ้นไป	11	9.6
4. บุคคลในครอบครัวเจ็บป่วยด้วยโรคเกี่ยวกับเต้านม		
มี	6	5.3
ไม่มี	108	94.7
5. รับทราบข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการตรวจเต้านมด้วยตนเอง		
เคย	77	67.5
ไม่เคย	37	32.5
6. แหล่งข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการตรวจมะเร็งเต้านมด้วยตนเอง* (N=172)		
อินเทอร์เน็ต/สื่อออนไลน์	56	32.6
เจ้าหน้าที่สาธารณสุข	41	23.8
อาสาสมัครสาธารณสุข	23	13.4
แผ่นพับความรู้	18	10.5
เพื่อน	18	10.5
วิทยุ/โทรทัศน์	11	6.4
คนในครอบครัว	5	2.9
7. การตรวจเต้านมด้วยตนเอง		
เคย	52	45.5
ไม่เคย	62	54.5

ตาราง 1 ข้อมูลส่วนบุคคล (ต่อ)

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน	ร้อยละ
8. สาเหตุที่ไม่เคยตรวจเต้านม* (N=74)		
ไม่รู้วิธีการตรวจ/ตรวจไม่เป็น	45	60.8
ไม่มีอาการผิดปกติ	17	22.9
ไม่เห็นความจำเป็นในการตรวจ	7	9.5
กลัวเป็นการกระตุ้นทำให้เกิดมะเร็ง	5	6.8
9. เหตุผลที่ตรวจเต้านม* (N=122)		
อยากทราบความผิดปกติของตนเอง	50	41.0
กลัวเป็นมะเร็งเต้านม	36	29.5
ได้รับคำแนะนำจากบุคลากรทางสุขภาพ	17	13.9
มีการรณรงค์การตรวจมะเร็งเต้านมด้วยตนเอง	14	11.5
เคยตรวจพบความผิดปกติ	5	4.1

*ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

2. ความรู้ เจตคติ และทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองทั้งก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมฯ มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) โดยก่อนเข้าร่วมโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยของความรู้ เท่ากับ 15.5 (**σ** = 2.27) เจตคติ เท่ากับ 47.2 (**σ** = 5.4) ทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง เท่ากับ 1.8 (**σ** = 1.7) และหลังเข้าร่วมโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยความรู้เพิ่มขึ้นเป็น 16.5 (**σ** = 1.77) เจตคติ เท่ากับ 50.4 (**σ** = 5.6) และทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง เท่ากับ 4.0 (**σ** = 1.5) ตามลำดับ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความรู้ เจตคติ และทักษะเกี่ยวกับมะเร็งเต้านมและการตรวจเต้านมด้วยตนเองก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมฯ (N = 114 คน)

ตัวแปร	μ	σ	Mean Difference [95%.CI]	t	p-value
ความรู้				-4.1	0.001*
ก่อนเข้าร่วมโปรแกรม	15.5	2.2	-1.0 [-1.5 ถึง -0.5]		
หลังเข้าร่วมโปรแกรม	16.5	1.7			
เจตคติ				-4.7	0.001*
ก่อนเข้าร่วมโปรแกรม	47.2	5.4	-3.2 [-4.5 ถึง -1.8]		
หลังเข้าร่วมโปรแกรม	50.4	5.6			
ทักษะ				-9.8	0.001*
ก่อนเข้าร่วมโปรแกรม	1.8	1.7	-2.2 [-2.6 ถึง -1.7]		
หลังเข้าร่วมโปรแกรม	4.0	1.5			

*p<0.05

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษา พบว่า ความรู้ เจตคติ และทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองหลังเข้าร่วมโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) ซึ่งสามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

ด้านความรู้ พบว่า นักศึกษามีคะแนนความรู้เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่นักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์เข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองโดยมีการให้ความรู้เกี่ยวกับโรคมะเร็งเต้านมและวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเองผ่านการสื่อต่างๆ ที่มีความหลากหลาย เช่น การบรรยาย กรณีศึกษา แอปพลิเคชันไลน์ เป็นต้น ส่งผลให้นักศึกษาที่ไม่มีความรู้ในการตรวจเต้านมหรือตรวจเต้านมไม่เป็นมีความรู้เพิ่มขึ้น และสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเองผ่านแอปพลิเคชันหรือไลน์ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของน้ำอ้อย ภักดีวงศ์ และนวรัตน์ โกมลวิภาต (2561, น.57) พบว่า นักศึกษาหญิงที่ได้รับโปรแกรมส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเองมีความรู้เกี่ยวกับมะเร็งเต้านมและการตรวจเต้านมด้วยตนเองเพิ่มขึ้นหลังเข้าร่วมโปรแกรม 1 ปี และสอดคล้องกับการศึกษาของกันยา นันต๊ะแก้ว และคนอื่นๆ (2559, น.69) พบว่านิสิตพยาบาล มหาวิทยาลัยพะเยามีความรู้เพิ่มขึ้นหลังได้รับโปรแกรมการสนับสนุนและให้ความรู้

ด้านเจตคติ พบว่า นักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยเจตคติเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเข้าร่วมโปรแกรม ฯ มีการสร้างเสริมทัศนคติที่เกี่ยวกับโรคมะเร็งเต้านมและทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง ด้วยการสร้างการรับรู้ถึงความสำคัญของการตรวจเต้านมด้วยตนเองผ่านกรณีศึกษาผู้ป่วยโรคมะเร็งเต้านมและผลดีของการตรวจเต้านมด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ เพื่อลดความรู้สึกอายและกลัว ที่จะตรวจพบความผิดปกติของเต้านม ซึ่งสอดคล้องกับ วราพร วิริยะอลงกรณ์ และคนอื่นๆ (2558, น. 282) ที่พบว่าโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง มีผลทำให้เจตคติของกลุ่มเป้าหมายเพิ่มขึ้นกว่าก่อนการเข้าร่วมโปรแกรม และสอดคล้องกับการศึกษาของศุภรัตน์ แจ่มแจ้ง และคนอื่นๆ (2562, น.77) ที่พบว่านักศึกษาพยาบาลหลังจากเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาทักษะ มีความรู้ ทัศนคติ และทักษะการตรวจมะเร็งเต้านมเพิ่มขึ้น

ด้านทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง พบว่า นักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของโปรแกรมฯ ที่มีการทดลองปฏิบัติวิธีการตรวจเต้านมด้วยตนเองกับแบบจำลองเต้านมที่มีผู้วิจัยให้คำปรึกษา ส่งผลให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติจริง ทำให้มีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ร่วมกับการมีคู่มือที่อธิบายวิธีการฝึกปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อให้นักศึกษาทบทวนได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วัชรีวงค์ หวังมั่น และคนอื่นๆ (2564, น.1) พบว่า นักศึกษามีทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมส่งเสริมความสามารถของตนเองในการตรวจเต้านมร่วมกับการใช้แอปพลิเคชันไลน์ของนักศึกษาพยาบาล และสอดคล้องกับการศึกษาของ ศุภรัตน์ แจ่มแจ้ง และคนอื่นๆ (2562, น.77) พบว่า นักศึกษาพยาบาลมีทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองเพิ่มขึ้น หลังจากเข้าร่วมโปรแกรม

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ภายหลังจากที่นักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ เข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง พบว่า นักศึกษามีความรู้ เจตคติเกี่ยวกับมะเร็งเต้านม และมีทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง หลังเข้าร่วมโปรแกรมฯ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยครั้งนี้อาจมีข้อจำกัดในเรื่องของกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร์ที่มีลักษณะเฉพาะที่อาจได้รับความรู้หรือประสบการณ์ในเรื่องของมะเร็งเต้านมและการตรวจเต้านมด้วยตนเองในช่วงเวลาที่เรียนในรายวิชา ทำให้นักศึกษาส่วนใหญ่มีความรู้ และเจตคติอยู่ในระดับปานกลางถึงมาก รวมทั้งมีการติดตามในระยะเวลาที่สั้น ซึ่งอาจยังไม่เห็นความต่อเนื่องของผลการใช้โปรแกรมฯ ดังกล่าวในกลุ่มเป้าหมาย

