



SCIENCE & TECHNOLOGY TO COMMUNITY

Vol 4 No 4

ISSN 2882-1338 (Online) ISSN 2822-132X (Print)

July - August 2026

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน
ปีที่ 4 ฉบับ 4 กรกฎาคม - สิงหาคม 2569

1	สภาวะที่เหมาะสมในการเจริญของเส้นใยเห็ดหูหนู <i>Auricularia cornea</i> สายพันธุ์ที่แยกได้จากสวนยางพารา เสาวภา สุรวุธ, ชุตานา คณสุข และ ฌมนรัก คำฉัตร	1
2	การใช้ระบบระบายอากาศแบบ HVLS พลังงานต่ำร่วมกับพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด เพื่อลดความเครียดจากความร้อนและยกระดับสวัสดิภาพโคนมในโรงเรือนระบบเปิด วรรณะ พงษ์เสนา และ ประกายดอย ดิษยบุตร	13
3	การพัฒนาแบบจำลองคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล เพื่อสนับสนุนการเฝ้าระวังสุขภาพระดับชุมชน อนุชา เรืองศิริวัฒนกุล, ธิติพร เทียรณนิธิกุล, ธนากร ธนวัฒน์ และ ชนิตา เรืองศิริวัฒนกุล	32
4	โปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ สุชาญวัชร สมสอน	47
5	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากกึ่งจอมสูตรลดเกลือโซเดียม ปิยสุดา เทพนอก และ ประภาวิษฐ์ พิกุลนอก	62
6	ผลการเสริมแทนแต่งในอาหารไก่ประะยะปลดระวางต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และต้นทุนการผลิต สำรวย มะลิกอด และ มนัญญา ปรียวิญญูภักดี	80
7	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอของกลุ่มชาติพันธุ์ด้วยนวัตกรรมการออกแบบเชิงสร้างสรรค์: กรณีศึกษาชุมชนม้งตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ ศิริจันทร์ อุปละ	92
8	การพัฒนาและการประเมินคุณภาพระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ วินัย กันขัติ และ ศิริกรณ์ กันขัติ	109

Table of contents

1	Optimal Growth Conditions of <i>Auricularia Cornea</i> Mycelium Isolated from Para Rubber Plantation <i>Saowapha Surawut, Chutapa Kunsook and Na-monrug Khamchatra</i>	1
2	Low-Power HVLS Ventilation Integrated with Hybrid Solar Energy for Heat Stress Mitigation and Dairy Cow Welfare Improvement in Open-Housing Barns <i>Watthana Pongsena and Prakaidoy Ditsayabut</i>	13
3	Development of a Data Mining-Based Risk Screening Model for Non-Communicable Diseases among Older Adults to Support Community Health Surveillance <i>Anucha Ruangsiriwattanakul, Thitiporn Tienkanitikul, Tanakorn Tanawat and Chanida Ruangsiriwattanakul</i>	32
4	Interventions for Promoting Medication Adherence among Tuberculosis Patients in Community: A Systematic Review <i>Suchanwat Somsorn</i>	47
5	Development of Rice Seasoning (Furikake) from Reduced-Sodium Kung-Jom <i>Piyasuda Thepnok and Praphawit Phikunnok</i>	62
6	Effect of Azolla Supplement in Older Layer Hens Diets on Egg Performance and Production Cost <i>Samruay Malithod and Mananya Prariyavichiyapukdee</i>	80
7	Development of Ethnic textile products through Creative Design Innovation: A Case Study of the Hmong Community, Pong Yaeng Sub-district, Mae Rim District, Chiang Mai Province <i>Sirichan Upala</i>	92
8	Development and Evaluation of an Online Educational Document Request System for Chiang Mai Rajabhat University <i>Winai Kankhat and Sirikorn Kankhat</i>	109

Optimal Growth Conditions of *Auricularia cornea* Mycelium Isolated from Para Rubber Plantation

Saowapha Surawut*, Chutapa Kunsook and Na-monrug Khamchatra

Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi, Thailand

E-mail: saowapha.s@rbru.ac.th*, chutapa.k@rbru.ac.th and namonrug.k@rbru.ac.th

*Corresponding author

(Received: 28 January 2026, Revised: 5 June 2026, Accepted: 9 June 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1465>

Abstract

A survey of para rubber plantations belonging to farmers in Wang Takien Subdistrict, Khao Saming District, Trat Province, Thailand, revealed the presence of edible wood ear mushrooms (*Auricularia cornea*). Pure cultures were subsequently isolated from the mycelium of this mushroom and identified using molecular identification. The strains were then preserved in the laboratory for further research. The objective of this research was to determine the factors affecting the growth of the mycelium of *A. cornea* isolated from para rubber plantation. The factors, glucose concentration (2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, and 5%), pH (4, 5, 6, 7, 8, and 9), and temperature (25, 30, 35, and 40°C) had been investigated on mycelium growth. The factorial completely randomized design (Factorial CRD) was used to design all the experiments. It was found that this strain grew the greatest on Potato Dextrose Agar (PDA) containing 2% glucose, which had the significantly highest colony diameter (7.51 ± 0.21 cm at 8 days, p -value < 0.05). At pH 6 and 7, the mycelium grew similarly well and condensed mycelium that revealed colonies diameter of 7.55 ± 0.57 and 7.79 ± 0.47 cm at 10 days, respectively (not significantly different). Finally, the mycelium was able to grow the best at 30°C with the significantly highest colony diameter (8.03 ± 0.89 cm at 6 days, p -value < 0.05). The findings of this study revealed that the optimal conditions for *A. cornea* mycelium cultivation are growth on PDA containing 2% glucose, at pH 6 or 7, and incubation at 30°C. Under these optimal conditions, the mycelium of this strain grew rapidly and exhibited dense growth. Therefore, it is suitable for application in cultivating high-quality mycelium before fruiting body cultivation.

Keywords: Optimal conditions, Growth factor, Para rubber plantation, *Auricularia cornea*

Introduction

The para rubber (*Hevea brasiliensis*) plantation is a worldwide agricultural activity, including Thailand. Due to it being a monoculture crop, the farm process and human activity resulted in changes to the biodiversity and function of organisms in this area, including macrofungi diversity (Lan et al., 2020; Li et al., 2018; Monkai et al., 2017). These led the researcher to explore the macrofungi (Mushroom) diversity in the para rubber plantation. Several studies of macrofungi diversity in para rubber plantations have previously been reported (Osemwegie & Okhuoya, 2011; Osemwegie et al., 2010). Some edible macrofungi have been discovered in this area, such as *Ganoderma lucidum*, *Schizophyllum commune*, *Tremella fuciformis*, and *Auricularia auricula* (Osemwegie & Okhuoya, 2011; Osemwegie et al., 2010).

Auricularia is a genus of jelly fungi, wood ear, or Jew's ear mushroom that is classified in the family Auriculariaceae of the Fungi Kingdom, with its edible and medicinal properties such as anti-cancer, anti-microbial, anti-oxidant, anti-diabetic, anti-hypercholesterolemic, and immuno-modulatory (Bandara et al., 2019). The market demand for this macrofungus led to the study of bag cultivation as a commercial cultivation. *Auricularia cornea* was reported in several countries, including Thailand (Bandara et al., 2017; Drewinski et al., 2024; Regis et al., 2024; Surawut et al., 2023), and the high nutritional value of *A. cornea* have been reported. However, the nutritional value widely varies depending on its strain (Walker et al., 2023; Wanich et al., 2024). Therefore, the stain from para rubber plantation of *A. cornea* may offer different nutritional value than previously reported and naturally occurring strains may have local adaptation and potential value for cultivation. The principle of mushroom bag cultivation consists of (i) mycelium isolation, (ii) mycelium spawning, (iii) substrate preparation, and (iv) cultivation to produce mature fruiting bodies (Drewinski et al., 2024; Regis et al., 2024; Thongklang et al., 2020; Wanich et al., 2024). However, the growth of fungal mycelium in optimal conditions results in the effective yield of the fruiting body production. At the step of mycelium isolation, the mushroom cultivator usually uses potato dextrose agar (PDA) for mycelia cultivation because this medium is easy to prepare. It is easily available with cheap ingredients.

The factors that affect the mycelium growth of *Auricularia* spp. (Bandara et al., 2019; Regis et al., 2024) including *A. cornea* (Walker et al., 2023; Zhang Bo et al., 2017; Zhang et al.,

2018) have been reported. The optimal temperature of *A. cornea* mycelia was 25°C in Thailand (Walker et al., 2023) and 30°C in Brazil (Drewinski et al., 2024), while optimal pH has been reported at 5-7 (Walker et al., 2023). However, different strains of *A. cornea* resulted in different growth performance.

Therefore, the objective of this study was to determine the factors affecting the growth of *A. cornea* mycelium strain from the para rubber plantation. The results of this study could be used to cultivate the mycelium in optimal conditions to obtain effective mycelium before using it to produce fruiting bodies by bag cultivation.

Methodology

Fruiting body samples

Fruiting body of *A. cornea* (collection number WK19) were collected from para rubber plantation located in Wang Takien subdistrict, Khao Saming district, Trat province, eastern Thailand (Latitude 12°24'17" N to 12°30'57" N and longitude 102°25'58" E to 102°33'45" E). The species identification was performed by morphological study and sequence analysis of Internal Transcribed Spacer (ITS) region as previously described (Wanich et al., 2024).

Mycelium preparation

The pure culture of *A. cornea* mycelium was isolated as previously described (Drewinski et al., 2024; Wanich et al., 2024). Briefly, a piece of mycelium was removed from the inside of the fresh fruiting body and transferred to potato dextrose agar (PDA) (Himedia, India). The pure culture mycelium was prepared for the experiment by growing on PDA (containing 2% glucose at pH 5) and incubated at 25°C for 5 days. The factorial completely randomized design (Factorial CRD) was used to design all the experiments.

Effect of glucose on mycelium growth

A 1.0 cm diameter of the cork borer was used to puncture the agar at the edge of the *A. cornea* colony on PDA plate. Then, transfer the agar piece to the center of PDA plate containing glucose concentrations of 2% (normal formula), 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, and 5% (w/v) at pH 5.0 (5 replications for each glucose condition). Subsequently, all plates were incubated at 25°C. The colony diameter was measured every day until full colonization under any conditions (Hoa & Wang, 2015).

Effect of pH on mycelium growth

A 1.0 cm diameter of the cork borer was used to puncture the agar at the edge of the *A. cornea* colony on PDA plate. Then, transfer the agar piece to the center of PDA plate containing optimal glucose concentrations with pH adjusted to 4, 5, 6, 7, 8 and 9 (5 replications for each pH condition). Subsequently, all plates were incubated at 25°C. The colony diameter was measured every day until full colonization under any conditions (Hoa & Wang, 2015).

Effect of temperature on mycelium growth

A 1.0 cm diameter of the cork borer was used to puncture the agar at the edge of the *A. cornea* colony on PDA plate. Then, transfer the agar piece to the center of PDA plate containing optimal glucose concentration and pH value. Subsequently, plates were incubated at 25, 30, 35, and 40 °C (5 replications for each temperature condition). The colony diameter was measured every day until full colonization under any conditions (Hoa & Wang, 2015).

Statistical analysis

The values obtained from the experimental results were analyzed statistically by mean and standard deviation. Comparing the mean by one way-ANOVA with LSD for multiple comparisons. SPSS version 25.0 was used for analysis, and the p -value<0.05 was considered a statistically significant difference.

Results

Effect of glucose on mycelium growth

According to the mushroom cultivator usually used PDA for mycelia cultivation. The addition of glucose, serving as the primary carbon source, may stimulate fungal growth. To determine the effect of glucose on mycelium growth. The mycelium of *A. cornea* was grown on PDA containing 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, and 5% glucose (w/v). The result revealed that *A. cornea* mycelium could grow at glucose concentrations of 2-5% in PDA but showed the best growth at 2% glucose in PDA (Figure 1 and Figure 2), with 7.51 ± 0.21 cm of the colony diameter at 8 days of incubation, which was significantly larger than the other concentrations (p -value<0.05). The incubation period until the mycelia of *A. cornea* grew fully on the culture plate was found in 2% glucose condition at 8 days (Figure 2) followed by the glucose concentration at 2.5, 3, 3.5, 5 and 4.5% with the colony diameter on 8 days was 6.84 ± 0.44 , 6.07 ± 0.21 , 5.55 ± 0.27 , 4.48 ± 0.10 , and 4.47 ± 0.22 cm, respectively.

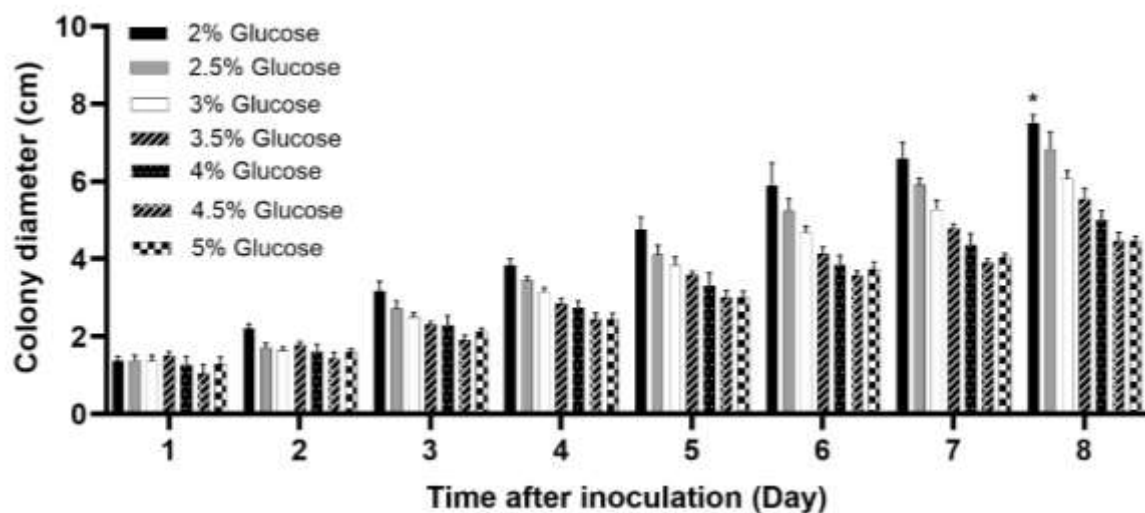


Figure 1 Colony diameter of *A. cornea* on PDA with glucose concentrations of 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, and 5% (w/v) after incubation for 8 days. * Represents a significant difference when compared to other glucose concentrations at 8 days after incubation.

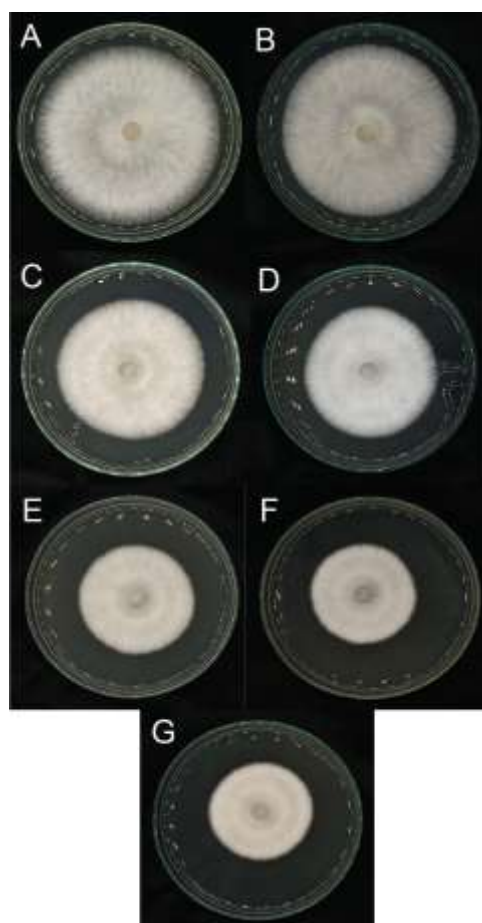


Figure 2 Colony characteristics of *A. cornea* on PDA with glucose concentrations of 2 (A), 2.5 (B), 3 (C), 3.5 (D), 4 (E), 4.5 (F) and 5% (G) (w/v) after 8 days of incubation.

Effect of pH on mycelium growth

To determine the effect of pH on mycelium growth. The mycelium of *A. cornea* was grown on PDA with pH of 4, 5, 6, 7, 8, and 9. The results showed colony diameter of *A. cornea* mycelium was quite similar at pH of 4, 5, 6, 7, 8, and 9 (Figure 3 and Figure 4), with colony diameters of 8.03 ± 0.18 , 7.73 ± 0.48 , 7.55 ± 0.57 , 7.79 ± 0.47 , 6.88 ± 0.34 , and 7.36 ± 0.10 cm, respectively, after incubation for 10 days. At pH 6 and 7, the mycelium grew well and seemed to have high mycelium density when compared to the growth at other pH levels, as shown in Figure 4. However, the colony diameters of mycelium when grown at pH 6 and 7 revealed no significant difference ($p\text{-value} > 0.05$).

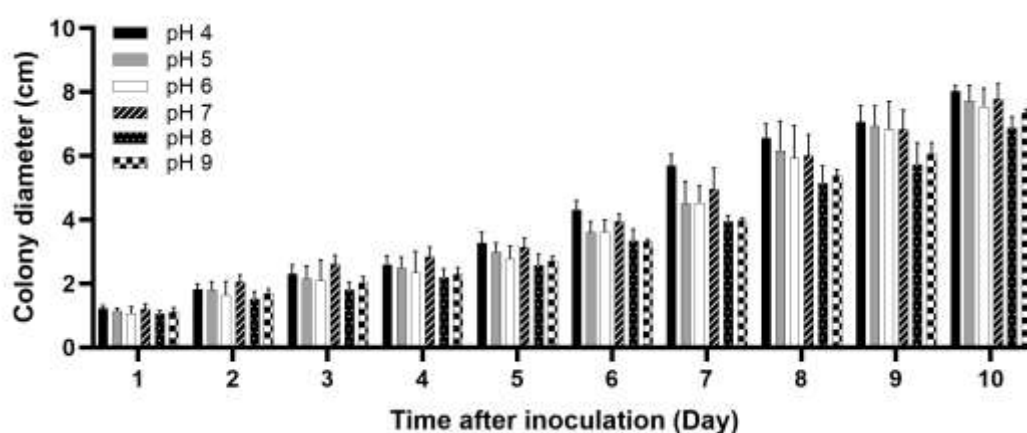


Figure 3 Colony diameter of *A. cornea* on PDA with pH of 4, 5, 6, 7, 8, and 9 after incubation for 10 days.

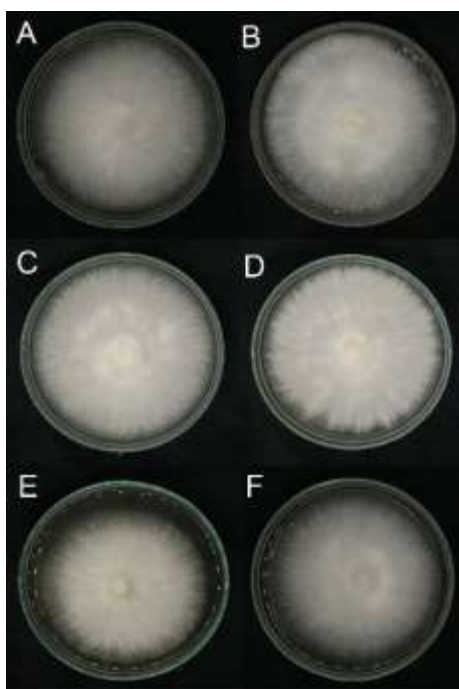


Figure 4 Colony characteristics of *A. cornea* on PDA with pH of 4 (A), 5 (B), 6 (C), 7 (D), 8 (E) and 9 (F) after incubation for 10 days.

Effect of temperature on mycelium growth

To determine the effect of temperature on mycelium growth. The mycelium of *A. cornea* was grown on PDA at 25, 30, 35, and 40°C. The results revealed that it could grow best at 30°C (Figure 5 and Figure 6), with a colony diameter was 8.03 ± 0.89 cm after incubation for 6 days, which was significantly larger than the other temperatures (p -value <0.05). The incubation period until the mycelia of *A. cornea* grew fully on the culture plate was found in 30°C condition at 6 days (Figure 6), followed by the temperature of 35, 25, and 40°C with the colony diameter of 7.18 ± 0.35 , 3.49 ± 0.09 , and 1.00 ± 0.00 cm, respectively. However, even though the temperature of 35°C had a significantly smaller colony diameter than that of 30°C, it was found that the colony characteristics of *A. cornea* mycelium when incubated at 35°C seem to be higher mycelium density, as shown in Figure 6C. It was also found that at 40°C could not cultivate *A. cornea* mycelium at all (the colony diameter was measured as 1 cm, which was the size of the mycelial agar piece placed on the culture plate).

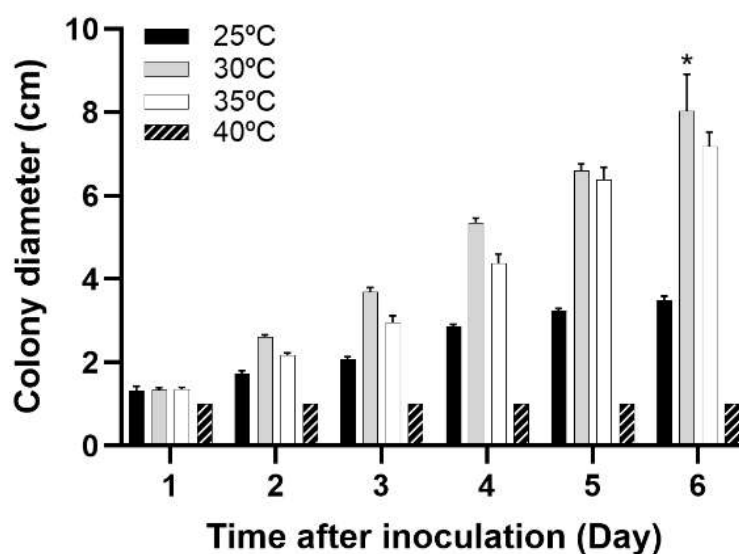


Figure 5 Colony diameter of *A. cornea* on PDA with 2% glucose, pH 6.0, and incubated at 25, 30, 35, and 40°C for 6 days. * Represents a significant difference when compared to other temperatures at 6 days after incubation.

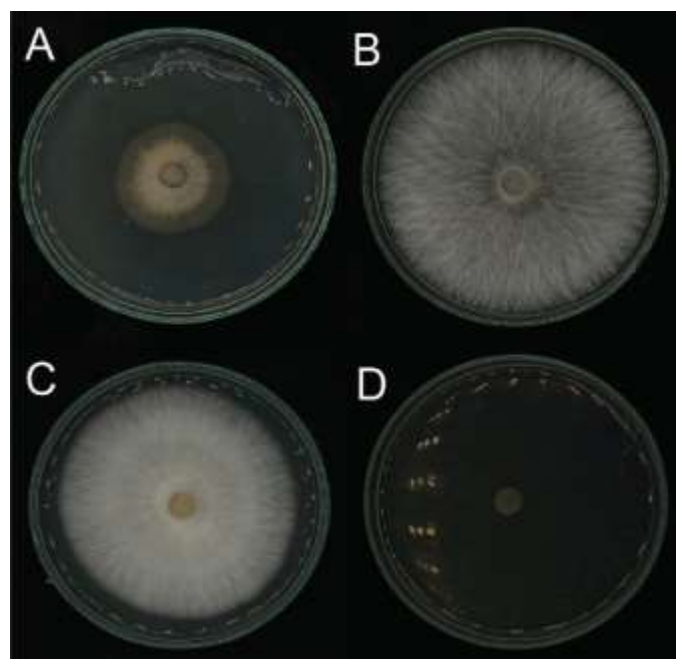


Figure 6 Colony characteristics of *A. cornea* on PDA with 2% glucose concentration, pH 6.0, and incubated at 25°C (A), 30°C (B), 35°C (C), and 40°C (D) for 6 days.

Discussion

To determine the factors affecting the growth of *A. cornea* mycelium strain from the para rubber plantation. The result revealed that *A. cornea* mycelium could grow at glucose concentrations of 2-5% in PDA but showed the best growth at 2% glucose in PDA. The results of this study are consistent with the research of Hoa and Wang (2015) who reported that sugar concentrations of 1-3% (w/v) will cause the fungal hyphae to have the highest colony diameter. However, if the sugar concentration is higher than 3% (w/v), it will affect the change of osmotic pressure within the fungal cells, causing the fungi to be unable to control the balance of substance entry or exit, and the function of the metabolic synthesis process (Hoa & Wang, 2015). The optimal pH for *A. cornea* has previously been described in three different *A. cornea* isolates collected from Chiang Rai province, Thailand (Walker et al., 2023). They found that pH 5-7 was optimal for the growth of *A. cornea* mycelia, which correlated with the result of this study (pH 6-7). In general, fungal hyphae growth is best in acidic to neutral conditions, which is consistent with these studies. In previous studies, *A. cornea* isolates from Chiang Rai province, Thailand were investigated for optimal conditions, not only the optimal pH but also optimal temperature. At 25°C was revealed as the optimal temperature for *A. cornea* mycelia growth (Walker et al., 2023). However, the study of *A. cornea* isolates from Brazil showed optimal temperature at 30°C (Drewinski et al., 2024), which is consistent with

the result of this study (30°C). These studies suggested that different strains of *A. cornea* resulted in different growth performance. The results of this study could be used to cultivate the mycelium in optimal conditions to obtain effective mycelium before using it to produce fruiting bodies by bag cultivation.

Additionally, *Auricularia* spp. or wood ear mushrooms are multipurpose in cooking and offer beneficial nutrients. Their nutritional value varies depending on the species, but they generally consist of 79.9–93.2% carbohydrates, 6.5–13% crude protein, 3.5–12.5% crude fiber, and 0.48–4.5% fat (% dry weight). The main components are polysaccharides, which make up as much as 66.1% of the total composition, including mannan, glucan, pectin, chitin, and cellulose. Furthermore, some species of wood ear mushrooms contain 18 different amino acids, covering all the essential amino acids necessary for the body. Glutamic acid is the most abundant of these. In addition, wood ear mushrooms also contain important minerals. This includes essential elements such as calcium (Ca), potassium (K), magnesium (Mg), sodium (Na), phosphorus (P), and iron (Fe). Wood ear mushrooms have also been found to contain vitamins A, D, and K. Furthermore, wood ear mushrooms have been reported to contain bioactive compounds such as polysaccharides and melanin, which have antioxidant, anti-tumor, and metabolic regulation properties (Liu et al., 2025). Therefore, the fruiting body of *A. cornea* isolated from para rubber plantation strain may produce different nutritional content and bioactive compounds that may be used as high nutritional food and for medicinal use.

Conclusion and Suggestions

This research studied the factors affecting the growth of mycelium of *Auricularia cornea* strains isolated from para rubber plantation, where located in Wang Takien subdistrict, Khao Saming district, Trat province, Thailand. The results found that the optimal conditions for *A. cornea* mycelium cultivation are growth on PDA containing 2% glucose, at pH 6 and 7, and incubation at 30°C. It was found that *A. cornea* mycelium under the appropriate cultivation conditions grew rapidly and seemed to be dense mycelium. These results could be used to cultivate the mycelium of *A. cornea* strain from the para rubber plantation in the laboratory to obtain the effective mycelium before performing the spawning culture of this fungus and then growing it to produce its fruiting body. Additionally, further study should also examine the nutritional value and bioactive properties of fruiting bodies produced from this locally adapted strain in order to support their use as both edible and medicinal mushrooms.

Acknowledgement

This study was supported by the Rambhai Barni Rajabhat University Research Fund (Grant number 2216/2567) and Plant Genetic Conservation Project under the Royal initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn, Rambhai Barni Rajabhat University in the fiscal year 2024/2025. The authors would like to thank Trat Rubber Co-operative Limited for coordinating with para rubber farmers or land owners to permit to enter the area.

References

- Bandara, A., Rapior, S., Mortimer, P., Kakumyan, P., Kd, H., & Xu, J. (2019). A review of the polysaccharide, protein and selected nutrient content of *Auricularia*, and their potential pharmacological value. *Mycosphere*, 10(1), 579–607.
<https://doi.org/10.5943/mycosphere/10/1/10>
- Bandara, A. R., Karunarathna, S. C., Phillips, A. J. L., Mortimer, P. E., Xu, J. C., Kakumyan, P., & Hyde, K. D. (2017). Diversity of *Auricularia* (Auriculariaceae, Auriculariales) in Thailand. *Phytotaxa*, 292(1), 19-34. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.292.1.2>
- Drewinski, M. P., Zied, D. C., Gomes, E. P. C., & Menolli, N., Jr. (2024). Cultivation of a wild strain of wood ear *Auricularia comea* from Brazil. *Current Microbiology*, 81, 390.
<https://doi.org/10.1007/s00284-024-03920-5>
- Hoa, H. T., & Wang, C. L. (2015). The effects of temperature and nutritional conditions on mycelium growth of two oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus cystidiosus*). *Mycobiology*, 43(1), 14-23. <https://doi.org/10.5941/myco.2015.43.1.14>
- Lan, G., Wu, Z., Yang, C., Sun, R., Chen, B., & Zhang, X. (2020). Tropical rainforest conversion into rubber plantations results in changes in soil fungal composition, but underling mechanisms of community assembly remain unchanged. *Geoderma*, 375, 114505. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114505>
- Li, H., Guo, J., Karunarathna, S. C., Ye, L., Xu, J., Hyde, K. D., & Mortimer, P. E. (2018). Native forests have a higher diversity of macrofungi than comparable plantation forests in the Greater Mekong Subregion. *Forests*, 9(7), 1-14. <https://doi.org/10.3390/f9070402>
- Liu, M., Jiang, W., Huang, K., Li, L., Meng, Q., You, X., Pu, K., Cheng, M., Gao, Z., Qi, J., & Li, M. (2025). Sustainable cultivation and functional bioactive compounds of *Auricularia* Mushrooms: Advances, challenges, and future prospects. *Biology*, 14(11), 1555.
<https://www.mdpi.com/2079-7737/14/11/1555>

- Monkai, J., Hyde, K. D., Xu, J., & Mortimer, P. E. (2017). Diversity and ecology of soil fungal communities in rubber plantations. *Fungal biology reviews*, 31(1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2016.08.003>
- Osemwegie, O., & Okhuoya, J. (2011). Diversity and abundance of macrofungi in rubber agroforests in southwestern Nigeria. *Nordic Journal of Botany*, 29(1), 119-128. <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.2010.00717.x>
- Osemwegie, O., Okhuoya, J., Oghenekaro, A., & Evueh, G. (2010). Macrofungi community in rubber plantations and a forest of Edo State, Nigeria. *Journal of Applied Sciences*, 10(5), 391-398. <https://doi.org/10.3923/jas.2010.391.398>
- Regis, J., Geösel, A., & Geösel, R. M. (2024). Cultivation of *Auricularia* species: a review of the history, health benefits, principles, practices, environmental conditions, research methods, and recent trends. *Sydowia*, 76, 21-33. <https://doi.org/10.12905/0380.sydowia76-2024-0021>
- Surawut, S., Kunsook, C., Nak-eiam, S., Khamchatra, N.-m., Bhudharak, S., Phontharod, W., Boonmee, O., Yasawong, M., & Kanjanavas, P. (2023). Biodiversity and functional distribution of macrofungi from Plant Genetic Conservation Area, Chanthaburi province, Thailand. *Current Applied Science and Technology*, 23(5), 1-19. <https://doi.org/10.55003/cast.2023.05.23.003>
- Thongklang, N., Keokanngeun, L., Taliam, W., Hyde, K.D. (2020). Cultivation of a wild strain of *Auricularia cornea* from Thailand. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 10(1), 120-130. <https://doi.org/10.5943/cream/10/1/13>
- Walker, A., Wannasawang, N., Taliam, W., Keokanngeun, L., Luangharn, T., & Thongklang, N. (2023). Optimal conditions for mycelial growth and nutritional values of the *Auricularia cornea*. *Studies in Fungi*, 8(19), 1-10. <https://www.maxapress.com/article/doi/10.48130/SIF-2023-0019>
- Wanich, U., Kunsook, C., Kanjanavas, P., Thanyaponl, P., Boonmee, O., Apinansawat, N., Panisan, T., & Surawut, S. (2024). Edible macrofungi in Plant Genetic Conservation Area, Chanthaburi province: *Auricularia cornea* strain RSPG5 fruiting body formation and nutritional value. *Science & Technology Asia*, 29(4), 247-256. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/SciTechAsia/article/view/252797>

- Zhang Bo, Z. B., Miao RenYun, M. R., Zhou Jie, Z. J., Huang ZhongQian, H. Z., Li XiaoLin, L. X., & Tan Wei, T. W. (2017). Effects of cultivating substrates with different nitrogen sources on agronomic traits, quality and production efficiency of *Auricularia cornea*. *Journal of Southern Agriculture*, 48(12), 2210-2217. <http://nfnyxb.xml-journal.net/en/article/doi/10.3969/j.issn.2095-1191.2017.12.15>
- Zhang, J., Li, X., & Yin, Y. (2018). A method for measuring the degree of fermentation of the edible mushroom cultivation substrate. *Natural Resources*, 9(11), 355-360. <https://doi.org/10.4236/nr.2018.911022>

Low-Power Hvls Ventilation Integrated with Hybrid Solar Energy for Heat Stress Mitigation and Dairy Cow Welfare Improvement in Open-Housing Barns

Watthana Pongsena*

Faculty of Liberal Arts and Science, Sisaket Rajabhat University, Sisaket, Thailand

Prakaidoy Ditsayabut

Department of Product Research and Development, Hyperm Corporation, Co., Ltd.,
Bangkok, Thailand

E-mail: w.pongsena@sskru.ac.th* and doi.ditsayabut@gmail.com

*Corresponding author

(Received: 20 February 2026, Revised: 22 June 2026, Accepted: 23 June 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1636>

Abstract

Heat stress is a major constraint on dairy production in tropical regions, particularly in open-housing barns with limited environmental control. This study evaluated a low-power high-volume low-speed (HVLS) ventilation system integrated with a hybrid solar energy supply using a matched-season controlled before-and-after quasi-experimental field design. Baseline data were collected from May to August 2023, and post-installation data were collected from May to August 2024. The study was conducted in an open-housing dairy farm with 104 Holstein Friesian crossbred dairy cows. Among these animals, 48 lactating cows were included in the primary evaluation and allocated by barn-zone exposure into a control group ($n = 19$) located in the non-HVLS zone and a treatment group ($n = 29$) located under the HVLS airflow coverage area. Barn temperature and relative humidity were measured using custom-built DHT11-based sensor nodes. Respiration rate was determined by counting flank movements for one minute (60 s) before afternoon milking during the hot period, and infrared body surface temperature was measured at the lateral body region using a non-contact infrared thermometer (3CMEDICAL FI-01). In the treatment group, THI decreased from 82.6 to 78.8, average respiration rate decreased from 83.5 to 65.2 breaths/min, and infrared body surface temperature decreased by approximately 0.6 °C. Average daily milk yield increased from 12.8 to 14.3 L/cow/day, representing an approximate 12% improvement in the treatment group, whereas

the control group showed no clear change. The system consumed approximately 1.2 kWh/day, with 78% of the energy supplied by the hybrid solar subsystem. Economic estimation using cooperative milk-price records and the electricity tariff during the monitoring period indicated that the additional milk income greatly exceeded the operating electricity cost. These findings suggest that low-power HVLS ventilation integrated with hybrid solar energy is a practical and economically promising approach for improving dairy cow welfare and milk production in tropical open-housing barns.

Keywords: Heat stress mitigation, Dairy farm management, HVLS ventilation system, Hybrid solar energy, Open-housing dairy system

Introduction

Heat stress is widely recognized as a major environmental challenge affecting dairy production systems, particularly in tropical and subtropical regions (West, 2003; Collier et al., 2006). When ambient temperature and relative humidity exceed the thermoneutral zone of dairy cows, animals experience physiological strain as they attempt to dissipate excess metabolic heat. Open-housing dairy barns, which are commonly adopted due to their low construction cost and structural simplicity, are especially vulnerable to heat stress because they rely primarily on natural ventilation and lack active climate control mechanisms (Chantalakhana & Falvey, 1999; FAO, 2009).

Physiological responses to heat stress in dairy cows include increased respiration rate, elevated infrared body surface temperature, and alterations in endocrine and metabolic activity (Bernabucci et al., 2010; Collier & Gebremedhin, 2015). Respiration rate is often the earliest observable response to rising thermal load, reflecting increased evaporative heat loss through panting (Hahn, 1999). Sustained elevation of infrared body surface temperature indicates insufficient heat dissipation and has been associated with impaired immune function, reduced reproductive performance, and increased disease susceptibility (Rhoads et al., 2009; Lacetera, 2019). These physiological indicators are widely used as direct measures of compromised animal welfare under heat stress conditions (Mader et al., 2006; EFSA, 2009).

In addition to welfare concerns, heat stress has a pronounced negative impact on milk production performance. Numerous studies have demonstrated a strong inverse relationship between the temperature–humidity index (THI) and milk yield in dairy cattle (Armstrong, 1994;

Bohmanova et al., 2007). As THI exceeds critical thresholds, dairy cows reduce feed intake and redirect metabolic energy from milk synthesis toward thermoregulation, leading to measurable declines in milk yield (Rhoads et al., 2009). Large-scale field studies and meta-analyses report milk production losses ranging from 10% to over 20% during prolonged hot seasons, depending on breed, lactation stage, and management practices (St-Pierre et al., 2003; Kadzere et al., 2002).

To mitigate heat stress, various environmental modification strategies have been proposed, including shade provision, evaporative cooling, misting systems, and mechanical ventilation. While these approaches can reduce physiological stress under certain conditions, their applicability in open-housing dairy barns is often constrained by high energy consumption, substantial water requirements, and system complexity (Bucklin et al., 1991; Khongdee et al., 2006). These limitations are particularly significant for small- and medium-scale dairy farms operating under economic and infrastructure constraints.

Ventilation-based heat stress mitigation has therefore received increasing attention due to its relative simplicity and energy efficiency. By increasing air velocity at cow level, ventilation enhances convective and evaporative heat loss, thereby reducing effective thermal load even when ambient temperature remains high (Gebremedhin & Wu, 2003; Ji et al., 2020). High-volume low-speed (HVLS) fans are of particular interest because they generate large-scale, uniform airflow while consuming substantially less electrical power than conventional high-speed fans (Bucklin et al., 1991; Mondaca, 2019). However, most existing studies on HVLS ventilation have focused on enclosed or semi-enclosed barns in large-scale commercial operations, with limited empirical evidence from open-housing dairy barns commonly used in tropical regions (Ji et al., 2020; Mondaca, 2019).

Parallel to advances in ventilation technology, renewable energy integration has emerged as a promising strategy for improving the sustainability and reliability of livestock housing systems. Solar-powered and hybrid solar-grid energy systems have been explored to support ventilation and cooling in agricultural applications, reducing reliance on grid electricity and lowering operating costs (Mekhilef et al., 2011; IRENA and FAO, 2021). Despite these advances, limited research has examined the combined effects of low-power HVLS ventilation and hybrid solar energy systems on animal welfare and production outcomes in open-housing dairy barns under real-world field conditions (IRENA and FAO, 2021; Rehman et al., 2012).

In Thailand, heat stress mitigation is particularly relevant to smallholder dairy communities where open-housing barns are widely used because of their low construction cost and management simplicity. The field context of this study was linked to a dairy community in Hu Thamnop Subdistrict, Pakham District, Buriram Province, where dairy farming is an important local livelihood. Community records reported 11 dairy farms with a total of 1,068 cows and approximately 3,280 kg of raw milk production per day. Motivated by these field constraints, this study evaluated a low-power HVLS ventilation system integrated with a hybrid solar energy supply specifically designed for open-housing dairy barns in tropical smallholder conditions. The objectives were to: (i) assess changes in barn microclimate using THI as the primary heat-stress indicator, (ii) evaluate dairy cow welfare-related responses using respiration rate, infrared body surface temperature, and zone-use behavior, (iii) examine changes in milk yield and milk-quality-related economic outcomes, and (iv) estimate the practical energy and economic feasibility of the system under field operating conditions.

Methodology

Study Site and Experimental System Overview

The study was conducted at a demonstration open-housing dairy farm in Hu Thamnop Subdistrict, Pakham District, Buriram Province, Thailand. The barn had a metal-sheet roof and consisted of two sections, each approximately 8 m wide, 20 m long, and 3 m high. The barn was oriented along the north–south axis, and hot-season prevailing wind entered mainly from the southwest. The experimental system consisted of a low-power HVLS ventilation subsystem integrated with a hybrid solar energy subsystem. Two ceiling-mounted HVLS fans with a diameter of approximately 2 m were installed in the treatment zone. Each fan consumed approximately 60 W, giving a total fan power demand of approximately 120 W. The hybrid solar subsystem consisted of two 450-W photovoltaic panels, battery storage using 24-V batteries, and automatic grid backup to maintain operation when stored solar energy was insufficient.

Experimental Design, Animals, and Observation Period

A matched-season controlled before-and-after quasi-experimental field design was used. Baseline data were collected from May to August 2023, and post-installation data were collected from May to August 2024. The farm had 104 Holstein Friesian crossbred dairy cows.

Among these animals, 48 lactating cows were included as the primary observation group. Cows were allocated according to barn-zone exposure rather than random assignment. The control group (n = 19; approximately 40%) was located in a barn zone without HVLS fan installation, whereas the treatment group (n = 29; approximately 60%) was located under the HVLS fans within the airflow coverage area. Individual age, body weight, parity, and days in milk were not available in the retrospective farm records and were therefore treated as study limitations.