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. สถาบันการศึกษา ต้องสร้างให้นักศึกษาตระหนักในการสร้างเสริมสุขภาพ เพื่อให้สามารถตรวจเต้านมด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งรณรงค์เพื่อสร้างความตระหนักถึงประโยชน์ของการตรวจเต้านมให้แก่นักศึกษา เนื่องจากผลการศึกษาพบว่า การได้มีความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนในการตรวจเต้านม เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้กลุ่มเป้าหมายไม่ตรวจเต้านมด้วยตนเอง รวมถึงการไม่ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ในการตรวจเต้านมด้วยตนเอง

2. โปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองนี้ สามารถนำมาใช้สอนนักศึกษาทั้งในหลักสูตรทางด้านสุขภาพหรือหลักสูตรอื่นๆ เพื่อส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง และสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับบุคลากรทางด้านสุขภาพในการให้คำแนะนำและสอนผู้อื่น รวมทั้งการนำโปรแกรมฯ ไปประยุกต์ใช้กับนักศึกษาหลักสูตรอื่นต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิธีการส่งเสริมพฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง รวมถึงแนวทางการกระตุ้นเตือนการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ และนักศึกษาหลักสูตรอื่นๆ หรือศึกษาเชิงเปรียบเทียบนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ และนักศึกษาหลักสูตรอื่นๆ หรือทำการศึกษาในกลุ่มนักศึกษาทางด้านสุขภาพที่ยังไม่ได้เรียนในรายวิชาอนามัยการเจริญพันธุ์

2. ควรมีการศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองอย่างถูกต้อง โดยการศึกษาเชิงคุณภาพในเรื่อง การตรวจเต้านมด้วยตนเองที่ถูกต้อง เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้มาใช้ในการพัฒนารูปแบบการดำเนินงานส่งเสริมพฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองให้ถูกต้อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง และให้ข้อมูลในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้รายงานการวิจัยของผู้วิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี และบุคคลท่านอื่นๆ ที่มิได้กล่าวนามทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำ และให้คำปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์. (2565, 27 มีนาคม). *กรมการแพทย์เผยภัยของมะเร็งเต้านมพบมากเป็นอันดับ 1 ของมะเร็งในผู้หญิงไทย*. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. https://www.hfocus.org/content/2022/03/24791

กันยา นันต๊ะแก้ว, แววดาว คำเขียว, ประกายดาว สุทธิ, และอุไรวรรณ สาสังข์. (2559). ผลของโปรแกรมการสนับสนุนและให้ความรู้ต่อความรู้และพฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองในนิสิตพยาบาลมหาวิทยาลัยพะ-เยา. *วารสารสภาการพยาบาล*, 31(2), 69-80.

ชลทิศ อุไรฤกษ์กุล. (2559). *ประสิทธิผลของการตรวจเต้านมด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอร่วมกับการใช้สมุดบันทึกการตรวจเต้านมด้วยตนเองในการคัดกรองมะเร็งเต้านมในประเทศไทย: การศึกษาไปข้างหน้า* (รายงานการวิจัย). ศูนย์อนามัยที่ 5 ราชบุรี กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

ชลทิศ อุไรฤกษ์กุล. (2565, 20 มกราคม). *ภาพรวมของสถานการณ์ และยุทธศาสตร์ในการควบคุมมะเร็งเต้านม*. โครงการสืบสานพระราชปณิธานสมเด็จย่าต้านภัยมะเร็งเต้านม.https://doh.hpc.go.th/bse/issueDisplay.php?id=631&category=C10&issue=Breast%20Cancer.

ณัฐธยาน์ ชาบัวคำ, สุภารัตน์ พิสัยพันธุ์, และภาวิณี หาระสาร. (2561). ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับทักษะการตรวจมะเร็งเต้านมด้วยตนเองและพฤติกรรมเกี่ยวกับการตรวจเต้านมด้วยตนเองของสตรีวัยผู้ใหญ่ในเขตเทศบาลนครอุบลราชธานีจังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ*, 36(3), 166-176.

น้ำอ้อย ภักดีวงศ์ และนวรัตน์ โกมลวิภาต. (2561). ความรู้ ความเชื่อด้านสุขภาพ การรับรู้ความสามารถตนเองและพฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาหญิงที่ได้รับโปรแกรมส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเอง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สมาคมสถาบันอุดมศึกาเอกชนแห่งประเทศไทย*, 7(1), 57-70.

วรรณี ศักดิ์ศิริ. (2557). *ความรู้ เจตคติเกี่ยวกับการตรวจเต้านมด้วยตนเองของสตรีอายุ 30 ปีขึ้นไป ในเขตรับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนคา* (รายงานวิจัย). โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านดอนคา อำเภอทอนหงส์ อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช.

วราพร วิริยะอลงกรณ์, กนิษฐา จำรูญสวัสดิ์, วีรศักดิ์ เมืองไพศาล, และสืบวงศ์ จุฑาภิสิทธิ์. (2558). ผลของโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองต่อความรู้เจตคติ และความถูกต้องในการตรวจเต้านมด้วยตนเองของสตรีอาสาสมัครสาธารณสุข อำเภอวังจันทร์ จังหวัดระยอง. *ธรรมศาสตร์เวชสาร*, 15(2), 282-290.

วัชรีวงค์ หวังมั่น, ดวงกมล ปนเฉลียว, และทิพย์ฆัมพร เกษโกมล. (2564). ประสิทธิผลของโปรแกรมส่งเสริมสมรรถนะแห่งตน ในการตรวจเต้านมด้วยตนเองร่วมกับแอปพลิเคชันไลน์ของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี จังหวัดสุรินทร์. *ราชาวดีสาร วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุรินทร์*, 11(1), 1–14.

ศรัญญา งามนิมิตร. (2565). ผลของโปรแกรมส่งเสริมการตรวจเต้านมด้วยตนเองต่อทักษะการตรวจเต้านมและพฤติกรรมการดูแลสุขภาพเต้านมของสตรีกลุ่มเสี่ยง อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์. *พยาบาลสาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 49(1), 148-159.

ศุภรัตน์ แจ่มแจ้ง, วิรดา อรรถเมธากุล, และศิวะพร ประยูรเทพ. (2562). ผลของโปรแกรมพัฒนาทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเอง ต่อความรู้ เจตคติและทักษะการตรวจเต้านมด้วยตนเองของนักศึกษาพยาบาล. *วารสารการพยาบาลและการศึกษา*, 13(4), 77–91.

สถาบันมะเร็งแห่งชาติและศูนย์มะเร็งภูมิภาค. (2565). *การตรวจเต้านมด้วยตนเอง. กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข*. https://www.nci.go.th/th/Knowledge/downloads/ตรวจเต้านม.pdf.

สุวลักษณ์ วงศ์จรรโลงศิล และบัวหลวง สำแดงฤทธิ์. (2562). สาเหตุของการเข้ารับการรักษาล่าช้าใน สตรีไทยที่เป็นมะเร็งเต้านม ในโรงพยาบาลรามาธิบดี. *วารสารการพยาบาลและการดูแลสุขภาพ*, 37(3), 201-210.

Best, J. W. (1977). *Research in education*. (3rd ed.). Prentice Hall.

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, handbook 1*: *Cognitive Domain*. David Mckay.

Dadzi, R., & Adam, A. (2019). Assessment of knowledge and practice of breast self- examination among reproductive age women in Akatsi South district of Volta region of Ghana. *PloS One*, 14(12). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226925

Zejda, J. E., & Kaleta, A. (2020). Modes of early detection of breast cancer in Katowice Region, Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2-7. https://doi.org/10.3390/ijerph17082642

คำแนะนำสำหรับผู้เขียนบทความส่งตีพิมพ์
วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ Academic Journal Uttaradit Rajabhat University ISSN 2985-2986 (Online) เว็บไซต์ https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/uruj/index เป็นวารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อตีพิมพ์และเผยแพร่บทความวิชาการ บทความวิจัย และผลงานวิจัย ที่ให้ความสำคัญในด้านการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาเชิงพื้นที่ทุกระดับ โดยผลการวิจัยนั้นต้องสามารถแสดงให้เห็นถึงการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้จริงในพื้นที่ สามารถขยายผลความสำเร็จไปยังพื้นที่อื่น หรือให้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ โดยดำเนินการเผยแพร่ในรูปแบบออนไลน์ในระบบ Thai Journal Online System ซึ่งมีกำหนดการออกเผยแพร่ราย 6 เดือน ปีละ 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม-มิถุนายน ฉบับที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม ทั้งนี้บทความทุกฉบับจะได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งจากภายใน และภายนอกมหาวิทยาลัยจำนวน 3 ท่าน ในลักษณะการประเมินแบบ Double-Blind เพื่อให้ผู้เขียนสามารถเตรียมต้นฉบับได้ถูกต้องและได้มาตรฐานตามรูปแบบของวารสาร จึงขอชี้แจงดังนี้

รายการตรวจสอบการเตรียมบทความ

ในขั้นตอนการส่งบทความ ผู้เขียนจะต้องตรวจสอบการปฏิบัติตามรายการต่อไปนี้

1. ผลงานที่ส่งตีพิมพ์จะต้องไม่เคยเผยแพร่ในสิ่งพิมพ์อื่นใดมาก่อน และต้องไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาของวารสารอื่น การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งบทความโดยตรง
2. ผลงานที่ส่งตีพิมพ์ในลักษณะบทความวิจัยต้องรายงานข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจากการทำวิจัย ไม่บิดเบือนข้อมูล หรือให้ข้อมูลที่เป็นเท็จ
3. ผู้นิพนธ์ต้องส่งแบบฟอร์ม “ขอส่งบทความวิชาการ/วิจัย เพื่อรับพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์”
4. ผู้นิพนธ์ต้องเขียนบทความให้ถูกต้องตามรูปแบบที่กำหนดไว้ใน “คำแนะนำสำหรับผู้เขียนฯ”
5. ผู้นิพนธ์ที่มีชื่อปรากฏในบทความทุกคน ต้องเป็นผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินการวิจัยจริง
6. ผู้นิพนธ์ต้องระบุแหล่งทุนที่สนับสนุนในการทำวิจัย (ถ้ามี)
7. ผู้นิพนธ์ต้องระบุผลประโยชน์ทับซ้อน (ถ้ามี)
8. สามารถส่งต้นฉบับบทความวิชาการ (Academic Article) และบทความวิจัย (Research Article) ได้ทั้งภาษาอังกฤษ และภาษาไทย
9. ต้นฉบับต้องผ่านการกลั่นกรองโดยผู้ทรงคุณวุฒิและได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ
10. ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสาร

นโยบายการดำเนินงานของวารสาร

1. กองบรรณาธิการจะตรวจสอบหัวข้อและเนื้อหาของบทความถึงความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวารสารฯ รวมถึงประโยชน์ในเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ
2. บทความที่ส่งเข้าระบบเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จะผ่านการตรวจสอบการคัดลอกผลงานวิชาการโดยใช้ระบบอักขราวิสุทธิ์ หรือระบบ CopyCatch หรือระบบ Turnitin อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้ผลงานวิชาการที่มีเนื้อหาคล้ายกันสามารถยอมรับได้ต้องไม่เกินร้อยละ 25 ของผลงานทั้งหมด

3. กรณีที่กองบรรณาธิการพิจารณาเห็นควรรับบทความไว้สำหรับพิจารณาตีพิมพ์ กองบรรณาธิการจะส่งบทความเพื่อทำการกลั่นกรองต่อไป โดยส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องเพื่อตรวจสอบคุณภาพของบทความว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมที่จะตีพิมพ์หรือไม่ สำหรับกระบวนการพิจารณากลั่นกรองนี้ เป็นการประเมินบทความแบบสองทาง (Double-Blind Process) กล่าวคือ จะไม่เปิดเผยชื่อผู้ส่งบทความให้ผู้ทรงคุณวุฒิทราบ และจะไม่เปิดเผยชื่อผู้ทรงคุณวุฒิให้ผู้ส่งบทความทราบ รวมถึงกองบรรณาธิการจะไม่เปิดเผยทั้ง ชื่อผู้ส่งบทความ และชื่อผู้ทรงคุณวุฒิให้บุคคลอื่นทราบด้วยเช่นกัน

4. ทั้งนี้เมื่อผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณากลั่นกรองบทความแล้ว กองบรรณาธิการจะพิจารณาตัดสินโดยอิงตามคำตัดสินและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิว่าบทความนั้นๆ ควรได้รับการตีพิมพ์ หรือควรส่งกลับให้กับผู้ส่งบทความเพื่อทำการแก้ไขก่อนพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง หรือปฏิเสธการตีพิมพ์

5. ผู้นิพนธ์ต้องยินยอมปฏิบัติตามเงื่อนไขที่กองบรรณาธิการวารสารกำหนด และยินยอมให้บรรณาธิการแก้ไขความสมบูรณ์ของบทความได้ในขั้นตอนสุดท้ายก่อนเผยแพร่

6. การอนุมัติให้ลงตีพิมพ์ได้หรือไม่นั้น ผลการพิจารณาจากกองบรรณาธิการวารสารถือเป็นที่สิ้นสุด

นโยบายจริยธรรมวิจัยในมนุษย์และสัตว์ (Human and animal research ethics policy)

บทความจากงานวิจัยที่ส่งเข้ามารับการตีพิมพ์และเกี่ยวข้องกับการทำวิจัยในมนุษย์และสัตว์ ต้องได้รับการพิจารณารับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์หรือในสัตว์ของสถาบันที่ดำเนินการหรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การเตรียมต้นฉบับบทความ

แนะนำให้ผู้นิพนธ์ ดาวน์โหลดเทมเพลต Research Article Template (บทความวิจัย) หรือ Academic Article Template (บทความวิชาการ) ที่ เอกสารดาวน์โหลด สำหรับวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

1. ความยาวของบทความไม่เกิน 12 หน้ากระดาษ ขนาด A4 พิมพ์หน้าคู่ (นับรวมภาพ ตาราง และเอกสาร อ้างอิง) พื้นที่ของกระดาษที่ใช้พิมพ์ ให้เว้นขอบบน 3.81 เซนติเมตร ขอบล่าง 2.54 เซนติเมตร ขอบซ้าย 3.81 เซนติเมตร และขอบขวา 2.54 เซนติเมตร จัดพิมพ์ด้วยแบบตัวอักษร TH SarabunPSK โดยเนื้อความขนาดตัวอักษร 14 pt. (ตัวธรรมดา)

2. ชื่อเรื่องบทความภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 16 pt. (ตัวหนา) จัดกึ่งกลาง หน้ากระดาษ

3. ชื่อผู้เขียนภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ขนาดตัวอักษร 14 pt. (ตัวอักษรปกติ) จัดชิดขวา

4. ชื่อสังกัดหน่วยงานหรือมหาวิทยาลัยภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และ Corresponding Author, E-mail: ขนาดตัวอักษร 14 pt. (ตัวอักษรปกติ) จัดชิดขวา

5. หัวข้อ ได้แก่ บทคัดย่อ Abstract บทนำ วัตถุประสงค์ สมมติฐานการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ เอกสารอ้างอิง ขนาดตัวอักษร 14 pt. (ตัวหนา) จัดชิดซ้าย ไม่ใส่เลขลำดับที่

6. การใช้เครื่องหมายจุลภาค (,) ทวิภาค (:) และอัฒภาค (;) ให้พิมพ์ต่อเนื่องกับอักษรตัวหน้า และ เว้น 1 วรรคตัวอักษรก่อนข้อความต่อไป เช่น

Community engagement in higher education: Policy reforms and practice
(ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2562; ศรเนตร อารีโสภณพิเชฐ, 2564)

7. ภาพ หมายเลขภาพ ขนาดตัวอักษร 14 pt. (ตัวหนา) ให้ระบุไว้ใต้ภาพ จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษใต้ภาพ