Microclimate, Physiological, Milk Yield, and Energy Measurements

Barn microclimate was monitored using custom-built sensor nodes equipped with DHT11 temperature-humidity sensor modules connected to an Arduino-based data acquisition system. Two sensor nodes were installed, one in the control zone and one in the HVLS treatment zone, at approximately 1.2–1.5 m above the floor to represent cow-level microclimate conditions. The recorded ambient temperature and relative humidity were used to calculate the temperature-humidity index (THI). Respiration rate was measured before afternoon milking during the hot period between 14:00 and 15:00 h. The number of flank movements was counted for one minute (60 s) and expressed as breaths/min. Body temperature was measured at the lateral body region using a non-contact infrared thermometer (3CMEDICAL FI-01). The device measures body temperature within 32.0–42.9 °C with an accuracy of ± 0.2 °C. Because the instrument was a non-contact infrared thermometer, the recorded values were interpreted as infrared body surface temperature rather than rectal core body temperature. Milk yield was obtained from farm and cooperative milk records. Energy use was estimated from the measured system operating configuration and daily operating schedule, while economic feasibility was evaluated using cooperative milk-price records and electricity tariff assumptions for the post-installation monitoring period (PEA, 2023; PEA, 2024).

Statistical Analysis

Data were analyzed descriptively because the study was conducted under real farm operating conditions and complete repeated raw observations for all variables were not available for inferential modeling. Farm-level and cow-group-level outcomes were summarized as before-and-after changes, percentage changes, and practical economic estimates. The term 'significant' was avoided unless supported by formal statistical testing. For

cow-level variables, lactating cows were considered the observational unit, whereas THI and energy outcomes were interpreted at the barn-zone or system level. The controlled matched-season design, in which the same May–August seasonal window was compared across 2023 and 2024, was used to reduce seasonal bias.

Ethical Considerations

Animal handling and field measurements were conducted under normal farm management conditions. Written permission and informed consent were obtained from the farm owner before data collection and system monitoring. No invasive animal procedures were performed; respiration rate was recorded by visual observation and body temperature was measured using a non-contact infrared thermometer.

System Configuration and Architecture

The experimental system was composed of three interconnected subsystems:

1. HVLS ventilation subsystem, responsible for enhancing air movement at cow level to promote convective and evaporative heat dissipation (Gebremedhin & Wu, 2003; Ji et al., 2020).
2. Hybrid solar energy subsystem, providing electrical power through photovoltaic generation combined with battery storage and optional grid backup to ensure uninterrupted operation during peak heat stress periods (IRENA and FAO, 2021; Rehman et al., 2012).
3. Operational control layer, coordinating system operation using predefined schedules aligned with daily heat stress patterns.

The integration of these subsystems enabled continuous ventilation support under variable environmental and energy availability conditions.

In the treatment area, cows had free access to two functional subzones: an HVLS airflow zone directly under the fans and a non-airflow zone without direct fan coverage. During fan operation, qualitative field observation showed that cows consistently congregated in the HVLS airflow zone. When the fans were not operating, cows dispersed across both subzones. This pattern was recorded as practical zone-use preference evidence and interpreted as an indirect behavioral indicator of thermal comfort. An overview of the integrated ventilation and energy system architecture is presented in Figure 1.

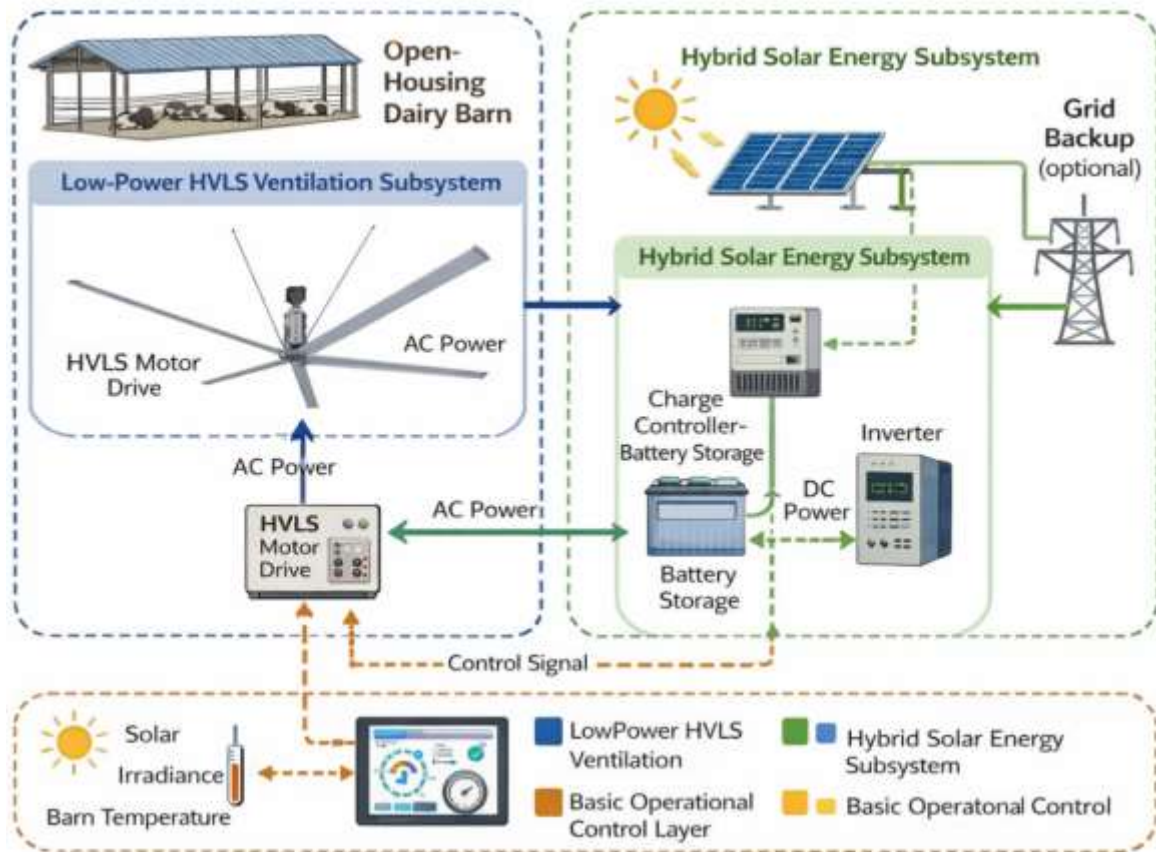


Figure 1 Overall architecture of the proposed low-power HVLS ventilation system integrated with a hybrid photovoltaic–battery energy subsystem and optional grid backup for open-housing dairy barns.

Design Objectives and System Constraints

The system design addressed practical constraints commonly observed in open-housing dairy barns, including minimal structural enclosure, limited electrical infrastructure, and sensitivity to initial investment cost (Chantalakhana & Falvey, 1999; FAO, 2009). Under tropical climate conditions, such barns experience high solar radiation and humidity, resulting in prolonged heat stress exposure (Thornton et al., 2009).

Based on these constraints, the system was designed with the following objectives:

1. To mitigate heat stress by increasing air movement at cow level without enclosing or structurally modifying the barn (Ji et al., 2020).
2. To minimize electrical power consumption to enable operation using a compact renewable energy system (IRENA and FAO, 2021).

3. To ensure continuous and reliable ventilation during peak heat periods, when system failure could exacerbate thermal stress (Rehman et al., 2012).

4. To maintain simplicity in installation, operation, and maintenance to support adoption by resource-constrained farms (Herrero et al., 2015).

HVLS Ventilation Subsystem

Fan Selection

High-volume low-speed (HVLS) fans were selected as the primary ventilation devices due to their ability to generate large-scale, uniform airflow at low rotational speeds and low electrical power consumption (Bucklin et al., 1991; Mondaca, 2019). Unlike conventional high-speed fans that produce localized airflow jets, HVLS fans move large volumes of air, resulting in more uniform air velocity distribution across the barn floor area (Mondaca, 2019).

Uniform airflow distribution is particularly important in open-housing barns, where structural openness and natural wind variability can create stagnant air zones. Consistent air velocity at cow level has been shown to improve thermal comfort and reduce physiological stress responses under heat stress conditions (Gebremedhin & Wu, 2003; Ji et al., 2020).

Fan Placement and Airflow Coverage

Two ceiling-mounted HVLS fans were installed along the treatment section of the open-housing barn to improve airflow at cow level. The control zone was maintained without HVLS fan installation, whereas the treatment zone was positioned within the airflow coverage area. Fan placement was determined from barn geometry, available mounting height, structural clearance, and observed cow movement patterns. The design emphasized uniform low-speed airflow rather than high localized air speed.

Fan mounting height and spacing were determined based on barn geometry, structural clearance, and safety considerations. The design emphasized airflow uniformity rather than high localized air speed to enhance convective and evaporative heat loss while avoiding excessive air turbulence that could disrupt normal animal behavior (Ji et al., 2020).

Hybrid Solar Energy Subsystem

Energy Architecture

The hybrid energy subsystem consisted of two 450-W photovoltaic panels, 24-V battery storage, and optional grid backup. During daytime operation, solar energy supplied the primary electrical demand of the HVLS fans. Stored energy supported operation during periods of reduced irradiance, while grid electricity served as an automatic backup source to prevent system downtime.

System Sizing and Power Matching

Total ventilation power demand was intentionally limited to approximately 120 W because the system used two 2-m HVLS fans rated at approximately 60 W each. This low-power configuration enabled operation using a compact photovoltaic array and modest battery storage, reducing operating electricity cost and supporting suitability for smallholder dairy farms.

This low-power configuration reduced initial investment cost compared to conventional cooling systems, which often require several kilowatts of electrical power and extensive electrical infrastructure (St-Pierre et al., 2003). Reduced system size also simplified installation and maintenance, enhancing practicality for small- and medium-scale dairy farms.

Operational Control Strategy

The system employed a rule-based operational schedule rather than complex sensor-based automation. Ventilation was operated primarily during midday and afternoon hours, corresponding to periods when temperature–humidity index (THI) values are typically highest (Armstrong, 1994; Ji et al., 2020). This control strategy was selected to balance effectiveness with operational simplicity. Previous studies indicate that reliability, ease of use, and low maintenance requirements are critical determinants of technology adoption in smallholder and resource-constrained farming contexts (Herrero et al., 2015; Rehman et al., 2012).

Practical Deployment Context

The real-world deployment context of the experimental system is illustrated in Figure 2. The system was installed without major structural modification to the open-housing barn and can be adapted to barns of different sizes by adjusting fan quantity and energy capacity (St-Pierre et al., 2003; Herrero et al., 2015).

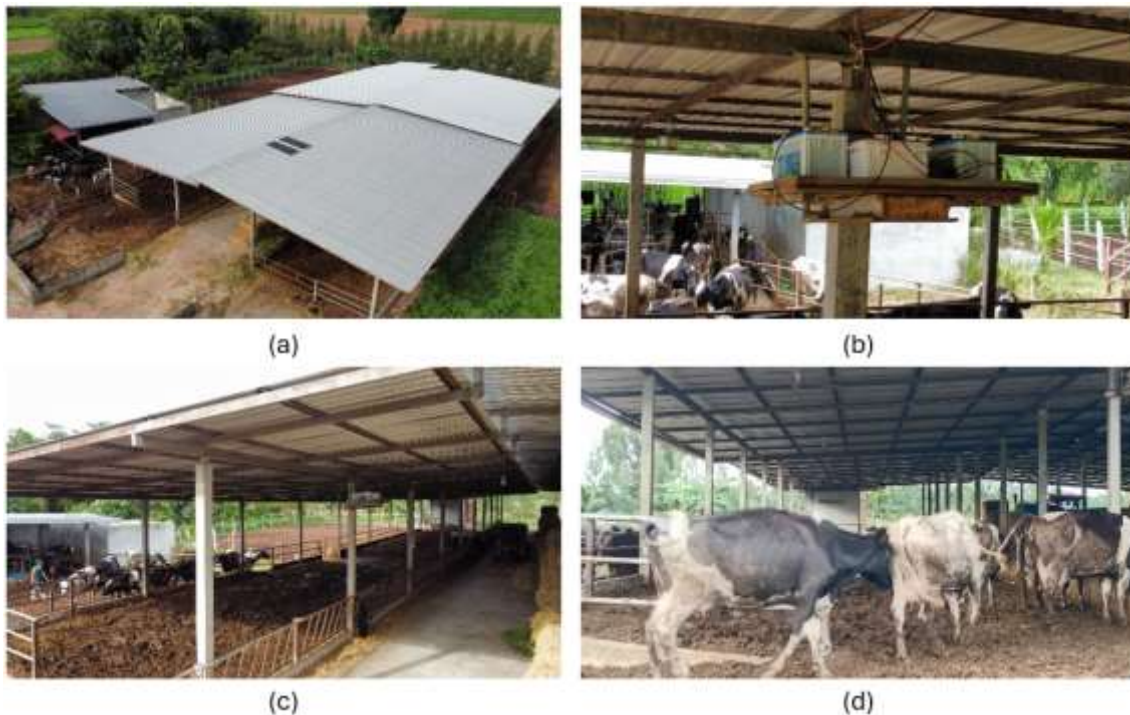


Figure 2 Field deployment context of the proposed system in an open-housing dairy barn: (a) aerial view of the barn structure, (b) installation of energy and control components, (c) interior layout of the open-housing barn, and (d) dairy cows under natural housing conditions during system operation.

By integrating low-power ventilation with renewable energy within a unified framework, the experimental system addresses environmental, energy, and economic constraints simultaneously (Thornton et al., 2009; IRENA & FAO, 2021), enabling practical evaluation of its effects on animal welfare and production performance.

Results

Microclimate Conditions

Daytime barn microclimate conditions measured during hot periods are summarized in Table 1. The control zone without HVLS installation showed no clear improvement during the matched post-installation period. In the treatment zone, THI decreased from 82.6 during the baseline period to 78.8 after HVLS-hybrid solar system deployment, representing a reduction of 3.8 THI units.

Table 1 Daytime barn microclimate conditions during peak heat hours

Parameter	Control zone (non-HVLS)	Treatment baseline May-Aug 2023	Treatment after HVLS May-Aug 2024
Temperature (°C)	No clear change	34.1 ± 1.1	31.6 ± 0.9
Relative humidity (%)	No clear change	73.2 ± 4.6	68.4 ± 4.1
THI	No clear change	82.6	78.8

Note: Values are reported descriptively from barn-zone monitoring. Inferential P-values were not calculated because complete repeated raw observations were not available.

The reduction in THI in the treatment zone indicates that the HVLS airflow reduced effective thermal load at cow level, even under open-housing barn conditions.

Physiological Welfare Outcomes

Respiration Rate

Respiration rates observed before afternoon milking during hot periods are presented in Table 2.

Table 2 Respiration rate of dairy cows before and after system deployment

Metric	Control group	Treatment baseline May-Aug 2023	Treatment after HVLS May-Aug 2024
Respiration rate (breaths/min)	No clear change	83.5 ± 7.1	65.2 ± 6.0

Note: Respiration rate was recorded by counting flank movements for one minute (60 s) before afternoon milking during 14:00–15:00 h. Results are interpreted descriptively.

Following system installation, average respiration rate in the treatment group decreased from 83.5 to 65.2 breaths/min, corresponding to a reduction of approximately 22%. The control group showed no clear change during the matched monitoring period.

Infrared Body Surface Temperature

Infrared body surface temperature data measured at the lateral body region are summarized in Table 3.

Table 3 Infrared body surface temperature of dairy cows under baseline and post-installation conditions

Metric	Control group	Treatment baseline May-Aug 2023	Treatment after HVLS May-Aug 2024
Infrared body surface temperature (°C)	No clear change	39.3 ± 0.42	38.7 ± 0.31

Note: Values were measured using a non-contact infrared thermometer and should be interpreted as infrared body surface temperature, not rectal core body temperature.

Average infrared body surface temperature in the treatment group decreased by approximately 0.6 °C after system deployment.

Milk Yield Performance

Milk yield performance before and after system deployment is presented in Table 4.

Table 4 Average daily milk yield per cow before and after system deployment

Metric	Control group	Treatment baseline May-Aug 2023	Treatment after HVLS May-Aug 2024
Milk yield (L/cow/day)	No clear change	12.8 ± 1.5	14.3 ± 1.6

Note: Milk yield was obtained from farm and cooperative milk records. The 12% improvement refers specifically to the HVLS treatment group.

Average daily milk yield in the treatment group increased from 12.8 to 14.3 L/cow/day, representing an increase of approximately 1.5 L/cow/day or 12%. The control group showed no clear change during the matched monitoring period.

Table 5 consolidates the key treatment-group outcomes to show the overall direction and magnitude of change after HVLS-hybrid solar system deployment.

Table 5 Summary of key treatment-group outcomes before and after HVLS-hybrid solar system deployment

Indicator	Baseline May-Aug 2023	After HVLS May-Aug 2024	Main change
THI during peak heat periods	82.6	78.8	-3.8 points (-4.6%)
Respiration rate (breaths/min)	83.5 ± 7.1	65.2 ± 6.0	-18.3 breaths/min (-21.9%)
Infrared body surface temperature (°C)	39.3 ± 0.42	38.7 ± 0.31	-0.6 °C (-1.5%)
Milk yield (L/cow/day)	12.8 ± 1.5	14.3 ± 1.6	+1.5 L/cow/day (+11.7%)

Note: Values are descriptive summaries from the treatment group. Error terms represent standard deviation where available. THI was reported as a descriptive index without standard deviation because complete repeated raw microclimate records were not available for inferential analysis.

Energy Performance and System Reliability

Energy performance of the ventilation system is summarized in Table 6.

Table 6 Energy performance and operational reliability of the proposed system

Metric	Value
HVLS fan configuration	2 fans × 60 W = 120 W total
PV array	2 panels × 450 W = 900 Wp
Battery storage	24-V battery system
Daily energy use	1.2 kWh/day
Solar contribution	78%
Estimated grid electricity use	0.264 kWh/day
System downtime	0 observed downtime

The system operated throughout the monitoring period without observed system downtime. Because approximately 78% of the daily energy demand was supplied by the hybrid solar subsystem, estimated grid electricity use was only approximately 0.264 kWh/day.

Economic Outcomes

Economic feasibility of the proposed system is summarized in Table 7.

Table 7 Estimated economic feasibility of the HVLS–hybrid solar ventilation system

Item	Value	Calculation/Source	Interpretation
Initial system investment	65.52k THB	Existing system cost estimate	Capital cost
Milk yield gain in treatment group	1.5 L/cow/day	14.3 - 12.8	Approximately 12% increase
Treatment cows	29 cows	HVLS airflow group	Observation group
Additional milk volume	43.5 L/day	1.5×29	Treatment group only
Milk price during post-installation period	20.70-20.80 THB/kg	Cooperative payment records	Used for revenue estimation
Estimated additional milk income	≈ 900 THB/day	43.5×20.75	Before other production costs
Estimated grid electricity cost	≈ 1.36 THB/day	$0.264 \text{ kWh/day} \times \text{tariff}$ including VAT	Very low operating cost
Estimated simple payback	≈ 73 days	$65.52k / (900 - 1.36)$	Scenario-based estimate

Based on the observed milk-yield improvement in the treatment group, additional milk volume was estimated as $1.5 \text{ L/cow/day} \times 29 \text{ cows} = 43.5 \text{ L/day}$. Using cooperative milk-price records during the post-installation period (approximately 20.70–20.80 THB/kg), the additional milk income was estimated at approximately 900 THB/day. In contrast, the estimated grid electricity cost was approximately 1.36 THB/day after accounting for the 78% solar contribution and the applicable electricity tariff during the monitoring period (PEA, 2023; PEA, 2024). These descriptive estimates indicate that the operating electricity cost was very low compared with the additional milk income.

Discussion

The results indicate that the proposed low-power HVLS ventilation system integrated with hybrid solar energy improved the thermal environment in the treatment zone of an open-housing dairy barn. The observed THI reduction from 82.6 to 78.8 occurred in the HVLS treatment zone, while the non-HVLS control zone showed no clear change during the matched seasonal monitoring period. This pattern supports the interpretation that the improvement was associated with airflow exposure rather than seasonal variation alone.

The reduction in respiration rate by approximately 22% suggests alleviation of acute heat stress in the treatment cows. The concurrent decrease in infrared body surface temperature further supports improved thermal comfort, although this measurement should not be interpreted as rectal core body temperature. The qualitative zone-use observation also strengthens the welfare interpretation: cows were free to choose between airflow and non-airflow subzones, and they consistently congregated in the HVLS airflow zone during fan operation.

Improvements in welfare-related indicators were accompanied by a 12% increase in milk yield in the treatment group. Because the control group showed no clear improvement during the same seasonal window, the increase in milk production was plausibly associated with improved heat-stress mitigation in the HVLS zone. However, the absence of random assignment and incomplete individual covariate data mean that the results should be interpreted as practical field evidence rather than confirmatory causal proof.

From an energy perspective, the system's low daily energy demand of approximately 1.2 kWh and high solar contribution of 78% demonstrate the feasibility of operating barn ventilation using a compact hybrid solar configuration. The use of two low-power HVLS fans, each consuming approximately 60 W, kept grid electricity demand low while maintaining continuous airflow support during hot periods.

The economic outcomes further support practical applicability. Cooperative milk-price records during the post-installation period showed milk prices of approximately 20.70-20.80 THB/kg. When combined with the 1.5 L/cow/day increase in milk yield among the 29 treatment cows, the estimated additional milk income was approximately 900 THB/day, whereas the estimated grid electricity cost after solar contribution was only about 1.36 THB/day based on the applicable PEA electricity tariff and Ft surcharge during May-August 2024 (PEA, 2023; PEA, 2024). This large difference between additional milk income and operating electricity cost

indicates that the system is economically promising for smallholder dairy farms, although full economic validation should include depreciation, maintenance, labor, and long-term performance.

Limitations and Practical Implications

This study has several limitations. First, it was conducted in a single demonstration farm; therefore, the findings may not represent all open-housing dairy farms. Second, cows were allocated according to barn zones rather than randomized individual assignment, so residual location-related confounding may remain. Third, individual age, body weight, parity, days in milk, feed intake, and long-term health records were not available for all cows. Fourth, zone-use behavior was recorded as qualitative field observation rather than by automated video tracking or time-budget analysis. Future studies should validate the system across multiple farms using randomized or replicated barn-zone designs, longer monitoring periods, complete individual cow records, feed intake, somatic cell count, lying behavior, and detailed economic sensitivity analysis.

Conclusion and Suggestions

This matched-season controlled before-and-after field study suggests that low-power HVLS ventilation integrated with hybrid solar energy can reduce heat load and improve welfare-related responses in open-housing dairy barns under tropical conditions. In the treatment group, THI decreased from 82.6 to 78.8, respiration rate decreased from 83.5 to 65.2 breaths/min, infrared body surface temperature decreased by approximately 0.6 °C, and milk yield increased by approximately 12%.

The system consumed approximately 1.2 kWh/day, with 78% supplied by the hybrid solar subsystem. Scenario-based economic estimation indicated that the additional milk income from the treatment group greatly exceeded the daily grid electricity cost. Therefore, the system represents a practical and economically promising heat-stress mitigation option for tropical smallholder dairy farms.

Future research should confirm these findings using multi-farm trials, replicated treatment and control zones, complete individual cow records, automated behavioral monitoring, long-term health and milk-quality outcomes, and full life-cycle cost analysis.

Acknowledgement

The author would like to express sincere gratitude to the Science Park and Innovation Office, Technopolis, Suranaree University of Technology, for their financial support and continuous encouragement throughout the implementation of this project under the Area-based Innovation for Community program and the Technology Transfer to Community.

References

- Armstrong, D. V. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, 77(7), 2044–2050. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77149-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6)
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L. H., Rhoads, R. P., Ronchi, B., & Nardone, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, 4(7), 1167–1183. <https://doi.org/10.1017/S175173111000090X>
- Bohmanova, J., Misztal, I., & Cole, J. B. (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1947–1956. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>
- Bucklin, R. A., Turner, L. W., Beede, D. K., Bray, D. R., & Hemken, R. W. (1991). Methods to relieve heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Applied Engineering in Agriculture*, 7(2), 241–247. <https://doi.org/10.13031/2013.26218>
- Chantalakhana, C., & Falvey, L. (Eds.). (1999). *Smallholder dairying in the tropics*. International Livestock Research Institute. <https://cgspace.cgiar.org/items/52b16602-5779-4264-bed0-99cfb9792b72>
- Collier, R. J., Dahl, G. E., & VanBaale, M. J. (2006). Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1244–1253. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72193-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2)
- Collier, R. J., & Gebremedhin, K. G. (2015). Thermal biology of domestic animals. *Annual Review of Animal Biosciences*, 3, 513–532. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-022114-110659>
- European Food Safety Authority (EFSA). (2009). Scientific report on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. *EFSA Journal*, 7(7), 1143r. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1143r>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2009). *Asia smallholder dairy development strategy and investment plan*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. <https://www.fao.org/4/ai429e/ai429e00.htm>
- Gebremedhin, K. G., & Wu, B. X. (2003). Characterization of flow field in a ventilated space and simulation of heat exchange between cows and their environment. *Journal of Thermal Biology*, 28(4), 301–319. [https://doi.org/10.1016/S0306-4565\(03\)00007-X](https://doi.org/10.1016/S0306-4565(03)00007-X)
- Hahn, G. L. (1999). Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science*, 77(2), 10–20. https://doi.org/10.2527/1997.77suppl_210x
- Herrero, M., Wiersenius, S., Henderson, B., Rigolot, C., Thornton, P., Havlík, P., de Boer, I., & Gerber, P. J. (2015). Livestock and the environment: What have we learned in the past decade?. *Annual Review of Environment and Resources*, 40, 177–202. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-031113-093503>
- IRENA & FAO. (2021). *Renewable energy for agri-food systems: Towards the Sustainable Development Goals and the Paris Agreement*. International Renewable Energy Agency and Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cb7433en>
- Ji, B., Banhazi, T. M., Perano, K. M., Ghahramani, A., Bowtell, L., Wang, C., & Li, B. (2020). A review of measuring, assessing and mitigating heat stress in dairy cattle. *Biosystems Engineering*, 199, 4–26. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2020.07.009>
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livestock Production Science*, 77(1), 59–91. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00330-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00330-X)
- Khongdee, S., Chaiyabutr, N., Hinch, G. N., Markvichitr, K., & Vajrabukka, C. (2006). Effects of evaporative cooling on reproductive performance and milk production of dairy cows in hot wet conditions. *International Journal of Biometeorology*, 50(5), 253–257. <https://doi.org/10.1007/s00484-006-0030-2>
- Lacetera, N. (2019). Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers*, 9(1), 26–31. <https://doi.org/10.1093/af/vfy030>
- Mader, T. L., Davis, M. S., & Brown-Brandl, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84(3), 712–719. <https://doi.org/10.2527/2006.843712x>

- Mekhilef, S., Saidur, R., & Safari, A. (2011). A review on solar energy use in industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 1777–1790.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.12.018>
- Mondaca, M. R. (2019). Ventilation systems for adult dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 35(1), 139–156.
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2018.10.006>
- Provincial Electricity Authority (PEA). (2023). *Electricity tariffs (May 2023 onward)*. Provincial Electricity Authority.
https://www.pea.co.th/sites/default/files/documents/tariff/EN_Electricity_Tariffs_May_2023.pdf
- Provincial Electricity Authority (PEA). (2024). *Ft May 2024–August 2024*. Provincial Electricity Authority. <https://www.pea.co.th/en/our-services/tariff/ft/view/9afb5214-09c3-4af1-9ed7-7aafd6092b74>
- Rehman, S., Alam, M. M., Meyer, J. P., & Al-Hadhrami, L. M. (2012). Feasibility study of a wind-PV-diesel hybrid power system for a village. *Renewable Energy*, 38(1), 258–268.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.06.028>
- Rhoads, M. L., Rhoads, R. P., VanBaale, M. J., Collier, R. J., Sanders, S. R., Weber, W. J., Crooker, B. A., & Baumgard, L. H. (2009). Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science*, 92(5), 1986–1997.
<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1641>
- St-Pierre, N. R., Cobanov, B., & Schnitkey, G. (2003). Economic losses from heat stress by U.S. livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 86, E52–E77.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5)
- Thornton, P. K., van de Steeg, J., Notenbaert, A., & Herrero, M. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 101(3), 113–127.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.05.002>
- West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2131–2144. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73803-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X)

การพัฒนาแบบจำลองคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อสนับสนุนการเฝ้าระวังสุขภาพระดับชุมชน

Development of a Data Mining-Based Risk Screening Model for Non-Communicable Diseases among Older Adults to Support Community Health Surveillance

อนุชา เรืองศิริวัฒนกุล, ธิติพร เทียรณนิธิกุล, ธนากร ธนวัฒน์, ชนิตา เรืองศิริวัฒนกุล*

Anucha Ruangsiriwattanakul, Thitiporn Tienkanitikul, Tanakorn Tanawat
and Chanida Ruangsiriwattanakul*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์

Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University

E-mail: anucha@uru.ac.th, thitiporn@uru.ac.th, tanakorn@uru.ac.th and chanida@uru.ac.th*

*Corresponding author

(Received: 20 January 2026, Revised: 3 June 2026, Accepted: 9 June 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1456>

บทคัดย่อ

ในปี พ.ศ. 2568 ประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมสูงวัยโดยสมบูรณ์ (Aged society) โดยมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปในสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 20 ของประชากรทั้งประเทศ ส่งผลให้โรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases: NCDs) เช่น โรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง กลายเป็นปัญหาสำคัญด้านสาธารณสุข โดยเฉพาะในพื้นที่ชุมชนชนบทซึ่งมีข้อจำกัดด้านระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงข้อมูล งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่องจากข้อมูลสุขภาพระดับชุมชน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยข้อมูลสุขภาพของผู้สูงอายุจำนวน 3,419 ราย ที่เข้ารับการคัดกรองสุขภาพในหน่วยบริการสุขภาพระดับปฐมภูมิในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุดรดิตถ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2565–2568 ร่วมกับข้อมูลสนับสนุนจากระบบข้อมูลสุขภาพของกระทรวงสาธารณสุข ข้อมูลถูกนำมาผ่านกระบวนการเตรียมข้อมูลและวิเคราะห์ตามกรอบ CRISP-DM โดยใช้แบบจำลอง Random forest และ Extreme gradient boosting (XGBoost) และประเมินประสิทธิภาพด้วย Accuracy, Precision, Recall, F1-score และ Confusion matrix

ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง XGBoost มีความเหมาะสมสูงกว่าสำหรับงานคัดกรองสาธารณสุข XGBoost โดยสามารถตรวจจับกลุ่มเสี่ยง (Sensitivity) ได้ดีกว่า โดยมีค่าในการตรวจจับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานร้อยละ 25.00 และโรคความดันโลหิตสูงร้อยละ 16.00 สูงกว่า Random Forest ที่ได้ร้อยละ

17.30 และ 4.00 ตามลำดับ แม้ Random Forest จะมีค่า Accuracy รวมสูงกว่า (ร้อยละ 91.30 และ 91.70 ตามลำดับ) แต่ XGBoost สามารถลด False negative ได้ดีกว่า ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในบริบทของการคัดกรองสุขภาพเชิงป้องกัน ปัจจัยสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับระดับความเสี่ยง ได้แก่ ดัชนีมวลกาย รอบเอว ระดับน้ำตาลในเลือด ความดันโลหิต และอายุ การประยุกต์ใช้เทคนิค Machine Learning ร่วมกับข้อมูลสุขภาพระดับชุมชนสามารถสนับสนุนการคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น การเฝ้าระวังสุขภาพเชิงรุก และการวางแผนดูแลสุขภาพผู้สูงอายุในระดับพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้แบบจำลองดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สนับสนุนการตัดสินใจเบื้องต้นเท่านั้น มิใช่เพื่อการวินิจฉัยทางการแพทย์

คำสำคัญ: การคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ผู้สูงอายุ การเรียนรู้ของเครื่อง

Abstract

In 2025, Thailand entered an Aged Society, with adults aged 60 years and older comprising over 20% of the total population, resulting in a growing burden of non-communicable diseases (NCDs), particularly diabetes mellitus and hypertension, which have become major public health concerns, especially in community settings with limited resources and data-driven decision-support tools. This study aimed to develop a risk screening model for non-communicable diseases among older adults using data mining and machine learning techniques applied to community health data. The study analyzed health screening records from 3,419 older adults in Laplae District, Uttaradit Province, Thailand, collected between 2022 and 2025. Data were processed following the CRISP-DM framework. Random Forest and Extreme Gradient Boosting (XGBoost) models were developed and evaluated using Accuracy, Precision, Recall, F1-score, and Confusion Matrix.

The results demonstrated that XGBoost was more appropriate for public health screening purposes, achieving a Sensitivity of 25.0% for diabetes risk detection and 16.0% for hypertension, compared to 17.3% and 4.0% for Random Forest, respectively. Although Random Forest yielded higher overall accuracy (91.3% and 91.7%), XGBoost produced fewer false negatives, which is critically important in preventive health screening contexts. Key risk-associated factors included body mass index, waist circumference, blood glucose level, blood pressure, and age. The findings suggest that integrating machine learning with community-level health data can effectively support preliminary risk screening, proactive health surveillance,

and local healthcare planning for older adults. The model is intended as a decision-support tool only, and is not a substitute for clinical diagnosis.

Keywords: Non-communicable disease risk screening, Diabetes mellitus, Hypertension, Older adults, Machine learning

บทนำ

ในปี 2568 ประเทศไทยถูกคาดการณ์ว่าจะมีผู้สูงอายุรวมประมาณ 13.80 - 14.80 ล้านคน คิดเป็นสัดส่วนประมาณ 20.70% - 21.00% ของประชากรทั้งประเทศ ซึ่งถือว่าประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2567) จากแนวโน้มโครงสร้างประชากรที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นประเด็นสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อระบบสุขภาพของประเทศไทยในระยะยาว ปัจจุบันประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (Non-communicable diseases: NCDs) เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และโรคหัวใจ ทวีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วยเรื้อรัง ภาวะแทรกซ้อน และการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร (World health organization, 2014) ในบริบทของชุมชนชนบทปัญหาโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุมีความท้าทายมากยิ่งขึ้น เนื่องจากข้อจำกัดด้านการเข้าถึงบริการสุขภาพเฉพาะทาง ระบบติดตามดูแลสุขภาพอย่างต่อเนื่อง และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการดูแลสุขภาพเชิงรุก แม้ว่าหน่วยบริการสุขภาพระดับปฐมภูมิ เช่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจะมีบทบาทสำคัญในการคัดกรองและติดตามสุขภาพของประชาชน อย่างไรก็ตามการใช้ข้อมูลสุขภาพในระดับพื้นที่ส่วนใหญ่มักอยู่ในรูปแบบของการรายงานเชิงสถิติพื้นฐาน และยังขาดเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการคัดกรองความเสี่ยงและการตัดสินใจเชิงรุกสำหรับบุคลากรสาธารณสุข (กรมควบคุมโรค, 2566)

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีเหมืองข้อมูล (Data mining) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) ได้รับการนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในงานด้านสุขภาพ เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ ค้นหาแบบความสัมพันธ์ของตัวแปร และสนับสนุนการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Han et al., 2011; Chen & Guestrin, 2016) จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องหลายฉบับพบว่า อัลกอริทึม เช่น Logistic regression, Decision tree, Random forest, Support vector machine และ XGBoost มีศักยภาพในการจำแนกกลุ่มเสี่ยงโรคเรื้อรังได้ในระดับที่น่าพอใจ อย่างไรก็ตามงานวิจัยส่วนใหญ่มักใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลระดับทุติยภูมิหรือฐานข้อมูลระดับประเทศ ซึ่งอาจมีบริบทแตกต่างจากข้อมูลสุขภาพระดับชุมชน โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากรและระบบสนับสนุนการตัดสินใจ

งานวิจัยนี้ใช้แนวคิดด้าน Machine learning เพื่อพัฒนาแบบจำลองคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ โดยใช้ข้อมูลสุขภาพระดับชุมชนจากหน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิร่วมกับเทคนิค Machine learning เพื่อสนับสนุนการคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้น การเฝ้าระวังสุขภาพเชิงรุก และการวางแผนดูแล

สุขภาพผู้สูงอายุในระดับพื้นที่ โดยใช้เทคนิคป่าสุ่ม (Random forest) และเทคนิคเอ็กซ์ตรีมเกรเดียนต์บูสติง (eXtreme gradient boosting) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ และประยุกต์ใช้แบบจำลองในการสนับสนุนการคัดกรองสุขภาพเชิงรุกและการเฝ้าระวังสุขภาพในระดับชุมชน ทั้งนี้แบบจำลองดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจเบื้องต้น มีใช้เครื่องมือสำหรับการวินิจฉัยทางการแพทย์

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ
2. เพื่อพัฒนาและเปรียบเทียบแบบจำลองการคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล
3. เพื่อประยุกต์ใช้แบบจำลองในการสนับสนุนการคัดกรองสุขภาพเชิงรุกและการเฝ้าระวังสุขภาพในระดับชุมชน

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเหมืองข้อมูล (Data mining) ตามกรอบแนวคิด CRISP-DM (Cross industry standard process for data mining) ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การทำความเข้าใจข้อมูล การเตรียมข้อมูล การสร้างแบบจำลอง การประเมินผล และการประยุกต์ใช้ผลลัพธ์ (Wirth & Hipp, 2000)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือผู้สูงอายุอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่เข้ารับบริการคัดกรองสุขภาพในหน่วยบริการสุขภาพระดับปฐมภูมิในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นข้อมูลทุติยภูมิจากระบบคัดกรองสุขภาพผู้สูงอายุ จำนวน 3,419 ระเบียน ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568

การรับรองจริยธรรมการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ เลขที่ URU-REC No. 051/2567 (COE No. 008/2024) วันที่ 18 ธันวาคม 2567 ข้อมูลที่นำมาใช้ผ่านกระบวนการผ่านการปกปิดตัวตนแล้ว เพื่อคุ้มครองความเป็นส่วนตัวของผู้ให้ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือสำหรับการประมวลผล วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ และการเรียนรู้ของเครื่อง ได้แก่ โปรแกรมภาษา Python และ Google colab เพื่อสร้างแบบจำลองที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล โดยใช้เทคนิคป่าสุ่ม (Random forest) และเทคนิคเอ็กซ์ตรีมเกรเดียนต์บูสติง (eXtreme gradient boosting : XGBoost)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลสุขภาพจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) ข้อมูลคัดกรองจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ โดยใช้ข้อมูลผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปที่ได้รับการคัดกรองโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2565 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568 จำนวน 3,419 ระเบียน ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย (BMI) รอบเอว ระดับน้ำตาลในเลือด ความดันโลหิตตัวบน (SBP) ความดันโลหิตตัวล่าง (DBP) และตัวแปรที่สร้างขึ้นจาก Feature engineering โดยตัวแปรตาม คือระดับความเสี่ยงจากการคัดกรองสุขภาพเบื้องต้น ประกอบด้วย ความเสี่ยงโรคเบาหวาน ความเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง (0 = ไม่มีความเสี่ยง, 1 = มีความเสี่ยง) โดยกำหนดตามเกณฑ์คัดกรองของกระทรวงสาธารณสุข และ 2) ข้อมูลจาก MOPH open data โดยดึงข้อมูลผ่าน API ของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มอัตราป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงตามช่วงอายุและเพศในระดับจังหวัด เพื่อสนับสนุนการทำ Feature engineering และการตีความผลลัพธ์ในเชิงบริบท

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการนำเข้าสู่ข้อมูลสุขภาพผู้สูงอายุจากหน่วยบริการสุขภาพระดับปฐมภูมิ มีขั้นตอนดังนี้

1. การเตรียมข้อมูลโดยแบ่งออกเป็นสองขั้นตอนหลัก ได้แก่

1.1 การทำความสะอาดข้อมูล (Data cleaning) โดยตรวจสอบข้อมูลสูญหาย ลบข้อมูลซ้ำ ตรวจสอบค่าผิดปกติ (Outliers) และการแยกค่าความดันโลหิตตัวบนและตัวล่าง

การแปลงข้อมูล (Data transformation) ได้แก่ การเข้ารหัสตัวแปรเชิงหมวดหมู่ หารูปแบบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์ เช่น เพศ การจัดกลุ่มค่าผลคัดกรองโรค การปรับสเกลข้อมูล และสร้างตัวแปรใหม่จาก Feature engineering เช่น กลุ่มอายุ กลุ่ม BMI และระดับความเสี่ยงจากตัวชี้วัดสุขภาพ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร เพื่อศึกษาความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างตัวแปรสุขภาพและกลุ่มความเสี่ยง ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติที่เหมาะสมกับชนิดของข้อมูล โดยรายงานค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์และค่า p-value เพื่อสนับสนุนการคัดเลือกตัวแปรสำหรับการสร้างแบบจำลอง นอกจากนี้ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ร่วมกันของข้อมูลก่อนการสร้างแบบจำลอง

3. การสร้างแบบจำลองและการประเมินประสิทธิภาพ

หลังจากได้ชุดข้อมูลผ่านการเตรียมข้อมูลและคัดเลือกคุณลักษณะแล้ว ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบจำลองพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ได้แก่ Random forest และ Extreme gradient boosting (XGBoost) เนื่องจากเป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลสุขภาพที่มีความสัมพันธ์ไม่เชิงเส้น