9. รายการของเอกสารอ้างอิงภาษาไทยที่แปลเป็นภาษาอังกฤษ ต้องเติมคำว่า “(in Thai)” ต่อท้ายทุกรายการของเอกสารอ้างอิงภาษาไทยที่แปลเป็นภาษาอังกฤษ

ส่วนประกอบของบทความ

1. ชื่อเรื่องบทความ (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ) ควรกะทัดรัดไม่ยาวจนเกินไป มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2. ชื่อผู้เขียนและหน่วยงานที่สังกัด (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ) ระบุเฉพาะชื่อ และสกุล โดยใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) เฉพาะผู้รับผิดชอบบทความ สถานที่ทำงาน (Affiliation) ระบุหน่วยงาน จังหวัด ทั้งนี้ให้สอดคล้องกับผู้แต่งอีเมล (E-mail Address) ระบุเฉพาะผู้รับผิดชอบบทความและควรเป็นอีเมลของหน่วยงาน

3. บทคัดย่อ (Abstract) ความยาวไม่เกิน 400 คำ คำสำคัญ (Keywords) 3-5 คำ (ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ)

4. ส่วนเนื้อหา

4.1 บทความวิจัย ควรเป็นการนำเสนอผลการศึกษาค้นคว้า ข้อค้นพบ องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการมาอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนของการวิจัย โดยควรมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (สามารถมีหัวข้อหรือ องค์ประกอบที่แตกต่างได้)

4.1.1 บทนำ (Introduction) ครอบคลุมความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

4.1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย (Research Objective) ข้อความที่แสดงให้เห็นถึงสิ่งที่นักวิจัยต้องการศึกษาที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง และรายงานผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้

4.1.3 วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology) ให้ระบุรูปแบบวิจัย (Research Design) อธิบายเครื่องมือและวิธีการดำเนินการวิจัยให้กระชับและชัดเจนให้บอกรายละเอียดสิ่งที่นำมาศึกษา สูตรและการคำนวณกลุ่มตัวอย่าง ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา (เกณฑ์การคัดเข้า คัดออก) การสุ่มตัวอย่าง ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา คุณภาพของเครื่องมือ วิธีหรือมาตรที่ใช้ในการวัด วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.4 ผลการวิจัย (Results) บรรยายสรุปผลการวิจัยอย่างกระชับโดยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย หากการวิจัยเป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่ต้องนำเสนอด้วยตาราง หรือแผนภูมิ ควรมีคำอธิบายประกอบ การเรียงลำดับภาพตาราง หรือแผนภูมิควรเรียงลำดับตามเนื้อหาของงานวิจัย และต้องมีการแปลความหมายของผลที่ค้นพบหรือวิเคราะห์

4.1.5 อภิปรายผลการวิจัย (Discussion) เขียนสอดคล้องกับลำดับของการนำเสนอ สรุปผลการวิจัยเป็นการวิพากษ์ วิจารณ์ผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องหรือขัดแย้งกับสมมติฐาน มีการอ้างอิงข้อเท็จจริง ทฤษฎี และผลการวิจัยอื่นอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผล ถึงแนวความคิดของผู้วิจัยต่อผลการวิจัยที่ได้

4.1.6 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestions) ควรสรุปสาระสำคัญที่ไม่คลุมเครือ และสรุปผลว่าตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยหรือไม่ อย่างไร รวมถึงการแสดงข้อเสนอแนะและความเห็นเพิ่มเติมเพื่อการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ และการพัฒนางานต่อไปในอนาคต หรือเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

4.1.7 กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) เป็นการแสดงคำขอบคุณสำหรับแหล่งทุนสนับสนุน หรือผู้ช่วยเหลืองานวิจัย

4.1.8 เอกสารอ้างอิง (Reference) การแสดงถึงแหล่งที่มาของข้อมูลที่ถูกนำมาอ้างอิงขึ้นมาใช้ในการวิจัยเพื่อเป็นการแสดงเจตนาว่าไม่นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง การเขียนอ้างอิงให้เป็นไปตามรูปแบบที่วารสารกำหนดแบบ APA (American Psychological Association) ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 7

4.2 บทความวิชาการ ควรมีการกำหนดประเด็นที่ต้องการอธิบายหรือวิเคราะห์อย่างชัดเจน โดยมีการวิเคราะห์ประเด็นที่ต้องการนำเสนอตามหลักวิชาการ โดยมีการสำรวจวรรณกรรมเพื่อสนับสนุนจนสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ประเด็นนั้นได้ อาจเป็นการนำความรู้จากแหล่งต่างๆ มาประมวลร้อยเรียงเพื่อวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ โดยที่ผู้ส่งบทความแสดงทัศนะทางวิชาการของตนไว้อย่างชัดเจน มีลำดับเนื้อหาและบทสรุปที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้ชัดเจน ประกอบด้วย

4.2.1 บทนำ (Introduction) หลักการและเหตุผล (Rationale) ความเป็นมาหรือภูมิหลัง (Background) ความสำคัญของเรื่องที่เขียน (Justification) วัตถุประสงค์ของการเขียนในการที่จะสื่อไปยังผู้อ่านคำจำกัดความ หรือนิยามต่างๆ ที่ผู้เขียนเห็นว่ามีความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่าน

4.2.2 เนื้อเรื่อง (Body) การจัดลำดับเนื้อหาสาระ การเรียบเรียงเนื้อหา การวิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์ การใช้ภาษา วิธีการนำเสนอ

4.2.3 ส่วนสรุป (Conclusions) บทความทางวิชาการที่ดีควรมีการสรุปประเด็นสำคัญๆ ของบทความนั้น ซึ่งอาจกระทำในลักษณะการย่อโดยการเลือกประเด็นสำคัญๆ ของบทความมานำเสนออย่างกระชับท้ายบทความ

การเขียนเอกสารอ้างอิง

การอ้างอิงเอกสาร ควรอ้างอิงจากผลงานวิชาการต่างๆ ที่มาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบได้ สำหรับวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ใช้รูปแบบการเขียนอ้างอิง The American Psychological Association (APA, 7th Edition) ประกอบด้วยการอ้างอิงในเนื้อหา (In-text citation) และการอ้างอิงท้ายบทความ (Reference) โดยมีรูปแบบดังนี้

การอ้างอิงในเนื้อหา (In-text citation)

การอ้างอิงแบบแทรกในเนื้อหาระบุชื่อผู้แต่ง ปีพิมพ์ และหมายเลขหน้า (การอ้างอิงบทความวารสาร หรือรายงานการประชุม<u>ต้อง</u>ระบุหมายเลขหน้า สำหรับการอ้างอิงผลงานจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ไม่ต้องระบุหมายเลขหน้า) สำหรับรูปแบบการอ้างอิงแบบแทรกในเนื้อหาสามารถกระทำได้หลายรูปแบบ ดังนี้

1. กรณีอ้างอิงท้ายข้อความ (ผู้แต่ง, ปีพิมพ์, เลขหน้า)

(สุนีย์ มัลลิกะมาลย์, 2549, น.27)

(McCartney & Phillips, 2006, p. 204)

(Murphy, 2021, pp. 152-153)

(Martin et al., 2020)***กรณีที่มีผู้แต่ง 3 คน หรือมากกว่า***

ตัวอย่างประโยค

จากการเปลี่ยนแปลงของบริบทโลก และสภาพของปัจจุบันนี้นั้น ทำให้สภาพแวดล้อมของการพัฒนาประเทศไทยในปัจจุบัน และในอนาคต 20 ปีภายหน้าเปลี่ยนไป ในส่วนบริบทของประเทศไทยได้มีการกำหนด ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2560-2579) โดยมีเป้าหมายที่จะพัฒนาคนไทยในอนาคตให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นพลเมืองที่ตื่นรู้ มีจิตสาธารณะ และทำประโยชน์ต่อส่วนรวม (ปรเมธี วิมลศิริ, 2559, น.3)

2. กรณีมีการระบุชื่อผู้แต่งในเนื้อหา ผู้แต่ง (ปีพิมพ์)

ลดาพร บุญฤทธิ์ (2559) ได้ศึกษาถึง.....

Boonsarngsuk (2020) studied.....

ตัวอย่างประโยค

เบล (Bell, 2016, p.55) กล่าวถึงการจัดศึกษาในศตวรรษที่ 21 ในมุมมอง ของการพัฒนาพลเมืองที่มีความรับผิดชอบอย่างยั่งยืนนั้น ต้องมีทักษะสำหรับการใช้ชีวิตในยุคปัจจุบัน (Skills for living in the world) ได้แก่.....

3. การอ้างอิงรายการเดียวกันแต่ที่มีผู้แต่งแตกต่างกัน ให้เรียงตามอักษรของผู้แต่งคั่นด้วยเครื่องหมายอัฒภาค (;) กรณีที่งานทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศถูกอ้างพร้อมกัน ให้เริ่มที่งานเขียน ภาษาไทยก่อน

Several studies (Kozak & Elliott, 2014, p.5; Miller, 1999)

(ภุชพงศ์ โนดไธสง, 2560; อำนวย วีรวรรณ, 2540)

(อนุชาติ บุนนาค, 2549; Digital citizenship for college students, 2016)

4. กรณีการอ้างอิงเอกสารที่ไม่ใช่เอกสารต้นฉบับ ให้ระบุชื่อเอกสารต้นฉบับและ คำว่า “อ้างอิงใน” สำหรับภาษาไทย หรือ “as cited in” สำหรับภาษาอังกฤษตามด้วยชื่อผู้แต่งเอกสารทุติยภูมิ และปีพิมพ์ สำหรับการลงรายการอ้างอิงท้ายเล่ม ลงชื่อผู้แต่งเอกสารทุติยภูมิเท่านั้น

(นิพัทธ์ เลิศณรงค์, 2531, น.53-75, อ้างถึงใน พักตร์วิภา โพธิ์ศรี, 2551, น.94-95)

(Miller, 1988, as cited in Kozak & Elliott, 2014, p. 8)

Bridget’s diary (as cited in Rahnama, 2017)

5. การอ้างอิงการสัมภาษณ์ ซึ่งอาจเป็นบันทึก บทสนทนาทางโทรศัพท์ หรือเอกสารอื่นๆ รวมทั้งการสัมภาษณ์ที่ไม่ได้อ้างอิงมาจากแหล่งอื่น (สัมภาษณ์เอง) ไม่ต้องระบุในเอกสารอ้างอิงท้ายเล่ม แต่ให้ระบุในเนื้อหาโดย ระบุชื่อสกุลของ*เจ้าของเอกสาร หรือ ผู้ถูกสัมภาษณ์* และวันที่ให้สัมภาษณ์ให้ถูกต้อง เช่น

เจษฎา มิ่งฉาย (สัมภาษณ์, 18 เมษายน 2563) ให้ความเห็นว่า.....

คาฟท์ (Karft, สัมภาษณ์, 28 กันยายน 2564) กล่าวว่า.....

6. การอ้างอิงบางส่วนของเอกสาร ให้ระบุชื่อผู้แต่ง ปี และข้อมูลเกี่ยวกับเอกสาร เช่น ย่อหน้า บท ตาราง ภาพ หมายเลขสไลด์ เช่น

(ภาสุดา ภาคาผล, 2556, ย่อหน้า 4)

(Delve & Mintz, 2019, Table 1)

(National Council for the Social Studies, 2000, Slide 8)

(Kauffman, 2000, paras. 2-3)

การอ้างอิงท้ายบทความ (Reference)

ข้อกำหนดในการเขียนเอกสารอ้างอิง

1. ชื่อผู้แต่ง

1.1 ผู้แต่งคนไทย ไม่ต้องระบุคำนำหน้านาม ตำแหน่งทางวิชาการ คำเรียกทางวิชาชีพ และตำแหน่งยศต่างๆ

ศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สินลารัตน์	ลงรายการเป็น	ไพฑูรย์ สินลารัตน์.
ร้อยตำรวจเอก วินัย ซื่อสัตย์	ลงรายการเป็น	วินัย ซื่อสัตย์.
แพทย์หญิงลดาพร บุญฤทธิ์	ลงรายการเป็น	ลดาพร บุญฤทธิ์.

1.2 ผู้แต่งชาวต่างประเทศ ให้ลงนามสกุลตามด้วยเครื่องจุลภาค และต่อด้วยอักษรย่อของ ชื่อต้น และชื่อรอง

A. W. Chickering	ลงรายการเป็น	Chickering, A. W.
Prairie Leigh Burgess	ลงรายการเป็น	Burgess, Prairie Leigh.
Cecilia I. Delve	ลงรายการเป็น	Delve, Cecilia I.

1.3 ผู้แต่งชาวไทยที่เขียนหนังสือเป็นภาษาอังกฤษ จะลงรายการผู้แต่งโดยใช้นามสกุล ขึ้นต้นเหมือนผู้แต่งชาวต่างประเทศ

Chanokphat Phadungath	ลงรายการเป็น	Phadungath, C.

1.4 ผู้แต่งมีฐานันดรศักดิ์และบรรดาศักดิ์ ให้กลับฐานันดรศักดิ์ หรือบรรดาศักดิ์ ไว้หลังชื่อโดยมี เครื่องหมายจุลภาคคั่น

กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาเจ้าฟ้ามหาจักรี สิรินธร	ลงรายการเป็น	เทพรัตนราชสุดาเจ้าฟ้ามหาจักรีสิรินธร, กรมสมเด็จพระ
หม่อมราชวงศ์เสนีย์ ปราโมช	ลงรายการเป็น	เสนีย์ ปราโมช, ม.ร.ว.
คุณหญิงพรทิพย์ โรจนสุนันท์	ลงรายการเป็น	พรทิพย์ โรจนสุนันท์, คุณหญิง

1.5 ผู้แต่งมีสมณศักดิ์ ให้ลงชื่อสมณศักดิ์ และถ้าทราบชื่อเดิมให้ใส่ไว้ในวงเล็บต่อจากชื่อสมณศักดิ์

พระธรรมวิสุทธิมงคล (หลวงตาพระมหาบัว ญาณสัมปันโน).
พระราชรัตนรังสี (วีรยุทธ์ วีรยุทโธ).

1.6 ผู้แต่งคนเดียวกัน แต่งหนังสือหลายชื่อเรื่องและพิมพ์ในปีเดียวกัน ถ้าเป็นภาษาไทย ให้ใส่ อักษร ก, ข, ค, ง ไว้ท้ายปีที่พิมพ์ตามลาดับส่วนภาษาอังกฤษ ให้ใส่อักษร a, b, c, d ไว้ท้ายปีที่พิมพ์

ทิศนา แขมมณี. (2557ก).
(Oxford University, 2019b)

1.7 จำนวน และประเภทผู้แต่ง

รูปแบบ	การอ้างอิงในเนื้อหา	การอ้างอิงท้ายบทความ
ผู้แต่ง 1 คน	(สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น.17)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *กรอบคุณวุฒิแห่งชาติฉบับปรับปรุง.* สำนักงานฯ.
	(Biech, 2015)	Biech, Elaine. (2015). *101 Ways to make learning active beyond the classroom.* John Wiley & Sons.
ผู้แต่ง 2 คน	(สมสิทธิ์ อัสดรนิธี และกาญจนา ภูครองนาค, 2555, น.22-23)	สมสิทธิ์ อัสดรนิธี และกาญจนา ภูครองนาค. (2555). *การศึกษาวิเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงตามแนวจิตตปัญญาศึกษาเพื่อการบ่มเพาะความซื่อตรง.* สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.
	(Chickering & Reisser, 1993) Chickering and Reisser (1993)	Chickering, A. W., & Reisser, L. (1993). *Educational and identity* (2nd ed.). Jossey-Bass.
ผู้แต่ง 1-20 คน ระบุชื่อทุกคน ***ใช้เครื่องหมายจุลภาคคั่น และคำว่า และ ก่อนคนสุดท้าย	(ภาสกร เนตรทิพย์วัลย์ และคนอื่นๆ, 2563)	ภาสกร เนตรทิพย์วัลย์, พรพรรณ ภูสาหัส, สมสุข ภาณุรัตน์, สุขฤดี ธัชศฤงคารสกุล, พัชรี กระจ่างโพธิ์, และวิถี ธุระธรรม. (2563). *การประเมินภาวะสุขภาพสำหรับพยาบาล: การตรวจร่างกาย*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). พิมพ์ดีการพิมพ์.
	Jacob et al. (2015) *หรือ* (Jacob et al., 2015)	Jacob, W. James, Sutin, Stewart E., Weidman, John C., & Yeager, John L. (2015). *Community engagement in higher education.* Sense.