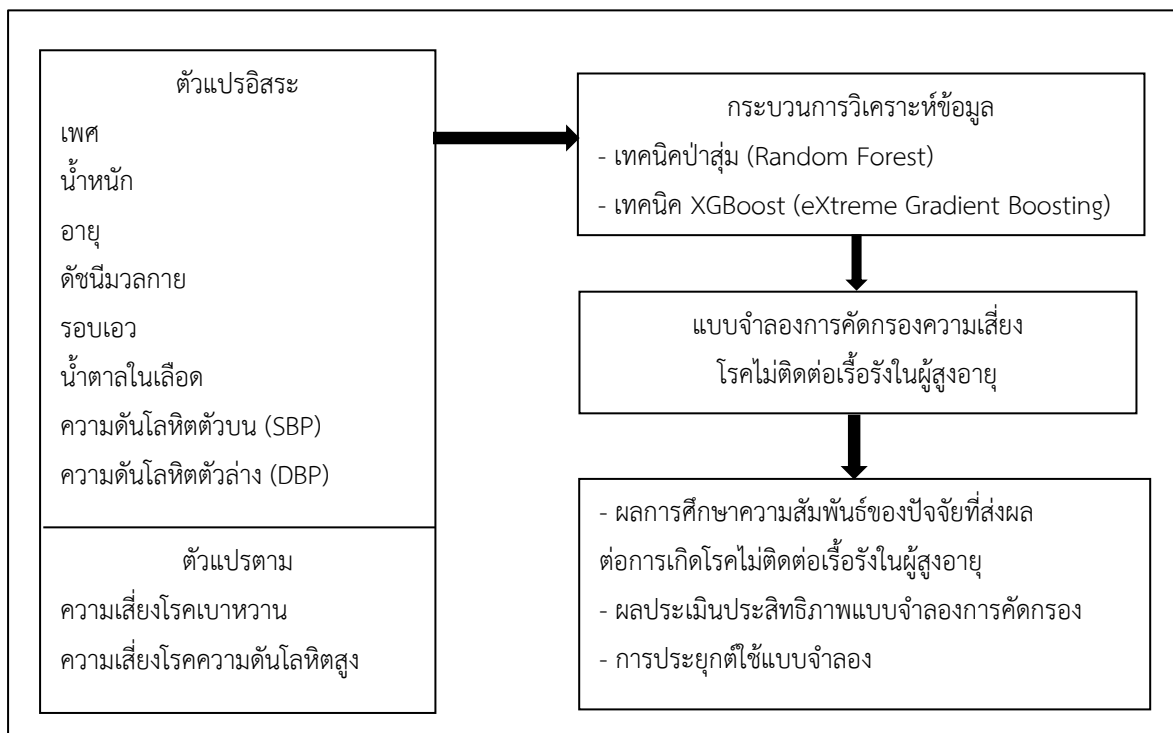
และสามารถจัดการข้อมูลที่มีตัวแปรหลายมิติได้ดี โดยแบ่งข้อมูลเป็นชุดฝึกสอน (Training set) ร้อยละ 80 และชุดทดสอบ (Testing set) ร้อยละ 20

การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองประเมินด้วย Accuracy precision recall F1-score และ Confusion matrix เพื่อประเมินความสามารถในการคัดกรองกลุ่มเสี่ยงและไม่เสี่ยง (Powers, 2011) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ

4. การประยุกต์ใช้และการถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ชุมชน

ผลลัพธ์จากแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดนำไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบแอปพลิเคชันบนเว็บ และจัดกิจกรรมคืนข้อมูลในชุมชนเพื่อส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ เพื่อให้ผู้สูงอายุและบุคลากรสาธารณสุขสามารถประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงได้ด้วยตนเอง โดยแบบจำลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สนับสนุนการคัดกรองสุขภาพเบื้องต้นในระดับชุมชนเท่านั้นมิใช่เพื่อการวินิจฉัยทางการแพทย์ ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงประเด็นด้านความเป็นส่วนตัวของข้อมูล และข้อจำกัดด้านการนำไปใช้ในพื้นที่อื่น

การออกแบบระบบ Front-end จะให้ผู้ใช้อกรอกข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ความดัน อายุ สำหรับประเมินความเสี่ยง นอกจากนี้ยังจัดเวทีคืนข้อมูลและกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพในชุมชน เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพอย่างเป็นรูปธรรม โดยกรอบแนวคิดการวิจัย แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ภาพที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดการวิจัยโดยมีกระบวนการพัฒนาแบบจำลอง Machine Learning ตั้งแต่การเตรียมข้อมูลสุขภาพพระระดับชุมชน การคัดเลือกคุณลักษณะเพื่อใช้เป็นตัวแปรในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสร้างและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์ ไปจนถึงการนำผลลัพธ์ไปใช้ในการสนับสนุนการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุในระดับพื้นที่

ผลการวิจัย

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3,419 ราย จากหน่วยบริการสุขภาพระดับปฐมภูมิในพื้นที่อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ ระหว่างปี พ.ศ. 2565–2568 เพื่อพัฒนาแบบจำลองคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง โดยนำเสนอผลการศึกษา 4 ส่วน ได้แก่ 1) ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง 3) ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลอง และ 4) การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อสนับสนุนการคัดกรองสุขภาพ

1. ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n = 3,419)

ตัวแปร	Mean $\pm$ SD	Min	Max	หมายเหตุ
อายุ (ปี)	62.96 $\pm$ 13.73	60	99	
BMI (kg/m ²)	23.47 $\pm$ 4.80	11.70	96.4	0
รอบเอว (cm)	80.79 $\pm$ 9.09	55	175	ตัดค่า outlier >200 ออก
SBP (mmHg)	118.37 $\pm$ 12.92	83	239	
DBP (mmHg)	75.93 $\pm$ 6.70	45	123	
น้ำตาลในเลือด (mg/dL)	93.07 $\pm$ 10.22	35	202	
มีภาวะเสี่ยงเบาหวาน (n, %)	262 (7.8%)			เสี่ยง + สงสัยป่วย
มีภาวะเสี่ยงความดัน (n, %)	252 (7.4%)			เสี่ยง + สงสัยป่วย

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างพบว่า ผู้มีอายุเฉลี่ย 63 ปี โดยตัวแปรด้านสุขภาพที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ดัชนีมวลกาย รอบเอว ค่าความดันโลหิต และระดับน้ำตาลในเลือด

2. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ตัวแปรเพื่อศึกษาความสัมพันธ์เบื้องต้นของปัจจัยสุขภาพกับระดับความเสี่ยง

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระดับความเสี่ยง ได้แก่ อายุ ดัชนีมวลกาย รอบเอว ระดับน้ำตาลในเลือด ความดันโลหิต โดยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างตัวแปรกับภาวะเสี่ยงโรคเบาหวาน และโรคความดันโลหิตสูง และการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลสูงสุด

(Feature importance) ต่อการสร้างแบบจำลองคัดกรองความเสี่ยงโรคเบาหวาน และความดันโลหิตสูง โดยผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปร แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อความเสี่ยงโรคเบาหวาน (DM)

ลำดับ	Feature	Correlation	p-value	ระดับความสัมพันธ์
1	ระดับน้ำตาลในเลือด (BSL)	0.601	< .001	สูงมาก
2	ความดันตัวบน (Systolic)	0.251	< .001	ต่ำ-ปานกลาง
3	ความดันตัวล่าง (Diastolic)	0.136	< .001	ต่ำ
4	รอบเอว (Waist)	0.064	< .001	ต่ำ
5	ดัชนีมวลกาย (BMI)	0.085	< .001	ต่ำ
6	น้ำหนัก (Weight)	0.085	< .001	ต่ำ
7	ส่วนสูง (Height)	0.000	.995	ไม่มีนัยสำคัญ
8	อายุ (Age)	-0.098	< .001	ต่ำ (ติดลบ)*

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่สัมพันธ์กับภาวะเสี่ยงโรคเบาหวานอย่างชัดเจนที่สุดคือระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด รองลงมาคือค่าความดันโลหิต โดยเฉพาะความดันตัวบน ขณะที่ตัวแปร รอบเอว ดัชนีมวลกาย และน้ำหนัก มีความสัมพันธ์ในระดับรอง ส่วนอายุและส่วนสูงไม่พบความสัมพันธ์ที่เด่นชัดกับภาวะเสี่ยงโรคเบาหวานในกลุ่มตัวอย่างนี้

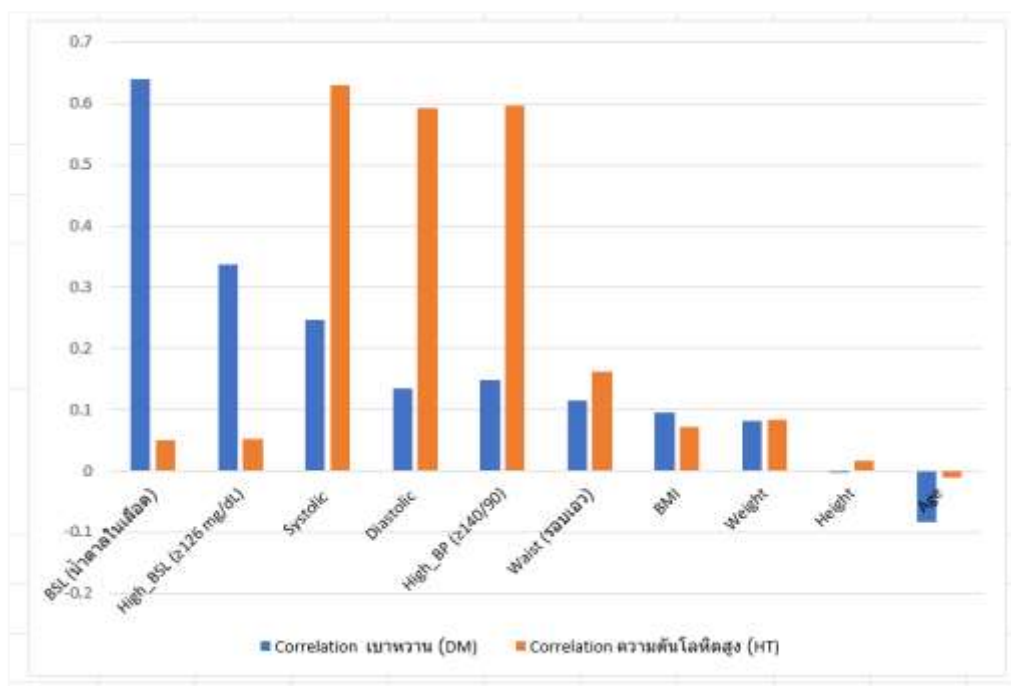
การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรกับภาวะเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง เพื่อนำไปใช้ในการสร้างโมเดลคัดกรองความเสี่ยง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อความเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง (HT)

ลำดับ	Feature	Correlation	p-value	ระดับความสัมพันธ์
1	ความดันตัวบน (Systolic)	0.629	< .001	สูงมาก
2	ความดันตัวล่าง (Diastolic)	0.593	< .001	สูงมาก
3	น้ำหนัก (Weight)	0.098	< .001	ต่ำ
4	รอบเอว (Waist)	0.095	< .001	ต่ำ
5	ดัชนีมวลกาย (BMI)	0.067	< .001	ต่ำ
6	ระดับน้ำตาลในเลือด (BSL)	0.068	< .001	ต่ำ
7	ส่วนสูง (Height)	0.019	.268	ไม่มีนัยสำคัญ
8	อายุ (Age)	-0.034	.049	ต่ำ (ติดลบ)*

จากตารางที่ 3 การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีผลต่อการพยากรณ์โรคความดันโลหิตสูง ผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความดันโลหิตตัวบนและตัวล่างเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุด ขณะที่ตัวแปร น้ำหนัก รอบเอว ดัชนีมวลกาย และระดับน้ำตาลในเลือด มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าปัจจัยดังกล่าวมีความสอดคล้องกับหลักเกณฑ์ทางการแพทย์และแนวทางการคัดกรองของกระทรวงสาธารณสุข โดยค่าสหสัมพันธ์แสดงเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้น โดยการสร้างแบบจำลองใช้ตัวแปรที่ไม่ใช่เกณฑ์วินิจฉัยโดยตรง

ภาพที่ 2 แสดงแผนภูมิเปรียบเทียบตัวแปรสำคัญที่วิเคราะห์จากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) กับระดับความเสี่ยงโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง



ภาพที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบตัวแปรสำคัญที่วิเคราะห์จากค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) กับระดับความเสี่ยงโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง

3. ผลการสร้างและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

หลังจากการเตรียมข้อมูลและคัดเลือกคุณลักษณะแล้ว ข้อมูลถูกแบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนและชุดทดสอบในอัตราส่วนประมาณ 80:20 จากนั้นดำเนินการสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิค Random forest และ XGBoost โดยการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ โดยใช้ Accuracy precision recall และ F1-score เพื่อวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองในการจำแนกกลุ่มผู้มีความเสี่ยงและไม่มีความเสี่ยงได้อย่างถูกต้อง โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลอง Random forest และ Extreme gradient boosting (XGBoost) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดกรองความเสี่ยงโรคเบาหวาน และโรคความดันโลหิตสูง

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดกรองความเสี่ยงโรคเบาหวาน นำเสนอโดยใช้ตาราง Confusion matrix แสดงรายละเอียดของผลการจำแนกกลุ่มเสี่ยงและไม่เสี่ยงของแบบจำลองที่ให้ผลดีที่สุด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 Confusion Matrix โรคเบาหวาน (DM) | n_test = 665

	XGBoost		Random Forest	
	Pred ไม่เสี่ยง	Pred เสี่ยง	Pred ไม่เสี่ยง	Pred เสี่ยง
จริง ไม่เสี่ยง (0)	TN = 583	FP = 30	TN = 598	FP = 15
จริง เสี่ยง (1)	FN = 39	TP = 13	FN = 43	TP = 9

โดยผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์โรคเบาหวาน แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการคัดกรองความเสี่ยงโรคเบาหวาน

แบบจำลอง	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	Sensitivity (กลุ่มเสี่ยง)
XGBoost	89.6%	0.888	0.896	0.892	25.0%
Random Forest	91.3%	0.889	0.913	0.898	17.3%

จากตารางที่ 4 และตารางที่ 5 พบว่าแบบจำลอง XGBoost สามารถตรวจจับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานได้ 25% (TP=13/52) ส่วนแบบจำลอง Random Forest สามารถตรวจจับกลุ่มเสี่ยงโรคเบาหวานได้ 17% (TP=9/52)

ในส่วนของการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคัดกรองความเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง นำเสนอโดยใช้ตาราง Confusion Matrix แสดงรายละเอียดของผลการจำแนกกลุ่มเสี่ยงและไม่เสี่ยงของแบบจำลองที่ให้ผลดีที่สุด ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 Confusion Matrix โรคความดันโลหิตสูง (HT) | n_test = 684

	XGBoost		Random Forest	
	Pred ไม่เสี่ยง	Pred เสี่ยง	Pred ไม่เสี่ยง	Pred เสี่ยง
จริง ไม่เสี่ยง (0)	TN = 603	FP = 31	TN = 625	FP = 9
จริง เสี่ยง (1)	FN = 42	TP = 8	FN = 48	TP = 2

โดยผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองพยากรณ์โรคความดันโลหิตสูง แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองการคัดกรองความเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูง

แบบจำลอง	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	Sensitivity (กลุ่มเสี่ยง)
XGBoost	89.3%	0.882	0.893	0.887	16.0%
Random Forest	91.7%	0.874	0.917	0.891	4.0%

จากตารางที่ 6 และตารางที่ 7 พบว่าแบบจำลอง XGBoost สามารถตรวจจับกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงได้ 16% (TP=8/50) ส่วนแบบจำลอง Random forest สามารถตรวจจับกลุ่มเสี่ยงโรคความดันโลหิตสูงได้ 4% (TP=2/50)

ถึงแม้ว่าแบบจำลอง Random forest จะมีค่า Accuracy รวมสูงกว่า แต่ XGBoost สามารถตรวจจับกลุ่มเสี่ยงได้มากกว่า แต่หากพิจารณาค่า Recall ของกลุ่มเสี่ยง ซึ่งมีความสำคัญในบริบทสาธารณสุข โดยการแสดงค่า False negative สูงซึ่งหมายถึงคนเสี่ยงแต่พยากรณ์ว่าปกติ ย่อมมีผลกระทบต่องานสาธารณสุขสูง ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลอง XGBoost มี Sensitivity สูงกว่า สามารถตรวจจับกลุ่มเสี่ยงได้มากกว่า และลด False negative ได้ดีกว่า จึงมีความเหมาะสมสำหรับงานคัดกรองสาธารณสุขมากกว่า Random forest แม้ Accuracy รวมจะต่ำกว่าเล็กน้อยก็ตาม

ในส่วนของการใช้ข้อมูล MOPH data center เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ โดยนำข้อมูลแนวโน้มย้อนหลังของโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูงจากระบบ MOPH data center API มาใช้สนับสนุนการวิเคราะห์ โดยข้อมูลดังกล่าวช่วยแสดงให้เห็นแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอัตราป่วยในกลุ่มผู้สูงอายุ และถูกนำมาใช้ในกระบวนการ Feature engineering เพื่อสร้างตัวแปรความเสี่ยงเฉลี่ยตามช่วงอายุและเพศ การผนวกข้อมูลระดับจังหวัดเข้ากับข้อมูลระดับตำบลช่วยเพิ่มความแม่นยำและความสอดคล้องเชิงบริบทของแบบจำลอง

4. การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อสนับสนุนการคัดกรองสุขภาพ

ผลการดำเนินงานวิจัยถูกนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงปฏิบัติ โดยการจัดกิจกรรมคืนข้อมูลและส่งเสริมสุขภาพแก่ผู้สูงอายุในชุมชน ผ่านกิจกรรมด้านโภชนาการและการออกกำลังกาย แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การจัดกิจกรรมคืนข้อมูลและส่งเสริมสุขภาพแก่ผู้สูงอายุในชุมชน ผ่านกิจกรรมด้านโภชนาการและการออกกำลังกาย

นอกจากนี้ยังพัฒนาแอปพลิเคชันประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง โดยประยุกต์จากแบบจำลอง XGBoost ที่สามารถใช้งานได้บนเว็บและอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่ สามารถใช้งานได้ที่ <https://utdnchs.streamlit.app/> แสดงดังภาพที่ 4-5 โดยผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมโดยประเมินด้านเนื้อหาและด้านการใช้งาน อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49



ภาพที่ 4 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชันเพื่อใช้คัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง

The screenshot shows the 'Risk Assessment Form' with the following fields and results:

- ชื่อข้อมูลสุขภาพของคุณ เพื่อประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน (DM)
- อายุ (ปี): 50
- เพศ: ชาย
- ค่าดัชนีมวลกาย (BMI): 25.00
- รอบเอว (cm): 85
- ค่าความดันโลหิตตัวบน (Systolic): 130
- ค่าความดันโลหิตตัวล่าง (Diastolic): 80
- ประเมินความเสี่ยง: เสี่ยง
- ผลการประเมินความเสี่ยง: เสี่ยง
- ความน่าจะเป็นของแต่ละคลาส:
 - ปกติ: 0.26
 - เสี่ยง: 0.50
 - สงสัยป่วย: 0.25
- ⚠️ ข้อมูลนี้ใช้เพื่อการประเมินเบื้องต้น ควรพบแพทย์เพื่อการวินิจฉัย

ภาพที่ 5 หน้าจอส่วนรับข้อมูลสุขภาพจากผู้ใช้ เพื่อประเมินความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง

จากภาพที่ 5 ระบบแสดงผลการประเมินความเสี่ยงในรูปแบบความน่าจะเป็นของแต่ละกลุ่ม ได้แก่ ปกติ เสี่ยง และสงสัยป่วย โดยผลรวมของความน่าจะเป็นทั้งสามกลุ่มเท่ากับ 1.00 และแสดงกลุ่มที่มีค่าความน่าจะเป็นสูงสุดเป็นผลการพยากรณ์หลัก พร้อมคำแนะนำให้ผู้ใช้ปรึกษาบุคลากรทางการแพทย์ ทั้งนี้แอปพลิเคชันมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเสริมการคัดกรองเชิงรุก ไม่ใช่การวินิจฉัยโรคแทนแพทย์

การอภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่าแม้ Random forest จะมีค่า Accuracy โดยรวมสูงกว่าแต่ XGBoost มีค่า Sensitivity สูงกว่า และสามารถลดจำนวน False negative ได้ดีกว่าจึงมีความเหมาะสมสำหรับการคัดกรองความเสี่ยงในบริบทสาธารณสุขที่ให้ความสำคัญกับการตรวจพบกลุ่มเสี่ยง โดยเฉพาะโรคเบาหวานและโรคความดันโลหิตสูง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า XGBoost สามารถจัดการข้อมูลสุขภาพที่มีความซับซ้อนและมีความสัมพันธ์หลายมิติได้ดีกว่า Random forest ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wang et al. (2020) ที่พบว่า XGBoost มีประสิทธิภาพสูงในการประเมินความเสี่ยงโรคเบาหวาน และ Deberneh & Kim (2021) พบว่า Machine Learning สามารถช่วยคัดกรองความเสี่ยงโรคเบาหวานได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อใช้ข้อมูลสุขภาพเชิงคลินิก และสอดคล้องกับ Chen & Guestrin (2016) และ Hu et al. (2021) ที่กล่าวว่าเทคนิค Gradient boosting มีประสิทธิภาพสูงในการจัดการข้อมูลสุขภาพที่มีลักษณะไม่สมดุลของคลาส

ในส่วน of โรคความดันโลหิตสูง ผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับ Islam et al. (2022) พบว่าเทคนิค Machine learning สามารถช่วยจำแนกกลุ่มเสี่ยงและระบุปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคความดันโลหิตสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับความเสี่ยง ได้แก่ อายุ ดัชนีมวลกาย รอบเอว ระดับน้ำตาลในเลือด และความดันโลหิต ซึ่งสอดคล้องกับองค์ความรู้ทางสาธารณสุขเกี่ยวกับโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุ โดยตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดสุขภาพพื้นฐานที่สามารถเก็บได้จากกระบวนการคัดกรองสุขภาพในระดับชุมชน ถึงแม้ว่าตัวแปรบางตัวจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการประเมินความเสี่ยงทางคลินิก แต่งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสนับสนุนการคัดกรองความเสี่ยงเบื้องต้นในการใช้งานจริงของระบบสุขภาพระดับชุมชน และสนับสนุนการคัดกรองสุขภาพเชิงรุกในระดับพื้นที่ ซึ่งยังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัด ทั้งนี้แบบจำลองดังกล่าวมิได้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวินิจฉัยทางการแพทย์ แต่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการเฝ้าระวังสุขภาพเชิงรุก และการจัดลำดับความสำคัญของกลุ่มเสี่ยงที่ควรได้รับการติดตาม

ข้อจำกัดของงานวิจัย

แม้ว่างานวิจัยนี้จะนำ Machine learning มาใช้ในการคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุแต่ยังมีข้อจำกัดบางประการได้แก่ ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามาจากพื้นที่เฉพาะในจังหวัดอุดรธานี ซึ่งอาจมีลักษณะประชากรและบริบทสุขภาพแตกต่างจากพื้นที่อื่น ดังนั้นการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อื่นอาจต้องมีการปรับแบบจำลองเพิ่มเติม นอกจากนี้งานวิจัยนี้ใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากระบบคัดกรองสุขภาพ ซึ่งอาจมีข้อจำกัดด้านความครบถ้วน ความถูกต้อง และความสม่ำเสมอของข้อมูลบางรายการ และงานวิจัยนี้ยังไม่ได้รวมปัจจัยด้านพฤติกรรมสุขภาพบางด้าน เช่น การบริโภคอาหาร การออกกำลังกาย การสูบบุหรี่ หรือประวัติครอบครัว ซึ่งอาจมีผลต่อความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง โดยการประยุกต์ใช้ Machine learning ในงานด้านสุขภาพจำเป็นต้องคำนึงถึงประเด็นด้านจริยธรรม ความเป็นส่วนตัวของข้อมูล ความเป็นส่วนตัวของอัลกอริทึม และความเสี่ยงจากอคติของข้อมูล

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่องกับข้อมูลสุขภาพระดับชุมชนสามารถสนับสนุนการคัดกรองความเสี่ยงโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในผู้สูงอายุได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแม้ Random forest จะมีค่า Accuracy สูงกว่า แต่ XGBoost สามารถตรวจจับกลุ่มเสี่ยงได้ดีกว่าและลด False negative ได้มากกว่า จึงเหมาะสมสำหรับการประยุกต์ใช้ในงานคัดกรองสุขภาพเชิงรุกระดับชุมชน รวมไปถึงการเฝ้าระวังสุขภาพเชิงรุกและสนับสนุนการวางแผนดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ อย่างไรก็ตามแบบจำลองดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สนับสนุนการตัดสินใจเบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถใช้แทนการวินิจฉัยหรือการพิจารณาทางคลินิกของบุคลากรทางการแพทย์ได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต ควรขยายพื้นที่ศึกษา เพิ่มข้อมูลด้านพฤติกรรมสุขภาพ เพื่อเพิ่มความสามารถในการประยุกต์ใช้แบบจำลองในบริบทที่หลากหลาย ควรเพิ่มการเปรียบเทียบกับแบบจำลอง Machine learning อื่น เพื่อประเมินประสิทธิภาพอย่างครอบคลุมมากยิ่งขึ้น และพัฒนาเครื่องมือดิจิทัลหรือระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านสุขภาพที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.) ประจำปีงบประมาณ 2568

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมโรค. (2566). รายงานสถานการณ์โรคไม่ติดต่อเรื้อรังของประเทศไทย. กระทรวงสาธารณสุข.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2567). รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุในประเทศไทย. สำนักงานสถิติแห่งชาติ.
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. In *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. (pp. 785–794). <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>
- Deberneh, H. M., & Kim, I. (2021). Prediction of type 2 diabetes based on machine learning algorithm. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 3317. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063317>
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2011). *Data mining: Concepts and techniques*. (3rd ed.). Morgan Kaufmann.
- Hu, B., Wang, C., Jiang, K., Shen, Z., Yang, X., Yin, M., Liang, B., Xie, Q., Ye, Y., & Gao, Z. (2021). Development and validation of a novel diagnostic model for initially clinical diagnosed gastrointestinal stromal tumors using an extreme gradient-boosting machine. *BMC Gastroenterol*, 21, 481. <https://doi.org/10.1186/s12876-021-02048-1>

- Islam, S. M. S., Talukder, A., Awal, M. A., Siddiqui, M. M. U., Ahamad, M. M., Ahammed, B., Rawal, L. B., Alizadehsani, R., Abawajy, J., Laranjo, L., Chow, C. K., & Maddison, R. (2022). Machine learning approaches for predicting hypertension and its associated factors using population-level data from three South Asian countries. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9, 839379. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.839379>
- Powers, D. M. W. (2011). Evaluation: From precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness and correlation. *Journal of Machine Learning Technologies*, 2(1), 37–63. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.16061>
- Wang, L., Wang, X., Chen, A., Jin, X., & Che, H. (2020). Prediction of type 2 diabetes risk and its effect evaluation based on the XGBoost model. *Healthcare*, 8(3), 247. <https://doi.org/10.3390/healthcare8030247>
- Wirth, R., & Hipp, J. (2000). CRISP-DM: Towards a standard process model for data mining. *Proceedings of the 4th International Conference on the Practical Applications of Knowledge Discovery and Data Mining*. (pp. 29–39). <https://www.cs.unibo.it/~danilo.montesi/CBD/Beatriz/10.1.1.198.5133.pdf>
- World Health Organization. (2014). *Global status report on noncommunicable diseases 2014*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564854>

โปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ

Interventions for Promoting Medication Adherence among Tuberculosis Patients in Community: A Systematic Review

สุชาญวัชร สมสอน

Suchanwat Somsorn

วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี จังหวัดนนทบุรี

Boromarajonani College of Nursing Changwat Nonthaburi

E-mail: suchanwat.somsorn@bcnnon.ac.th

(Received: 13 January 2026, Revised: 4 June 2026, Accepted: 9 June 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1444>

บทคัดย่อ

การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากิจกรรมตามโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน โดยใช้แนวทางของสถาบันโจแอนนาบริกส์เกณฑ์คัดเลือกร่วมกับผลงานวิจัยระหว่างปี พ.ศ. 2558 – 2568 โดยคำสืบค้น ได้แก่ “โปรแกรม” “การส่งเสริม” “ความสม่ำเสมอของการรับประทานยา” “ผู้ป่วยวัณโรค” “ชุมชน” โดยรายงานวิจัย จำนวน 4,339 เรื่อง ทำการคัดเลือกได้ 9 เรื่อง (เชิงทดลอง 5 เรื่อง และกึ่งทดลอง 4 เรื่อง) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์สรุปเชิงเนื้อหา และสถิติเชิงพรรณนา ผลการศึกษา พบว่า โปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน มี 4 กิจกรรม ได้แก่ การแจ้งเตือนการรับประทานยา การให้ความรู้ การให้คำปรึกษา และการกำกับติดตามผู้ป่วย โดยการใช้กิจกรรมแบบผสมผสานช่วยส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยา อัตราความสำเร็จการรักษา และอัตราการขาดการรักษาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ดังนั้นการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชนควรบูรณาการระบบสุขภาพดิจิทัลผ่านการพัฒนาแพลตฟอร์มที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลการแจ้งเตือนการรับประทานยา การติดตามผู้ป่วย การให้ความรู้ และการให้คำปรึกษาระหว่างเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและผู้ป่วยในรูปแบบทางไกลร่วมกับการติดตามเยี่ยมบ้าน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามผู้ป่วยวัณโรคแบบเรียลไทม์ รวมถึงส่งเสริมการมีส่วนร่วมของครอบครัวและชุมชนในการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน

คำสำคัญ: โปรแกรม ความสม่ำเสมอของการรับประทานยา ผู้ป่วยวัณโรค ชุมชน

Abstract

This systematic review aimed to examine programs promoting medication adherence among tuberculosis (TB) patients in community settings, following the Joanna Briggs Institute (JBI) methodology. The inclusion criteria focused on research articles published between 2015 and 2025. Search terms included “intervention,” “promotion,” “medication adherence,” “tuberculosis patients,” and “community.” Out of 4,339 identified records, 9 studies met the criteria (5 experimental and 4 quasi-experimental studies). Data were analyzed using content analysis and descriptive statistics. The results revealed that programs promoting medication adherence in the community consisted of four primary activities: medication reminders, education, counseling, and patient monitoring. Implementing a combination of these activities significantly enhanced medication adherence, increased treatment success rates, and reduced loss-to-follow-up rates (p -value < 0.05). Therefore, to improve medication adherence among TB patients, digital health systems should be integrated. This includes developing platforms that facilitate medication reminders, remote monitoring, and tele-education/tele-counseling between healthcare providers and patients, complemented by home visits. Such integration would enable real-time patient tracking and foster family and community engagement in ensuring consistent medication adherence.

Keywords: Interventions, Medication adherence, Tuberculosis patients, Community

บทนำ

วัณโรคเป็นโรคติดต่อเรื้อรังหนึ่งในปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ โดยองค์การอนามัยโลก ได้ประกาศ ยุทธศาสตร์ยุติวัณโรค (The end TB strategy) โดยเป้าหมายในการลดอุบัติการณ์วัณโรคลงร้อยละ 90 ภายในปี ค.ศ. 2035 องค์การอนามัยโลกได้คาดการณ์ว่า ในปี ค.ศ. 2024 มีผู้ป่วยวัณโรคประมาณ 10.70 ล้านคน และมีผู้เสียชีวิตประมาณ 1.23 ล้านคน อุบัติการณ์วัณโรค เท่ากับ 131 คนต่อประชากรแสนคน และจากรายงานมีผู้ป่วยขึ้นทะเบียนจริงมีเพียง 8.30 ล้านคน (ร้อยละ 78 ของจำนวนคาดการณ์) (WHO, 2025) ส่วนสถานการณ์วัณโรคในประเทศไทยได้คาดการณ์ว่ามีอุบัติการณ์วัณโรคสูงถึง 155 ต่อประชากรแสนคน เป็นผู้ป่วยวัณโรคเสียชีวิต 14,000 ราย วัณโรคดื้อยา (Drug resistance TB: DRTB) 2,700 ราย ผู้ป่วยวัณโรคที่ติดเชื้อเอชไอวี 9,200 ราย (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2565) โดยอัตราผลสำเร็จของการรักษาวัณโรค พ.ศ. 2567 พบว่ามีอัตราความสำเร็จในการรักษาร้อยละ 76.47 สาเหตุหลักที่ทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการรักษา มาจากการขาดยา สูงถึงร้อยละ 5.5 (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2568)

การรักษาวัณโรคผู้ป่วยต้องรับประทานยาอย่างร้อยละ 6 เดือน ด้วยยาสูตรมาตรฐาน 2HRZE/4HR แต่ยาในสูตรนี้ยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับอาการข้างเคียงของยา เช่น คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ ปวดท้อง ตับอักเสบ ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่รับประทานยาอย่างต่อเนื่อง (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2565; อภิษฎา ทนธรรม, 2562) หากผู้ป่วยขาดความสม่ำเสมอของการรับประทานยาจะทำให้ขาดความต่อเนื่องในการรักษาและเกิดวัณโรคดื้อยา ส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อวัณโรคในครอบครัวและชุมชนได้ต่อไปได้ (Pradipta et al., 2020) ความสม่ำเสมอของการรับประทานจึงเป็นการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรคที่มีความสำคัญให้ผู้ป่วยสามารถคงอยู่ในระบบการรักษาวัณโรคได้อย่างต่อเนื่อง (อรณา วีรขันธ์ และ สุชาญวัชร สมสอน, 2565; สุชาญวัชร สมสอน, 2568) ดังนั้นการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชนจึงมีความสำคัญที่จะทำให้ผู้ป่วยสามารถรักษาวัณโรคสำเร็จ ซึ่งในบริบทชุมชน โดยชุมชนสามารถมีส่วนร่วมในการติดตามและกำกับการรับประทานยาของผู้ป่วยตามแนวทางการรักษาแบบมีพี่เลี้ยงกำกับการกินยา (Directly observed treatment: DOT) โดยอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ผู้นำชุมชน หรือสมาชิกในครอบครัว ที่ช่วยสังเกตและบันทึกการรับประทานยาทำให้ผู้ป่วยมีความต่อเนื่องในการรักษามากขึ้น โดยพยาบาลวิชาชีพและบุคลากรสาธารณสุขในชุมชนจึงมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาผู้ป่วยวัณโรค กิจกรรมที่สำคัญในการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาผู้ป่วยวัณโรค ประกอบด้วย การให้ความรู้ด้วยการบรรยายกลุ่ม การให้คำปรึกษา การฝึกทักษะการดูแลตนเอง และการติดตามทางไกลหรือทางโทรศัพท์ (ธนวุธ กาฬภักดี และคณะ, 2568; สุชาญวัชร สมสอน, 2568) อย่างไรก็ตามปัญหาในด้านข้อจำกัดด้านทรัพยากรบุคคล การเข้าถึงพื้นที่ห่างไกล และวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไปของผู้ป่วย ทำให้รูปแบบการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาแบบเดิมอาจไม่เพียงพอ โดยปัจจุบันจึงมีการพัฒนารูปแบบกิจกรรมและโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอในการรับประทานยาที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อให้เกิดการเข้าถึงและความรวดเร็วในการดูแลผู้ป่วยวัณโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิ การแจ้งเตือนการรับประทานยา (Liu et al., 2015; Bediang et al., 2018; Louwagie et al., 2022; Wahdi et al., 2025) การให้ความรู้ (Prasetyo et al., 2015; Tola et al., 2016; Louwagie et al., 2022; Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025) การให้คำปรึกษา (Prasetyo et al., 2015; Tola et al., 2016; Louwagie et al., 2022; Khakhong et al., 2023; Chen et al., 2025; รัชณี ศรีตะวัน และนวลพรรณ จิวปัญญา, 2564) และการกำกับติดตามผู้ป่วย (Prasetyo et al., 2015; Wahdi et al., 2025)

จากความเป็นมาและสภาพปัญหาดังกล่าว สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic review) เพื่อนำข้อมูลจากงานวิจัยที่เคยดำเนินการเกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชนมาวิเคราะห์และสังเคราะห์อย่างเป็นระบบ โดยมุ่งหวังให้ได้องค์ความรู้เชิงประจักษ์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผน พัฒนา หรือปรับปรุงโปรแกรมการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชนให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศไทย อันจะนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานบริการ คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน และการควบคุมวัณโรคอย่างมีประสิทธิภาพที่ยั่งยืน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษากิจกรรมตามโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic review) จากรายงานการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน โดยคัดเลือกงานวิจัยที่ตีพิมพ์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษที่รายงานย้อนหลัง 10 ปี คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2015 ถึง ค.ศ. 2025)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรสำหรับการศึกษานี้ คือ รายงานการวิจัยที่ตีพิมพ์เกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชนภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน 4,339 เรื่อง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ คือ รายงานการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชนที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์เกณฑ์คัดเข้า จำนวน 9 เรื่อง เป็นรายงานวิจัยเชิงทดลอง จำนวน 5 เรื่อง และกึ่งทดลอง จำนวน 4 เรื่อง ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria)

1. เป็นรายงานการวิจัยที่ศึกษาในประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ป่วยวัณโรคหรือครอบครัวของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน
2. เป็นรายงานการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาเป็นตัวแปรต้น
3. เป็นรายงานการวิจัยที่ศึกษาที่มีความสม่ำเสมอของการรับประทานยาเป็นตัวแปรตาม
4. เป็นรายงานการวิจัยที่เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มีการออกแบบโดยมีกลุ่มควบคุมและมีการสุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดลอง (Randomized controlled trials: RCTs) หรือการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ที่มีความสมบูรณ์ในการวิจัยทุกขั้นตอนและมีการรายงานค่าสถิติ
5. เป็นรายงานการวิจัยที่ตีพิมพ์ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
6. เป็นรายงานการวิจัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2015 ถึง ค.ศ. 2025)

เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

1. รายงานการงานวิจัยที่ศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยวัณโรคดื้อยาและวัณโรคระยะแฝง
2. รายงานการงานวิจัยที่ตีพิมพ์ก่อนปี พ.ศ. 2558
3. ไม่เป็นรายงานการงานวิจัยฉบับเต็มที่ผ่านการประเมินคุณภาพ
4. มีรายละเอียดไม่เพียงพอหรือไม่มีการรายงานผลงานวิจัยตามที่กำหนดไว้
5. งานวิจัยที่ไม่ใช่ภาษาไทยหรืออังกฤษ งานที่ไม่รายงานผลเชิงสถิติหรืองานที่ไม่ได้ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบบันทึกข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 แบบคัดกรองงานวิจัยตามเกณฑ์คัดเข้าเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกรางานวิจัยตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้

ส่วนที่ 2 แบบประเมินคุณภาพของการวิจัยเป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพเชิงระเบียบวิธีวิจัยของงานวิจัยที่นำมาทบทวนอย่างเป็นระบบ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพงานวิจัยเชิงทดลองที่มีการออกแบบโดยมีกลุ่มควบคุมและมีการสุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดลอง และงานวิจัยกึ่งทดลองของสถาบันโจแอนนาบริกส์ (The Joanna Briggs Institute, 2014)

ส่วนที่ 3 แบบบันทึกผลการทบทวนวรรณกรรมเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการลงบันทึกข้อมูลงานวิจัยที่คัดเลือกมาเพื่อทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบของสถาบันโจแอนนาบริกส์ (The Joanna Briggs Institute, 2014) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นรายงานวิจัยจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ ฐานข้อมูล CINAHL, ProQuest dissertations & Theses global, Embase, Medline, PubMed, OVID, Science direct, Google scholar, Thailand library intergraded system (Thailis) และ Thai journal online โดยใช้คำสืบค้นเป็นภาษาไทย ได้แก่ “โปรแกรม” “การส่งเสริม” “ความสม่ำเสมอของการรับประทานยา” “ผู้ป่วยวัณโรค” “ชุมชน” และคำสืบค้นเป็นภาษาอังกฤษ ได้แก่ “Interventions” “Promoting” “Medication adherence” “Tuberculosis patients” “Community” จากนั้นคัดรายงานการวิจัยที่มีความซ้ำซ้อนกันออก

2. จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกรางานวิจัยโดยใช้แบบคัดกรองงานวิจัย โดยคัดเลือกจากชื่อเรื่องของงานวิจัยที่ตรงตามเกณฑ์ แล้วคัดรายงานการวิจัยที่ไม่ตรงตามเกณฑ์ออก จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกโดยอ่านบทคัดย่อเพื่อประเมินงานวิจัยที่ตรงตามเกณฑ์ คือ เป็นรายงานการวิจัยที่ศึกษาในประชากรหรือกลุ่มตัวอย่างที่ผู้ป่วยวัณโรคหรือครอบครัวของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน รายงานการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาเป็นตัวแปรต้น รายงานการวิจัยที่ศึกษาที่มีความสม่ำเสมอของการรับประทานยาเป็นตัวแปรตาม รายงานการวิจัยที่เป็นการวิจัยเชิงทดลองที่มีการออกแบบโดยมีกลุ่มควบคุมและมีการสุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดลอง (Randomized controlled trials; RCTs) หรือการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ที่มีความสมบูรณ์ในการวิจัยทุกขั้นตอนและมีการรายงานค่าสถิติ ตีพิมพ์ทั้งที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และเผยแพร่รายงานการวิจัยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถึง พ.ศ. 2568 (ค.ศ. 2015 ถึง ค.ศ. 2025) แล้วคัดรายงานการวิจัยที่ไม่ตรงตามเกณฑ์ออก