ผู้แต่ง 21 คนขึ้นไป ระบุชื่อ 19 คนแรก และใช้ . . . ตามด้วยชื่อคนสุดท้าย โดยหน้าและหลังแต่ละจุดต้องเว้นวรรค 1 ระยะ	ขนิษฐา นันทบุตร และคนอื่นๆ (2563, น.25) *หรือ* (ขนิษฐา นันทบุตร และคนอื่นๆ ,2563, น.25)	ขนิษฐา นันทบุตร, พีรพงษ์ บุญสวัสดิ์กุลชัย, จงกลณี จันทรศิริ, นิลภา จิระรัตนวรรณะ, สุคนธ์ วรรธนะอมร, แสงเดือน แท่งทองคำ, กชพร สิงหะหล้า, กติกา นวพันธุ์, กนกพร จิรัฐติกาลวงศ์, กนกพร จิวประสาท, กนกพร แจ่มสมบูรณ์, กนกพร อัศวเมธิกาพงศ์, กมลวรรณ จุติวรกุล, กมลวรรณ ตังธนกานนท์, กรรณิกา ชำธรรม, กรรณิการ์ มุรทาธร, กรองทอง วงศ์ศรีตรัง, กรีวุธ อัศวคุปตานนท์, กฤติน กุลเพ็ง, . . . พัฒนา นาคทอง. (2563). *ชุดความรู้การพัฒนากลไกและการพัฒนาระบบ สุขภาพชุมชนโดยชุมชนเพื่อชุมชน*. ดีดี.
	(Miller, 2018, p. 10)	Miller, T. C., Brown, M. J., Wilson, G. L., Evans, B. B., Kelly, R. S., Turner, S. T., Lewis, F., Lee, L. H., Cox, G., Harris, H. L., Martin, P., Gonzalez, W. L., Hughes, W., Carter, D., Campbell, C., Baker, A. B., Flores, T., Gray, W. E., Green, G., . . . Nelson, T. P. (2018).
ผู้แต่งที่เป็นสถาบัน	สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (2562)	สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. (2562). *การรู้ดิจิทัล*. สำนักงานฯ.
ผู้รับผิดชอบเป็นบรรณาธิการ	(วิชัย วงษ์ใหญ่ (บ.ก.)., 2553)	วิชัย วงษ์ใหญ่ (บ.ก.). (2553). *กระบวนทัศน์ใหม่ในการพัฒนาหลักสูตร*. โอเดียนสโตร์.
	(McKinney et al. (Eds.), 2018)	McKinney, E. S., Nelson, K. A., & Ashwill, J. W. (Eds.). (2018). *Maternal-child nursing*. (5th ed.). Elsevier.

2. ปีพิมพ์

2.1 ระบุปีพิมพ์ในเครื่องหมายวงเล็บตามหลังชื่อผู้แต่ง และปิดด้วยด้วยเครื่องหมายมหัพภาค (.)

สุภาภรณ์ เกียรติสิน. (2562).
Sherman, Chad D. (2011).

2.2 หนังสือที่อยู่ในระหว่างการพิมพ์ ให้ลงคำว่า กำลังจัดพิมพ์ หรือ in press ในเครื่องหมายวงเล็บแทนปีพิมพ์

(กำลังจัดพิมพ์).
(in press).

2.3 หนังสือที่ไม่ปรากฏปีพิมพ์ ใส่อักษรย่อในเครื่องหมายวงเล็บแทนปีพิมพ์

(ม.ป.ป.).	แทนคำเต็มจาก	ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์
(n.d.).	แทนคำเต็มจาก	no date

3. ครั้งที่พิมพ์

3.1 หนังสือที่พิมพ์ครั้งที่ 1 หรือพิมพ์ครั้งแรก ไม่ต้องระบุในรายการอ้างอิง

3.2 หนังสือที่พิมพ์ครั้งที่ 2 เป็นต้นไปใส่ครั้งที่พิมพ์ต่อจากชื่อเรื่อง โดยระบุครั้งที่พิมพ์ในเครื่องหมายวงเล็บและตามด้วยเครื่องหมายมหัพภาค

(พิมพ์ครั้งที่ 2).
(2nd ed.).
(พิมพ์ครั้งที่ 4).
(4th ed.).

4. สำนักพิมพ์

4.1 ระบุชื่อสำนักพิมพ์ที่ปรากฏบนผลงาน พิจารณาให้สอดคล้องกับปีพิมพ์และครั้งที่พิมพ์ โดยไม่ใช้ชื่อย่อ ให้ตัดคำว่า สำนักพิมพ์ ห้างหุ้นส่วน จำกัด บริษัท หรือ คำว่า Publishers, Co., และ Inc. ซึ่งไม่จำเป็นต้องระบุ แต่ให้คงคำว่า Books คำว่า Press ในชื่อของสำนักพิมพ์ไว้

สำนักพิมพ์สารคดี	ลงรายการเป็น	สารคดี.
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ลงรายการเป็น	สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)	ลงรายการเป็น	ซีเอ็ดยูเคชั่น.
John Wiley & Sons., Inc.	ลงรายการเป็น	John Wiley & Sons.
Oxford University Press	ลงรายการเป็น	Oxford University Press.
SAGE Publishing	ลงรายการเป็น	SAGE.

4.2 กรณีไม่ปรากฏชื่อสำนักพิมพ์ ให้ใส่โรงพิมพ์แทนโดยให้คงคำว่าโรงพิมพ์ไว้

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
Cambridge University Press.

4.3 หากไม่ปรากฏทั้งชื่อสำนักพิมพ์ และโรงพิมพ์ ให้ใช้อักษรย่อดังนี้

ม.ป.พ.	แทนคำเต็มจาก	ไม่ปรากฏสำนักพิมพ์
n.p.	แทนคำเต็มจาก	no publisher

การอ้างอิงทรัพยากรสารสนเทศประเภทต่างๆ

1. หนังสือ

ผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). *ชื่อเรื่อง*. (ครั้งที่พิมพ์ พิมพ์ครั้งที่ 2 เป็นต้นไป). สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

ปริญญา เทวานฤมิตรกุล. (2559). *การศึกษาเพื่อสร้างพลเมือง = Civic education*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สถาบันสัญญา ธรรมศักดิ์เพื่อประชาธิปไตย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พระธรรมวิสุทธิมงคล (หลวงตาพระมหาบัว ญาณสัมปันโน). (2554). *นิพพานคือนิพพาน.* การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

วิมลทิพย์ มุสิกพันธ์ และศิวพร ปกป้อง. (2553). *ปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติและพฤติกรรมการกระทำความรุนแรงทั้งทางกายภาพและการข่มเหงรังแกผ่านโลกไซเบอร์ของเยาวชนไทย.* ปัญญาสมาพันธ์เพื่อการวิจัยความเห็นสาธารณะแห่งประเทศไทย.

สุภาภรณ์ เกียรติสิน. (2562). *การเข้าใจดิจิทัลกับพลเมืองไทย (Digital literacy in 21st).* สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล.

Douglass, Paul, & McMahon, Alice. (1960). *How to be an active citizen.* University of Florida Press.

Munck, Ronaldo, McIlrath, Lorraine, Hall, Budd, & Tandon, Rajesh (Eds). (2014). *Higher education and community-based research: Creating a global vision*. Palgrave Macmillan.

2. หนังสือแปล

ชื่อผู้แต่งต้นฉบับ. (ปีพิมพ์). *ชื่อเรื่องที่แปล* [ชื่อต้นฉบับ] (ชื่อผู้แปล, ผู้แปล). สำนักพิมพ์ (ต้นฉบับพิมพ์ ปี ค.ศ. หรือ พ.ศ.).