3. ผู้วิจัยอ่านรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เพื่อประเมินคุณภาพของรายงานวิจัยตามแบบประเมินคุณภาพของการวิจัยของสถาบันโจแอนนาบริกส์ (The joanna briggs institute, 2014) จากนั้นทำการสกัดข้อมูลตรวจสอบความตรงของการบันทึกข้อมูลจากนั้นตรวจสอบกับการบันทึก จากนั้นบันทึกลงในแบบบันทึกผล

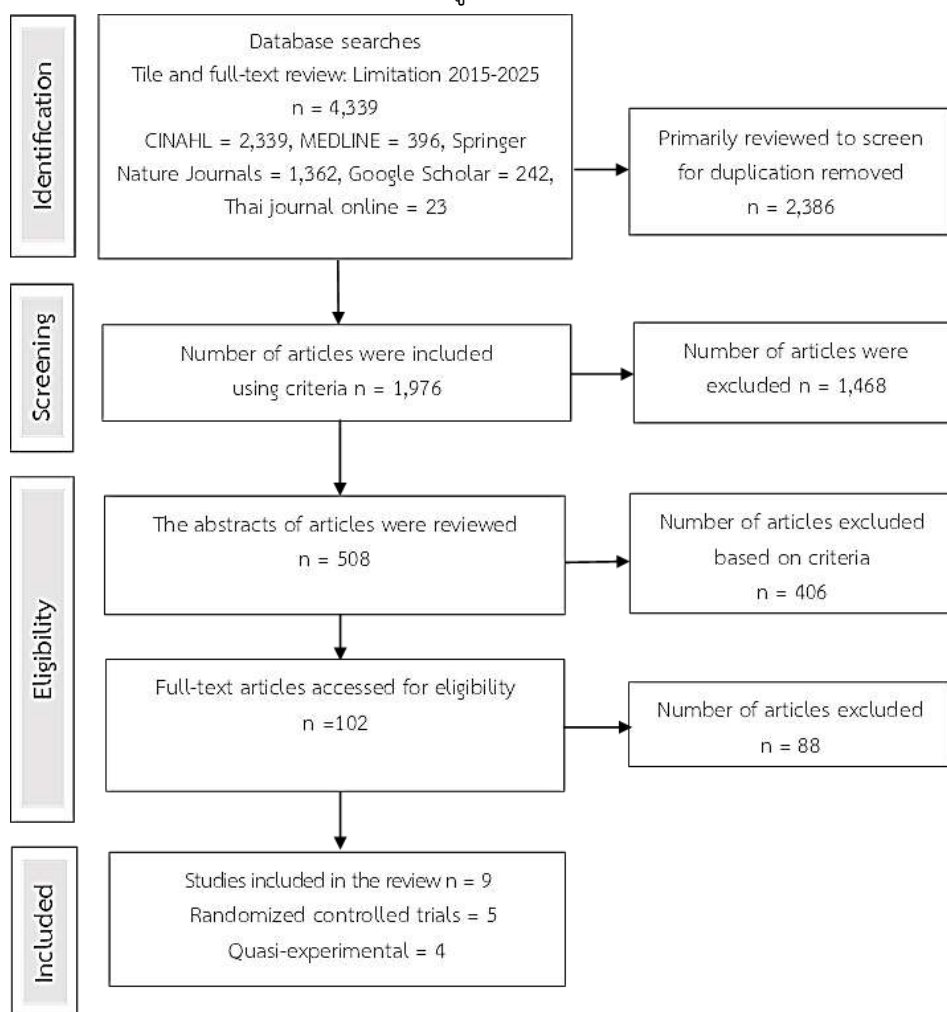
การทบทวนวรรณกรรม ประกอบด้วย ผู้วิจัย ปีที่ทำวิจัย ประเทศที่ทำวิจัย รูปแบบวิจัย กลุ่มตัวอย่าง รูปแบบของกิจกรรม วิธีการประเมินผล ผลการศึกษา และระดับความน่าเชื่อถือของงานวิจัยตามการประเมินระดับความน่าเชื่อถือตามเกณฑ์ของ Mehrik et al. (2010)

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ แจกแจงความถี่ ร้อยละ และข้อมูลเชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ พบว่า งานวิจัยที่ได้จากการสืบค้นจากฐานข้อมูล ระหว่าง ค.ศ. 2015 ถึง ค.ศ. 2025 ทั้งสิ้น 4,339 เรื่อง จากนั้นคัดรายงานการวิจัยที่มีความซ้ำซ้อนกันแล้วเหลือจำนวน 1,976 เรื่อง ผู้วิจัยคัดกรองงานวิจัยตามเกณฑ์จากชื่อเรื่องเหลือจำนวน 508 เรื่อง จากนั้นผู้วิจัยคัดเลือกโดยอ่านบทคัดย่อเพื่อประเมินงานวิจัยที่ตรงตามเกณฑ์ เหลือจำนวน 102 เรื่อง แล้วผู้วิจัยอ่านรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เพื่อประเมินงานวิจัยที่ตรงตามเกณฑ์ เหลือจำนวน 9 เรื่อง ดังแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อพิจารณาจากลักษณะทั่วไปของรายงานวิจัย พบว่า เป็นงานวิจัยเชิงทดลองที่มีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง จำนวน 5 เรื่อง และกึ่งทดลอง จำนวน 4 เรื่อง ตีพิมพ์มากที่สุดในปี ค.ศ. 2015 และ ค.ศ. 2025 จำนวน 2 เรื่อง ประเทศที่ทำการวิจัยมากที่สุด คือ ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศไทย และประเทศจีน จำนวน 2 เรื่อง กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยวัณโรคปอด จำนวน 8 เรื่อง ระยะเวลาในการทำวิจัยอยู่ระหว่าง 6 สัปดาห์ ถึง 6 เดือน ระดับความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเป็นระดับที่ 2 จำนวน 5 เรื่อง ดังแสดงในตารางที่ 1

นอกจากนี้โปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน พบว่า การส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยา มี 4 วิธี ได้แก่ 1) การแจ้งเตือนการรับประทานยา 2) การให้ความรู้ 3) การให้คำปรึกษา และ 4) การกำกับติดตามผู้ป่วย ซึ่งรูปแบบกิจกรรมเป็นรูปแบบกิจกรรมผสมผสาน (Prasetyo et al., 2015; Tola et al., 2016; Louwagie et al., 2022; Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025) และรูปแบบกิจกรรมวิธีเดียว (Liu et al., 2015; Bediang et al., 2018; Khakhong et al., 2023; รัชณี ศรีตะวัน และนวลพรรณ จีวีปัญญา, 2564) โดยการแจ้งเตือนการรับประทานยามีการแจ้งเตือนรายบุคคลผ่านกล่องยา (Liu et al., 2015) และข้อความ SMS (Liu et al., 2015; Bediang et al., 2018; Louwagie et al., 2022; Wahdi et al., 2025) นอกจากนี้การให้ความรู้เป็นรูปแบบกิจกรรมรายบุคคล เนื้อหาประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับโรค ความสำคัญของการรับประทานยา การรับประทานยาที่ถูกต้อง และการจัดการอาการข้างเคียงจากยา (Prasetyo et al., 2015; Tola et al., 2016; Louwagie et al., 2022; Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025) สื่อที่ใช้ในการให้ความรู้มีหลายรูปแบบที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัย ได้แก่ แผ่นพับ ข้อความความรู้ผ่านระบบ SMS หรือแอปพลิเคชัน และวิดีโอความรู้ (Prasetyo et al., 2015; Tola et al., 2016; Louwagie et al., 2022; Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025) นอกจากนี้การให้คำปรึกษามีทั้งรูปแบบรายบุคคลและรายกลุ่ม โดยให้คำปรึกษารายบุคคลมุ่งเน้นเสริมสร้างแรงจูงใจในการรับประทานยาต่อเนื่องในผู้ป่วย (Prasetyo et al., 2015; Tola et al., 2016; Louwagie et al., 2022; Chen et al., 2025; รัชณี ศรีตะวัน และนวลพรรณ จีวีปัญญา, 2564) และให้คำปรึกษารายกลุ่มเพื่อเสริมสร้างพลังในครอบครัวในการส่งเสริมการรับประทานยาผู้ป่วยให้มีความต่อเนื่อง (Khakhong et al., 2023) นอกจากนี้การกำกับติดตามผู้ป่วยเป็นกิจกรรมรายบุคคล โดยติดตามผ่านการกำกับการรับประทานยาด้วยแอปพลิเคชันเพื่อประเมินความสม่ำเสมอของการรับประทานยา (Wahdi et al., 2025) และการกำกับติดตามผู้ป่วยผ่านการเยี่ยมบ้านโดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเพื่อติดตามการรับประทานยาและจัดการอาการข้างเคียงระหว่างการรักษา (Prasetyo et al., 2015) ดังแสดงในตารางที่ 1

นอกจากนี้เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่า วิธีการประเมินผลใช้แบบสอบถามที่หลากหลาย โดยส่วนใหญ่วัดความสม่ำเสมอของการรับประทานยาใช้แบบสอบถาม Morisky medication adherence scale (MMAS-8) (Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025) Medication adherence self-efficacy scale (MASES) (Prasetyo et al., 2015) The tuberculosis medication adherence scale (TBMAS) (Khakhong et al., 2023) และ Visual analog scale (VAS) (รัชณี ศรีตะวัน และนวลพรรณ จีวีปัญญา, 2564) อีกทั้งมีการวัดด้วยอัตราการขาดการรักษา (Liu et al., 2015; Tola et al., 2016) และอัตราการรักษาสำเร็จ (Bediang et al., 2018; Louwagie et al., 2022; Khakhong et al., 2023) นอกจากนี้ผลของโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยา

ของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชนส่งผลให้กลุ่มทดลองมีความสม่ำเสมอของการรับประทานยาที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม (Prasetyo et al., 2015; Khakhong et al., 2023; Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025; รัชณี ศรีตะวัน และ นวลพรรณ จิวปัญญา, 2564) อัตราการขาดการรักษาที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (Liu et al., 2015; Tola et al., 2016) และอัตราการรักษาสำเร็จสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Khakhong et al., 2023) แต่บางรายงานวิจัยมีอัตราการรักษาสำเร็จไม่แตกต่างกัน (Bediang et al., 2018; Louwagie et al., 2022) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน (n = 9)

ผู้แต่ง/ ประเทศ	กลุ่มตัวอย่าง	รูปแบบของกิจกรรม	วิธีการ ประเมินผล	ผลการวิจัย	ระดับ ความ น่าเชื่อถือ
Liu et al. (2015) ประเทศจีน	ผู้ป่วยวัณโรค ปอดที่ตรวจพบ เชื้อ และกำลัง รักษาด้วยสูตร ยามาตรฐาน จำนวน 4,173 คน	กล่องยาเตือนการ รับประทานยา รายบุคคล และส่ง ข้อความ SMS แจ้ง เตือนการรับประทานยา รายวันอัตโนมัติ รายบุคคล ระยะเวลา 6 เดือน	อัตราการขาด การรักษา	กลุ่มทดลองที่ได้รับกล่อง ยาเตือนการรับประทาน ยา (3.6%) กลุ่มที่ได้รับส่ง ข้อความ SMS แจ้งเตือน (5.0%) และกลุ่มที่ได้รับ กล่องยาเตือนการ รับประทานยาร่วมกับ ข้อความ SMS แจ้งเตือน (7.6%) มีอัตราการขาด การรักษาน้อยกว่ากลุ่ม ควบคุม (8.5%)	2
Prasetyo et al. (2015) ประเทศ อินโดนีเซีย	ผู้ป่วยวัณโรค ปอดรายใหม่ จำนวน 68 คน	ให้ความรู้ ให้คำปรึกษา รายบุคคล และติดตาม ผู้ป่วยรายบุคคล ระยะเวลา 8 สัปดาห์	Medication Adherence Self-Efficacy Scale (MASES)	กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย ความสม่ำเสมอในการกินยา สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p <$ 0.05)	3
Tola et al. (2016) ประเทศ เอธิโอเปีย	ผู้ป่วยวัณโรค รายใหม่ จำนวน 698 คน	ให้ความรู้รายบุคคลและ คำปรึกษารายบุคคล ระยะเวลา 6 เดือน	อัตราการขาด การรักษา	กลุ่มทดลองมีอัตราการ ขาดการรักษา (9.5%) น้อยกว่า กลุ่มควบคุม (25.4%) อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p < 0.001$)	2

ตารางที่ 1 ผลการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน (n = 9) (ต่อ)

ผู้แต่ง/ ประเทศ	กลุ่มตัวอย่าง	รูปแบบของกิจกรรม	วิธีการ ประเมินผล	ผลการวิจัย	ระดับ ความ น่าเชื่อถือ
Bediang et al. (2018) ประเทศคาเมรูน	ผู้ป่วยวัณโรค รายใหม่ จำนวน 279 คน	ส่งข้อความ SMS แจ้งเตือนการรับประทานยา รายวันอัตโนมัติ รายบุคคล ระยะเวลา 6 เดือน	อัตราการ รักษาสำเร็จ	อัตราการรักษาหายของ กลุ่มทดลอง (63.5%) และกลุ่มเปรียบเทียบ (62%) ไม่แตกต่างกัน	2
Louwagie et al. (2022) ประเทศ แอฟริกาใต้	ผู้ป่วยวัณโรคที่มี พฤติกรรมสูบบุหรี่ หรือดื่ม สุรา จำนวน 574 ราย	ให้คำปรึกษาด้วยการ สัมภาษณ์สร้างแรงจูงใจ รายบุคคล และส่ง ข้อความให้ความรู้ และ ข้อความการกระตุ้นการ รับประทานยา รายบุคคล ระยะเวลา 6 เดือน	อัตราการ รักษาสำเร็จ	อัตราการรักษาสำเร็จ ของกลุ่มทดลอง (67.8%) และกลุ่ม ควบคุม (70.1%) ไม่ แตกต่างกัน	2
รัชณี ศรีตะวัน และนวลพรรณ จิวปัญญา (2564) ประเทศไทย	ผู้ป่วยวัณโรค ปอดที่ได้รับการ รักษาวัณโรค ด้วยสูตรยา ระยะสั้น จำนวน 60 คน	ให้คำปรึกษาโดยการ สัมภาษณ์เพื่อเสริมสร้าง แรงจูงใจรายบุคคล ระยะเวลา 6 สัปดาห์	แบบประเมิน ความ สม่ำเสมอใน การทานยา (Visual Analog Scale: VAS)	กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย ความสม่ำเสมอในการ รับประทานยา สูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ(p < 0.05)	3
Khakhong et al. (2023) ประเทศไทย	ครอบครัวของ ผู้ป่วยวัณโรค ปอดที่รายใหม่ จำนวน 64 ครอบครัว	ให้คำปรึกษาเพื่อ ส่งเสริมการสร้างพลังใน ครอบครัวรายกลุ่ม ระยะเวลา 19 สัปดาห์	The Tuberculosis Medication Adherence Scale (TBMAS) และ อัตรา การรักษา การรักษา	กลุ่มทดลองมีความ สม่ำเสมอของการ รับประทานยา และอัตรา การสำเร็จการรักษาสูงกว่า กลุ่มเปรียบเทียบอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)	2

ตารางที่ 1 ผลการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน (n = 9) (ต่อ)

ผู้แต่ง/ ประเทศ	กลุ่มตัวอย่าง	รูปแบบของกิจกรรม	วิธีการ ประเมินผล	ผลการวิจัย	ระดับ ความ น่าเชื่อถือ
Chen et al. (2025) ประเทศจีน	ผู้ป่วยวัณโรค ปอด จำนวน 75 คน	ให้ความรู้ผ่าน แพลตฟอร์มออนไลน์ Internet Plus มีวิดีโอ ความรู้ และระบบถาม- ตอบให้คำปรึกษา รายบุคคล ระยะเวลา 6 เดือน	Morisky Medication Adherence Scale (MMAS-8)	กลุ่มทดลองมีความ สม่ำเสมอของการ รับประทานยาสูงกว่ากลุ่ม เปรียบเทียบอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05	3
Wahdi et al. (2025) ประเทศ อินโดนีเซีย	ผู้ป่วยวัณโรค ปอด จำนวน 30 คน	ติดตามผู้ป่วยเพื่อผ่าน ระบบทางไกลผ่านแอป พลิเคชัน (SETIATB telenursing application) พร้อมกับ ให้ความรู้ผ่านวิดีโอ และแจ้งเตือนการ รับประทานยา ระยะเวลา 9 เดือน	Morisky Medication Adherence Scale (MMAS-8)	ความสม่ำเสมอของการ รับประทานยาของกลุ่ม ทดลอง (66.6%) สูงกว่า กลุ่มเปรียบเทียบ (13.3%)	3

การอภิปรายผล

การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชนที่มีประสิทธิภาพต้องอาศัยการจัดกิจกรรมแบบผสมผสาน เนื่องจากการรักษาวัณโรคใช้เวลานานในการรักษาอย่างน้อย 6 เดือน (กองวัณโรค กรมควบคุมโรค, 2565) ทำให้การมีกิจกรรมผสมผสานที่มีความหลากหลายจะทำให้แรงจูงใจในการรับประทานยาอย่างต่อเนื่องสามารถกระตุ้นความสม่ำเสมอของการรับประทานยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Prasetyo et al., 2015; Tola et al., 2016; Louwagie et al., 2022; Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025) โดยเฉพาะในการศึกษาของ Chen et al. (2025) และ Wahdi et al. (2025) แสดงให้เห็นว่า กิจกรรมที่มีรูปแบบการผสมผสานสามารถส่งผลต่อความสม่ำเสมอของการรับประทานยาได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามรูปแบบกิจกรรมวิธีเดียวกันก็ยังสามารถส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาได้มีประสิทธิภาพเช่นกัน เนื่องมาจากกิจกรรมเหล่านี้มีการดำเนินการที่มีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอ รวมถึงสามารถเข้าถึงกิจกรรมได้ง่าย จึงทำให้ผู้ป่วยเกิดแรงจูงใจที่จะรับประทานยาอย่างสม่ำเสมอยิ่งขึ้น (Liu et al., 2015; Bediang et al., 2018; Khakhong et al., 2023; รัชนิ

ศรีตะวัน และนวลพรรณ จิวปัญญา, 2564) โดยกิจกรรมการแจ้งเตือนการรับประทานยาที่มีการแจ้งเตือนรายบุคคลผ่านกล่องยา (Liu et al., 2015) และข้อความ SMS (Liu et al., 2015; Bediang et al., 2018; Louwagie et al., 2022; Wahdi et al., 2025) โดยการแจ้งเตือนมีความสำคัญในการป้องกันการลืมรับประทานยาที่จะนำไปสู่การขาดความต่อเนื่องในการรักษา (บุษบา โคกระรินทร์ และ สุชาญวัชร สมสอน, 2563) ทั้งนี้การแจ้งเตือนอย่างเดียวอาจยังไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นให้ผู้ป่วยรับประทานยาอย่างสม่ำเสมอจึงต้องมีกิจกรรมอื่นๆ ร่วมด้วย โดยเฉพาะในการศึกษาของ Liu et al. (2015) แสดงให้เห็นว่า การแจ้งเตือนผ่านกล่องยาและข้อความ SMS ส่งผลต่อความสม่ำเสมอของการรับประทานยาได้อย่างชัดเจน

นอกจากนี้การให้ความรู้มุ่งเน้นเรื่องโรค ความสำคัญและความถูกต้องของการรับประทานยารวมถึงการจัดการกับอาการข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นจากยา (Prasetyo et al., 2015; Tola et al., 2016; Louwagie et al., 2022; Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025) จะเห็นได้ว่า งานวิจัยในช่วงหลังเริ่มเปลี่ยนจากการให้ความรู้แบบดั้งเดิมไปสู่แพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น ระบบ Internet plus และ SETIATB telenursing application ที่มีวิดีโอความรู้ที่สามารถเข้าถึงความรู้ได้ง่ายทำให้สามารถเพิ่มความสม่ำเสมอในการกินยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025) ซึ่งความรู้ที่ถูกถ่ายทอดอย่างเหมาะสมมีผลต่อความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยได้ดี อย่างไรก็ตามการให้ความรู้ยังขาดการเสริมทักษะที่สำคัญในการรับประทานยาโดยเฉพาะการจัดการอาการข้างเคียงขณะรับการรักษา เพื่อให้ผู้ป่วยคงอยู่ในการรับประทานยาต่อไปได้ (สุชาญวัชร สมสอน และคณะ, 2565) นอกจากนี้การให้คำปรึกษารายบุคคลทำให้ผู้ป่วยมีความแรงใจในการรับประทานยาอย่างสม่ำเสมอได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Prasetyo et al., 2015; Tola et al., 2016; Louwagie et al., 2022; Chen et al., 2025; รัชณี ศรีตะวัน และ นวลพรรณ จิวปัญญา, 2564) โดยการให้คำปรึกษารายบุคคลมีส่วนสำคัญในการลดความกังวลในการรับประทานยาของผู้ป่วยระหว่างการรักษา (สุชาญวัชร สมสอน, 2568) ซึ่งความวิตกกังวลเป็นอุปสรรคต่อความต่อเนื่องในการรักษาและการรับประทานยาอย่างสม่ำเสมอ (อัญชลี จันทรปรง และคณะ, 2560) แต่อย่างไรก็ตามการให้คำปรึกษาที่มีการพัฒนาระบบถาม-ตอบ เพื่อให้คำปรึกษาแบบรายบุคคลผ่านออนไลน์ทำให้ผู้ป่วยเข้าถึงคำแนะนำได้รวดเร็วขึ้นทำให้สามารถช่วยจัดการปัญหาระหว่างการรักษาได้อย่างทันท่วงที (Chen et al., 2025) อีกทั้งการให้คำปรึกษารายกลุ่มด้วยการเสริมสร้างพลังในครอบครัวโดยครอบครัวสามารถช่วยสร้างแรงจูงใจในการรับประทานยาและให้กำลังใจในผู้ป่วยระหว่างการรักษา รวมถึงทำให้สามารถปรับความเป็นอยู่ในการดำเนินชีวิตตามบริบทจากบุคคลธรรมดาเป็นผู้ที่เป็นวันโรคทำให้สามารถส่งเสริมการรับประทานยาผู้ป่วยให้มีความต่อเนื่อง (Khakhong et al., 2023; Zomahoun et al., 2017)

นอกจากนี้การกำกับติดตามผู้ป่วย โดยการใช้เทคโนโลยีติดตามด้วยแอปพลิเคชัน เช่น SETIATB เพื่อทำ Telenursing ในการประเมินความสม่ำเสมอแบบทางไกล (Wahdi et al., 2025) โดยพยาบาลมีส่วนสำคัญในการช่วยในการติดตามผู้ป่วยวันโรคโดยเฉพาะในยุคที่มีการใช้เทคโนโลยีมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน (ธนวุธ กาฬภักดี และคณะ, 2568) ซึ่งการติดตามทางไกลช่วยเสริมการติดตามต่อเนื่องโดยลดการเดินทางหรือการมาพบหน้าแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะในกลุ่มที่อยู่ห่างไกลหรือมีข้อจำกัดทางเศรษฐกิจ (สุชาญวัชร

สมสอน, 2568; สุชาญวัชร สมสอน และคณะ, 2565; Story et al., 2016) อีกทั้งการติดตามด้วยการเยี่ยมบ้านโดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเพื่อประเมินอาการข้างเคียงและให้การดูแลในเชิงรุกในชุมชนรูปแบบนี้ยังมีความจำเป็นทำให้ผู้ป่วยเกิดความไว้วางใจและเกิดความร่วมมือในการรับประทานที่ต่อเนื่อง (Prasetyo et al., 2015) การติดตามผู้ป่วยนี้เหมาะสมกับผู้ป่วยที่มีปัญหาซับซ้อนระหว่างการรักษา (สุชาญวัชร สมสอน, 2568)

อย่างไรก็ตามผลการวิจัยส่วนใหญ่จะสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของโปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอในการรับประทานยาในทิศทางที่ดี แต่ยังมีข้อจำกัดโดยเฉพาะการวัดผลความสม่ำเสมอที่ส่วนใหญ่ยังพึ่งพาการรายงานด้วยตนเองของผู้ป่วยอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากความลำเอียงในการตอบคำถามของผู้ป่วย (Chen et al., 2025; Wahdi et al., 2025; Prasetyo et al., 2015; Khakhong et al., 2023; รัชนิ ศรีตะวัน และนวลพรรณ จิวปัญญา, 2564) อีกทั้งการวัดผลด้วยอัตราการรักษาสำเร็จอาจไม่สามารถนำมาประเมินความสม่ำเสมอของการรับประทานยาได้ เนื่องจากความสำเร็จของการรักษาวิธโรคไม่ได้เกิดจากความสม่ำเสมอของการรับประทานยาเท่านั้น ยังรวมถึงสภาวะสุขภาพพื้นฐานของผู้ป่วย เช่น การสูบบุหรี่หรือดื่มสุรา หรือโรคประจำตัว และความรุนแรงของโรคด้วย (บุษบา โคกระบินทร์ และ สุชาญวัชร สมสอน, 2563; สุชาญวัชร สมสอน และคณะ, 2562) นอกจากนี้ระยะเวลาในการติดตามผลยังจำกัดอยู่เพียงช่วงการดำเนินรักษาเฉพาะ 6 เดือนทำให้ขาดการติดตามผลในกรณีที่ผู้ป่วยได้รับการรักษามากกว่า 6 เดือน รวมถึงยังเห็นถึงความเหลื่อมล้ำทางเทคโนโลยีในกลุ่มผู้ป่วยสูงอายุหรือพื้นที่ห่างไกลอาจทำให้การใช้แอปพลิเคชันหรือระบบแจ้งเตือนดิจิทัลมีเพียงในพื้นที่ เช่น ในพื้นที่เขตเมือง (ธนุช กาฬภักดี และคณะ, 2568) ดังนั้นการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวิธโรคในชุมชน ควรมีการจัดกิจกรรมแบบผสมผสานในการแจ้งเตือนการรับประทานยา การให้ความรู้ การให้คำปรึกษา และการกำกับติดตามผู้ป่วย เพื่อให้เกิดความสม่ำเสมอของการรับประทานยาในผู้ป่วยวิธโรคในชุมชนทำให้ผู้ป่วยสามารถรักษาได้อย่างต่อเนื่องส่งผลให้ผู้ป่วยรักษาสำเร็จสามารถป้องกันควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวิธโรคในครอบครัวและชุมชนได้ต่อไป

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบในครั้งนี้ทำให้เห็นว่า โปรแกรมส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวิธโรคในชุมชน ควรมีการจัดกิจกรรมแบบผสมผสานในการแจ้งเตือนการรับประทานยา การให้ความรู้ การให้คำปรึกษา และการกำกับติดตามผู้ป่วย เพื่อให้ผู้ป่วยมีความสม่ำเสมอของการรับประทานยารักษาวิธโรคส่งผลให้ผู้ป่วยรักษาสำเร็จสามารถป้องกันควบคุมการแพร่กระจายเชื้อวิธโรคในครอบครัวและชุมชนได้ ข้อเสนอแนะ หน่วยงานสาธารณสุขควรบูรณาการระบบสุขภาพดิจิทัล (Digital health integration) ผ่านการพัฒนาแพลตฟอร์มกลางที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลการแจ้งเตือนการรับประทานยา การติดตามผู้ป่วย การให้ความรู้ และการให้คำปรึกษาระหว่างเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและผู้ป่วยในรูปแบบทางไกลร่วมกับการติดตามเยี่ยมบ้าน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามผู้ป่วยวิธโรคแบบเรียลไทม์ รวมถึงส่งเสริมการมีส่วนร่วมของครอบครัวและชุมชนในการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวิธโรคในชุมชน ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรนำโปรแกรมปรับใช้ในการส่งเสริมความสม่ำเสมอของการรับประทานยาของผู้ป่วยวิธโรคตามบริบทแต่ละพื้นที่ เช่น พื้นที่ชุมชนในประเทศไทย เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กองวัณโรค กรมควบคุมโรค. (2565). *แนวทางการควบคุมวัณโรคประเทศไทย พ.ศ. 2564*. กรุงเทพฯ: อักษรกราฟฟิกแอนดส์ดีไซน์.
- กองวัณโรค กรมควบคุมโรค. (2568). *สถานการณ์วัณโรค ประเทศไทย*.
https://dvis3.ddc.moph.go.th/t/DDC_CENTER_DTB/views/FollowTB/Status_TB?%3Aembed=y&%3AisGuestRedirectFromVizportal=y
- ธนวุธ กาฬภักดิ์, สุชาญวัชร สมสอน และ ดารณี ภักดิ์วาปี. (2568). บทบาทพยาบาลในการดูแลผู้ป่วยวัณโรคที่ได้รับการกำกับการรับประทานยาผ่านวิดีโอในชุมชนเมือง. *วารสารสถาบันป้องกันควบคุมโรคเขตเมือง*, 10(2), 245-262. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/iudcJ/article/view/279705>
- บุษบา โคกระบินทร์ และ สุชาญวัชร สมสอน. (2563). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการขาดยาในผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่และกลับเป็นซ้ำในพื้นที่จังหวัดสระบุรี. *วารสารการแพทย์และสาธารณสุขเขต 4*, 10(2), 10-21. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JMPH4/article/view/248407>
- รัชณี ศรีตะวัน และ นวลพรรณ จิวปัญญา. (2564). ประสิทธิภาพของโปรแกรมการให้การศึกษาโดยการสัมภาษณ์เสริมสร้างแรงจูงใจต่อความรู้ ความสม่ำเสมอของการรับประทานยา และการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อของผู้ที่เป็นวัณโรค. *วารสารวิจัยการพยาบาลและการสาธารณสุข*, 1(3), 17-30.
<https://he02.tci-thaijo.org/index.php/jnphr/article/view/253579>
- สุชาญวัชร สมสอน. (2568). การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับโปรแกรมส่งเสริมการดูแลตนเองของผู้ป่วยวัณโรคในชุมชน. *วารสารวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยนครราชสีมา*, 4(1), 28-38.
<https://he03.tci-thaijo.org/index.php/jhsnmc/article/view/4420>
- สุชาญวัชร สมสอน, ณรงค์เดช พิมพรรณ, ดารณี ภักดิ์วาปี, สุภาภรณ์ วัฒนธาร และ เพชรวรรณ พึ่งรัศมี. (2562). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการเสียชีวิตของผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่และกลับเป็นซ้ำ ในพื้นที่จังหวัดนครนายก. *วารสารการแพทย์และสาธารณสุขเขต 4*, 9(2), 15-28. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JMPH4/article/view/248571>
- สุชาญวัชร สมสอน, ปาหนัน พิษยภิญโญ และ สุนีย์ ละกำป็น. (2565). ผลของโปรแกรมแบบแผนการให้ข้อมูลการสร้างแรงจูงใจ และการพัฒนาทักษะ ร่วมกับการกำกับการรับประทานยาผ่านวิดีโอในผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่ จังหวัดนนทบุรี. *วารสารวิจัยสุขภาพและการพยาบาล*, 38(1), 241-253.
<https://he01.tci-thaijo.org/index.php/bcnbangkok/article/view/246987>
- อัญชลี จันทรปรุ่ง, สุวรรณ จันทรประเสริฐ และ สมสมัย รัตนกริธากุล. (2560). ผลของการเสริมสร้างพลังอำนาจต่อพฤติกรรมการดูแลตนเองและผลการตรวจเสมหะของผู้ป่วยวัณโรค. *วารสารพยาบาลสาธารณสุข*, 31(3), 89-104. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/phn/article/view/245482>

- อรนภา วีระชัย และ สุชาญวัชร สมสอน. (2566). แนวทางการพัฒนารูปแบบการติดตามผู้ป่วยวัณโรคปอดในพื้นที่จังหวัดนนทบุรี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน*, 1(1), 19-34.
<https://doi.org/10.57260/stc.2023.509>
- อภิษฐา ทนธรรม. (2562). การศึกษาประสบการณ์การมีอาหารและวิธีการจัดการอาหารไม่พึงประสงค์ จากยารักษาวัณโรคปอดของผู้ป่วยวัณโรคปอดรายใหม่. (วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย). <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/9385>
- Bediang, G., Stoll, B., Elia, N., Abena, J. L., & Geissbuhler, A. (2018). SMS reminders to improve adherence and cure of tuberculosis patients in Cameroon (TB-SMS Cameroon): a randomised controlled trial. *BMC public health*, 18, 583.
<https://doi.org/10.1186/s12889-018-5502-x>
- Chen, X., Zhang, X., Nie, F., Wang, X., Zhang, J., Wang, X., & Lv, C. (2025). Impact of the Internet Plus Health Education Model on Treatment Adherence, Disease Knowledge and Patient Satisfaction in Pulmonary Tuberculosis. *Patient preference and adherence*, 19, 3731–3741. <https://doi.org/10.2147/PPA.S553938>
- Khakhong, S., Lirtmunlikaporn, S., Unahalekhaka, A., & Wichaikhum, O. (2023). Effects of the family empowerment program on medication adherence and treatment success among adults with pulmonary tuberculosis: A randomized controlled trial. *Pacific Rim International Journal of Nursing Research*, 27(4), 654-669.
<https://doi.org/10.60099/prijnr.2023.262115>
- Liu, X., Lewis, J. J., Zhang, H., Lu, W., Zhang, S., Zheng, G., Bai, L., Li, J., Li, X., Chen, H., Liu, M., Chen, R., Chi, J., Lu, J., Huan, S., Cheng, S., Wang, L., Jiang, S., Chin, D. P., & Fielding, K. L. (2015). Effectiveness of Electronic Reminders to Improve Medication Adherence in Tuberculosis Patients: A Cluster-Randomised Trial. *PLoS medicine*, 12(9), e1001876. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001876>
- Louwagie, G., Kanaan, M., Morojele, N. K., Van Zyl, A., Moriarty, A. S., Li, J., Siddiqi, K., Turner, A., Mdege, N. D., Omole, O. B., Tumbo, J., Bachmann, M., Parrott, S., & Ayo-Yusuf, O. A. (2022). Effect of a brief motivational interview and text message intervention targeting tobacco smoking, alcohol use and medication adherence to improve tuberculosis treatment outcomes in adult patients with tuberculosis: a multicentre, randomised controlled trial of the ProLife programme in South Africa. *BMJ open*, 12(2), e056496. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-056496>

- Pradipta, I. S., Houtsma, D., van Boven, J. F. M., Alffenaar, J. C., & Hak, E. (2020). Interventions to improve medication adherence in tuberculosis patients: a systematic review of randomized controlled studies. *NPJ primary care respiratory medicine*, 30(1), 21. <https://doi.org/10.1038/s41533-020-0179-x>
- Prasetyo, Y. A., Preechawong, S., & Yunibhand, J. (2015). Effect of a Tuberculosis Health Promotion Program on Medication Adherence among Tuberculosis Patients. *Journal of Health Research*, 29(1), 47–53. <https://www.tci-thaijo.org/index.php/jhealthres/article/view/79959>
- Story, A., Garfein, R. S., Hayward, A., Rusovich, V., Dadu, A., Soltan, V., Oprunenco, A., Collins, K., Sarin, R., Quraishi, S., Sharma, M., Migliori, G. B., Varadarajan, M., & Falzon, D. (2016). Monitoring therapy adherence of tuberculosis patients by using videoenabled electronic devices. *Emerging Infectious Diseases*, 22(3), 538–540. <https://doi.org/10.3201/eid2203.151620>
- The Joanna Briggs Institute. (2014). *Joanna Briggs Institute reviewers' manual: 2014 edition/supplement*. The Joanna Briggs Institute.
- Tola, H. H., Shojaeizadeh, D., Tol, A., Garmaroudi, G., Yekaninejad, M. S., Kebede, A., Ejeta, L. T., Kassa, D., & Klinkenberg, E. (2016). Psychological and Educational Intervention to Improve Tuberculosis Treatment Adherence in Ethiopia Based on Health Belief Model: A Cluster Randomized Control Trial. *PloS one*, 11(5), e0155147. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155147>
- Wahdi, A., Karingga, D. D., & Puspitosari, D. R. (2025). Imogene King's theory-based telenursing to improve medication compliance in tuberculosis patients. *Journal of Nursing Practice*, 9(1), 77-88. <https://doi.org/10.30994/jnp.v9i1.931>
- World Health Organization. (2025). *Global tuberculosis report 2025*. Geneva: World Health Organization.
- Zomahoun, H., Guénette, L., Grégoire, J. P., Lauzier, S., Lawani, A. M., Ferdynus, C., Huiart, L., & Moisan, J. (2017). Effectiveness of motivational interviewing interventions on medication adherence in adults with chronic diseases: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*, 46(2), 589–602. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw273>

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียม Development of Rice Seasoning (Furikake) from Reduced-Sodium Kung-Jom

ปิยสุดา เทพนอก* และ ประภาวิชญ์ พิกุลนอก

Piyasuda Thepnok* and Praphawit Phikunnok

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

Faculty of Science and Technology, Nakhonratchasima Rajabhat University

E-mail: piyasuda.t@nrru.ac.th* and prapawit.p@nrru.ac.th

*Corresponding author

(Received: 18 April 2026, Revised: 5 July 2026, Accepted: 10 July 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1710>

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียม โดยผลิตกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่มีการใช้สัดส่วนระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ในอัตราส่วนร้อยละ 4:2 เพื่อลดปริมาณการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ นำส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ ข้าวคั่ว ข้าวสุก และกระเทียม ผสมกันและหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ก่อนนำไปแปรรูปต่อเป็นผงโรยข้าว โดยนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง แล้วนำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 16 เมช ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 5.89 ± 0.19 มีค่าออกซิเจนอิสระเท่ากับร้อยละ 0.34 ± 0.01 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากกึ่ง (มผช. 1603/2565) ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาผ่านตามเกณฑ์มาตรฐาน มผช. เช่นกัน เมื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการพบว่าผลิตภัณฑ์ให้พลังงานทั้งหมด 318.41 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 2.29 กรัม ไขมันอิ่มตัว 1.12 กรัม คอเลสเตอรอล 246.11 มิลลิกรัม โปรตีน 28.83 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 45.62 กรัม โซเดียม 3,081 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 1,902 มิลลิกรัม แคลเซียม 1,086 มิลลิกรัม และเหล็ก 16.29 กรัม ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่พัฒนาได้นี้สามารถลดปริมาณเกลือโซเดียมลงได้ถึงร้อยละ 33.33 เมื่อเทียบกับสูตรดั้งเดิม งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ต่อยอดมาจากอาหารหมักแบบดั้งเดิม ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับอาหารหมักพื้นบ้านซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน ช่วยส่งเสริมการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาพัฒนาเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีความสะดวก ปลอดภัย ประหยัดเวลาในการปรุงอาหาร มีอายุการเก็บรักษาที่นานมากขึ้น และยังเป็นทางเลือกสำหรับผู้ดูแลสุขภาพโดยการสนับสนุนกระแสการบริโภคอาหารลดโซเดียม

คำสำคัญ: ผงโรยข้าว กึ่งจ๋อม ลดโซเดียม

Abstract

This research aimed to develop a reduced-sodium rice seasoning from fermented shrimp (Kung-Jom) by substituting sodium chloride (NaCl) with potassium chloride (KCl) at a ratio of 4%:2% (w/w) to reduce the total sodium content in the final product. The ingredients, comprising roasted rice, cooked rice and garlic, were combined and fermented at 30°C for 12 days. The fermented mixture was subsequently processed into a rice seasoning by drying at 50°C for 15 hours, followed by grinding and sieving through a 16-mesh screen. The developed reduced-sodium rice seasoning exhibited a moisture content of $5.89 \pm 0.19\%$ and a water activity (a_w) of 0.34 ± 0.01 which the Thai Community Product Standard for rice seasoning (TCPS 1603/2565 (2022)). Furthermore, microbiological analysis confirmed that the product met all safety criteria established by the standard. Nutritional analysis per 100 g revealed that the product provided a total energy of 318.41 kcal, containing 2.29 g of total fat, 1.12 g of saturated fat, 246.11 mg of cholesterol, 28.83 mg of protein, 45.62 g of total carbohydrates, 3,081 mg of sodium, 1,902 mg of potassium, 1,086 mg of calcium and 16.29 g of ash. The developed reduced-sodium rice seasoning from fermented shrimp can reduce sodium content by up to 33.33% compared to the original formulation. This research presents the development of a novel product derived from traditional fermented foods, thereby adding value to indigenous fermented foods as community-based products. The application of local wisdom was promoted to generate a new product offering convenience, safety, reduced preparation time, and an extended shelf life. In addition, the product serves as a health-conscious alternative, supporting the growing consumer trend toward reduced-sodium diets.