ตัวอย่าง

เกรย์, เจ. (2552). *ผู้ชายมาจากดาวอังคารผู้หญิงมาจากดาวศุกร์* [Men are from mars, women are from venus] (สงกรานต์ จิตสุทธิภากร, ผู้แปลและเรียบเรียง). (พิมพ์ครั้งที่ 26). ซีเอ็ดยูเคชั่น.

บริกแฮม, อี. เอฟ., และฮุสตัน, เจ. เอฟ. (2544). *การจัดการการเงิน* [Fundamentals of financial management] (เริงรัก จำปาเงิน, ผู้แปลและเรียบเรียง) (พิมพ์ครั้งที่ 2). บุ๊คเน็ท. (ต้นฉบับพิมพ์ ปี ค.ศ. 2001).

3.หนังสือที่ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ และสำนักพิมพ์

ผู้แต่ง. (ม.ป.ป. หรือ n.d.). *ชื่อเรื่อง*. (ครั้งที่พิมพ์ พิมพ์ครั้งที่ 2 เป็นต้นไป). ม.ป.พ. หรือ n.p.

ตัวอย่าง

วิจารณ์ พานิช. (2558). *การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง = Transformative learning.* ม.ป.พ.

วิจิตร ศรีสอ้าน. (ม.ป.ป.). *หลักการอุดมศึกษา.* วัฒนาพานิช.

Astin, Alexander W. (1993). *What matters in college.* n.p.

Kolb, D.A. (n.d.). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* SAGE.

4. รายงานการวิจัย

ผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). *ชื่อเรื่อง (รายงานการวิจัย)*. สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี. (2564). *การเรียนรู้ด้วยการรับใช้สังคม (Service learning) (รายงานการวิจัย).* สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

Hoechsmann, Michael, & Dewaard, Helen. (2015). *Mapping digital literacy policy and practice in the Canadian education (Research report).* University of Toronto Press.

5. บทความในหนังสือ

ชื่อผู้เขียนบทความ. (ปีพิมพ์). ชื่อบทความ. ในหรือ In ชื่อบรรณาธิการ (บ.ก. หรือ Ed. หรือ Eds.), ชื่อเรื่อง (น. หรือ p. หรือ pp. เลขหน้า). สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

ณัฐพล ปัญญโสภณ. (2554). มุมมองของนักศึกษานิเทศก์ศาสตร์ต่อกระบวนการผลิตละครเพื่อการสื่อสาร. ใน ชนัญชี ภังคานนท์ (บ.ก.), *กระบวนทัศน์มหาวิทยาลัยไทยบนความท้าทายของเอเชียแปซิฟิก* (น.23-24). มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

สุรพันธ์ สิทธิสุข. (2563). การสัมภาษณ์ประวัติ. ใน วิทยา ศรีดามา (บ.ก.), *การสัมภาษณ์ประวัติ และตรวจร่างกาย* (พิมพ์ครั้งที่ 12, น.1-7). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Gray, J. R. (2021). Discovering the world of nursing. In R. G. Jennifer, K. G. Susan (Eds.), *Burns & Grove's the practice of nursing research: Appraisal, synthesis, and generation of evidence* (9th ed., pp. 1-18). Elsevier.

Sinnaeve, G. (2010). Use of near infrared spectroscopy for the determination of internal quality of entire apples. In S. Saranwong, S. Kasemumran, W. Thanapase, & P. Williams (Eds.), *Near infrared spectroscopy: Proceedings of the 14th international conference* (pp. 255-259). IMP.

6. วารสาร

ชื่อผู้เขียนบทความ. (ปีพิมพ์). ชื่อบทความ. *ชื่อวารสาร*, เลขของปีที่(เลขของฉบับที่), เลขหน้า. DOI หรือ URL

ตัวอย่าง

ปิยะวิทย์ ทิพรส. (2553). การจัดการป้องกันและลดสารให้กลิ่นโคลน Geosmin ในผลิตภัณฑ์แปรรูปสัตว์น้ำ. *วารสารสุทธิปริทัศน์*, 24(72), 103-119.

Plows, J. F., Stanley, J. L., Baker, P. N., Reynolds, C. M., & Vickers, M. H. (2018). The pathophysiology of gestational diabetes mellitus. *International journal of molecular sciences*, 19(11), 3342. https://doi.org/10.3390/ijms19113342

Siriwongworawat, S. (2003). Use of ICT in Thai libraries: An overview. *Program: Electronic Library and Information Systems*, 37(1), 38-43.

Tandra, R., Sahai. A., & Veeralli, V. (2011). Unified space-time metrics to evaluate spectrum sensing. *IEEE Communication Magazine*, 49(3), 54-61. https://ieeexplore.ieee.org/document/5723800

7. หนังสือพิมพ์

ผู้แต่ง. (ปีพิมพ์, วันเดือน). ชื่อบทความ. *ชื่อหนังสือพิมพ์,* น. หรือ p. หรือ pp.เลขหน้า. หรือ URL

ตัวอย่าง

เฉลิมพล พลมุข. (2557, 20 ตุลาคม). จุดยืนของมหาวิทยาลัยราชภัฏ. *มติชน*, น.21.

ปรับยุทธศาสตร์ "ราชภัฏ" สู่การพัฒนาท้องถิ่น. (2560, 4 สิงหาคม). *กรุงเทพธุรกิจ,* น.15.

อว.ชู"วิศวกรสังคม"ทำงานในชุมชนได้ทุกมิติ. (2563, 20 กรกฎาคม). *เดลินิวส์.* https://www.dailynews.co.th/education/785949

Boonnoon, J. (2011, April 28). Manufacturers flood Thai market. *The Nation*, p. 11.

8. วิทยานิพนธ์และปริญญานิพนธ์

ผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). *ชื่อเรื่อง* [ระดับวิทยานิพนธ์, ชื่อสถาบัน]. ชื่อฐานข้อมูล หรือ URL

ตัวอย่าง

จอย ทองกล่อมสี. (2555). *การพัฒนาตัวบ่งชี้ความรับผิดชอบต่อสังคมของสถาบันอุดมศึกษาไทย ตามหลักธรรมาภิบาล* [วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/35693

เสาวนีย์ คงนิรันดร. (2559). *ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อภาระการดูแลของผู้ดูแลผู้ป่วยจิตเภท* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา]. ฐานข้อมูลงานวิจัย (ThaiLis).

Burgess, Prairie Leigh. (2011). *Understanding how institutional leadership affects civic engagement on university campuses* [Doctoral dissertation, University of Arkansas]. https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1079&context=etd&httpsredir=1&referer

Harris, L. (2014). *Instructional leadership perceptions and practices of elementary school leaders* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Virginia. ***กรณีวิทยานิพนธ์และปริญญานิพนธ์ไม่เผยแพร่หรือ Unpublished*

Worawalai. W. (2014). *α-Glucosidase inhibitors from N-substituted aminocyclitol derivatives and total synthesis of CJ-16,264* [Doctoral dissertation, Chulalongkorn University]. https://bit.ly/3sGuBFh

9. เอกสารการประชุมวิชาการ การนำเสนอบทความ การนำเสนอโปสเตอร์ ผลงานการประชุมสัมมนา (Conference Sessions and Presentation)

ผู้แต่ง.(ปี, เดือน วัน). *ชื่อผลงาน* [ประเภทผลงาน]. ชื่อการประชุม, เมือง, ประเทศ. URL

ตัวอย่าง

ทิศนา แขมมณี. (2557, 6-8 พฤษภาคม). *ปลุกโลกการสอนให้มีชีวิตสู่ห้องเรียนแห่งศตวรรษใหม่* [การนำเสนอบทความ]. การประชุมวิชาการอภิวัฒน์การเรียนรู้สู่จุดเปลี่ยนประเทศไทย, สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.).