Keywords: Rice seasoning, Kung-jom, Reduced-sodium

บทนำ

กุ่มจ่อมเป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่นิยมบริโภคในภาคอีสาน ผลิตจากวัตถุดิบหลักคือกุ่มฝอย (*Macrobrachium* sp.) ซึ่งเป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดเล็ก นำมาหมักร่วมกับเกลือ ข้าวคั่ว ข้าวสุก และหมักทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในระยะเวลาที่เหมาะสมจนมีรสเปรี้ยวแล้วจึงนำมารับประทาน โดยนิยมรับประทานแบบดิบไม่ผ่านการปรุงให้สุกด้วยความร้อน กุ่มจ่อมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่เป็นภูมิปัญญาในการถนอมอาหาร มีการนำวัตถุดิบท้องถิ่นมาแปรรูปให้มีรสชาติที่ดีขึ้น (ผกาวดี เอี่ยมกำแพง, 2559) อย่างไรก็ตามจากการที่กุ่มจ่อมเป็นอาหารหมักพื้นบ้านอาจทำให้มีกลุ่มผู้บริโภคซึ่งเป็นคนรุ่นใหม่ไม่ให้ความนิยมกับผลิตภัณฑ์อาหารหมักแบบดั้งเดิมนี้ เนื่องจากมีภาพลักษณ์ที่ไม่ดึงดูดความสนใจและไม่สะดวกต่อการนำมาบริโภค มีอายุการเก็บรักษาที่ไม่นาน อีกทั้งในกระบวนการผลิตกุ่มจ่อมของชุมชนเป็นแบบดั้งเดิมที่ไม่มีขั้นตอนใดผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ อาจทำให้มีความเสี่ยงต่อเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารที่อาจปนเปื้อนมากับวัตถุดิบหรือปนเปื้อนมาจากขั้นตอนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะ รวมทั้งผู้ผลิตในชุมชนอาจผลิตผลิตภัณฑ์แบบเดิมซ้ำกันในกลุ่มชุมชน จึงขาดความแปลกใหม่ ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจและได้รับความนิยมในการนำมาบริโภคเพื่อเพิ่มรสชาติให้กับอาหารคือผงโรยข้าวหรือที่ชาวญี่ปุ่นเรียกว่า “ฟูริคาเกะ (Furikake)” ซึ่งเป็นเครื่องปรุงรสแบบแห้งของญี่ปุ่นที่ได้จากการนำผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร สัตว์น้ำ หรือผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่งหรือหลายชนิดมาทำแห้งและปรุงรส หรือนำผลิตภัณฑ์เหล่านี้มาผสมกับสาหร่าย งา และเครื่องปรุงรสหรือส่วนผสมต่าง ๆ เวลารับประทานจะนำมาโรยบนข้าว (รจนา นุชนุ่ม, 2551) ซึ่งผงโรยข้าวแบบญี่ปุ่นนี้หากนำมาเทียบเคียงกับอาหารไทยพบว่ามีความใกล้เคียงกับน้ำพริกที่มีลักษณะแห้ง เช่น น้ำพริกสวรรค์ น้ำพริกนรกและน้ำพริกปลาฟู เป็นต้น (จิมทอง โมริดา และ มนูญญา คำวชิระพิทักษ์, 2566) ในประเทศไทยมีงานวิจัยมากมายที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากวัตถุดิบต่างๆเพื่อให้ได้รสชาติหรือผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น ผงโรยข้าวจากปลาสด (รจนา นุชนุ่ม, 2551) ผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้าน (สุริยวรรณ ราชสม, ณัฐวิภา สีสำ และ สุทธิดา ทากอนแก้ว, 2563) ผงโรยข้าวรสบุญข้าวจากปลานิลจิตรลดาต้มร้อนปน (อทิศา ชนะสิทธิ์, 2554) ผงโรยข้าวจากผักสด (ดวงรัตน์ พรเทวบัญชา, 2554) ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่นอบแห้ง (อรอนงค์ ศรีพาทกุล, มณฑกานติ ท้ามตัน และ ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์, 2564) ผงโรยข้าวจากปลาผสมหนังปลากะพงขาวทอดกรอบ (นพรัตน์ มะเห, ดลฤดี พิชัยรัตน์ และนัฏฐา คเชนทร์ภักดี, 2564) ผงโรยข้าวรสหม่าล่าเสริมปลาแห้ง (จิมทอง โมริดา และ มนูญญา คำวชิระพิทักษ์, 2566) ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด (รัชดาภรณ์ ปานสันเทียะ และคณะ, 2566) ผงโรยข้าวจากผักต้มไหมสายพันธุ์พื้นถิ่นจังหวัดสุรินทร์ (รัชวรรณ จันทเขต, ดวงศิริ ดวงแว และ สุพิมพา วัฒนสังข์โสภณ, 2568) ผงโรยข้าวจากใบหม่อน (นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต และอรอนงค์ ศรีพาทกุล, 2568) เป็นต้น อีกทั้งเนื่องจากกุ่มจ่อมเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักที่มีการเติมเกลือเป็นส่วนประกอบและในปัจจุบันกระแสการใส่ใจดูแลสุขภาพกำลังเป็นที่นิยม ทั้งนี้มีข้อเสนอแนะจากองค์การอนามัยโลก (World Health Organization : WHO) เกี่ยวกับการบริโภคเกลือโซเดียมในแต่ละวันไม่ควรเกิน 2,000 มิลลิกรัมต่อวัน หากร่างกายได้รับเกลือโซเดียมในปริมาณที่มากเกินไปจนเกินไปจะก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคไต โรคหัวใจ และโรคหลอดเลือด เป็นต้น ดังนั้นเพื่อส่งเสริมการลด

การบริโภคเกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคที่รักและดูแลสุขภาพ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารสูตรลดเกลือโซเดียมคลอไรด์จึงเป็นการตอบสนองนโยบายของกระทรวงสาธารณสุขในยุทธศาสตร์ลดการบริโภคเกลือโซเดียมในประเทศไทย ซึ่งคาดหวังผลให้ประชาชนบริโภคโซเดียมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและจะนำไปสู่การลดลงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เกี่ยวข้องกับการบริโภคเกลือโซเดียมได้ ทั้งนี้การนำเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) มาใช้เป็นสารทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เป็นอีกวิธีในการลดโซเดียม โดยมีงานวิจัยที่ศึกษาการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ เช่น ปลาร้า (พัศมัย เอกก้านตรง และคณะ, 2561) ผงปรุงรสจากผลิตภัณฑ์ลำไย (นรินทร์ เจริญพันธ์ และ ชัยพร แพภิรมย์, 2561) กะปิ (กมลวรรณ ไรจน์สุนทรกิตติ, อีรพร กงบังเกิด และ นิติพงศ์ จิตธิโกชน, 2562) ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหอยนางรม (กุลพร พุทธิ และ วริศชนม์ นิลนนท์, 2563) เคยปลาฉลาม (ฉัตรชัย สังข์ผุด และคณะ, 2567) ผงปรุงรสต้มยำ (รสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อารรัตน์ คำปาศวายุ, 2567) ผงปรุงรสหมู (พนัชนพษ์พรรณ ทะเกิงกุล, 2568) เป็นต้น และแม้จะมีงานวิจัยที่ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากวัตถุดิบหลากหลายชนิดดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่ยังไม่พบรายงานการศึกษาที่นำกุ้งจ่อมซึ่งเป็นอาหารหมักพื้นบ้านมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวซึ่งสูตรที่มีการลดเกลือโซเดียมโดยใช้เกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์บางส่วน ดังนั้นเพื่อเป็นการยกระดับ พัฒนาต่อยอดและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความแปลกใหม่ เพิ่มความสะดวก ปลอดภัย ประหยัดเวลาในการปรุงอาหารและมีอายุการเก็บรักษาที่นานมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ประสงค์ประยุกต์และผสมผสานแนวคิดผงโรยข้าวของญี่ปุ่นมาพัฒนากุ้งจ่อมให้เป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และประเมินคุณภาพทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์พัฒนาได้

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาการผลิตกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผงโรยข้าว

ศึกษาการผลิตกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม โดยนำกุ้งฝอยจำนวน 1,000 กรัม มาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำมาผสมกับส่วนผสมต่าง ๆ ได้แก่ ข้าวคั่ว 200 กรัม ข้าวสุก 50 กรัม กระเทียม 20 กรัม โดยสูตรที่ 1 เติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ 60 กรัม (เป็นสูตรควบคุมหรือสูตรดั้งเดิมที่ไม่มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์) และสูตรที่ 2 มีสัดส่วนระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ในอัตราส่วนร้อยละ 4:2 (เท่ากับ 40:20 กรัม) ทั้งนี้สูตรที่ 2 ที่มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งอ้างอิงสูตรมาจากงานวิจัยของปิยสุดา เทพนอก และคณะ (2568) ผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากัน บรรจุในโหลแก้วแล้วปิดฝา แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน จากนั้นเก็บตัวอย่างกุ้งจ่อมในแต่ละวัน นำไปวัดค่าพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอช (pH meter ยี่ห้อ Mettler Teledo รุ่น Seven compact) และปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแบบของกรดแลกติก (Total acidity) ตามวิธีของ AOAC (2020) จากนั้นมาอบแห้งด้วยตู้อบแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างกุ้งจ่อมแต่ละสูตร ที่ชั่วโมงที่ 0 3 6 9

12 และ 15 มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่อง Moisture analyze (ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น HB43-S Halogen) และปริมาณน้ำอิสระ (Water activity : a_w) ในผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งและบดที่ชั่วโมงที่ 15 ด้วยเครื่อง Water activity Meter (ยี่ห้อ Decagon รุ่น Aqualab lite) นำผลิตภัณฑ์กึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียมที่อบแห้งแล้วมาบดด้วยเครื่องปั่นที่ความเร็วระดับ 1 ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 16 เมช (Mesh)

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียม

นำผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียม (สูตรที่ 2) มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ พลังงานและคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (โดยวิธีของ Methods of Analysis for Nutrition Labeling (1993) Chapter 6, pp. 106) ไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว คอเลสเตอรอล โปรตีน น้ำตาลทั้งหมด โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม และเหล็ก โดยวิธีของ AOAC (2023) ณ ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาคุณภาพด้านจุลชีววิทยาของผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียม

นำผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรลดเกลือโซเดียม (สูตรที่ 2) มาตรวจวิเคราะห์รายการทดสอบที่ประกอบด้วยชนิดและจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ Aerobic plate count, Yeast and mold และ *Staphylococcus aureus* ตามวิธีของ AOAC (2023), *Bacillus cereus* ตามวิธีของ Microval, certificate no.2019 LR87, *Escherichia coli* *Salmonella* spp. และ *Clostridium perfringens* ตามวิธีของ FDA-BAM โดยส่งตัวอย่างผงโรยข้าวจากกึ่งจုံมสูตรที่พัฒนาได้ไปทดสอบคุณภาพด้านจุลชีววิทยา ดังกล่าวข้างต้น ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การออกแบบฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้

ออกแบบฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว สำหรับการบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ลามิเนตพลาสติก ขนาด 8 x 12 เซนติเมตร ที่มีปริมาณบรรจุเท่ากับ 10 กรัม และมีการให้ข้อมูลฉลากโภชนาการแบบ GDA (Guideline Daily Amounts) และฉลากโภชนาการฉบับเต็ม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

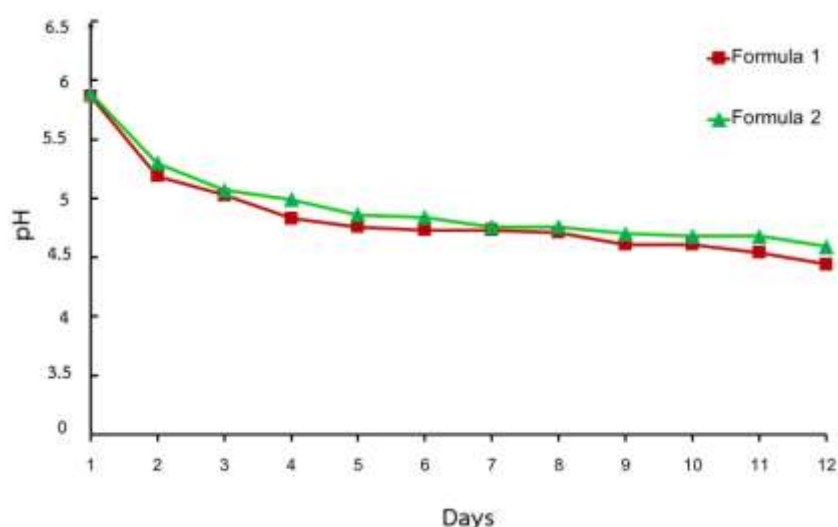
ในการทดลองวางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ทำการหาค่าต่างๆจำนวน 3 ซ้ำ นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\text{Mean} \pm \text{SD}$) และนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว (one way ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยวิธี Duncan's Multiple Range test ด้วยโปรแกรม SPSS สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลการวิจัย

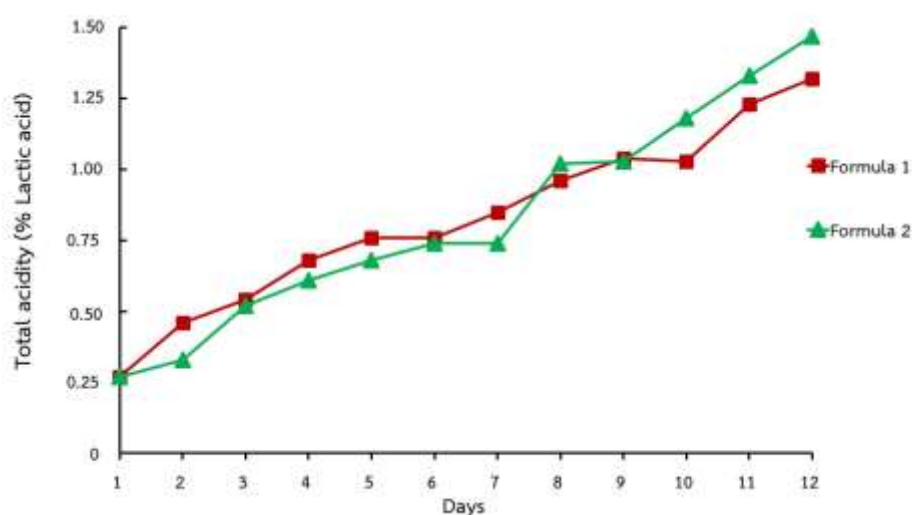
ผลการผลิตกึ่งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผงโรยข้าว

ผลการศึกษาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกและค่าพีเอชในระหว่างการหมักกึ่งจ่อม

ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม เริ่มจากผลิตกึ่งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมโดยทำการหมักกึ่งจ่อมที่มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ในสูตรการหมักกึ่งจ่อม โดยนำเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) มาใช้ร่วมกัน ซึ่งมีสัดส่วนระหว่าง NaCl:KCl ในอัตราส่วน คือ ร้อยละ 6:0 (สูตรที่ 1 สูตรควบคุม) และร้อยละ 4:2 (สูตรที่ 2 สูตรลดเกลือโซเดียม) นำกึ่งจ่อมในแต่ละสูตรไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 วัน เก็บตัวอย่างกึ่งจ่อมในแต่ละวัน นำมาวัดค่าพีเอชและวิเคราะห์ปริมาณกรดแลคติก ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 1 และภาพที่ 2



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างการหมักกึ่งจ่อมทั้งสองสูตร เป็นเวลา 12 วัน

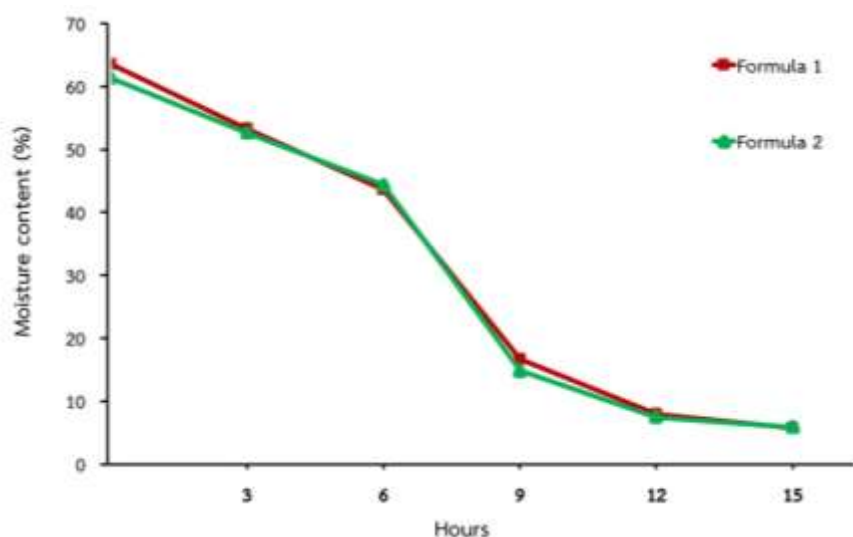


ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก (Total acidity) ระหว่างการหมักกึ่งจ่อมทั้งสองสูตร เป็นเวลา 12 วัน

จากผลการทดลองพบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกในระหว่างการหมักกึ่งจ่อมเป็นเวลา 12 วัน ของทั้งสองสูตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกในการหมักกึ่งจ่อมสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.32 ± 0.11 และ 1.47 ± 0.44 ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในระหว่างการหมักกึ่งจ่อมของทั้งสองสูตรมีแนวโน้มลดลงขึ้น โดยค่าพีเอชที่วันที่ 12 ของกึ่งจ่อมสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 เท่ากับ 4.44 ± 0.03 และ 4.59 ± 0.01 ตามลำดับ

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ่อม

หลังสิ้นสุดการหมักนำกึ่งจ่อมทั้งสองสูตรมาแปรรูปเป็นผงโรยข้าว และวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (Moisture content) ของผงโรยข้าวจากกึ่งจ่อมทั้งสองสูตรระหว่างการอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมง

จากนำกึ่งจ่อมทั้งสองสูตรที่สิ้นสุดการหมักในวันที่ 12 มาอบแห้ง โดยเก็บตัวอย่างที่ชั่วโมงที่ 0 3 6 9 12 และ 15 นำมาบดและร่อนให้มีความขนาด 16 เมช แล้วนำมาวัดความปริมาณความชื้น จากผลการทดลองพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้งสองสูตรมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในการอบแห้งที่เพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยในช่วงแรกของการอบแห้งปริมาณความชื้นมีค่าลดลงอย่างชัดเจนแล้วค่อยลดลงอย่างช้า ๆ ในช่วงท้าย โดยหลังจากอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 5.71 ± 0.27 และ 5.89 ± 0.19 ตามลำดับ และมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี เท่ากับร้อยละ 0.35 ± 0.01 และ 0.34 ± 0.01 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งผลของปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีหลังสิ้นสุดการอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมง ของทั้งสองสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลองผู้วิจัยใช้การอบแห้งผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 15 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่เหมาะสม ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้นได้ตามมาตรฐานแล้ว สามารถหยุดกระบวนการอบแห้งได้ เพื่อประหยัดเวลาและพลังงานในการอบแห้ง

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมทั้งสองสูตรหลังการอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมง

คุณสมบัติ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
ปริมาณความชื้น (%)	5.71±0.27 ^{ns}	5.89±0.19 ^{ns}
ค่าวอเตอร์แอกติวิตี	0.35±0.01 ^{ns}	0.34±0.01 ^{ns}

หมายเหตุ ตัวอักษร ns ในระหว่างแถว หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4 ลักษณะผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม

องค์ประกอบทางเคมี (หน่วย)	ผลการวิเคราะห์ (ต่อ 100 กรัม)
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	318.41
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	2.29
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	1.12
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	246.11
โปรตีน (กรัม)	28.83
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (กรัม)	45.62
น้ำตาล (กรัม)	ไม่พบ
โซเดียม (มิลลิกรัม)	3,081
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	1,902
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	1,086
ใยอาหาร (กรัม)	16.29

จากการนำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียมสูตรที่ 2 มาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการ ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างในปริมาณ 100 กรัม แสดงในตารางที่ 2 ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่พัฒนาได้มีลักษณะทั่วไปที่แห้งไม่จับตัวเป็นก้อนดังแสดงในภาพที่ 4 จากผลในตารางที่ 2 พบว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่พัฒนาได้ให้พลังงานทั้งหมด 318.41 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 2.29 กรัม ไขมันอิ่มตัว 1.12 กรัม คอเลสเตอรอล 246.11 มิลลิกรัม โปรตีน 28.83 กรัม คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 45.62 กรัม โซเดียม 3,081 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 1,902 มิลลิกรัม แคลเซียม 1,086 มิลลิกรัม และใยอาหาร 16.29 กรัม

ผลการเปรียบเทียบปริมาณโปรตีน ปริมาณแคลเซียมและปริมาณโซเดียมจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้และผงโรยข้าวจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณโปรตีน ปริมาณแคลเซียมและปริมาณโซเดียมของผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้กับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวอื่น ๆ ที่ผลิตจากวัตถุดิบชนิดต่างๆ ผลแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบปริมาณโปรตีนจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้และผงโรยข้าวจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

ผงโรยข้าว (พริกาคะ)	ปริมาณโปรตีน (%)	เอกสารอ้างอิง
ผงโรยข้าวจากกุ่มจอมสูตรลดเกลือโซเดียม	28.83	การศึกษาค้นคว้า
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาโบนิโตะหรือปลาโอลาย (แบรนด์ A)	29.86	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาข้าวสาร (แบรนด์ B)	26.55	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาป่น (แบรนด์ C)	13.31	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาแซลมอน (แบรนด์ D)	40.31	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาคัสโอหรือปลาโอแถบ (แบรนด์ E)	42.18	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ (2562)
ผงโรยข้าวจากปลากะพงเค็มสามน้ำทะเลสาบสงขลา	38.85	ฉันทพร บุญศิริ และคณะ (2568)
ผงโรยข้าวจากปลาหมึกแห้งปลากะพงขาวทอดกรอบ	35.59	นพรัตน์ มะเห, ดลฤดี พิชัยรัตน์ และนัฏฐา คชนทร์ภักดี (2564)
ผงโรยข้าวจากผักกาดหอมสายพันธุ์พื้นถิ่นจังหวัดสุรินทร์	35.06	รัชวรรณ จันทเขต, ดวงศิริ ดวงแก้ว และสุพิมพา วัฒนสังขโสภณ (2568)
ผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้าน	29.90	สุวีวรรณ ราชสม, ณัฐวิภา สีคำ และสุทธิดา ทากอนแก้ว, 2563
ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดสายพันธุ์สะตัง (<i>Acheta domestica</i>)	28.48	รัชดาภรณ์ ปานสันเทียะ และคณะ, 2566
ผงโรยข้าวที่ทำจากเห็ดรสต้มยำ สูตรลดโซเดียม	13.67	รสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อาริรัตน์ คำปาคาย, 2567.
ผงโรยข้าวโดยใช้เห็ดนางฟ้าทดแทนเนื้อปลา	8.47	นิตยา ภูงาม และคณะ, 2566.

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมและปริมาณโซเดียมจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาและผงโรยข้าวชนิดต่างๆ

ผงโรยข้าว (พริกาคะ)	ปริมาณแคลเซียม (มิลลิกรัม/กรัม)	ปริมาณโซเดียม (มิลลิกรัม/กรัม)	เอกสารอ้างอิง
ผงโรยข้าวจากกุ้งจอม	10.86	30.81	การศึกษาครั้งนี้
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลา โบนิโตะหรือปลาโอลาย (แบรนด์ A)	2.72	117.73	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลา ข้าวสาร (แบรนด์ B)	1.39	11.24	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลา ป่น (แบรนด์ C)	1.57	45.40	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจาก ปลาแซลมอน (แบรนด์ D)	2.98	54.34	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจาก ปลาคัสลีโอหรือปลาโอแถบ (แบรนด์ E)	6.24	43.43	ภาพิมล ประจงพันธ์ และคณะ, 2562
ผงโรยข้าวที่ทำจากเห็ด รสต้มยำสูตรลดโซเดียม	**	14.47	รสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อารี รัตน์ คำปาคาย, 2567

** หมายถึง บทความวิจัยของรสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อารีรัตน์ คำปาคาย, 2567 ไม่ได้ศึกษาปริมาณแคลเซียมในตัวอย่าง

ตารางที่ 5 คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจอมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้

คุณภาพทางจุลชีววิทยา (หน่วย)	ผลการวิเคราะห์	เกณฑ์มาตรฐาน
Aerobic plate count (CFU/g)	2×10^3	$< 1 \times 10^4$
Yeasts and Molds (CFU/g)	ไม่พบ	<100
<i>Escherichia coli</i> (MPN/g)	ไม่พบ	< 3
<i>Salmonella</i> spp. (/25 g)	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/g)	ไม่พบ	< 10
<i>Bacillus cereus</i> (CFU/g)	ไม่พบ	$< 1 \times 10^3$
<i>Clostridium perfringens</i> (CFU/g)	< 10	$< 1 \times 10^3$

หมายเหตุ : อ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงโรยข้าวจากกุ้ง 1603/2565

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรที่ 2 ซึ่งแสดงผลในตารางที่ 5 พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Escherichia coli* โดยวิธีเอ็มพีเอ็นน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง 25 กรัม *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Bacillus cereus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Clostridium perfringens* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ทั้งนี้คุณภาพทางจุลชีววิทยาทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมที่พัฒนาได้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) โดยอ้างอิงจากเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากกุ้ง (มผช.) 1603/2565 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อม เนื่องจากยังไม่มีข้อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อม

คุณค่าทางโภชนาการต่อ 1 ช้อน

พลังงาน	น้ำตาล	ไขมัน	โซเดียม
30 กิโลแคลอรี	0 กรัม	0 กรัม	310 มิลลิกรัม
* 2 %	* 0 %	* 0 %	* 16 %

ข้อมูลโภชนาการ	
กินได้ 1 ครั้ง ต่อ ช้อน	
คุณค่าโภชนาการต่อการกินหนึ่งหน่วยบริโภค :	
1 ช้อน (10 กรัม)	
พลังงาน	30 กิโลแคลอรี
ร้อยละค่าอ้างอิงต่อวัน *	
ไขมันทั้งหมด 0 ก.	0%
ไขมันอิ่มตัว 0 ก.	0%
คอเลสเตอรอล 25 มก.	8%
โปรตีน 3 ก.	
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด 5 ก.	2%
น้ำตาลทั้งหมด 0 ก.	
โซเดียม 310 มก.	16%
ใยอาหาร 240 มก.	7%
* ร้อยละของค่าอ้างอิงสารอาหารต่อวันสำหรับคนไทย จากความถี่ของการบริโภควันละ 2,000 กิโลแคลอรี	

ภาพที่ 5 ฉลากโภชนาการแบบ GDA (Guideline Daily Amounts) และฉลากโภชนาการฉบับเต็มของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้

จากการนำข้อมูลทางโภชนาการที่ได้จากการศึกษามาจัดทำฉลากโภชนาการแบบ GDA และฉลากโภชนาการฉบับเต็ม ผลการศึกษาแสดงดังในภาพที่ 5 และได้ออกแบบฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้ โดยออกแบบให้บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟรอยด์ลามิเนตพลาสติก ขนาด 8 x 12 เซนติเมตร ปริมาณบรรจุเท่ากับ 10 กรัม ดังแสดงในภาพที่ 6 ทั้งนี้ฉลากโภชนาการแบบ GDA และฉลากโภชนาการฉบับเต็มได้นำมาแสดงในฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ด้วย



ภาพที่ 6 ฉลากและบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้

การอภิปรายผล

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม โดยนำกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่มีสัดส่วนระหว่างเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ร่วมกับเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ในอัตราส่วนร้อยละ 4:2 มาผลิตเป็นกุ้งจ่อมก่อนนำไปแปรรูปเป็นผงโรยข้าว ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกและค่าพีเอชระหว่างการหมักกุ้งจ่อมสูตรควบคุม (สูตรที่ 1) และสูตรลดเกลือโซเดียม (สูตรที่ 2) เป็นเวลา 12 วัน พบว่าค่าพีเอชในระหว่างการหมักกุ้งจ่อมทั้งสองสูตรแสดงแนวโน้มที่ลดลงและมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากกิจกรรมทางจุลชีววิทยาของแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic Acid Bacteria, LAB) เช่น *Enterococcus* spp., *Pediococcus* spp. และ *Lactobacillus* spp. ซึ่งมีบทบาททำให้เกิดการสร้างกรดอินทรีย์โดยเฉพาะกรดแลคติกจากคาร์โบไฮเดรตทำให้เกิดรสเปรี้ยวและช่วยถนอมอาหาร (Abee et al., 1995) และการลดลงของค่าพีเอชเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารเน่าเสียและจุลินทรีย์ก่อโรค (Swetwivathana et al., 1999) กรดแลคติกเป็นกรดที่อยู่ในรูปโมเลกุลไม่แตกตัวซึ่งมีคุณสมบัติเป็น lipophilic ทำให้สามารถแพร่ผ่านเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์ของของแบคทีเรีย และกรดในรูปที่ไม่มีการแตกตัวยังเข้าไปทำลาย electrochemical proton gradient ของเซลล์ และเปลี่ยนแปลงความสามารถในการส่งผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้ระบบขนส่ง substrate ผิดปกติ (Ammor et al., 2006) จึงมีผลลดลงมีผลไปรบกวนกระบวนการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรีย จากผลของปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกและค่าพีเอชที่วันที่ 12 ของการหมักกุ้งจ่อมสูตรที่ 1 (สูตรควบคุม) และสูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 1.32 ± 0.11 และ

1.47±0.44 ตามลำดับ และสำหรับค่าพีเอชเท่ากับ 4.44±0.03 และ 4.59±0.01 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกและค่าพีเอชของกึ่งจุ่มสูตรที่ 1 (สูตรควบคุม) และสูตรที่ 2 เมื่อสิ้นสุดการหมักค่าดังกล่าวของทั้งสองสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ทั้งนี้การที่ค่าพีเอชลดลงต่ำกว่า 4.60 ถือเป็นตัวบ่งชี้ความปลอดภัยที่สำคัญ เนื่องจากความเป็นกรดนี้จะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (มณฑกานต์ ทองสม, 2563)

ผู้วิจัยนำกึ่งจุ่มสูตรที่ 2 ที่มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ลงร้อยละ 33.33 อ้างอิงจากรายงานการวิจัยของ ปิยสุตา เทพนอก และคณะ (2568) ซึ่งผลิตภัณฑ์กึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมนี้มีผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยมีคะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์โดยรวมมากที่สุด ทั้งมีคะแนนการยอมรับในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส มากกว่ากึ่งจุ่มสูตรอื่น ๆ ผู้วิจัยจึงเลือกนำกึ่งจุ่มสูตรที่ 2 นี้มาใช้ในการศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นผงโรยข้าวจากกึ่งจุ่มในขั้นต่อไป หลังจากสิ้นสุดการหมักนำกึ่งจุ่มสูตรที่ 2 มาอบแห้งเป็นเวลา 15 ชั่วโมงและนำมาบดให้เป็นผงโรยข้าว จากผลการทดลองพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรที่ 2 มีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 5.89±0.19 และมีค่าวอเตอร์แอกติวิตีเท่ากับร้อยละ 0.34±0.01 ซึ่งตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผงโรยข้าวจากกึ่งจุ่มคือ ผงโรยข้าวจากกึ่ง (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1603/2565) ได้กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการซึ่งไว้ โดยระบุว่าค่าวอเตอร์แอกติวิตีต้องไม่เกิน 0.6 ทั้งนี้ค่าวอเตอร์แอกติวิตีเป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีผลโดยตรงต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากค่าวอเตอร์แอกติวิตีเป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำอิสระที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโต จากผลการทดลองค่าวอเตอร์แอกติวิตีของผลิตภัณฑ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ จึงคาดว่าจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีศักยภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น

อย่างไรก็ตามคุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ด้านปริมาณความชื้นสำหรับผงโรยข้าวจากกึ่ง (มผช. 1603/2565) ไม่ถูกกำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงอ้างอิงเกณฑ์ด้านปริมาณความชื้นจากผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกับผงโรยข้าวคือ ผงปรุงรส ซึ่งตาม มผช. ของผงปรุงรส (มผช. 494/2547) กำหนดไว้ว่าต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 โดยน้ำหนัก จากเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวข้างต้นและผลการทดลองดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวกึ่งจุ่มสูตรที่พัฒนาได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งด้านปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตี

เมื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผงโรยข้าวจากกึ่งจุ่มสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้กับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวอื่น ๆ ที่ผลิตจากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ โดยเปรียบเทียบในด้านปริมาณโปรตีนต่อจำนวนตัวอย่าง 100 กรัม แสดงในตารางที่ 3 ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวชนิดต่าง ๆ จะมีคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีนที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบหลักที่ใช้ พบว่าผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจุ่มที่พัฒนาได้ มีปริมาณโปรตีน (ร้อยละ 28.83) อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้ากลุ่มปลาเนื้อขาว เช่น แบรินด์ A และ B (ร้อยละ 26.55-29.86) รวมถึงกลุ่มโปรตีนจากแมลงและพืช เช่น จิ้งหรีดและถั่วเหลืองหมัก อย่างไรก็ตามปริมาณดังกล่าวยังต่ำกว่ากลุ่มที่ใช้ปลาเนื้อแดงหรือปลาขนาดใหญ่เป็นส่วนประกอบหลัก (ร้อยละ 35.59-42.18) แต่มีค่าสูงกว่าผงโรยข้าวกลุ่มเห็ดและปลาป่นอย่างชัดเจน (สูงกว่า 2.1 ถึง 3.4 เท่า) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากึ่งจุ่มเป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์น้ำที่มีศักยภาพสูงในการนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมโภชนาการ

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคลเซียมที่มีในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมกับผงโรยข้าวทางการค้าที่ผลิตจากปลาชนิดต่าง ๆ ได้แก่ แบรินด์ A B C D และ E แสดงในตารางที่ 4 พบว่ามีจุดเด่นที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นคือ มีปริมาณแคลเซียมที่สูงถึง 10.86 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่งสูงกว่าผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ทุกแบรนด์ในกลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณสูงกว่าแบรนด์ B ที่มีแคลเซียมต่ำที่สุดถึง 7.8 เท่า และสูงกว่าแบรนด์ E ที่มีแคลเซียมสูงสุดในกลุ่มเดิมถึง 1.7 เท่า ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการใช้กุ้งฝอย (*Macrobrachium* sp.) เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตกุ้งจ่อม ซึ่งกุ้งฝอยเป็นสัตว์น้ำขนาดเล็กที่สามารถบริโภคได้ทั้งตัวรวมถึงส่วนเปลือก โดยเปลือกของกุ้งเป็นแหล่งแคลเซียมตามธรรมชาติ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเชิงพาณิชย์ส่วนใหญ่มักใช้เนื้อปลาเป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งอาจผ่านกระบวนการคัดแยกส่วนก้างออกไป ทำให้ปริมาณแคลเซียมในผลิตภัณฑ์เหล่านั้นมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้กุ้งฝอยที่ถูกแปรรูปและบดรวมไปในผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

ในด้านปริมาณโซเดียม ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรที่พัฒนาได้มีปริมาณโซเดียมเท่ากับ 30.81 มิลลิกรัมต่อกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทางการค้าพบว่าผลิตภัณฑ์นี้มีโซเดียมน้อยกว่าแบรนด์ A (117.73 มิลลิกรัมต่อกรัม) แบรินด์ C (45.40 มิลลิกรัมต่อกรัม) แบรินด์ D (54.34 มิลลิกรัมต่อกรัม) และแบรนด์ E (43.43 มิลลิกรัมต่อกรัม) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ยังมีปริมาณโซเดียมมากกว่าแบรนด์ B ซึ่งมีโซเดียมเพียง 11.24 มิลลิกรัมต่อกรัม ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้ในงานวิจัยนี้มีการลดปริมาณโซเดียมลง 20 กรัมจากสูตรดั้งเดิมที่มีการใช้เกลือโซเดียมปริมาณ 60 กรัมจากสูตรการหมักกุ้งจ่อมปริมาณ 1,000 กรัม แสดงให้เห็นว่าสามารถลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ลงได้ถึงร้อยละ 33.33 เมื่อเทียบกับสูตรดั้งเดิม ทั้งนี้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 182 พ.ศ. 2541 ระบุว่าผลิตภัณฑ์ที่จะกล่าวอ้างได้ว่าการลดสารอาหารนั้นจะต้องลดปริมาณสารอาหารนั้นได้อย่างน้อยร้อยละ 25 จากสูตรเดิม ทั้งนี้ตามประกาศดังกล่าวโซเดียมจัดเป็นประเภทหนึ่งในสารอาหารตามบัญชีหมายเลข 3 แนบท้ายประกาศ ซึ่งผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกุ้งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้มีการลดปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ตามเกณฑ์ประกาศกระทรวงสาธารณสุขดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้มีการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์บางส่วนด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์เป็นที่ยอมรับว่าสามารถใช้ในการผลิตอาหารได้อย่างปลอดภัย อย่างไรก็ตามการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์อาจทำให้เกิดรสชาติไม่พึงประสงค์ เช่น รสขมและรับรู้ถึงกลิ่นรสคล้ายโลหะ (Metallic aftertaste) ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภครู้สึกไม่ชอบ ดังนั้นผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษาเพื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ต่อไป

สำหรับโอกาสในการนำองค์ความรู้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวนี้ไปถ่ายทอดให้กับชุมชนมีความเป็นไปได้ เนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ง่ายสามารถทำได้ในชุมชน ตลอดจนใช้อุปกรณ์เครื่องมือที่ไม่ยุ่งยาก อาจสามารถประยุกต์ใช้ตู้อบแห้งที่ชุมชนมีอยู่แทนตู้อบแห้งในห้องปฏิบัติการได้ อย่างไรก็ตามควรมีการคำนวณต้นทุนการผลิตในด้านต่าง ๆ ในเบื้องต้นร่วมด้วย เพื่อที่จะได้ทราบถึงความคุ้มค่าต่อการลงทุนและสามารถนำไปผลิตเพื่อจำหน่ายได้จริง

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้จากงานวิจัยนี้ มีจุดเด่นในด้านคุณค่าทางโภชนาการโดยปริมาณมีโปรตีนเท่ากับ 28.83 กรัม และแคลเซียมเท่ากับ 1,086 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 100 กรัม อีกทั้งผลิตภัณฑ์ยังมีการลดปริมาณเกลือโซเดียมลงจากสูตรดั้งเดิมลงร้อยละ 33.33 ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนทั้งในด้านจุลชีววิทยา ปริมาณขึ้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตี ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้นี้มีศักยภาพในฐานะผลิตภัณฑ์ส่งเสริมสุขภาพเนื่องจากมีคุณภาพปลอดภัยสอดคล้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) และมีการออกแบบฉลากโภชนาการแบบ GDA เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับข้อมูลทางโภชนาการที่เป็นประโยชน์ ช่วยสนับสนุนส่งเสริมกระแสการดูแลสุขภาพ ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมสูตรลดเกลือโซเดียมที่พัฒนาได้นี้ นับเป็นนวัตกรรมการบูรณาการเทคโนโลยีการถนอมอาหารสมัยใหม่เข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยการแปรรูปกึ่งจ๋อมซึ่งเป็นอาหารหมักที่มีความขึ้นสูงและเน่าเสียได้ง่ายให้เป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ทันสมัย เข้าถึงกลุ่มคนรุ่นใหม่ได้มากยิ่งขึ้น มีความสะดวกในการบริโภค เป็นการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารหมักแบบดั้งเดิมให้มีอายุการเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น เพิ่มมูลค่าวัตถุดิบท้องถิ่น เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่จะส่งเสริมสร้างรายได้ให้กับกลุ่มชุมชนได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาอายุในเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้
2. ควรศึกษาการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้
3. การศึกษาการใช้สารทดแทนอื่น ๆ ทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์
4. ศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากกึ่งจ๋อมให้มีสูตรต่าง ๆ ที่มีรสชาติหลากหลายมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมา ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- กมลวรรณ โรจน์สุนทรกิตติ, อีรพร กงบังเกิด และ นิติพงศ์ จิตร์โกชน. (2562). ผลของการทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์กะปรีะหว่างกระบวนการหมักต่อสมบัติการต้านอนุมูลอิสระ. *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร*.
<https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4009/1/KamonwanRojsuntornkitti.pdf>
- กุลพร พุทธิ และ วริศชนม์ นิลนนท์. (2563). ผลของการทดแทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ด้วยเกลือโพแทสเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของข้าวเกรียบหอยนางรม. *วารสารวิจัยและพัฒนาวิจัยลงกรรมในพระบรมราชูปถัมภ์*, 15(2), 45-57.
<https://so06.tcithaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/242161/165506>
- ชิมทอง โมริดา และ มนูญญา คำวชิระพิทักษ์. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว “พริกาคะ” รสหม่าล่าเสริมปลาแห้ง. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยลงกรรมในพระบรมราชูปถัมภ์*, 18(1), 101-113.
<https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/257702>
- ฉัตรชัย สังข์ผุด, สุริยะ จันทรแก้ว, จีราภรณ์ สังข์ผุด, อนุสรณ์ บรรลือพีช, นุชรา องศา และ โชคชัย หมั่นถนอม. (2567). การพัฒนานวัตกรรมผลิตภัณฑ์เคปปลาฉลาดโซเดียมต่ำของชุมชนป่าพรุควนเค็ง อำเภอลำลูกเกด จังหวัดนครศรีธรรมราช. *วารสารวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมท้องถิ่น*, 1(1), 9-20.
<https://li05.tci-thaijo.org/index.php/JSAI/article/view/257>
- ดวงรัตน์ พรเทพบัญชา. (2554). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากผักสด*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร).
<https://sure.su.ac.th/xmlui/handle/123456789/10280>
- ธัญพร บุญศิริ, จีราภรณ์ ตันติพงศ์อาภา, โกสินทร์ ทีปรักษพันธ์, ณิชา ประสงค์จันทร์, นรินทร์ภพ ช่วยการ และ วรณนิสา เกาพันธ์. (2568). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากปลากระพงเค็มสามน้ำทะเลสาบสงขลา. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยลงกรรมในพระบรมราชูปถัมภ์*, 20(1), 29-44.
<https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/275747>
- นพรัตน์ มะเห, ดลฤดี พิชัยรัตน์ และ นัฏฐา คชนทร์ภักดี. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากปลาหมักแห้งปลากระพงขาวทอดกรอบ. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 49(1), 30-39. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ/article/view/250224>
- นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต และ อรอนงค์ ศรีพาทกุล. (2568). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากใบหม่อน. *วารสารวิจัยราชภัฏธนบุรี รัชใช้สังคม*, 11(2), 1-13. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/DRURDI/article/view/278857>
- นรินทร์ เจริญพันธ์ และ ชัยพร แพภิรมย์. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสจากลำไย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(4), 631-640.
<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/112759>

นิตยา ภูงาม, สุภารัตน์ สุการ์, ศุภลักษณ์ เกตุตากแดด, วีระเวทย์ อุทโย, เจนจิรา พกาวัลย์ และ ญัณฐาณิลล เสรษฐปราโมทย์. (2566). การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ-เคมีของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวโดยใช้เห็ดนางฟ้าทดแทนเนื้อปลาเพื่อเพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระ. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 18(3), 165-179.

<https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/261596>

ปิยสุตา เทพนอก, ประภวิษฐ์ พิกุลนอก, กานดา เกิดหมื่นไวย และ พรธิตา จันทโลน. (2568). การพัฒนาผลิตภัณฑ์กึ่งจ่อมสูตรลดเกลือโซเดียม. *วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม*, 20(1), 17-31. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/JFTSU/article/view/265832>

ผกาวิดี เอี่ยมกำแพง. (2559). ผลของเกลือต่อการหมักและการยอมรับผลิตภัณฑ์กึ่งจ่อม. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 26(1), 105-112. <http://dx.doi.org/10.14416/j.kmutnb.2015.07.015>

พนัชนพวรรณ ทะเกิงกุล. (2568). การพัฒนาผงปรุงรสสมุนไพรลดโซเดียมโดยทดแทนด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ร่วมกับผงยีสต์สกัด. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร). <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/6088/1/620920083.pdf>

พัศมัย เอกก้านตรง, วิสิฐ จะวะสิต, อุไรพร จิตต์แจ้ง, จันทิมา โพธิ์, อติตดา บุญประเดมิ และ กมลวรรณ ชินชนานภาพ. (2561). การพัฒนาคุณภาพปลาร้าและผลิตภัณฑ์ปลาร้าทางเลือกตามภูมิปัญญาท้องถิ่น. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาพิมล ประจงพันธ์, อำพร แจ่มผล, ทิพากร ม่วงถึก และ ศิริพร เรียบร้อย คิม. (2562). คุณค่าทางโภชนาการและคุณลักษณะบางประการของพริกาคะทางการค้าที่มีเนื้อปลาเป็นส่วนประกอบ. *Proceeding งานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: สาขาพืช, สาขาสัตว์, สาขาสัตวแพทยศาสตร์, สาขาประมง, สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 57 วันที่ 29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2562 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.

มณฑกานต์ ทองสม. (2563). การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและจุลชีววิทยาของกึ่งส้มปากพริกจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ใช้ *Lactobacillus pentosus* L35 เป็นกล้าเชื้อในการหมัก. *วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 39(1), 114-125. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/wichcha/article/view/236699>

รจนา นุชนุ่ม. (2551). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากปลาสลิด. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

รสสุคนธ์ วงษ์ดอกไม้ และ อาริรัตน์ คำปาคาย. (2567). การพัฒนาผงโรยข้าวที่ทำจากเห็ดรสต้มยำสูตรลดโซเดียมโดยใช้สารสกัดยีสต์. *วารสารโภชนาการ*, 59(1), 29-37. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/JNAT/article/view/268278>

รัชดาภรณ์ ปานสันเทียะ, กัลยานมิตร แพนพิมาย, จริยา รอดดี, สุภาวดี พรหมบุตร, ปังกร ส่งสวัสดิ์, กิตติพงษ์ พรหมโย และ ไตรภพ พาหอม. (2566). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจังหวัด. กรุงเทพฯ.

- รัชวรรณ จันทเขต, ดวงศิริ ดวงแก้ว และ สุพิมพา วัฒนสังข์โสภณ. (2568). การเพิ่มมูลค่าและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (พริกาคะ) จากผักไผ่หนามสายพันธุ์พื้นถิ่น จังหวัดสุรินทร์. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 20(2), 244-262. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/article/view/278465>
- สุริวรรณ ราชสม, ณัฐวิภา สีลำ และ สุทธิดา ทากอนแก้ว. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสและผงโรยข้าวจากถั่วเหลืองหมักพื้นบ้าน. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร*, 14(2), 173-182. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/RMUTP/article/view/240893>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงปรุงรสอาหาร*. (มผช. 294/2547). กองบริหารมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2565). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผงโรยข้าวจากกุ้ง*. (มผช. 1603/2565). กองบริหารมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพฯ.
- อทิตา ชนะสิทธิ์. (2554). *การพัฒนาผงโรยข้าวรสบูดูจากปลาชนิดรูดารมควั่นร้อน*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย). <https://doi.org/10.58837/CHULA.THE.2011.965>
- อรอนงค์ ศรีพาทกุล, มณฑกานติ ท้ามดิน และ ประพัฒน์ กอสวัสดิ์พัฒน์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวปลาเสริมสาหร่ายพวงองุ่น. (2564). *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 9(2), 69-82. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/scudru/article/view/243937>
- Abee, T., Krockel, L., & Hill, C. (1995). Bacteriocins: mode of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. *International Journal of Food Microbiology*, 28(2), 169-185. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(95\)00055-0](https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00055-0)
- Ammor, S., Tauveron G., Dofour, E., & Chevalier, I. (2006). Antibacterial activity of lactic acid bacteria against spoilage and pathogenic bacteria isolated from the same meat smallscale facility 1-screening and characteristic of the antibacterial compounds. *Food control*, 17(6), 454-461. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.02.006>
- Swetwiwathana, A., Leutz, U. and Fischer, A. (1999). *Role of garlic on growth and lactic acid production of starter culture*. Fleischwirtschaft International.

ผลการเสริมແໜແດງในอาหารไก่ไข่ระยะปลดระวางต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ และต้นทุนการผลิต

Effect of Azolla Supplement in Older Layer Hens Diets on Egg Performance
and Production Cost

สำรวย มะลิถอด* และ มณัญญา ปรียวิชัยภูักดี

Samruay Malithod* and Mananya Prariyavichiyapukdee

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

Faculty of Agriculture Technology, Phetchaburi University

E-mail: samruay.mal@mail.pbru.ac.th* and mananya.pre@mail.pbru.ac.th

*Corresponding author

(Received: 9 February 2026, Revised: 14 July 2026, Accepted: 16 July 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1546>

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาการเสริมແໜແດງสดต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตไข่ของไก่ระยะปลดระวาง โดยใช้ไก่ไข่สายพันธุ์ Hy-line brown อายุ 82 สัปดาห์ จำนวน 120 ตัว แบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบ Complete Randomize Deign (CRD) โดยไก่ไข่กลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ได้รับอาหารสูตรทางการค้าที่มีโปรตีน 17% ไก่ไข่กลุ่มที่ 2-4 ได้รับสูตรอาหารทางการค้าทดแทนการเสริมແໜແດງระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ปรับตัวกับอาหารเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเก็บข้อมูลเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าการเสริมແໜແດງสดระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้สมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตไข่พบ ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แต่เมื่อพิจารณาการเสริมແໜແດງสดทดแทนอาหารชั้นทั้ง 3 ระดับ นั้นพบว่าการเสริมແໜແດງสดส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตลดลงและต้นทุนการผลิตไข่สูงขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของແໜແດງสด ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการเสริมແໜແດງสดสามารถใช้ได้สูงสุด 30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้น และควรใช้ในช่วงการไข่อายุ 82-85 สัปดาห์ (ระยะเวลาการเลี้ยง 1-4 สัปดาห์) ซึ่งส่งผลดีกับสมรรถภาพการผลิตและการลดต้นทุนการผลิต

คำสำคัญ: แໜແດງ ไก่ไข่ สมรรถภาพการผลิตไข่ ต้นทุนการผลิต

Abstract

The objective of this research was to study the objective of supplementing fresh Azolla in laying hen farming on egg production performance and egg production costs. A total of 120 hyline brown laying hens, 82 weeks of age old, were used in the experiment. They were divided into 4 groups, each with 3 replication of 10 hens, using a complete randomized design (CRD). Group 1 hens received a commercial diet containing 17% protein, Laying hens in group 2-4 received commercial feed formulations supplemented with 10%, 20% and 30% Azolla. Adjust to the experiment, the hens were allowed to acclimatize to the feed for 7 days, after which data on rearing practices and egg production were collected for 8 weeks. The experimental showed that replacing 10-30% of fresh Azolla in concentrate feed did not significantly affect egg production performance or production costs ($p > .05$) However, when considering supplementing concentrate feed with fresh Azolla at all three levels, it was found to have negative effects on laying hens during that age range, including decreased production performance and increased egg production costs as the amount of fresh Azolla increased. In conclusion, dietary inclusion of fresh Azolla to replace up to 30% of concentrate feed for 82-to-85-week-old laying hens over a 4-week rearing period enhances production performance and reduces feed costs.

Keywords: Azolla, Laying hens, Egg performance, Production cost

บทนำ

ในปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์ปีกของเกษตรกรไทยยังคงประสบปัญหาด้านราคาวัตถุดิบอาหารที่มีความผันผวนตามภาวะเศรษฐกิจ วัตถุดิบอาหารสัตว์หลายชนิดในปัจจุบันมีราคาแพงขึ้นมากซึ่งส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะสัตว์กระเพาะเดี่ยวที่จำเป็นต้องใช้อาหารชั้น อีกทั้งเกษตรกรรายย่อยมีกำลังซื้อไม่มาก แนวทางหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหาดังกล่าวคือการจัดหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ทดแทนวัตถุดิบหลักที่มีราคาแพงรวมทั้งสามารถผลิตขึ้นใช้เองได้ในฟาร์ม ดังนั้นหากมีแหล่งวัตถุดิบแหล่งใหม่ที่มีโปรตีนสูงหรือมีคุณค่าทางโภชนาการที่ทดแทนกากถั่วเหลืองหรือแหล่งโปรตีนชนิดอื่นได้ ทั้งนี้สามารถหาได้ง่าย ราคาไม่แพง และมีปริมาณมากพอที่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งแบบสด แบบผง แบบแห้ง แบบหมัก ทำให้มีโอกาสดลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์ได้ วัตถุดิบที่สามารถเป็นแหล่งโปรตีนชนิดใหม่และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมคือแหนแดง ในการนี้สำนักงานพัฒนาวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (2565) รายงานว่าแหนแดง (Azolla, Water fern, Water velvet) ทั่วโลกมี 7 ชนิด แต่ในประเทศไทยพบเพียงชนิดเดียวคืออะซอลลาสปีชีส์พินนาต้า (*Azolla pinnata*) ซึ่งเป็นสปีชีส์ดั้งเดิม ต่อมากรมวิชาการเกษตร ได้พัฒนาแหนแดงสปีชีส์ใหม่คืออะซอลลาสปีชีส์ไมโครฟิลลา (*Azolla microphylla*) ซึ่ง Swain et al. (2018) รายงานว่าแหนแดงมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน

24.93 เปอร์เซ็นต์ ไชมัน 3.48 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 13.8 เปอร์เซ็นต์ ถั่วรวม 16.84 และไนโตรเจนฟรีเอคแทรกซ์ 40.95 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พพร ศิริพานิช (2563) กล่าวว่าแห่นแดงอุดมไปด้วยโปรตีนสูงถึง 21.4 – 28.5 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อสัตว์ และพงศ์พันธุ์ นันทะศรี (2565) รายงานว่าแห่นแดงมีกรดอะมิโนที่จำเป็น 55 เปอร์เซ็นต์ และกรดอะมิโนที่ไม่จำเป็น 45 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งมีวิตามิน B1, B2, B6, B12, C และ E ซึ่งจากการรายงานของ Alalade et al. (2006) อธิบายไว้ว่าแห่นแดงมีกรดอะมิโนประกอบด้วยไลซีน เมไทโอนีน ซีสทีน ทรีโอนีน ทรีโพรเฟน อาร์จินีน ลิวซีน และฟีนอลอะลานีน ไทโรซีน ไกลซีน เซอรีน และวาลีน เท่ากับ 0.98, 0.34, 0.18, 0.87, 0.39, 1.15, 1.65, 1.01, 0.68, 1.0, 0.9 และ 1.18 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าแห่นแดงเหมาะสำหรับนำไปเป็นอาหารสำหรับสัตว์กระเพาะเดี่ยว (Joshi et al., 2020) เช่น โค สุกร สัตว์ปีก และปลา (Abd El-Ghany, 2020) เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับใบกระถินและกากถั่วเหลือง นอกจากนี้ Mahmoud et al. (2024) รายงานว่าแห่นแดงยังมีคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาหลากหลาย รวมถึงเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน ที่สำคัญยังเป็นแหล่งของวิตามิน (วิตามินบี 12, และวิตามิน เอ) โปไลฟิโนล เมอร์ แร่ธาตุ และกรดอะมิโนที่ดี คือมีอยู่ถึง 206-619 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของวัตถุแห้ง และเบต้าแคโรทีน 1,188 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Mithraja et al., 2011) จากการค้นคว้าวิจัยพบว่าการเสริมแห่นแดงในสภาพสด สามารถใช้ได้ระดับ 200 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการใช้อาหารของแม่ไก่อายุ 20-40 สัปดาห์ และมีน้ำหนักไข่และผลผลิตรวมดีกว่ากลุ่มอื่นๆ และหากใช้ในสภาพแห่นแดงบดแห้งสามารถใช้ได้ตั้งแต่ 0.5-5.0 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ แต่มีผลต่อค่าสีของไข่แดงและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับแห่นแดง ($p > .05$) สุริยา แก้วทอง และคณะ (2564) ศึกษาการเสริมแห่นเป็ดเล็ก (*Lemna minor* L.) ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ในระดับ 0, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมแห่นเป็ดเล็กในระดับ 0 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักไข่สูงกว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารเสริมแห่นเป็ดเล็กระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อีกทั้งการเสริมแห่นเป็ดเล็กไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ ปริมาณการกินอาหารต่อวัน ความสูงของไข่ขาว สีของไข่แดง ค่า Haugh unit และความหนาของเปลือกไข่ ($p > .05$) ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าการเสริมแห่นเป็ดเล็กระดับ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมในเสริมในอาหารไก่ไข่ และเป็นการช่วยแก้ปัญหาด้านต้นทุนอาหารสัตว์ที่สูงขึ้น

จากข้อมูลเชิงวิชาการพบว่าแห่นเป็นพืชน้ำที่มีโปรตีนสูง ประเภทแห่นมี 4 ชนิดที่นิยมใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์เศรษฐกิจพวกสุกร เป็ด ไก่ ไก่ แกะ ไข่น้ำ (ผา) แห่นเป็ดเล็ก แห่นเป็ดใหญ่ และแห่นแดง ข้อมูลของแห่นพิสุจน์ให้เห็นว่าส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตสัตว์ ดังนั้นการใช้แห่นแดงเป็นอาหารเสริมบางส่วนในอาหารไก่ไข่ใกล้เคียงปลดระวางได้ เนื่องจากมีโปรตีนสูงและมีกรดอะมิโนที่สำคัญอันเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของไก่ได้ อีกทั้งแห่นแดงไม่มีสารพิษและยังเป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญต่อการผลิตสัตว์ การทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเสริมแห่นแดงระดับที่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่ไข่ระยะปลดระวางต่อสมรรถภาพของการผลิตไข่และต้นทุนการผลิตไข่ จากคุณสมบัติข้างต้นดังกล่าวแล้วแห่นแดงยังเป็นพืชธรรมชาติที่หาได้ง่าย ราคาถูก ขยายพันธุ์เร็วเหมาะสำหรับเป็นวัตถุดิบในการเลี้ยงไก่ไข่ระยะปลดระวางเพื่อลดต้นทุนการผลิตไข่สามารถใช้เป็นทางเลือก สำหรับการผลิตอาหารสัตว์ที่ยั่งยืนได้ในอนาคต

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษารั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design ; CRD) ไก่สายพันธุ์ Hyline brown อายุ 82 สัปดาห์ น้ำหนักประมาณ 1.7 – 1.8 กิโลกรัม แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว รวมทั้งสิ้น 120 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารทดลองสูตรพื้นฐาน (โปรตีน 17 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 3 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยไม่มากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์) กลุ่มที่ 2-4 ได้รับอาหารทดลองสูตรพื้นฐานร่วมกับการเสริมแทนแดงสดระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยผสมกับอาหารข้นวันละ 1 ครั้งช่วงเวลา 17.00 น. ซึ่งเลี้ยงไก่ไขบนกรงตับพื้นลวดขนาดพื้นที่ 30X45X45 เซนติเมตร จำนวน 2 ตัว/กรง ให้ได้รับน้ำระบบอัตโนมัติ ทำการเก็บข้อมูลการทดลอง 8 สัปดาห์ จนกระทั่งไก่ไขอายุ 89 สัปดาห์



ภาพที่ 1 แทนแดงสด (ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2568)

แทนแดงสดที่ใช้เป็นสายพันธุ์พืชน้ำที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกขนาด 1x3 เมตร ให้น้ำหมักชีวภาพ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เก็บสดที่อายุแทนแดง 7 วัน ตามวิธีการของสายัณห์ คำรักษา และคณะ (2553) และนำมา สะเด็ดน้ำก่อนการผสมคลุกเคล้ากับอาหารข้นตามอัตราส่วนที่กำหนด ในช่วงเวลา 17.00 น. ของทุกวัน โดยดำเนินการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน 2566 แล้วทำการเก็บข้อมูลน้ำหนักตัวไก่เมื่อเริ่ม ทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง แล้วบันทึกข้อมูลเพื่อคำนวณสมรรถภาพการผลิตและคำนวณต้นทุน การผลิต ดังการคำนวณต่อไปนี้ ได้แก่

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)} &= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว)}}{\text{จำนวนวันทดลอง (วัน)}} \\ \text{น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)} &= \frac{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมด (กรัม)}}{\text{จำนวนฟองไข่ (ฟอง)}} \\ \text{ประสิทธิภาพการใช้อาหาร} &= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินช่วงทดลอง (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักไข่ทั้งหมดช่วงทดลอง (กิโลกรัม)}} \\ \text{มวลไข่} &= \frac{\text{เปอร์เซ็นต์การไข} \times \text{น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)}}{\text{จำนวนแม่ไก่ (ตัว)}} \\ \text{อาหารที่ใช้ผลิตไข่ต่อฟอง (กรัม)} &= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กรัม/วัน)}}{\text{จำนวนไข่ฟองต่อวัน}} \end{aligned}$$

ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 ฟอง (บาท) = ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) X ราคาอาหารบาทต่อกิโลกรัม

ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล (บาท) = ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน) X ราคาอาหารบาทต่อกิโลกรัม X 12

สถานที่ทดลอง

ศูนย์เรียนรู้ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ฐานการผลิตสัตว์ปีก มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลจากการเก็บภาคสนามมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 แหนแดงสด (ก) บ่อเลี้ยงแหนแดง (ข) อาหารผสมแหนแดง (ค) และกรงและโรงเรือนทดลอง (ง)
(ที่มา : คณะผู้วิจัย, 2568)

ผลการวิจัย

การเสริมแหนแดงสดในอาหารไก่ไข่ระยะปลดระวาง (อายุ 82-89 สัปดาห์) ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้น พบว่าผลการศึกษาในไก่ไข่ช่วงแรกอายุ 82-85 สัปดาห์ การเสริมแหนแดงสดระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตไข่ จึงไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แต่เมื่อพิจารณาพบว่าการเสริมแหนแดงระดับ 20-30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้น มีผลการทดลองเชิงบวกต่อสมรรถภาพการผลิต ซึ่งมีสมรรถภาพการผลิตดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > .05$) ในส่วนของน้ำหนักไข่ทั้งหมด โดยมีค่าเท่ากับ 15.17 และ 15.32 กิโลกรัมตามลำดับ และมวลไข่เฉลี่ยเท่ากับ 54.18 และ 54.71 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นการเสริมแหนแดงสดระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้นที่พบว่าน้ำหนักไข่ทั้งหมดและมวลไข่น้อยกว่ากลุ่มทดลองอื่นๆ พบความแตกต่างทางสถิติ ($p < .05$) ส่วนการทดลองช่วงที่ 2 ไก่ไข่อายุ 86-89 สัปดาห์ นั้นพบว่าการเสริมแหนแดงสดทดแทนอาหารชั้นระดับ 30 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลทำให้น้ำหนักไข่ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่ากลุ่มทดลองอื่นมีค่าเท่ากับ 12.70 กิโลกรัม และมวลไข่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดเช่นกัน มีค่าเท่ากับ 45.37 เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ และพบความแตกต่างทางสถิติ ($p < .05$) กับกลุ่ม T1 และ T 2 นอกจากนี้พบว่าการเสริมแหนแดงทดแทนอาหารชั้นทุกระดับมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยเฉพาะการเสริมแหนแดง 30 เปอร์เซ็นต์ทดแทนอาหารชั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 ซึ่งพบว่าแตกต่างทางสถิติ ($p < .05$) กับ T1 และ T2 ดังแสดงในตารางที่ 2

สำหรับการเสริมแทนแสงทดแทนอาหารชั้นของไก่ไข่ระยะปลดระวางช่วงอายุ 82-85 สัปดาห์ต่อต้นทุนการผลิตไข่ที่ได้รับการเสริมแทนแสงในระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่าการเสริมแทนแสงทดแทนอาหารชั้นทุกระดับไม่ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ทั้งบาทต่อฟอง และบาทต่อโหลของไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ส่วนช่วงการทดลองที่ 2 ในช่วงไก่อายุ 86-89 สัปดาห์ การเสริมแทนแสงทดแทนอาหารชั้นระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยต้นทุนค่าอาหารใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุมจึงไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) ทั้งต้นทุน

ตารางที่ 1 ผลการเสริมแทนแสงที่ระดับแตกต่างกันในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่

สมรรถภาพการผลิต	ค่าเฉลี่ย ± ความคลาดเคลื่อน				P-value
	T1(0%)	T2(10%)	T3(20%)	T4(30%)	
อายุ 82-85 สัปดาห์					
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	117.14±1.24	116.43±1.24	117.86±0.00	117.86±0.00	0.219
น้ำหนักไข่ทั้งหมด (กิโลกรัม)	15.05±349.44 ^b	14.47±278.91 ^a	15.17±276.59 ^b	15.32±261.40 ^b	0.033
จำนวนฟองไข่ (ฟอง)	2.18±0.02	2.25±0.04	2.17±0.04	2.15±0.04	0.064
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่	62.61±0.64	62.91±0.07	63.41±1.18	61.64±1.46	0.290
น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)	85.83±1.79	82.14±1.89	85.47±2.58	88.81±3.59	0.075
ผลผลิตรายวัน (%)	53.74±1.25 ^b	51.67±0.99 ^a	54.18±0.99 ^b	54.71±0.93 ^b	0.033
มวลไข่	136.49±1.63	141.78±2.57	137.97±4.45	132.86±5.42	0.103
อาหารที่ใช้ผลิตไข่ต่อฟอง (กรัม/ฟอง)	123.01±5.22	121.73±6.62	120.00±0.00	123.33±5.77	0.850
อายุ 86-89 สัปดาห์	14.67±859.40 ^b	14.28±859.71 ^b	13.39±377.73 ^{ab}	12.70±732.02 ^a	0.043
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	237.00±14.00	234.33±13.05	216.66±9.29	208.67±12.66	0.062
น้ำหนักไข่ทั้งหมด (กิโลกรัม)	2.27±0.95 ^a	2.31±0.14 ^a	2.51±0.07 ^{ab}	2.62±0.19 ^b	0.031
จำนวนฟองไข่ (ฟอง)	61.90±0.59	60.93±0.49	61.83±1.08	60.89±0.24	0.188
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่	84.64±3.07	83.69±4.66	77.38±3.32	74.52±4.52	0.062
น้ำหนักไข่เฉลี่ย (กรัม/ฟอง)	52.39±3.07 ^b	51.00±3.07 ^b	47.82±1.35 ^{ab}	45.37±2.62 ^a	0.043
ผลผลิตรายวัน (%) มวลไข่	140.48±5.88 ^a	140.61±8.29 ^a	155.27±6.83 ^{ab}	160.15±11.65 ^b	0.044
อาหารที่ใช้ผลิตไข่ต่อฟอง (กรัม/ฟอง)					

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนเดียวกันพบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < .05$)

ตารางที่ 2 การเสริมແໜແຈສດຣະດັບແຕກຕ່າງໃນອາຫານໄກໄຂ່ຕໍ່ຕົ້ນທຸນການຜູກຕັດໄຂ່

ຕົ້ນທຸນການຜລິຕໄໝ້	ຄ່າເຄຼີຍ $\pm$ ຄວາມຄາດເຄື່ອນ				P-value
	T1 (0%)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)	
ອາຍຸ 82-85 ສັປດາຫ້					
ຕົ້ນທຸນຄ່າອາຫານບາທ/ຟອງ	2.41 $\pm$ 0.03	2.50 $\pm$ 0.04	2.44 $\pm$ 0.07	2.35 $\pm$ 0.01	0.097
ຕົ້ນທຸນຄ່າອາຫານບາທ/ໂຮລ	38.52 $\pm$ 0.49	39.82 $\pm$ 0.80	38.44 $\pm$ 0.70	38.07 $\pm$ 0.65	0.055
ອາຍຸ 86-89 ສັປດາຫ້					
ຕົ້ນທຸນຄ່າອາຫານບາທ/ຟອງ	2.48 $\pm$ 0.10 ^a	2.49 $\pm$ 0.15 ^a	2.74 $\pm$ 0.12 ^{ab}	2.83 $\pm$ 0.20 ^b	0.042
ຕົ້ນທຸນຄ່າອາຫານບາທ/ໂຮລ	40.10 $\pm$ 1.67 ^a	40.78 $\pm$ 2.52 ^a	44.36 $\pm$ 1.27 ^{ab}	46.47 $\pm$ 3.25 ^b	0.029

ໝາຍເຫດ : ຕົວອັກສຣ໌ໃນແນວນອນເທົ່າກັນພົບການແຕກຕ່າງກັນທາງສະຖິຕິ ($p < .05$)

ຄ່າອາຫານຕໍ່ການຜູກຕັດໄຂ່ບາທູ່ຟອງ (2.48, 2.49 ແລະ 2.74 ຕາມລຳດັບ) ແລະຕົ້ນທຸນຄ່າອາຫານຕໍ່ການຜູກຕັດໄຂ່ບາທູ່ໂຮລ ມີຄ່າເຄຼຍເທົ່າກັນ (40.10, 40.78 ແລະ 44.36 ຕາມລຳດັບ) ຍົກເວັ້ນກຸ່ມທີ່ 4 (ເສຣີມແໜແຈສດຣະດັບ 30 ເປີເຣັນດ໌) ມີຄ່າເຄຼຍຕົ້ນທຸນຄ່າອາຫານຕໍ່ການຜູກຕັດໄຂ່ສູງກວ່າກຸ່ມທຽບອື່ນໆ ແລະພົບການແຕກຕ່າງຢ່າງມີນິຍາຍສຳຄັນທາງສະຖິຕິ ($p < .05$) ກັບກຸ່ມທຽບທີ່ 1 ແລະ 2 ດັ່ງແສງໃນຕາຣາງທີ່ 2

ການອະນຸຍາດ

ການເສຣີມແໜແຈສດຣະດັບທີ່ແຕກຕ່າງກັນ (10, 20 ແລະ 30%) ໃນໄກໄຂ່ຢູ່ລະຫວ່າງ ຜົນການທຽບພົບວ່າບໍ່ສົ່ງກະທົບຕໍ່ສະຖະນະການຜູກຕັດໄຂ່ໃນອາຍຸ 82-85 ສັບດາຫ້ ພົບການແຕກຕ່າງກັນຢ່າງມີນິຍາຍສຳຄັນທາງສະຖິຕິ ($p > .05$) ກັບກຸ່ມຄວບຄຸມ (T1) ເນື່ອງຈາກແໜແຈສດຣະດັບມີໂປຣຕີນປະລິມານສູງຢູ່ລະຫວ່າງ 21.40-28.50 ເປີເຣັນດ໌ ສິ່ງ Sanging & Van Hove (1989) ຮາຍງານໄວ້ວ່າແໜແຈສດຣະດັບມີອົງປະກອບຂອງກຣຕອມິໂນທີ່ຈຳເປັນຫຼາຍຊະນິດ ອາທິ ທຣີໂອນິນ ອາຣ໌ຈິນິນ ທຣີບໂຕເຟນ ລີວຊິນ ໄອໂຊລູຊິນ ທີໂຣຊິນ ໂກລຊິນ ຟິນີລອລານິນ ວາລິນ ຊີຣິນ ແລະໂດຍເພາະກຣຕອມິໂນເມທໂຣໂອນິນ 0.34 ເປີເຣັນດ໌ ແລະກຣຕອມິໂນໂລຊິນ 0.98 ເປີເຣັນດ໌ ທີ່ເປັນກຣຕອມິໂນລຳດັບແຮງໆ ທີ່ສຳຄັນຂອງສັດຊີວິດ Riaz et al. (2020) ໄດ້ຮາຍງານວ່າການໃຫ້ແໜແຈສດຣະດັບມີຜົນຕໍ່ການເພີ່ມນ້ຳໜັກແລະຜົນຜູກຕັດໄຂ່ຂອງເປັດໄດ້ ແລະສອດຄ່ອງກັບການຮາຍງານຂອງ Swain et al. (2018) ທີ່ໄດ້ທຳການທຽບໃນເປັດພົບວ່າການໃຫ້ແໜແຈສດຣະດັບຊ່ວຍປັບປຸງສະຖະນະການຜູກຕັດໄຂ່ເປັດໄດ້ ເຊັ່ນເທົ່າກັນກັບ Joshi et al. (2020) ທີ່ຮາຍງານຜົນການທຽບວ່າການເສຣີມແໜແຈສດຣະດັບ 200 ກຣັມ ໃຫ້ກັບໄກໄຂ່ຕັ້ງແຕ່ອາຍຸ 4 – 16 ສັບດາຫ້ ສາມາດເພີ່ມນ້ຳໜັກຕົວໄກໄຂ່ແລະການເຈຣີຍເຕີບໂຕໄດ້ດີກວ່າການເສຣີມອາຫານຂັ້ນຕ່ຳ ເທົ່າ ນອກຈາກນີ້ທຽບຕໍ່ໃນອາຍຸ 18-28 ສັບດາຫ້ ພົບວ່າມີຈຳນວນໄຂ່ ແລະອາຍຸການໃຫ້ໄຂ່ບໍ່ແຕກຕ່າງຈາກກຸ່ມທີ່ໄດ້ຮັບການເສຣີມອາຫານຂັ້ນ 50 ກຣັມ/ຕົວຮ່ວມກັບເສຣີມແໜແຈສດຣະດັບ ສິ່ງຈາກການທຽບຄັ້ງນີ້ພົບວ່າໃນອາຍຸໄກໄຂ່ຫຼັງຈາກ 85 ສັບດາຫ້ໄປແລ້ວນັ້ນການເສຣີມແໜແຈສດຣະດັບທຽບອາຫານມີຜົນທຳໃຫ້ສະຖະນະການຜູກຕັດໄຂ່ລຽບຮຽວ ໂດຍເພາະການເສຣີມແໜແຈສດຣະດັບ 20 ແລະ 30 ເປີເຣັນດ໌ທຽບອາຫານຂັ້ນ ມີຜົນທຳໃຫ້ນ້ຳໜັກໄຂ່ທັງໝົດ ມວນໄຂ່ເຄຼຍ ແລະສົ່ງຜົນໃຫ້ມີອັດຕາການປ່ຽນອາຫານເປັນນ້ຳໜັກໄຂ່ຕໍ່ລຽມຕາມລະດັບການເພີ່ມຂຶ້ນຂອງການ

เสริมแทนทดแทนอาหารชั้น พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < .05$) กับกลุ่มทดลอง T1 และ T2 เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ไก่ไข่ระยะปลดระวางอายุ 82 สัปดาห์ จึงเป็นไปตามทฤษฎีของไก่ไข่ระยะท้ายของการเลี้ยงจะประสบปัญหาเปลือกไข่บางและประสิทธิภาพการดูดซึมสารอาหารที่ลดลง ส่งผลกระทบต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัไข่ และน้ำหนัไข่ ทำให้เห็นได้ว่าวงจรการผลิตไข่ของไก่จึงมีความต้องการโปรตีนและพลังงานที่ไม่ได้คงที่ตลอดไป นอกจากนี้ Macelline et. al. (2021) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงนี้รวมถึงความแตกต่างของสายพันธุ์ อายุ ระบบการเลี้ยง และสูตรอาหารพื้นฐานร่วมด้วย อีกทั้งการเสริมแทนทดแทนอาหารชั้นเท่ากับเป็นการดึงเอาความเข้มข้นของสารอาหารออกจากสูตรอาหารทางการค้าตามระดับการเสริมแทนทดแทน เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการของกรดอะมิโนเมทไธโอนีน 360 – 415 และไลซีน 700 – 760 ต่อวัน /อาหาร 100-110 กรัมต่อวัน (นพวรรณ สมชัย, 2542) เนื่องจากแทนทดแทนมีปริมาณกรดอะมิโนไลซีนเท่ากับ 0.98 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ เมทไธโอนีนเท่ากับ 0.34 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ (Riaz et al, 2020; Alalade et al., 2006) ดังนั้นจึงเป็นเหตุทำให้ไก่ได้รับกรดอะมิโนทั้งสองชนิดดังกล่าวไม่เพียงพอต่อวันเกิดความไม่สมดุลของกรดอะมิโนที่สัตว์ได้รับโดยเฉพาะไลซีนที่จะส่งผลกระทบต่อ น้ำหนัไข่ มวลไข่ รวมถึงอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัไข่ เนื่องจากไก่อายุดังกล่าวจะใช้กรดอะมิโนมุ่งเน้นไปที่การควบคุมความสมดุลเพื่อรักษาคุณภาพไข่ จากการรายงานของ Bunchasak & Silpasorn (2005) รายงานว่าเมื่อทำการเพิ่มสัดส่วนของกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในสูตรอาหารให้สูงขึ้นมีผลในการช่วยปรับปรุงมวลไข่ น้ำหนัไข่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัไข่ 1 กิโลกรัม ไปในทิศทางเดียวกับงานวิจัยของ เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ และ นันทวัน ช่วยชูวงศ์ (2561) ที่ได้รายงานผลการวิจัยไว้ว่าได้ทำการเปรียบเทียบสูตรอาหารที่มีสัดส่วนของกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนระดับที่ต่างกัน พบว่าสูตรอาหารที่มีสัดส่วนของกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนในระดับสูง (0.97 : 0.53%) ส่งผลดีต่อค่าเฉลี่ยน้ำหนัไข่ สูงขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัไข่ดีขึ้นกว่าการใช้สัดส่วนกรดอะมิโนไลซีนและเมทไธโอนีนระดับต่ำ (0.81 : 0.44%) พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < .05$) และ Rana et al. (2017) อธิบายไว้ว่าการเสริมแทนทดแทนในอาหารช่วยเพิ่มการย่อยได้ของสารอาหารในไก่เนื้อ อาจเป็นเพราะความหนาของลำไส้เล็กส่วนต้นเพิ่มขึ้นและการสัมผัสระหว่างสารอาหารกับเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยได้สารอาหารเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ที่พบว่าผลการเสริมแทนทดแทนอาหารชั้นระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ให้กับไก่ที่ได้อาหารระยะท้ายการทดลองช่วงไก่ไข่อายุ 86-89 สัปดาห์ นั้นมีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตด้อยลงกว่าช่วงแรกอย่างเห็นได้ชัดและพบความกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) กับกลุ่มควบคุม และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการทดลองของ Basak et al. (2002) รายงานว่าได้ใช้แทนทดแทน (*A. pinnata*) เพื่อทดแทนโปรตีนในอาหารสูตรไก่เนื้อระดับ 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนัตัวไก่เนื้อที่ได้รับแทนทดแทนในสูตรอาหารช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม แต่ น้ำหนัตัวของไก่เนื้อที่ได้รับแทนทดแทนในสูตรอาหารสัปดาห์ที่ 5-8 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และมีแนวโน้มว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแทนทดแทนในสูตรอาหารมากขึ้นจะทำให้น้ำหนัของไก่เนื้อลดลง เช่นเดียวกับรายงานของวันดี ทาตระกูล และคณะ (2555) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ของแทนทดแทนใน

อาหารของสุกรรุ่น สามารถประเมินได้ว่าสามารถใช้แทนแดงผสมในอาหารสุกรระยะรุ่นได้ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง Leterme et al. (2010) ได้ศึกษาการเสริมแทนแดงในอาหารแม่สุกรระดับ 150 กรัม และ 300 กรัม/กิโลกรัมอาหาร พบว่าส่งผลเชิงลบต่อการย่อยได้ของโปรตีนหยาบ รวมถึงการย่อยได้ของโปรตีนที่ที่ส่วนปลายของลำไส้เล็ก จึงสรุปไว้เป็นข้อเสนอแนะว่าไม่ควรใช้เกิน 150 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร เนื่องจากแทนแดงมีค่าการย่อยได้ต่ำและมีพลังงานต่ำ อาจส่งผลกระทบต่อการใช้และสูตรอาหาร

สำหรับต้นทุนการผลิตไข่การเสริมแทนแดงให้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกับสมรรถภาพการผลิต โดยที่พบว่าการเสริมแทนแดงระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์ในช่วงไก่ไข่อายุ 82-85 สัปดาห์ พบว่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p > .05$) ทั้งนี้มีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 2.50, 2.44 และ 2.35 บาทต่อฟอง รวมถึงต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 โหล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.82, 38.44 และ 38.07 บาท เป็นผลมาจากราคาต้นทุนการผลิตแทนแดงสดที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกรวมค่าแรงและการจัดการทั้งสิ้นราคา 5.22 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งถูกกว่าราคาอาหารชั้นที่อยู่ในช่วงทดลองคือ 17.50 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นเมื่อคิดคำนวณต้นทุนในการกินอาหาร 100 กรัม จะพบว่ากลุ่มที่ได้รับแทนแดงสดมีต้นทุนลดลงตามสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของแทนแดง คือ 7.22, 14.44 และ 20.67 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (T1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Joshi et al. (2020) ที่รายงานผลการทดลองว่าการเสริมแทนแดงสด 200 กรัม วัดผลการทดลองช่วง 18-28 สัปดาห์ พบว่ามีจำนวนไข่ และอายุการให้ไข่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการเสริมอาหารชั้น 50 กรัม/ตัวร่วมกับเสริมแทนแดงธรรมชาติ อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลกำไรการเสริมแทนแดงสด 200 กรัมให้ผลการทดลองดีที่สุด โดยมีต้นทุนการผลิตไข่ 166 รูปี เท่ากับเงินไทย 56.27 บาท และผลกำไรมากที่สุด 744 รูปี เท่ากับเงินไทย 254.4 บาท ณ เดือนมกราคม 2569 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองอื่นๆ แทนแดงเป็นพืชทางเลือกที่ดีเนื่องจากมีราคาที่ถูกลงกว่ากากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร และมีต้นทุนการผลิตแทนแดงต่ำโดยเฉพาะการใช้มูลสัตว์ในการเลี้ยงแทนแดง นอกจากนี้ Abd El-Ghany (2020) กล่าวว่า การเพิ่มแทนแดงลงในอาหารของไก่ไข่ส่งผลให้เปลือกไข่หนาขึ้น จึงช่วยลดโอกาสที่ไข่จะแตกและเป็นการเพิ่มรายได้