พัชราภา ตันติชูเวช. (2566, 20 เมษายน). *การศึกษาทั่วไปกับคุณลักษณะบัณฑิตที่พึงประสงค์ในประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์ศึกษาโดยเปรียบเทียบกับประเทศไทย* [การนำเสนอบทความ]. **การประชุมวิชาการระดับชาติเนื่องในโอกาสก้าวสู่ปีที่ 23 สมศ. "2ทศวรรษแห่งการส่งเสริมและยกระดับคุณภาพการศึกษา"**, สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน).

De Boer, D., & Lafavor, T. (2018, April 26-29). The art and significance and successfully identifying resilient individuals: A person-focused approach. In A. M. Schmidt & A, Kryvanos (Chairs), *Perspectives on resilience: Conceptualization, measurement, and enhancement* [Symposium]. Western Psychological Association 98th Annual Convention, Portland, OR, United States.

Fistek, A., Jester, E., & Sonnenberg, K. (2017, March 30-April 2). Everybody's got a little music in them: Using music therapy to connect, engage, and motivate [Conference session]. Autism Society National Conference, Milwaukee, WI, United Sates. http://asa.confex.com/asa/2017/webprogramaschives/Session9517.html

Pearson, J. (2028, September 27-30). *Fat talk and its effects on state-based body image in woman* [Poster presentation]. Australian Psychological Society Congress, Sydney, NSW, Australia. http://bit.ly/2XGSThP

10. กรณีไม่ปรากฏชื่อผู้แต่งหรือผู้รับผิดชอบ

ให้นำชื่อบทความ หรือชื่อเรื่องแทนตำแหน่งของผู้แต่งหรือผู้รับผิดชอบ จากนั้นเรียงตามรูปแบบของเอกสารที่อ้างอิง

ตัวอย่าง

ICDL ยกระดับไอทีไทย สู่มาตรฐานสากล. (2559). *นิตยสารดิจิทัล เอจ.* 207, 38-40.

ย้อนคดีเชอรี่แอน “แพะในตำนาน” 17 ปี คดีประวัติศาสตร์ จ่าย 26 ล้านไถ่บาป “ตำรวจ”ยื้อจนสุดทาง. (2560, มกราคม 12). *มติชนสุดสัปดาห์ออนไลน์.* https://www.matichonweekly.com/scoop/article_20990.

The bluebook: A uniform system of citation (20th ed.). (2015). Harvard Law Review Association.

Researchers replicate famous marshmallow test, make new observations. (2018, May 25). Medical Xpress. https://medicalxpress.com/news/2018-05-replicate-famous-marshmallow.html?utm_source=tabs&utm_medium=link&utm _campaign=story-tabs

11. เว็บไซต์

ผู้แต่ง. (ปี, วัน เดือนที่เผยแพร่). *ชื่อเรื่อง*. ชื่อเว็บไซต์. URL

ตัวอย่าง

ชัชวาล วงค์สารี. (2566, 2 เมษายน). *มโนทัศน์เกี่ยวกับผู้สูงอายุและหลักการพยาบาลผู้สูงอายุ* [PowerPoint slides]. SlideShare. https://bit.ly/3ok6Voz

สมหมาย ปาริจฉัตต์. (2567, 28 มนาคม). *หลักสูตรการศึกษาถูกล็อค.* มติชนออนไลน์. https://www.matichon.co.th/article/news_4493411

เอมอัชฌา วัฒนบุรานนท์. (2554, 27 เมษายน). *การจัดการเรียนรู้สุขศึกษา*. จุฬาวิทยานุกรม (Chulapedia). http://www.chulapedia.chula.ac.th=การจัดการเรียนรู้สุขศึกษา

American Psychological Association. (n.d.). *APA style: Learning APA style*. https://apastyle.apa.org/learn/index?tab=2

Forbes, Scott H. (n.d.). *Socially responsible education.* http://holistic-education.net/articles/soc-resp.pdf

Hoechsmann, Michael, & Dewaard, Helen. (2015). *Mapping digital literacy policy and practice in the Canadian education.* Retrieved November 10, 2019, from https://mediasmarts.ca/sites/mediasmarts/files/publication-report/full/mapping-digital-literacy.pdf.

Science. (2018, December 31). *First footage of deep-sea anglerfish pair* [Video]. Facebook. https://bit.ly/3uOGOZl

Stafford, T. (2018, January 3). The backfire effect is elusive. *Mind Hacks*. https://mindhacks.com/2018/01/03/the-backfire-effect-is-elusive/

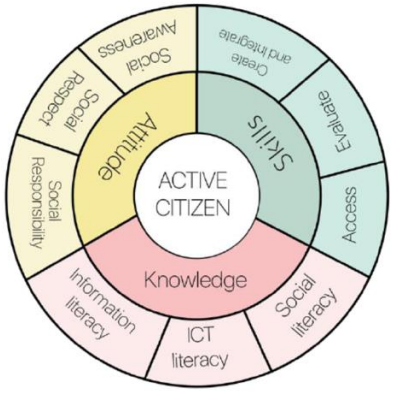
การนำเสนอภาพและตาราง

การนำเสนอภาพและตารางประกอบเนื้อหาในบทความ ผู้นิพนธ์ต้องพิจารณาแล้วเห็นว่าภาพและตารางนั้นสัมพันธ์กับเนื้อหา โดยการแทรกภาพและตารางต้องมีการเกริ่นเพื่อนำไปสู่ภาพ และตารางเสมอ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ภาพ

ผู้เขียนบทความสามารถนำเสนอภาพที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทความ โดยภาพต้องมีความคมชัด สื่อความหมาย ความละเอียดขั้นต่ำ 600 dpi ควรเป็นภาพที่มีนามสกุล ไฟล์ .jpg หรือ .png พร้อมระบุหมายเลขกำกับรูปภาพ ชื่อภาพ และอ้างอิงภาพโดยไม่เป็นการละเมิดลิขสิทธิ์เจ้าของผลงาน ซึ่งผู้เขียนต้องตรวจสอบสิทธิ์ของภาพก่อนระบุในบทความให้เรียบร้อย

ตัวอย่าง



ภาพ 1 คุณลักษณะของพลเมืองวิวัฒน์

ที่มา: (Rangsisuttaporn et al., 2020, p. 2552)

ตาราง

หัวข้อตารางให้เริ่มที่มุมซ้ายด้านบนของเส้นตาราง ตามลำดับเลขที่ปรากฏในต้นฉบับ พร้อมชื่อของตาราง ข้อมูลที่นำเสนอในตารางควรมีความสอดคล้องกับข้อมูลในส่วนของเนื้อความ และเมื่อแทรกตารางแล้วต้องมีการแสดงรายละเอียดเนื้อหาของตารางเสมอ สามารถใช้คำย่อในตารางได้ แต่ควรอธิบายคำย่อที่ไม่ใช่คำมาตรฐานใน เชิงอรรถ ตารางที่สร้างขึ้นมาไม่ต้องมีเส้นสดมภ์ มีแต่เส้นแนวนอน และตารางที่นำเสนอจะต้องเป็นตารางที่มีสัดส่วนพอเหมาะกับบทความ

ตัวอย่าง

ตาราง 1 เปรียบเทียบคุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ ก่อนทดลองและหลังทดลอง

คุณลักษณะความเป็นพลเมืองวิวัฒน์	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
มิติความรู้	4.23	0.57	มาก	4.63	0.30	มากที่สุด
มิติทักษะ	4.14	0.57	มาก	4.68	0.33	มากที่สุด
มิติทัศนคติ	4.26	0.58	มาก	4.67	0.33	มากที่สุด

คำชี้แจงสิทธิ์ส่วนบุคคล

ชื่อและที่อยู่อีเมลที่ปรากฏในเว็บไซต์ หรือวารสารนี้จะถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ของวารสารนี้โดยเฉพาะ และจะไม่ถูกนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดหรือให้กับบุคคลอื่นใด

ความรับผิดชอบในเนื้อหา

ผลการวิจัยและข้อคิดเห็นใดๆ ที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน กองบรรณาธิการวารสารและมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ไม่จำเป็นต้องรับผิดชอบหรือเห็นด้วย

สถาบันวิจัยและพัฒนา
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

27 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000
โทรศัพท์ 061-2692552
E-mail: journal@uru.ac.th
http://www.tci-thaijo.org/indexphp/uruj/index