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การเสริมแทนแดงสดทดแทนอาหารชั้นระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ในการเลี้ยงไก่ไข่อายุ 82-85 สัปดาห์ ไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตไข่กับกลุ่มควบคุม (T1) จึงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แต่การเสริมแทนแดงสดส่งผลเชิงลบต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิตไข่ในการเลี้ยงไก่ไข่อายุ 86-89 สัปดาห์ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) กับทุกกลุ่มการทดลอง ดังนั้นสรุปได้ว่าสามารถใช้แทนแดงสดทดแทนอาหารชั้นได้ระดับ 10-30 เปอร์เซ็นต์เหมาะสมกับการเลี้ยงไก่ไข่ปลดระหว่างในช่วงอายุ 82-85 สัปดาห์ ดีที่สุดต่อสมรรถภาพการผลิตและต้นทุนการผลิต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณการสนับสนุนส่วนตัวทดลอง อาหารทดลอง และสถานที่ดำเนินการทดลองวิจัย จากศูนย์เรียนรู้ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และสาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ และ นันทวัน ช่วยชูวงษ์. (2561). แนวทางในการปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตของไก่ประยะท้ายของการเลี้ยง โดยการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติก พลังงานใช้ประโยชน์ได้และกรดอะมิโนจำเป็นที่ย่อยได้. ใน งานประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติ, โอกาสและความท้าทายในการผลิตสัตว์อย่างชาญฉลาดสู่ประเทศไทย ครั้งที่ 7 วันที่ 22-24 สิงหาคม 2561 สารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, 35(2) (พิเศษ 2), 519-524.
- นพพร ศิริพานิช. (2563). การจัดการความรู้ เทคโนโลยีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชในเขตภาคกลางและภาคตะวันตก. กรุงเทพมหานคร: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 กรมวิชาการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- นพวรรณ สมชัย. (2542). การให้อาหารและสูตรอาหารไก่ไข่. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: กองปศุสัตว์สัมพันธ์ กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พงศ์พันธุ์ นันทะศรี. (2565). การศึกษาแผนแดง แหนเป็ด และใบไชยา ทดแทนแหล่งโปรตีนในอาหารชั้น. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิพิธภัณฑ์เกษตรเฉลิมพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (องค์การมหาชน).
- วันดี ทาตระกุล, ทินกร ทาตระกุล และ กุลยาภัสร์ วุฒิจาริ. (2555). ประสิทธิภาพการย่อยได้ของแผนแดงในอาหารสุกรรุ่น. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุรียา แก้วทอง, สนทยา มูลศรีแก้ว, ชุศักดิ์พูลมา, กิตติยา ปังสันเทียะ, จีรวรรณ จันทวงศ์ และ พิทวัส คือสูงเนิน. (2564). ผลของการเสริมแผนแดงเล็ก (*Lemna minor* L.) ในอาหารไก่ไข่ต่อสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่. ใน การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, การวิจัยและนวัตกรรมในวิถีปกติใหม่ ครั้งที่ 5 วันที่ 29-30 เมษายน 2564 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- สายัณห์ คำรักษา วันดี ทาตระกุล และวิภา หอมหวาน. (2553). การศึกษาผลผลิตและคุณภาพแผนแดงที่เลี้ยงในบ่อทดลอง. ใน การประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร (เกษตรภาคเหนือตอนล่าง), เกษตรไทยในกระแสการเปลี่ยนแปลงโลก, ครั้งที่ 8 วันที่ 28 กรกฎาคม – 3 สิงหาคม 2553 มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สำนักงานพัฒนาวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). (2565). แหนแดง คืออะไร สารพัดประโยชน์. <https://www.arda.or.th/detail/6318>

- Abd El- Ghany, A. W. (2020). A Review on the Use of Azolla Species on Poultry Production. *Journal World's Poultry Research*, 10(2), 378-384.
<https://dx.doi.org/10.36380/jwpr.2020.44>
- Basak, B., Pramanik, A. H., Tarndar, M. S., & Roy, B. C. (2002). Azolla (*Azolla pinnata*) as a feed ingredient in broiler ration. *Journal Poultry Science*, 1, 24-29.
<https://doi.org/10.3923/IJPS.2002.29.34>
- Bunchasak, C., & Silapasorn, T. (2005). Effect of adding methionine in low-protein diet on production performance, reproductive organs and chemical liver composition of laying hens under tropical conditions. *Internation Journal of Poultry Science*, 4(5), 301-308. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.301.308>
- Joshi, S. K., Udgata, J., Garnayak, L. M., Rahman, F. H., Phonglosa, A., & Parida, D. (2020). Azolla as Feed Supplementation on Growth Performance and Economics of Vanaraja Birds in Backyard System of North Western Odisha. *Agriculture International*, 42(7), 61-65. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2020/v42i730554>
- Leterme, P., Londono, M. A., Ordonez, C. D., Rosales, A., Estradaa, F., Bindelle, J., & Buldgen, A. (2010). Nutritional value and intake of aquatic ferns (*Azolla filiculoides* Lam. and *Salvinia molesta* Mitchell.) in sows. *Animal Feed Science and Technology*, 155(2010), 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.10.002>
- Macelline, S. P., Toghyani, M., Chrystal, P. V., Selle, P. H., & Liu, S. Y. (2021). Metabolism and nutrition amino acid requirements for laying hens: a comprehensive review. *Journal Poultry Science*, 100(5), 101036. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101036>
- Mahmoud, A., shaaban, E. S., Ahmed, S. A., Nahed, A. E. S., Mahmoud, A. M., Kuldeep, D., & Mayada, F. R. (2024). An update review of Azolla in poultry diets. *Journal World's Poultry*, 80(1), 155-170 <https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2271886>
- Mithraja, M. J., J. Marimuthu, M. Mahesh, Z. M. Paul, and S. Jeeva. (2011). Phytochemical Studies on Azolla Pinnata R. BR., Marsilea Minuta L. And Salvinia Molesta Mitch. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(1), S26–S29.
[https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60116-0](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60116-0)
- Rana, D., Katoch, S., Mane, B. G., Rani, D., & Sankhyan, V. (2017). Carcass Characteristic and Physio-chemical Properties of Broiler Chicken Meat Supplemented with *Azolla Pinnata*. *Journal of Animal Research*, 7(6), 1035–1041.
<https://doi.org/10.5958/2277-940X.2017.00155.3>

- Riaz, A., Khan, M. S., Saeed, M., Kamboh, A. A., Khan, R. U., Farooq, Z., Imran, S., & Farid, M. U. (2020). Importance of Azolla plant in poultry production. *World's Poultry Science*, 78(3), 789-802. <https://doi.org/10.1080/00439339.2022.2054752>
- Sanginga, N., & Van Hove, C. (1989). Amino acid composition of Azolla as affected by strains and population density. *Plant and Soil*, 117, 263-267. <https://doi.org/10.1007/BF02220720>
- Swain, B. K., Naik, P. K., Sahoo, S. K., Mishra, S. K., & Kumar, D. (2018). Effect of Feeding of Azolla (*Azolla Pinnata*) on the Performance of White Pekin Laying Ducks. *Journal of Livestock Research*, 8(8), 248-253. https://ijlr.org/ojs_journal/index.php/ijlr/article/view/1668

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอของกลุ่มชาติพันธุ์ด้วยนวัตกรรมการออกแบบ เชิงสร้างสรรค์: กรณีศึกษาชุมชนม้งตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

Development of Ethnic textile products through Creative Design Innovation:
A Case Study of the Hmong Community, Pong Yaeng Sub-district, Mae Rim
District, Chiang Mai Province

ศิริจันทร์ อุปละ

Sirijun Upala

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

E-mail: sirijan_upa@cmru.ac.th

(Received: 24 August 2025, Revised: 12 July 2026, Accepted: 13 July 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1297>

บทคัดย่อ

จังหวัดเชียงใหม่มีทุนวัฒนธรรมด้านผ้าทอของกลุ่มชาติพันธุ์ที่มีศักยภาพในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้งด้วยนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์ในตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ 2) ประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค 3) ออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้า และ 4) ประเมินผลการผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์ผ้าทอของชนเผ่าม้ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม และแบบประเมินศักยภาพการผลิต เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสำรวจ สัมภาษณ์ สอบถาม และกระบวนการมีส่วนร่วมกับชุมชน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยค่าสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยมีดังต่อไปนี้

การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบ แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างแนวคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ 2) การกลั่นกรองและการประเมินความคิด 3) การพัฒนาแนวความคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าและเครื่องประกอบการแต่งกาย 4) การทดสอบแนวความคิด และ 5) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผลการประเมินผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับมาก 3 ลำดับแรก คือ เสื้อ หมวก ชุดสตรี และรองเท้า ส่วนกระเป๋และเครื่องประดับมีระดับความพึงพอใจรองลงมา ผลการออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้าด้วยนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์ด้วยแนวความคิดการผลิตแบบสั้น แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การออกแบบขั้นตอนการผลิต 2) การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต ด้วยการพัฒนาความรู้และทักษะ และ 3) การทดลองผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าและเครื่องประกอบการแต่งกาย จำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เสื้อ ชุดสตรี หมวก กระเป๋า รองเท้า และเครื่องประดับ ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรง

ตามต้นแบบ ลดความซ้ำซ้อนในการบวนการผลิต ลดข้อผิดพลาดในการทำงาน และลดเวลาผลิต ผลการประเมินผลผลิต พบว่า ผลผลิตของทุกผลิตภัณฑ์บรรลุร้อยละ 100 เวลาการผลิตเฉลี่ยในแต่ละผลิตภัณฑ์เป็นไปตามมาตรฐาน และคุณภาพผลิตภัณฑ์ของชุดสตรี รองเท้า เครื่องประดับ กระเป๋า และเสื้อสตรีมีคุณภาพดี ส่วนหมวกมีคุณภาพพอใช้

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์ผ้าทอ ชชาติพันธุ์ นวัตกรรม สร้างสรรค์

Abstract

Chiang Mai province possesses ethnic textile cultural capital with potential for economic value enhancement. This research aims to: 1) develop prototype textile products of the Hmong ethnic group using creative design innovation in Pong Yaeng Sub-district, Mae Rim District, Chiang Mai Province; 2) evaluate consumer satisfaction; 3) design a commercial production process; and 4) evaluate the commercial production outcomes of Hmong textile products. The research tools included interviews, questionnaires, and production potential evaluation forms. Data were collected through surveys, interviews, inquiries, and community participation processes. Qualitative and quantitative data were analyzed using percentage, mean, and standard deviation. The results of the research are as follows:

The development of prototype textile products was divided into 5 steps: 1) generating new product concepts, 2) screening and evaluating ideas, 3) developing design concepts for clothing and costume accessories, 4) testing product concepts, and 5) developing prototype products. Consumer satisfaction assessment revealed that the three most preferred products were jackets, hats, dresses and shoes at the same level, while bags and accessories received lower levels of satisfaction. Results of commercial production process design using creative innovation with the Lean production concept was divided into 3 steps: 1) production process design, 2) knowledge transfer regarding products and production processes through knowledge and skill development, and 3) pilot commercial production of six products, including jackets, dresses, hats, bags, shoes, and accessories. The products met the prototype quality standards, reduced redundancy in the production process, minimized operational errors, and reduced production time. The production evaluation revealed that all products achieved a 100% production target. The average production time for each product met the established standards. Regarding product quality, dresses, shoes, accessories, bags, and jackets were rated as good, while hats were rated as fair.

Keywords: Textile products, Ethnicity, Innovation, Creative

บทนำ

จังหวัดเชียงใหม่มีความหลากหลายของประชากรกลุ่มชาติพันธุ์ ประกอบด้วย กะเหรี่ยง ลahu ม้ง ลีซู อาข่า ลัวะ เมี่ยน และอื่นๆ ที่ไม่ระบุชาติพันธุ์ จำนวน 359,752 คน คิดเป็นร้อยละ 20.15 ของประชากรทั้งหมด (สำนักงานจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด, 2565, น. 4) กลุ่มชาติพันธุ์เหล่านี้ตั้งถิ่นฐานกระจายไปตามพื้นที่ราบเชิงเขาและในภูเขาที่มีภูมิประเทศสวยงาม ดำรงชีพอย่างเรียบง่ายกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อม หมู่บ้านของกลุ่มชาติพันธุ์หลายแห่งได้รับการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว จึงมีการเปลี่ยนแปลงทางสังคมจากการเกษตรไปสู่ระบบการค้า ขายเป็นค้าเสื้อผ้า เครื่องใช้ เครื่องประดับของชนเผ่า ให้กับคนที่เข้ามาท่องเที่ยวภายในหมู่บ้าน (นรชัย รัตนสมบูรณ์, 2547) นอกจากนี้ยังมีกลุ่มคนที่ชื่นชอบผ้าโบราณเพื่อนำไปเก็บสะสม เสื้อผ้า เครื่องใช้ เครื่องแต่งกายของกลุ่มชาติพันธุ์จึงกลายเป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคชาวไทยและชาวต่างประเทศ โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวที่ต้องการของฝากของที่ระลึกจากท้องถิ่นที่ได้เดินทางไปเยือน (ประสิทธิ์ ลิขิรชา, 2548) ภูมิปัญญาท้องถิ่นของกลุ่มชาติพันธุ์ในหลายพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่มีการต่อยอดพัฒนาสินค้าอย่างต่อเนื่อง มีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยสร้างสรรค์และผลิตสินค้าหัตถอุตสาหกรรมที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว หรือที่เรียกว่า “อัตลักษณ์ล้านนา” สามารถทำตลาดได้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ นำไปสู่การจ้างงาน และการสร้างรายได้ให้กับชุมชนในจังหวัดเชียงใหม่

จังหวัดเชียงใหม่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ โดยองค์การยูเนสโก (UNESCO) ประกาศให้เป็นเมืองสร้างสรรค์ด้านหัตถกรรมและศิลปะพื้นบ้าน ในปี พ.ศ.2562 ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของพื้นที่ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าเชิงวัฒนธรรมและสามารถต่อยอดสู่เชิงพาณิชย์ได้ สอดคล้องกับแนวโน้มผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับสินค้าอัตลักษณ์ งานทำมือ และผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้ตลาดผ้าทอและเครื่องแต่งกายชาติพันธุ์มีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง (นุชจรี โพธิ์นิยม, 2563) ในปี พ.ศ. 2568 ธุรกิจผ้าทอไทยเติบโตอย่างก้าวกระโดด มีการจัดตั้งธุรกิจใหม่เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2567 โดยมีทุนจดทะเบียนรวม 684 ล้านบาท เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 20 จากเดิม ได้รับแรงหนุนจากกระแสแฟชั่นยั่งยืนและอัตลักษณ์ท้องถิ่น ตลอดจนการสนับสนุนของภาครัฐผ่านนโยบาย Soft Power ส่งผลให้ผ้าไทยไม่เพียงเป็นมรดกทางวัฒนธรรม หากแต่เป็นโอกาสทางเศรษฐกิจที่มีศักยภาพในการขับเคลื่อนสู่เติบโตสู่ระดับโลกอย่างยั่งยืน (กรมพัฒนาธุรกิจการค้า, 2568)

ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นพื้นที่ตั้งถิ่นฐานของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง และมีภูมิปัญญาเป็นฐานในด้านการผลิตผ้าทอโยกยุงเขียนเทียน ใช้เป็นสัญลักษณ์ของความเป็นเครือญาติ และความเป็นกลุ่มชนเดียวกัน ต่อมาภูมิปัญญาผ้าทอโยกยุงได้รับการต่อยอดสู่การผลิตเชิงพาณิชย์ในรูปแบบวิสาหกิจชุมชนด้วยการนำผ้าทอโยกยุงมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายเพื่อสร้างอาชีพและรายได้แก่ชุมชน จากการสำรวจปัญหาและความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนของชาติพันธุ์ม้งในพื้นที่ตำบลโป่งแยง พบว่า กลุ่มผู้ผลิตยังขาดองค์ความรู้ด้านการออกแบบแฟชั่น และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับความต้องการของ

ตลาด กระบวนการผลิตมีเศษผ้าทอใยกล้วยเหลือทิ้งในปริมาณมาก ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตสูงขึ้น และระยะเวลาในการผลิตยังไม่เหมาะสมต่อการผลิตในเชิงพาณิชย์ เป็นข้อจำกัดในการพัฒนาสินค้าของชุมชน

จากปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอมังด้วยนวัตกรรมการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ทั้งในด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตเพื่อการค้า โดยบูรณาการแนวทางการออกแบบอย่างยั่งยืนที่เหมาะสมกับการออกแบบทางแฟชั่น ได้แก่ การลด (Reduce) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการใช้ซ้ำ (Reuse) (ปรีดา ศรีสุวรรณ, 2561) และระบบการผลิตแบบปิด (Closed loop production) เช่น การออกแบบแบบตัดไร้เศษ (Zero-Waste pattern technique) และประยุกต์ใช้หลักการผลิตแบบลีน (Lean production) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดการสูญเสีย ทั้งนี้ได้กำหนดกรอบขั้นตอนการพัฒนา เป็น 4 ระยะ ได้แก่ การศึกษาบริบทชุมชนและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค การออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้า และการประเมินผลการผลิต โดยใช้โมเดลการถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่เน้นการมีส่วนร่วมของชุมชน ประกอบด้วย การถ่ายทอดองค์ความรู้ การฝึกปฏิบัติ และการประเมินผล เพื่อให้ชุมชนสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน พร้อมทั้งกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จ (Key performance Indicators : KPIs) ใน 3 มิติ ได้แก่ ด้านผลผลิต ด้านเวลา และ ด้านคุณภาพ เพื่อให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์มีความเป็นระบบ สามารถประเมินผลได้อย่างชัดเจน และนำไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้กับชุมชนอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้งด้วยนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์
2. ประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้ง
3. ออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้าด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์
4. ประเมินผลการผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์ผ้าทอของชนเผ่าม้ง

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร/กลุ่มตัวอย่างการวิจัยในครั้งนี้ แบ่งออกเป็น

1. กลุ่มตัวอย่างเชิงพื้นที่ คือ กลุ่มชาติพันธุ์ม้งในพื้นที่ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ คัดเลือกด้วยการเจาะจงไปยังชุมชนม้งที่มีภูมิปัญญาการผลิตผ้าทอใยกล้วยของชนเผ่าม้งและมีการรวมกลุ่มอาชีพเป็นวิสาหกิจชุมชนที่เข้มแข็ง ได้กลุ่มตัวอย่าง คือ ชุมชนม้งหมู่บ้านแม่सान้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

2. กลุ่มตัวอย่างพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้ง ทดลองผลิตเพื่อการค้าด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์ และประเมินผลการผลิตเพื่อการค้า คือ สมาชิกกลุ่มอาชีพแปรรูปผลิตภัณฑ์ของชนเผ่าม้งบ้านแม่सान้อย คัดเลือกจากผู้นำและสมาชิกกลุ่มที่ได้รับการจัดตั้งเป็นวิสาหกิจชุมชนจำนวน 7 คน เกณฑ์ที่ใช้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ

คนที่ 1 ประธานกลุ่มฯ มีความเชี่ยวชาญในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ผ้าทอเส้นใยกล้วยของชนเผ่าม้ง ตามภูมิปัญญาแบบดั้งเดิม ได้รับการยกย่องจากสถาบันส่งเสริมศิลปหัตถกรรมไทย (องค์กรมหาชน) ให้เป็น “ครูช่างศิลปหัตถกรรมประเภทผ้าทอผ้าเขียนเทียน ปี พ.ศ. 2564” มีความยินดีและเต็มใจเข้าร่วมทำกิจกรรม

คนที่ 2 - 7 สมาชิกกลุ่มฯ มีความเชี่ยวชาญการกระบวนการผลิตเส้นใยกล้วย การเขียนลายด้วย สีผึ้ง และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ มีความยินดีและเต็มใจเข้าร่วมทำกิจกรรม

3. กลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบของชนเผ่าม้งที่ได้ออกแบบและพัฒนา เป็นผู้บริโภคที่แวะชมและซื้อสินค้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่สาบน้อย อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ไม่สามารถระบุจำนวนได้ จึงใช้วิธีการหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างกรณีไม่ทราบประชากร ตามวิธีการของ Cochran (กัลยา วาณิชบัญชา, 2538) กำหนดให้มีความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับไม่เกิน 0.05 หรือร้อยละ 5 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 401 คน ตามสูตร ดังนี้

$$\text{สูตร } n = \frac{P(1-P)Z^2}{d^2}$$

โดย n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

P แทน สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยต้องการจะสุ่ม (30%)

Z แทน ความมั่นใจที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เท่ากับ 1.96 (ความเชื่อมั่น 95%)

d แทน สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

แทนค่าของกลุ่มตัวอย่าง

$$\begin{aligned} \text{สูตร } n &= \frac{P(1-P)Z^2}{d^2} \\ &= \frac{0.30(1-0.2)1.96^2}{0.05^2} \\ &= 385 \end{aligned}$$

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงเก็บข้อมูลจริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 401 คน ซึ่งมากกว่าขนาดขั้นต่ำที่กำหนด เพื่อชดเชยความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากแบบสอบถามที่ไม่สมบูรณ์ และเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ (Reliability) และความแม่นยำของผลการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured) เป็นแบบสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลัก กำหนดคำถามให้ครอบคลุมเกี่ยวกับบริบทชุมชน และกระบวนการผลิตผ้าทอเส้นใยกล้วยของชนเผ่าม้ง

2. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค เป็นแบบประเมินระดับความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบผ้าทอของชนเผ่าม้ง โดยมีลักษณะเป็นแบบปลายปิดและใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) สอบถามเกี่ยวกับรูปแบบผลิตภัณฑ์ ความสวยงาม วัสดุ และประโยชน์การใช้งาน

3. ประเมินผลการผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้ง เป็นแบบประเมินผลด้านผลผลิต ด้านเวลา และด้านคุณภาพ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ได้มีวิธีการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย โดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาและข้อคำถามที่สร้างขึ้น และครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ได้ศึกษา โดยการนำเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคหกรรมศาสตร์ จำนวน 1 คน ด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอ จำนวน 1 คน ด้านสถิติและการวิจัย จำนวน 1 คน รวมทั้งหมด 3 คน

2. การตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย นำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคที่ได้ไปทดลองเก็บข้อมูลกับผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ผ้าขาวเขาทั่วไปที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อทดสอบความถูกต้อง ความชัดเจนของแบบสอบถาม (Face validity) และนำมาวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient) ของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.93 แสดงว่า แบบสอบถามที่สร้างขึ้นมีความเชื่อมั่นในระดับสูง จึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทฤษฎี การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าของกลุ่มชาติพันธุ์ กระบวนการผลิตเสื้อผ้า รวมถึงนวัตกรรมและเทคโนโลยีเกี่ยวกับที่เกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์จากผ้า ฯลฯ เพื่อนำมาใช้ในการสร้างเครื่องมือวิจัย กำหนดแนวทางการดำเนินงาน และการวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 2 การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้งด้วยนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. สัมภาษณ์ภาคสนามและสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักในพื้นที่หมู่บ้านแม่सान้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง บันทึกเสียง และ บันทึกภาพ การเก็บรวบรวมข้อมูล ประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพื่อทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อให้ได้ข้อมูลและเนื้อหาที่เป็นจริงอย่างสมบูรณ์

2. พัฒนาด้านแบบร่วมกับชุมชน ด้วยการเข้าไปมีส่วนร่วมร่วมกับชุมชนในการออกแบบและพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบแบบตัดไร้เศษ

ระยะที่ 3 ประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้งจากผู้ให้คะแนนซื้อสินค้าหรือเยี่ยมชมผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย

ระยะที่ 4 ออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้าด้วยนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์ ใช้วิธีการเข้าไปมีส่วนร่วมร่วมกับชุมชนในศึกษากระบวนการผลิต ออกแบบกระบวนการผลิตร่วมกันด้วยนำหลักการผลิตแบบลีน (Lean Production) มาปรับใช้เพื่อขจัดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต

ระยะที่ 5 ประเมินผลการผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์ผ้าทอของชนเผ่าม้ง ใช้วิธีการประเมิน ประเมินผลการผลิตในด้านคุณภาพ และการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิต

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ชุด ดังนี้

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลหลัก แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้แบบสามเส้า (Triangulation) เพื่อความครบถ้วนครอบคลุมในด้านเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า ด้านข้อมูล (Data triangulation) คือ ทำการตรวจสอบแหล่งข้อมูลที่ได้ ซึ่งประกอบด้วย เวลา สถานที่ และบุคคล ตรวจสอบข้อมูลเรื่องเดียวกันที่ได้จากสถานที่ต่างกัน เวลาต่างกัน และผู้ให้ข้อมูลต่างกัน

2. ข้อมูลเชิงปริมาณ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบประเมิน (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) การประเมินผลความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อต้นแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอที่ได้พัฒนาขึ้น ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลกับผู้บริโภคที่มีประสบการณ์ซื้อหรือใช้ผลิตภัณฑ์ จากผู้ที่แวะเข้ามาซื้อสินค้าหรือเยี่ยมชมผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่सान้อย และ 2) การประเมินผลการผลิตเพื่อการค้า ในด้านคุณภาพ และการลดการสูญเสียในกระบวนการผลิตจากแบบประเมินผล

3. การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอมังด้วยเทคโนโลยีสร้างสรรค์ และการออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้า เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการเข้าไปมีส่วนร่วมกับชุมชนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา
2. ข้อมูลเชิงปริมาณจากผลการประเมิน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผู้วิจัยได้กำหนดค่าคะแนนคำตอบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) 5 ระดับ ดังนี้

กำหนดค่าคะแนน

5	หมายถึง	มากที่สุด
4	หมายถึง	มาก
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	น้อย
1	หมายถึง	น้อยมาก

กำหนดเกณฑ์แปลความหมายคะแนนเฉลี่ยใช้วิธีการหาค่ากลาง (midpoint) ดังนี้

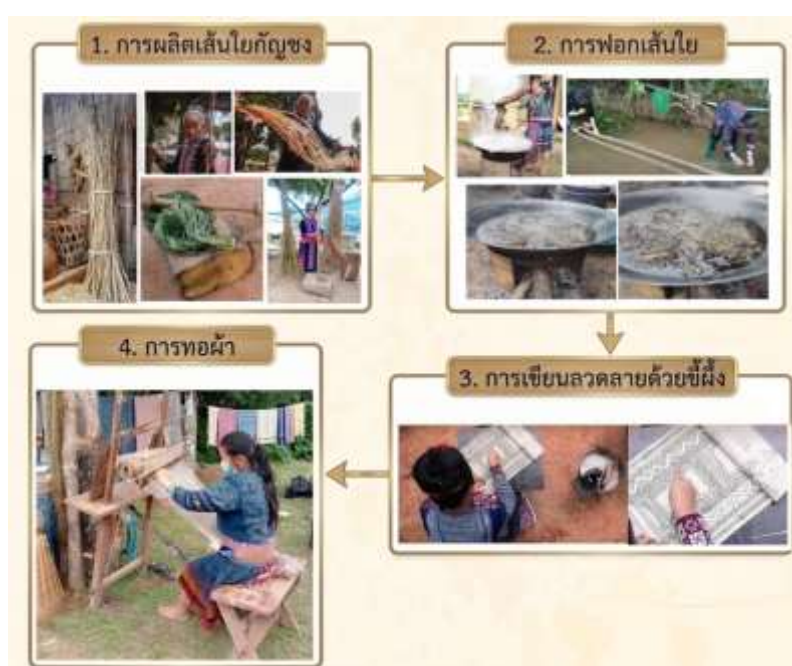
ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49	หมายถึง	มาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49	หมายถึง	น้อย
ค่าเฉลี่ย 0.50 - 1.49	หมายถึง	น้อยมาก

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้งเชิงสร้างสรรค์ในตำบลโป่งแยง อำเภอแม่อริม จังหวัดเชียงใหม่

1.1 ผลการศึกษาบริบทการผลิตเส้นใยกัญชงของชุมชนบ้านแม่สาบน้อย

ผลการศึกษา พบว่า ชุมชนบ้านแม่สาบน้อย หมู่ที่ 10 ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่อริม จังหวัดเชียงใหม่เป็นชุมชนของกลุ่มชาติพันธุ์ม้งชาวและม้งลาย อาศัยอยู่ร่วมกันมาตั้งแต่ พ.ศ. 2547 ประชากร มีจำนวน 120 ครอบครัว สืบทอดภูมิปัญญาการผลิตผ้าใยกัญชงแบบดั้งเดิม สำหรับใช้เป็นเครื่องนุ่งห่มในชีวิตประจำวันและพิธีกรรมตามจารีตประเพณี ได้แก่ การแต่งงาน ประเพณีปีใหม่ และประเพณีการตาย กระบวนการผลิตเส้นใยกัญชงของชุมชน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ 1) การผลิตเส้นใย คือ การนำลำต้นกัญชงแห้งมาลอกเปลือกฉีกเส้นใย ปั่นตีเกลียวเป็นใจด้าย 2) การฟอกเส้นใย คือ การนำเส้นใยต้มในน้ำซี้เถ้ากับน้ำเทียนไขเพื่อให้เส้นใยมันวาว หวังง่าย และนวดเส้นใยให้นิ่ม 3) การทอผ้า ใช้วิธีการนำเส้นใยมาทอเข้าด้วยกันให้เป็นผืนผ้า บนที่ทอผ้าแบบพื้นบ้านของม้ง และ 4) การเขียนลายด้วยขี้ผึ้ง คือ การนำน้ำขี้ผึ้งมาเขียนลวดลายบนผ้า การย้อมสีจากต้นฮ่อม และการต้มผ้าให้ขี้ผึ้งหลุดออกจากผืนผ้า จะได้ผ้าที่มีลวดลายเรียกกันทั่วไปว่า “ผ้าเขียนเทียน” สำหรับนำไปตัดเย็บเป็นเสื้อผ้าและเครื่องแต่งกายตามเอกลักษณ์ของชนเผ่าม้ง



ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเส้นใยกัญชง (ที่มา : กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาวมาง, 2565)

ด้านการผลิต พบว่า ชุมชนมีการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผ้าผืน เสื้อผ้าและเครื่องแต่งกายในรูปแบบโบราณและแบบประยุกต์ ใช้แรงงานและภูมิปัญญาท้องถิ่นตลอดห่วงโซ่การผลิต เริ่มจากการปลูกกัญชง การผลิตเส้นใยและผืนผ้า และการแปรรูปผลิตภัณฑ์ อีกทั้งชุมชนมีความพร้อมด้านสถานที่และการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม มีกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเป็นศูนย์กลางทั้งในด้านการผลิต การจำหน่าย และการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับผ้ากัญชงแก่ผู้สนใจทั่วไป ในการประชุมวิเคราะห์ปัญหาร่วมกับชุมชน

พบข้อจำกัดด้านการออกแบบ การตัดเย็บ และคุณภาพผลิตภัณฑ์ ยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) ชุมชนมีความต้องการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ที่สามารถเพิ่มมูลค่า ลดต้นทุน และยกระดับคุณภาพ เพื่อรองรับการผลิตเชิงพาณิชย์

1.2 ผลการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้งเชิงสร้างสรรค์

ผลการศึกษา ได้นำบริบทด้านการผลิตเส้นใยัญชงของชุมชนเป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้ากัญชงร่วมกับชุมชน โดยผสมผสานอัตลักษณ์ของชนเผ่าม้งเข้ากับแนวคิดการออกแบบร่วมสมัย เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบแบบตัดไร้เศษ เพื่อลดการสูญเสียวัสดุ ควบคู่กับการนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้พัฒนาศักยภาพในกระบวนการผลิต โดยเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยและกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านแม่สาบน้อย ซึ่งได้แสดงแนวคิดการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เชิงสร้างสรรค์ ดังนี้



ภาพที่ 2 แนวคิดการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เชิงสร้างสรรค์

ผลการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ พบว่า กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างแนวคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ ด้วยการศึกษอัตลักษณ์ผ้ากัญชง การทอผ้า การเขียนลายด้วยสีผึ้ง และการศึกษาความต้องการของตลาด 2) การกลั่นกรองและการประเมินความคิด เป็นการคัดเลือกแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมกับศักยภาพของชุมชน ทั้งด้านวัสดุ กระบวนการผลิต และความเป็นไปได้ในการผลิตจริง 3) การพัฒนาแนวความคิด โดยออกแบบรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ และการผลิตด้วยเทคนิคการออกแบบแบบตัดไร้เศษ เพื่อการสูญเสียวัสดุและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ผืนผ้า ภายใต้แนวคิดการออกแบบ “ม่าง ของขวัญแห่งขุนเขา” 4) การทดสอบแนวความคิด เป็นการประเมินความเหมาะสมของแบบผลิตภัณฑ์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มผู้ผลิต และกลุ่มเป้าหมาย เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุง และ 5) การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เสื้อผ้า จำนวน 2 รูปแบบ คือ เสื้อและชุดสตรี และผลิตภัณฑ์ประกอบการแต่งกาย จำนวน 4 รูปแบบ ได้แก่ กระเป๋า รองเท้า หมวก และเครื่องประดับ



ภาพที่ 3 ผลิตภัณฑ์ผ้าทอม้งต้นแบบในตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

2. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้ง

ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลกับผู้บริโภค จำนวน 401 คน พบว่า ผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบทุกประเภท ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับมาก โดยผลิตภัณฑ์ที่มีความพึงพอใจในระดับมาก 3 ลำดับแรก คือ เสื้อหมวก ชุดสตรี และรองเท้าในระดับเท่ากัน ($\bar{x} = 3.87$, $\bar{x} = 3.85$ และ $\bar{x} = 3.84$ ตามลำดับ) ส่วนกระเป๋าและเครื่องประดับมีระดับความพึงพอใจรองลงมา ($\bar{x} = 3.81$ และ $\bar{x} = 3.80$ ตามลำดับ) ดังตารางที่ 1

จากผลการประเมินดังกล่าว พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง เช่น เสื้อหมวก ชุดสตรี และรองเท้า ผู้บริโภคพึงพอใจมากกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องประดับหรือกระเป๋า นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่า การออกแบบที่ผสมผสานอัตลักษณ์ชาติพันธุ์ม้งเข้ากับรูปแบบร่วมสมัย สามารถสร้างความพึงพอใจของผู้บริโภคในระดับมาก เมื่อพิจารณารายละเอียดของการประเมิน พบว่า ด้านความสวยงามมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในทุกประเภทผลิตภัณฑ์ รองลงมาเป็นด้านวัสดุ แสดงให้เห็นว่า ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความงามที่มีความเป็นเอกลักษณ์ของผ้าทอไยก์ญซง ในด้านประโยชน์การใช้งานและรูปแบบผลิตภัณฑ์ก็ได้รับการประเมินอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน แสดงถึงผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ การออกแบบผลิตภัณฑ์มีรูปแบบใช้งานได้จริง ผลการวิจัยจึงชี้ให้เห็นว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอไยก์ญซงด้วยแนวคิดเชิงสร้างสรรค์สามารถเพิ่มมูลค่าและสร้างความพึงพอใจจากผู้บริโภคได้ในระดับมาก

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบ

(n = 401)

รายการประเมิน	ผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบ											
	เสื้อ		หมวก		ชุดสตรี		รองเท้า		กระเป๋า		เครื่องประดับ	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
ความสวยงาม	3.88	0.77	3.93	0.76	3.93	0.76	3.99	0.72	3.93	0.75	3.94	0.74
วัสดุ	3.86	0.80	3.88	0.74	3.89	0.71	3.89	0.72	3.92	0.76	3.87	0.79
ประโยชน์การใช้งาน	3.82	0.78	3.87	0.80	3.86	0.77	3.88	0.78	3.88	0.78	3.85	0.79
รูปแบบผลิตภัณฑ์	3.80	0.77	3.87	0.76	3.88	0.73	3.87	0.76	3.81	0.82	3.83	0.81
รวม	3.87	0.72	3.85	0.76	3.84	0.74	3.84	0.75	3.81	0.82	3.80	0.86

3. ผลการออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้าด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์

ผลการศึกษา พบว่า การพัฒนาระบบการผลิตภายหลังจากการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับการผลิตเชิงพาณิชย์ในระดับชุมชน โดยการนำแนวคิดการผลิตแบบลีน (Lean production) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับการออกแบบผังการผลิต การแบ่งงาน เครื่องจักรและอุปกรณ์เสริม รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ และการพัฒนาทักษะฝีมือ สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดการสูญเสีย และยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้า แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การออกแบบขั้นตอนการผลิต ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต และการจัดลำดับการประกอบชิ้นงานให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สมบูรณ์ 2) การถ่ายทอดองค์ความรู้และพัฒนาทักษะการผลิต และ 3) การทดลองผลิตเพื่อการค้า ทั้งหมดเป็นกระบวนการที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การวางแผนการผลิต การพัฒนาศักยภาพผู้ผลิต จนถึงการผลิตจริง โดยกระบวนการทดลองผลิตแบ่งออกเป็น การสร้างทัศนคติที่ดีต่อการทำงาน การสร้างทีมงาน การแบ่งงาน การจัดวางผังการผลิต ตรวจสอบเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์เสริม และการทดลองผลิตจริง

ผลการศึกษาการผลิตแบบลีน พบว่า ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามต้นแบบ การออกแบบขั้นตอนการผลิต ช่วยลดความซ้ำซ้อนในการบวนการ การทำงานคล่องตัวมากยิ่งขึ้น การแบ่งงานตามความถนัดช่วยลดการสูญเสียจากการเย็บที่ผิดไปจากมาตรฐาน ลดข้อผิดพลาดในการทำงาน และลดเวลาผลิต รวมถึงสมาชิกในกลุ่มสามารถใช้ทักษะเฉพาะของแต่ละบุคคลทำงานได้อย่างเหมาะสม มีผลต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และ พบว่า การออกแบบกระบวนการผลิตนี้ สามารถผลิตซ้ำได้อย่างต่อเนื่อง และมีศักยภาพในการพัฒนาสู่การผลิตเพื่อการค้าในระดับชุมชน

4. ผลการประเมินผลการผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์ผ้าทอของชนเผ่าม้ง

ผลการประเมินการผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์ผ้าทอของชนเผ่าม้ง ประกอบด้วย ด้านผลผลิตด้านเวลา และด้านคุณภาพ ผลการประเมินมีดังนี้

ด้านผลผลิต พบว่า สามารถผลิต ผลิตภัณฑ์ผ้าทอใยกล้วยงต้นแบบได้ครบ 6 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เสื้อชูตสตรี หมวก กระเป๋า รองเท้า และเครื่องประดับ จำนวนผลิตภัณฑ์ละ 10 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 100 ของเป้าหมายที่กำหนด

ด้านเวลาในการผลิต พบว่า ในกลุ่มเครื่องแต่งกายกระเป๋าใช้เวลาผลิตเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 52.50 นาทีต่อชิ้น และสามารถผลิตได้เฉลี่ย 6.80 ชิ้นต่อวัน เหมาะสมกับการผลิตเพื่อการค้าเนื่องจากใช้เวลาน้อยและให้ผลผลิตต่อแรงงานสูง ในทางตรงกันข้ามชูตสตรีใช้เวลาในการผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด 258 นาทีต่อชิ้น รองลงมาเป็นเสื้อ เวลาในการผลิตเฉลี่ย 240 นาที และให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุด เนื่องจากความซับซ้อนในการตัดเย็บ

ผลการศึกษาเวลาที่ใช้ในการผลิตเฉลี่ยในแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การประเมินผลการผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์ผ้าทอของชนเผ่าม้ง

ผลิตภัณฑ์	ทีมงานผลิต (คน)	เวลาผลิตเฉลี่ย ต่อชิ้น (นาที)	ผลผลิตเฉลี่ย ต่อคน (ชิ้น) เวลา 6 ชั่วโมง
ชูตสตรี	5	258	1.40
เสื้อ	5	240	1.50
รองเท้า	4	146	2.40
หมวก	2	80	4.50
กระเป๋า	2	52.50	6.80
เครื่องประดับ			
สร้อยคอ	7	76	4.70
ต่างหู	7	38	9.40

ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีคุณภาพอยู่ในระดับดี สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) โดยชูตสตรีมีผลการประเมินสูงที่สุด ($\bar{x} = 4.23$) มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี รองลงมาเป็นรองเท้า เครื่องประดับ กระเป๋า และเสื้อ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีเช่นเดียวกัน (3.80 , $\bar{x} = 3.73$, $\bar{x} = 3.26$, และ $\bar{x} = 3.25$ ตามลำดับ) ส่วนหมวกมีคุณภาพพอใช้ ($\bar{x} = 2.80$) ต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ในระดับดี แสดงถึงข้อจำกัดด้านเทคนิคการเย็บที่ควรได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม ดังตารางที่ 3

ผลการวิจัยโดยรวม แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตร่วมกับชุมชน สามารถยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ผ้าทอจากใยกล้วยงของชนเผ่าม้งได้อย่างมีศักยภาพในเชิงพาณิชย์ และสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้แก่ชุมชนควบคู่กับการรักษาภูมิปัญญาผ้ากล้วยงของชุมชนม้งไว้อย่างสร้างสรรค์

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ผ้าทอของชนเผ่าม้ง

ลำดับ	ผลิตภัณฑ์	ระดับคุณภาพ	
		$\bar{X}$	SD
1	ชุดสตรี	4.23	0.53
2	รองเท้า	3.80	0.23
3	เครื่องประดับ	3.73	0.26
4	กระเป๋า	3.26	0.10
5	เสื้อสตรี	3.25	0.46
6	หมวก	2.80	0.23

การอภิปรายผล

ข้อค้นพบจากการวิจัย ได้นำมาอภิปรายผล ด้วยการเปรียบเทียบกับทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ผลการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้งเชิงสร้างสรรค์ พบว่า การวิจัยแบบมีส่วนร่วม ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่สำคัญ 2 ประการ ได้แก่ 1) แนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอของกลุ่มชาติพันธุ์ และ 2) การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังคงอัตลักษณ์ชาติพันธุ์ในรูปแบบร่วมสมัย โดยแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอของกลุ่มชาติพันธุ์นั้น จะสามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดและสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมระหว่างชุมชน ภาครัฐ นักวิชาการ และผู้เชี่ยวชาญ เริ่มต้นจากชุมชนที่มีภูมิปัญญาท้องถิ่น นำมาสู่กระบวนการพัฒนาร่วมกับหน่วยงานภายนอก จึงจะทำให้เกิดแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เชื่อมโยง “ภูมิปัญญาดั้งเดิม” กับ “แนวความคิดออกแบบร่วมสมัย” และ “ความต้องการของตลาด” ได้อย่างเหมาะสม ภูมิปัญญาดั้งเดิมของชนเผ่าม้งในอำเภอแม่ริมจากการศึกษาของ Jingjing & Onkam (2021) พบว่า ในตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริมชุมชนม้งยังคงดำรงวิถีชีวิตดั้งเดิมปลูกกล้วย ทอผ้า และการเขียนเทียนลายขี้ผึ้ง โดยผ้ากล้วยมีความผูกพันกับความเชื่อและวิถีชีวิตของชนเผ่าม้งมา ยาวนาน ชุมชนม้งมีศักยภาพในการต่อยอดพัฒนาผลิตภัณฑ์ของชุมชน แสดงถึงความผูกพันระหว่างผ้ากล้วยกับวิถีชีวิตของชนเผ่าม้งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wongvilarat (2025) พบว่า กล้วยมีความสำคัญทางวัฒนธรรมและจิตวิญญาณของกลุ่มชาติพันธุ์ม้ง ถือเป็นพืชศักดิ์สิทธิ์ การปลูกและการใช้กล้วยตลอดชีวิตและฝังรากลึกในประเพณีของม้ง มีการถ่ายทอดการแปรรูปเส้นใยและการทอผ้ากล้วยแบบดั้งเดิมที่สะท้อนภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมผ่านอาวุโส นำไปสู่การพัฒนาผลงานงานฝีมือแบบดั้งเดิมกับนวัตกรรมสมัยใหม่ ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าทอของกลุ่มชาติพันธุ์ด้วยการมีส่วนร่วมนั้น สัมพันธ์กับการศึกษาของ วรภา อาธิราษฎร์ และ ธรัช อาธิราษฎร์ (2562) พบว่า การพัฒนาทักษะแรงงานด้านการตัดเย็บเสื้อผ้าพื้นเมืองจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐ ชุมชน และสถานประกอบการ ในการร่วมกำหนดเป้าหมาย พัฒนา และตรวจสอบผลงานร่วมกัน เป็นปัจจัยสำคัญของการพัฒนาสมรรถนะฝีมือแรงงานชุมชนอย่างยั่งยืน สอดคล้องกับการศึกษาของ จุฑามาศ ดอนอ่อนบัว และ จิราวัฒน์ พิราสันต์ (2563) พบว่า

ความร่วมมือระหว่างชุมชนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการระดมความคิดเห็นและร่วมพัฒนากระบวนการผลิตเป็นแนวทางสำคัญที่ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่และสร้างความเข้มแข็ง โดยสมาชิกกลุ่มมีส่วนร่วมในการคิดสร้างสรรค์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ร่วมกันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนอย่างยั่งยืน ส่วนในด้านการผลิตด้วยการออกแบบแบบตัดไร้เศษ เป็นองค์ความรู้ที่สร้างความยั่งยืน ลดการสูญเสียจากกระบวนการผลิต และสร้างมูลค่าเพิ่ม จากการวิจัยของ สิริกร ภูมาศ (2564) ได้ออกแบบเครื่องแต่งกายจากแนวคิด Zero-Waste ด้วยเทคนิคแพทเทิร์นไร้เศษจากการทอผ้าด้วยวิธีการเกาะลิ้นงและการทอสองชั้น ผลการวิจัยที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ ลดขยะจากกระบวนการผลิต ลดขั้นตอนการตัดเย็บ และสร้างโอกาสให้ผ้าทอมือเป็นที่สนใจในกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการลดขยะและมลพิษเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ในการวิจัยค้นพบว่า การนำต้นทุนภูมิปัญญาผ้ากัญชงและผ้าเขียนลายซิ่นผไทมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย เป็นแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ชาติพันธุ์ที่สามารถรักษาสถิติทางวัฒนธรรมควบคู่ไปกับการสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงเศรษฐกิจ โดยใช้ทุนทางวัฒนธรรมของชุมชนเป็นฐาน สอดคล้องกับการศึกษาของ ทองเจือ เขียดทอง (2558) พบว่า ผลิตภัณฑ์ผ้าปักม้งเป็นงานภูมิปัญญาที่สำคัญในการแสดงอัตลักษณ์ทางชาติพันธุ์ของชนเผ่าม้ง จำแนกอัตลักษณ์ม้งได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มลายผ้าปักม้ง และ กลุ่มลายร่วมสมัยใหม่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผ้าปักม้งเชิงสร้างสรรค์จะสามารถสร้างรายได้จากผ้าปักม้งได้สูงกว่าการประกอบอาชีพอื่น แนวทางการพัฒนาจึงควรให้มีความเรียบง่ายเพื่อให้คนรุ่นใหม่สามารถทำได้ง่ายขึ้น ใช้เวลาน้อย ซึ่งจะผลิตได้ทันต่อความต้องการของตลาด รูปแบบผลิตภัณฑ์หลากหลายและสอดคล้องกับวัฒนธรรม

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบของชนเผ่าม้ง พบว่า ผลิตภัณฑ์ประเภทเสื้อ หมวก ชุดสตรี และรองเท้า ผู้บริโภคพึงพอใจมากกว่าประเภทอื่น เพราะสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความสวยงามและวัสดุเป็นลำดับแรก ดังนั้น ผ้าทอใยกัญชงจึงเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค จากการศึกษาของ Enarevba & Haapala (2024) พบว่า เส้นใยกัญชงมีคุณลักษณะสำคัญ คือ มีความยืดหยุ่น มีความสบาย ระบายอากาศได้ดี มีความแข็งแรง มีความต้านทานต่อน้ำ เชื้อราและรังสียูวี สูงกว่าเส้นใยฝ้ายและลินิน จึงเป็นวัสดุชั้นดีในอุตสาหกรรมสิ่งทอ และเป็นที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นเสื้อผ้า เครื่องประดับ เคหะสิ่งทอ เป็นวัสดุที่มีศักยภาพในการใช้งานด้านการดูแลสุขภาพและความปลอดภัย สอดคล้องกับการศึกษาของ Young A. P. (2020) พบว่า เส้นใยและผ้ากัญชงมีความโดดเด่นในด้านความสบายและความทนทานเป็นเส้นใยที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม มีคุณสมบัติที่ทนทานต่อมอดและแมลงตามธรรมชาติ ทนทานต่อเชื้อรา ทนทานต่อการซัก และจำมีความนุ่มเพิ่มขึ้นเมื่อซักบ่อย นอกจากนี้การสร้างลวดลายบนผ้ากัญชงและการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้น่าสนใจด้วยเอกลักษณ์ลวดลายท้องถิ่นจะสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้บริโภค

ผลการออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้าด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมเชิงสร้างสรรค์ พบว่า การประยุกต์ใช้แนวคิดการผลิตระบบลีน (Lean production) ร่วมกับการพัฒนาทักษะฝีมือ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้ ทั้งในด้านการลดการสูญเสียเปล่า และสามารถควบคุมคุณภาพการผลิต สอดคล้องกับการศึกษาของ ยุภาภรณ์ เทพจันทร์และคณะ (2563) พบว่า การใช้ระบบลีนมาวิเคราะห์การสูญเสีย และ

กำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาในกระบวนการ เป็นแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของ วิสาหกิจชุมชนสิ่งทอได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน ไม่ได้ขึ้นอยู่กับกรอบการออกแบบผลิตภัณฑ์เพียงอย่างเดียว หากจำเป็นต้องพัฒนากระบวนการผลิตควบคู่กัน จึงจะสามารถต่อยอดการพัฒนาสินค้าชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว

การประเมินผลการผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์ผ้าทอของชนเผ่าม้ง พบว่า ด้านเวลาผลิตในแต่ละ ผลิตภัณฑ์แตกต่างกันตามความซับซ้อนของแต่ละผลิตภัณฑ์ กระเป๋ายใช้เวลาผลิตน้อยที่สุดจึงได้ปริมาณการผลิตจำนวนมาก มีความเหมาะสมต่อการผลิตเพื่อการค้า ชุดสตรีและเสื้อใช้เวลาการผลิตสูง ผลผลิตน้อยกว่าจากความซับซ้อนด้านเทคนิคและต้องอาศัยทักษะฝีมือขั้นสูง ดังนั้นการวางแผนการผลิตเพื่อการค้าควร พิจารณาถึงระยะเวลาการผลิตควบคู่กับการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการบริหารการ ผลิตทั้งในด้านต้นทุนและแรงงาน

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนา รูปแบบผลิตภัณฑ์ผ้าทอต้นแบบ ได้แก่ การสร้างแนวคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ การ กลั่นกรองและการประเมินความคิด การพัฒนาแนวความคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าและเครื่อง ประกอบการแต่งกาย การทดสอบแนวความคิด และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ผลการประเมินผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในระดับมาก ผลการออกแบบกระบวนการผลิตเพื่อการค้าด้วยนวัตกรรมเชิง สร้างสรรค์ด้วยแนวคิดการผลิตแบบสิน ได้แก่ การออกแบบขั้นตอนการผลิต การถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับ ผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต ด้วยการพัฒนาความรู้และทักษะ และการทดลองผลิตเพื่อการค้าผลิตภัณฑ์ เสื้อผ้าและเครื่องประกอบการแต่งกายจำนวน 6 ผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เสื้อ ชุดสตรี หมวก กระเป๋า รองเท้า และ เครื่องประดับ ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพตรงตามต้นแบบ ลดความซ้ำซ้อนในการบวนการผลิต ลดข้อผิดพลาดในการ ทำงาน และลดเวลาผลิต ผลการประเมินผลผลิต พบว่าผลผลิตของทุกผลิตภัณฑ์บรรลุผล เวลาการผลิตเฉลี่ย ในแต่ละผลิตภัณฑ์เป็นไปตามมาตรฐาน และคุณภาพผลิตภัณฑ์ของชุดสตรี รองเท้า เครื่องประดับ กระเป๋า และเสื้อสตรี มีคุณภาพดี ส่วนหมวกมีคุณภาพพอใช้

ข้อเสนอแนะการนำงานวิจัยไปประยุกต์ใช้

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มชาติพันธุ์ควรดำรงไว้ ซึ่งอัตลักษณ์ทางภูมิปัญญาของชนเผ่า คุณค่า ของผลิตภัณฑ์ การปรับเปลี่ยนรูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีรูปแบบร่วมสมัย ควรนำอัตลักษณ์ไปผสมผสานใน การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ ไม่ลดทอนให้คุณค่าทางภูมิปัญญา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรสนับสนุนกิจกรรมที่ มีการเรียนรู้ร่วมกันของคนในชุมชน จะนำไปสู่การสืบทอดองค์ความรู้ และการคิดสร้างสรรค์ใหม่ เพื่อรักษาไว้ ไม่ให้สูญหายไปจากชุมชนและสามารถสร้างอาชีพให้แก่ชุมชนได้อย่างยั่งยืน

2. การต่อยอดพัฒนาผลิตภัณฑ์ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ควรได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ เป็นพี่เลี้ยงช่วยเติมเต็มความรู้ในส่วนที่ผู้ประกอบการยังไม่เข้มแข็ง เช่น การยกระดับผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามเกณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน การจัดทำแผนธุรกิจ การตลาด เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณการวิจัยครั้งนี้ เพราะได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาม่วง บ้านแม่สาบน้อย ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริมจังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ร่วมกันดำเนินกิจกรรมการวิจัยจนสำเร็จ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาธุรกิจการค้า. (2568). *ธุรกิจผ้าไทย ภูมิปัญญาไทยที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ สู่แฟชั่นระดับโลก ปี 68 โตแรง! จัดทะเบียนตั้งใหม่เพิ่มขึ้นกว่า 4 เท่า มูลค่าทุน 684 ล้านบาท*. ข่าวกรม (Press Release).
<https://www.dbd.go.th/news/1924102568>
- กลุ่มวิสาหกิจชุมชนดาม่วง. (2565). *ดาม่วง งานผ้าใยกล้วย*.
<https://www.facebook.com/Daomang.Hemp/photos/>
- กัลยา วาณิชยปัญญา. (2538). *หลักสถิติ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุฬามาศ ดอนอ่อนบัว และ จิรวัดน์ พิศาสันต์. (2563). *นวัตกรรมการพัฒนาผ้าฝ้ายทอมืออัตลักษณ์ท้องถิ่น จังหวัดเลย. วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 12(2), 22-42.* <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/fakku/article/view/220286>
- ทองเจือ เขียดทอง. (2558). *ผลิตภัณฑ์ผ้าปักม้ง: การออกแบบเชิงเศรษฐกิจสร้างสรรค์. วารสารศิลปกรรมศาสตร์วิชาการ วิจัยและงานสร้างสรรค์, 2(1), 55-79.*
<http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/handle/123456789/2283>
- นรชัย รัตนสมบูรณ์. (2547). *การศึกษาแนวทางการออกแบบเลนศิลป์บนบรรจุภัณฑ์สินค้าชาวเขา ผ้าม้ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการออกแบบนิเทศศิลป์, มหาวิทยาลัยศิลปากร).*
- นุชจริย์ โพธิ์นิยม. (2563). *เชียงใหม่ คราฟต์ : เสน่ห์งานฝีมือจากท้องถิ่นเมืองสร้างสรรค์. สำนักข่าวอ่างแก้ว.*
<https://angkaewnews.com/content/เชียงใหม่-คราฟต์--เสน่ห์งานฝีมือจากท้องถิ่นเมืองสร้างสรรค์>
- ประสิทธิ์ ลิปรีชา. (2548). *ม้ง หลากหลายชีวิตจากขุนเขาสู่เมือง. เชียงใหม่: สถาบันวิจัยสังคม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*
- ปรีดา ศรีสุวรรณ. (2561). *นวัตกรรมแฟชั่นเพื่อความยั่งยืน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, คณะศิลปกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).*
- ยุทธภรณ์ เทพจันทร์, บุญทรรณ วิงวอน, ขวัญวิมาน หวานดี และ กรองใจ อินทิบาล. (2563). *รูปแบบและแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตของวิสาหกิจชุมชนของสิ่งทอในจังหวัดลำพูนโดยใช้การวิเคราะห์แผนผังสายธารคุณค่า. (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)*

- วรปภา อารีราษฎร์ และ ธรัช อารีราษฎร์. (2562). นวัตกรรมกระบวนการพัฒนาทักษะกลุ่มแรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าโรงงานสู่การเป็นช่างฝีมือตัดเย็บเสื้อผ้าพื้นเมืองสถานประกอบการในชุมชนจังหวัดสาคาม. *วารสารการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, 6(1), 201-212. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/itm-journal/article/view/199481>
- สิกร ภูมาศ. (2564). *การวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมผ้าทอมือด้วยแนวคิด Zero-Wast สู่การออกแบบเครื่องแต่งกายแฟชั่น*. (ปริญญาานิพนธ์ศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชานวัตกรรมการออกแบบ, วิทยาลัยอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ). <https://hdl.handle.net/20.500.14740/55113>
- สำนักงานจังหวัดเชียงใหม่ กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด. (2565). *บรรยายสรุปจังหวัดเชียงใหม่*. <https://chiangmai.go.th/managing/public/D8/8D17Jan2022133138.pdf>
- Enarevba, D. R., & Haapala, K. R. (2024). The Emerging Hemp Industry: A Review of Industrial Hemp Materials and Product Manufacturing. *AgriEngineering*, 6(3), 2891-2925. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6030167>
- Jingjing, G., & Onkam, I. (2021). Way of Life of Hmong Ethnic Group :The case study of Ban Mae Sa Mai. *Academic and Research Journal of Liberal Arts*, 16(1), 27-44. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/larhcu/article/view/247267/>
- Wongvilarat, S. (2025). Developing Innovations Leveraging the Cultural Capital of the Hmong Ethnic Group in Phop Phra District Tak Province. *Journal of Posthumanism*, 5(7), 2428-2439. <https://doi.org/10.63332/joph.v5i7.3067>
- Young, A. P. (2020). *Hemp Fibers and Fabrics*. Information about the Kentucky State University Cooperative Extension Program. https://www.kysu.edu/documents/school-of-agriculture-communities-and-the-environment/fcs_hempfibersandfabrics_fs20_accessible.pdf

การพัฒนาและการประเมินคุณภาพระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Development and Evaluation of an Online Educational Document Request
System for Chiang Mai Rajabhat University

วินัย กันขัติ

Winai Kankhat

สำนักทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Office of the Registrar, Chiang Mai Rajabhat University

ศิริกรณ กันขัติ*

Sirikorn Kankhat*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

E-mail: winai_kan@cmru.ac.th and sirikorn@g.cmru.ac.th*

*Corresponding author

(Received: 16 January 2026, Revised: 11 August 2026, Accepted: 13 August 2026)

<https://doi.org/10.57260/stc.2026.1451>

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 2) ประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ การวิจัยเป็นการวิจัยและพัฒนา โดยประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาระบบ การประเมินคุณภาพระบบดำเนินการ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านงานทะเบียนและประมวลผลและด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 คน ส่วนการประเมินความพึงพอใจเก็บข้อมูลจากนักศึกษาปัจจุบันและศิษย์เก่าที่เคยใช้ระบบ จำนวน 754 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ 2) แบบประเมินคุณภาพระบบ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระบบที่พัฒนาขึ้นรองรับการยื่นคำร้อง การตรวจสอบหลักฐาน การติดตามสถานะ และการจัดทำรายงานผ่านระบบออนไลน์ ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด และผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ การพัฒนาระบบ การประเมินคุณภาพระบบ
ความพึงพอใจของผู้ใช้ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Abstract

This study aimed to: 1) develop an online educational document request system for Chiang Mai Rajabhat University, 2) evaluate the system quality through expert assessment, and 3) assess user satisfaction. The study employed a research and development (R&D) approach based on the System Development Life Cycle (SDLC). System quality was evaluated by three experts in registrar operations and information technology, while user satisfaction was assessed among 754 current students and alumni who had used the system. The research instruments comprised: 1) the online educational document request system, 2) a system quality evaluation form, and 3) a user satisfaction questionnaire. The data were analyzed using descriptive statistics, including the mean and standard deviation. The developed system supports online request submission, document verification, request status tracking, and the generation of reports. The experts rated the overall system quality at the highest level, while overall user satisfaction was rated at a high level.

Keywords: Online educational document request system, System development, System quality, User satisfaction, Chiang Mai Rajabhat University

บทนำ

การเปลี่ยนผ่านสู่สังคมดิจิทัล (Digital transformation) ได้เปลี่ยนแปลงรูปแบบการบริหารจัดการและการให้บริการของสถาบันอุดมศึกษาทั่วโลกอย่างมีนัยสำคัญ โดยเทคโนโลยีสารสนเทศมีได้ทำหน้าที่เพียงสนับสนุนการดำเนินงานเท่านั้น แต่ยังเป็นกลไกสำคัญในการยกระดับประสิทธิภาพการให้บริการ การบริหารจัดการข้อมูล และการตัดสินใจเชิงบริหารขององค์กร ทั้งนี้ การเปลี่ยนผ่านดิจิทัลที่มีประสิทธิผลได้เกิดจากการนำเทคโนโลยีมาใช้เพียงบางส่วน หากแต่ต้องครอบคลุมการปรับปรุงกระบวนการทำงาน การบูรณาการข้อมูล การพัฒนาศักยภาพบุคลากร และการกำหนดบทบาทของผู้เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ (Alenezi, 2021; Benavides et al., 2020) แนวทางดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อหน่วยงานด้านทะเบียนและประมวลผลซึ่งมีภารกิจในการให้บริการข้อมูลและเอกสารทางการศึกษาแก่นักศึกษาปัจจุบันและศิษย์เก่า

แม้ว่าสำนักทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่จะนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้สนับสนุนการดำเนินงานบางส่วน แต่กระบวนการขอเอกสารทางการศึกษายังมีข้อจำกัดหลายประการ จากการวิเคราะห์เอกสารการปฏิบัติงานและการสังเกตกระบวนการให้บริการ พบว่า ผู้รับบริการต้องเดินทางมาติดต่อด้วยตนเองและดำเนินการผ่านหลายขั้นตอน ทำให้ไม่สามารถติดตามสถานะคำร้องได้อย่างต่อเนื่อง สถิติการให้บริการของสำนักทะเบียนและประมวลผลประจำปีการศึกษา 2566 ระบุว่าคำร้องขอเอกสารทางการศึกษา 1,060 คำร้อง หรือเฉลี่ย 88 คำร้องต่อเดือน โดยเดือนมีนาคมซึ่งตรงกับช่วงสำเร็จการศึกษามีคำร้องสูงสุด 334 คำร้อง และใช้เวลาดำเนินการเฉลี่ย 3 วันทำการต่อคำร้อง เจ้าหน้าที่ต้องตรวจสอบข้อมูลและ

ตอบคำถามเกี่ยวกับสถานะคำร้องเป็นรายกรณี ส่วนรายงานสำหรับผู้บริหารต้องรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง จึงเพิ่มภาระในการจัดการข้อมูลของเจ้าหน้าที่

งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ระบบดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการจัดเก็บเอกสาร การให้บริการข้อมูล การบริหารจัดการ และการเรียนรู้ในบริบทต่างๆ (กฤษณ์ ชัยวัฒนคุปต์ และคณะ, 2568; ดารณี ภัสสรขจร และคณะ, 2567; อีรฐ ปันศรี และ ศิริกรณ กันขัติ, 2567; นวรัตน์ โพธิ์เขียว, 2567) สำหรับงานบริการเอกสารทางการศึกษา อรรถ ศรีอรรถ และคณะ (2564) ได้พัฒนาระบบต้นแบบเพื่อสนับสนุนการจัดการและติดตามคำร้อง ดนิตา จันท์ขาว (2565) พัฒนาระบบจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และกอบนาถ จริตวงษ์ (2566) ศึกษากระบวนการให้บริการเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ จากงานที่นำมาทบทวน พบว่าแต่ละระบบรองรับกระบวนการให้บริการแตกต่างกัน และยังไม่พบงานที่รายงานการเชื่อมโยงการยื่นคำร้อง การตรวจสอบหลักฐาน การติดตามสถานะ การกำหนดสิทธิ์ และการจัดทำรายงานสำหรับผู้บริหารครบทุกส่วนในระบบเดียว

ด้วยเหตุนี้ การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งพัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อเชื่อมโยงกระบวนการให้บริการและการบริหารจัดการข้อมูลไว้ในระบบเดียว ระบบออกแบบให้รองรับผู้ใช้งาน 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ และผู้รับบริการ ซึ่งประกอบด้วยนักศึกษาปัจจุบันและศิษย์เก่า โดยรองรับการยื่นคำร้อง การตรวจสอบข้อมูล การจัดการหลักฐานการชำระค่าธรรมเนียม การติดตามสถานะ การดำเนินงานของเจ้าหน้าที่ และการรายงานข้อมูลสำหรับผู้บริหาร การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ 2) ประเมินคุณภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และ 3) ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบจริง เพื่อให้ผลการวิจัยครอบคลุมทั้งคุณภาพระบบในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญและความพึงพอใจของผู้รับบริการที่ใช้ระบบจริง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
2. เพื่อประเมินคุณภาพของระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R&D) โดยประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาระบบ (System development life cycle: SDLC) (ศรีนวล พงมณี, 2556) เพื่อใช้เป็นกรอบในการพัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. นักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2566 จำนวน 15,000 คน
2. ศิษย์เก่าที่สำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2565 จำนวน 4,000 คน

กลุ่มตัวอย่าง กำหนดขนาดตัวอย่างแยกตามกลุ่มประชากรด้วยสูตรของ Yamane (1973) จากนั้นคัดเลือกผู้ที่เคยใช้ระบบและสมัครใจตอบแบบสอบถามให้ครบตามจำนวนที่กำหนด ประกอบด้วยนักศึกษาปัจจุบัน 390 คน และศิษย์เก่า 364 คน

ผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ประเมินคุณภาพระบบ จำนวน 3 คน ได้จากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญด้านระบบงานทะเบียนและประมวลผล 2 คน และด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 คน เพื่อประเมินคุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นในด้านหน้าที่การทำงาน ความง่ายต่อการใช้งาน ความมั่นคงปลอดภัย และประสิทธิภาพการประมวลผล

เครื่องมือวิจัย

ระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ได้รับการพัฒนาในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web application) โดยใช้ภาษา PHP และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL รองรับการใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ระบบกำหนดสิทธิ์ตามบทบาทของผู้ใช้ (Role-Based access control) 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ และผู้รับบริการ เพื่อให้แต่ละกลุ่มเข้าถึงข้อมูลและฟังก์ชันที่สอดคล้องกับหน้าที่ของตน

การพัฒนาระบบประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาระบบ (System development life cycle: SDLC) ตามแนวคิดของ ศรีนิวล พงมณี (2556) ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ใช้ ศึกษาความต้องการจากผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ นักศึกษาปัจจุบัน และศิษย์เก่า โดยใช้การสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่ม การสังเกตกระบวนการปฏิบัติงาน และการวิเคราะห์เอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสรุปความต้องการของระบบ

2. วิเคราะห์ระบบ วิเคราะห์กระบวนการให้บริการเดิม ข้อจำกัดของระบบ และความต้องการของผู้ใช้เพื่อระบุปัญหา ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โครงสร้างข้อมูล และความสัมพันธ์ของกระบวนการทำงาน โดยมุ่งเน้นการลดขั้นตอนการติดต่อด้วยตนเอง ลดภาระงานด้านเอกสาร และเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามสถานะและการจัดทำรายงาน

3. ออกแบบระบบ ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ โครงสร้างฐานข้อมูล ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User interface) และกระบวนการทำงานของระบบ พร้อมจัดทำแผนภาพการไหลของข้อมูล (Data flow diagram: DFD) และความสัมพันธ์ของข้อมูล (Entity relationship diagram: ER Diagram) เพื่อรองรับการทำงานของผู้ใช้แต่ละบทบาทอย่างเป็นระบบ

4. พัฒนาระบบ พัฒนาระบบด้วยภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL เพื่อรองรับการให้บริการแบบออนไลน์ครบวงจร โดยสร้างโมดูลหลัก ได้แก่ 1) ระบบยื่นคำร้องออนไลน์ 2) ระบบอัปโหลดหลักฐานการชำระเงิน 3) ระบบตรวจสอบและอนุมัติคำร้อง 4) ระบบติดตามสถานะคำร้อง 5) ระบบแจ้งเตือน 6) ระบบรายงานและแดชบอร์ดสำหรับผู้บริหาร

5. ดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบ รวมถึงตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ความสมบูรณ์ของกระบวนการทำงาน และความถูกต้องของสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลในแต่ละบทบาทของผู้ใช้งาน

6. ติดตั้งและนำระบบไปใช้งาน ติดตั้งระบบบนเครื่องแม่ข่ายของมหาวิทยาลัย และนำไปทดลองใช้งานจริงภายในสำนักทะเบียนและประมวลผล พร้อมจัดเตรียมฐานข้อมูลและกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานให้สอดคล้องกับภารกิจของแต่ละฝ่าย

7. ประเมินผลการใช้งาน เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อคุณภาพระบบและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้

8. บำรุงรักษาและปรับปรุงระบบ นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบ แก้ไขข้อบกพร่อง และพัฒนาฟังก์ชันเพิ่มเติมให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานและการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการให้บริการในอนาคต

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

1. แบบประเมินคุณภาพระบบสำหรับผู้เชี่ยวชาญ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านหน้าที่การทำงาน 2) ด้านความง่ายต่อการใช้งาน 3) ด้านความมั่นคงปลอดภัย 4) ด้านประสิทธิภาพการประมวลผล

2. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ สำหรับนักศึกษาปัจจุบันและศิษย์เก่า 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกระบวนการและขั้นตอนการให้บริการ 2) ด้านการทำงานของระบบ 3) ด้านการออกแบบและการใช้งาน 4) ด้านความปลอดภัย

แบบประเมินคุณภาพระบบและแบบสอบถามความพึงพอใจใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามแนวคิดของ Likert (1932) ได้แก่ 5 หมายถึง มากที่สุด 4 หมายถึง มาก 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง น้อย และ 1 หมายถึง น้อยที่สุด

การแปลผลค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ดังนี้

ช่วงค่าเฉลี่ย	ระดับการแปลผล
4.51–5.00	มากที่สุด
3.51–4.50	มาก
2.51–3.50	ปานกลาง
1.51–2.50	น้อย
1.00–1.50	น้อยที่สุด

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยนำแบบประเมินและแบบสอบถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of item-objective congruence: IOC) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

จากนั้นนำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ซึ่งไม่รวมอยู่ในกลุ่มที่ใช้เก็บข้อมูลจริง และวิเคราะห์ความเชื่อมั่นด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.90 แสดงว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูงและเหมาะสมสำหรับใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. นำระบบที่พัฒนาแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้งาน ประเมินคุณภาพระบบ และปรับปรุงระบบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
2. ติดตั้งระบบและเปิดให้ใช้งานและเก็บข้อมูลระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ.2566 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2566 รวมระยะเวลา 6 เดือน ผู้ตอบแบบสอบถามทุกคนเป็นผู้ที่ใช้ระบบยื่นคำร้องขอเอกสารทางการศึกษาในช่วงเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ประชาสัมพันธ์นักศึกษาปัจจุบันและศิษย์เก่าที่ใช้ระบบตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ
4. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาและการประเมินคุณภาพระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ นำเสนอผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ 3 ข้อ ได้แก่ 1) ผลการพัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ 2) ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาปัจจุบันและศิษย์เก่าที่ใช้ระบบจริง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลการพัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์

ผู้วิจัยพัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษา PHP และฐานข้อมูล MySQL ระบบได้รับการออกแบบจากผลการวิเคราะห์กระบวนการให้บริการเดิม ปัญหาของการดำเนินงาน และความต้องการของผู้เกี่ยวข้อง เพื่อเชื่อมโยงกระบวนการตั้งแต่การยื่นคำร้องของผู้รับบริการ การตรวจสอบข้อมูลและหลักฐานการชำระค่าธรรมเนียม การดำเนินงานของเจ้าหน้าที่ การติดตามสถานะคำร้อง จนถึงการรายงานข้อมูลสำหรับผู้บริหารไว้ในระบบเดียว

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาของกระบวนการเดิมกับฟังก์ชันของระบบที่พัฒนาขึ้น แสดงดังตารางที่ 1

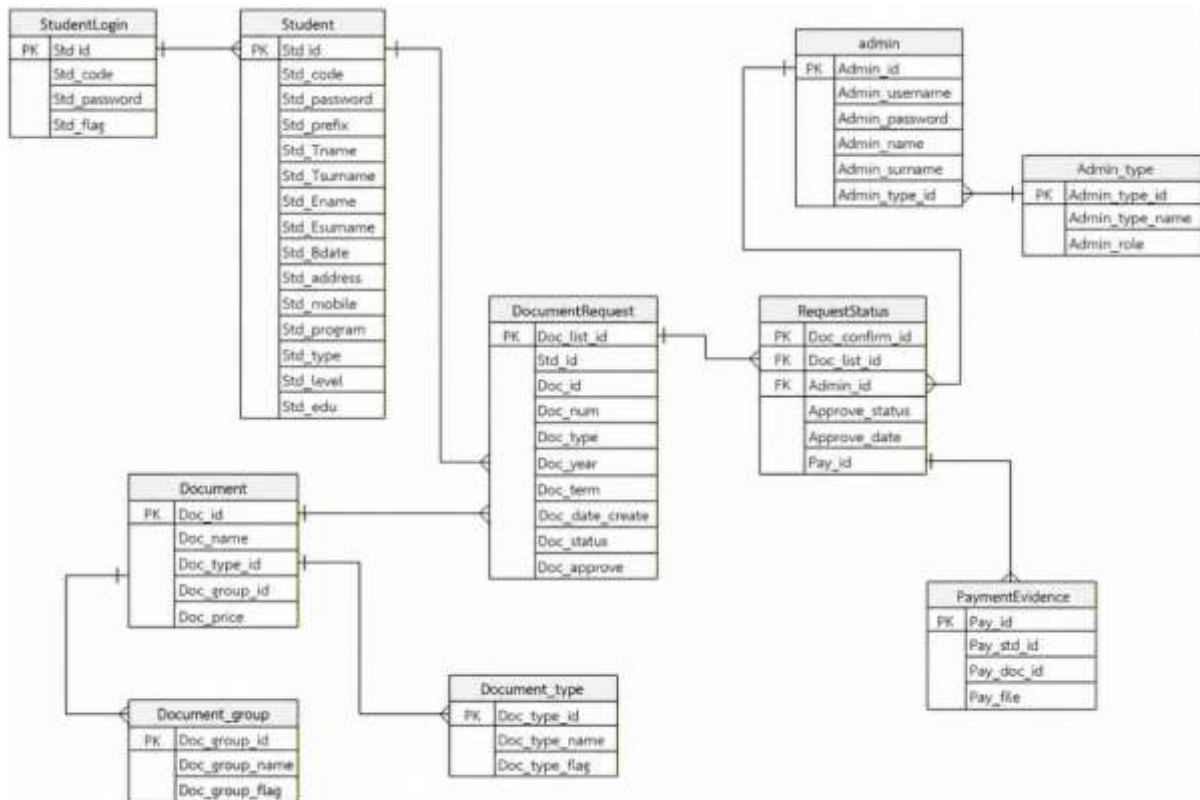
ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาของกระบวนการเดิมกับฟังก์ชันของระบบที่พัฒนาขึ้น

ปัญหาหรือข้อจำกัดของกระบวนการเดิม	ฟังก์ชันของระบบที่พัฒนาขึ้น
ผู้รับบริการต้องเดินทางมาติดต่อเพื่อยื่นคำร้อง	ฟังก์ชันยื่นคำร้องขอเอกสารผ่านระบบออนไลน์
ผู้รับบริการไม่สามารถตรวจสอบความคืบหน้าของคำร้องได้อย่างต่อเนื่อง	ฟังก์ชันตรวจสอบและติดตามสถานะคำร้อง
การจัดการข้อมูลและหลักฐานการชำระค่าธรรมเนียมดำเนินการผ่านหลายขั้นตอน	ฟังก์ชันบันทึกและอัปโหลดหลักฐานการชำระค่าธรรมเนียม
เจ้าหน้าที่ต้องตรวจสอบข้อมูลคำร้องจากหลายแหล่ง	ฟังก์ชันตรวจสอบคำร้อง ข้อมูลทางการศึกษา และหลักฐานประกอบคำร้อง
การแจ้งผลการดำเนินงานแก่ผู้รับบริการไม่เป็นระบบ	ฟังก์ชันปรับปรุงและแสดงสถานะการดำเนินงาน
การรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานสำหรับผู้บริหารใช้เวลายาวนานหลายขั้นตอน	แผงควบคุมข้อมูลและรายงานสรุปสำหรับผู้บริหาร
การกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้งานยังไม่ชัดเจน	ระบบกำหนดสิทธิ์การใช้งานตามบทบาทของผู้ใช้
ผู้รับบริการไม่สามารถตรวจสอบประวัติการขอเอกสารย้อนหลังได้	ฟังก์ชันตรวจสอบประวัติคำร้องของผู้รับบริการ

ผลการวิเคราะห์ตามตารางที่ 1 พบว่า ฟังก์ชันของระบบได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับปัญหาและข้อจำกัดของกระบวนการเดิม โดยเปลี่ยนกระบวนการที่ผู้รับบริการต้องมาติดต่อด้วยตนเองให้สามารถดำเนินการผ่านระบบออนไลน์ และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้รับบริการ เจ้าหน้าที่ ผู้ดูแลระบบ และผู้บริหาร ระบบจึงไม่ได้รับรองรับเฉพาะการยื่นคำร้อง แต่ยังเชื่อมโยงการดำเนินงานของผู้รับบริการ เจ้าหน้าที่ ผู้ดูแลระบบ และผู้บริหารตลอดกระบวนการให้บริการ

ผลการออกแบบฐานข้อมูล

ผู้วิจัยออกแบบฐานข้อมูลให้รองรับข้อมูลสำคัญ ได้แก่ ข้อมูลผู้ใช้งาน ข้อมูลประเภทเอกสาร ข้อมูลคำร้อง ข้อมูลหลักฐานการชำระค่าธรรมเนียม ข้อมูลสถานะการดำเนินงาน ข้อมูลการตรวจสอบและอนุมัติคำร้อง และข้อมูลที่ใช้จัดทำรายงานสำหรับผู้บริหาร โดยกำหนดคีย์หลักและคีย์นอกเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล และสนับสนุนการเรียกใช้ข้อมูลตามสิทธิ์ของผู้ใช้งาน ตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์

ผลการพัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์

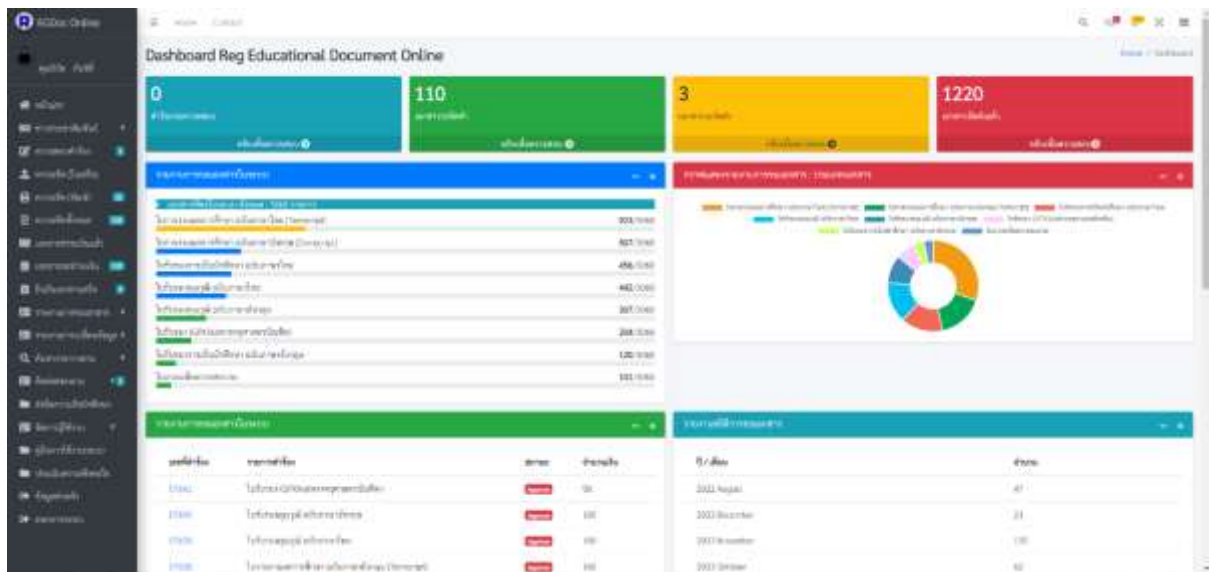
ระบบกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงตามบทบาทของผู้ใช้ และรองรับผู้ใช้งาน 4 กลุ่ม ดังนี้

1. ผู้ดูแลระบบ สามารถจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน กำหนดสิทธิ์การเข้าถึง ตั้งค่าประเภทเอกสารและอัตราค่าธรรมเนียม ตรวจสอบการทำงานของระบบ และสำรองข้อมูล

id	username	password	email	status
1	admin	admin	admin@edoc.com	Active
2	user1	user1	user1@edoc.com	Active
3	user2	user2	user2@edoc.com	Active
4	user3	user3	user3@edoc.com	Active
5	user4	user4	user4@edoc.com	Active
6	user5	user5	user5@edoc.com	Active
7	user6	user6	user6@edoc.com	Active
8	user7	user7	user7@edoc.com	Active
9	user8	user8	user8@edoc.com	Active
10	user9	user9	user9@edoc.com	Active

ภาพที่ 2 หน้าจอจัดการข้อมูลสำหรับผู้ดูแลระบบ

2. ผู้บริหาร สามารถตรวจสอบรายงานสรุปและแผนควบคุมข้อมูล ซึ่งแสดงจำนวนคำร้อง รายรับ ค่าธรรมเนียม สถานะการดำเนินงาน และข้อมูลประกอบการกำกับติดตามการให้บริการ



ภาพที่ 3 แผนควบคุมข้อมูลสำหรับผู้บริหาร

3. เจ้าหน้าที่ สามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำร้องและข้อมูลทางการศึกษา ตรวจสอบหลักฐาน การชำระค่าธรรมเนียม จัดทำเอกสาร ปรับปรุงสถานะ และดำเนินการจัดส่งหรือรับเอกสาร

The screenshot shows the 'ตรวจสอบการขอเอกสาร' (Check Document Request) page. It displays a form for checking the status of a document request. The form includes fields for 'เลขที่คำร้อง' (Request Number), 'วันที่คำร้อง' (Request Date), and 'จำนวนเอกสาร' (Number of Documents). There are also buttons for 'ดูรายละเอียด' (View Details) and 'ดำเนินการ' (Take Action). The page shows a table with columns for 'เอกสาร' (Document), 'ที่' (Location), 'รายการเอกสาร' (Document List), 'จำนวนเอกสาร' (Number of Documents), and 'จำนวนเงิน' (Amount).

ภาพที่ 4 หน้าจอตรวจสอบและดำเนินการคำร้องสำหรับเจ้าหน้าที่

4. ผู้รับบริการ ได้แก่ นักศึกษาปัจจุบันและศิษย์เก่า สามารถยื่นคำร้อง เลือกประเภทและวิธีรับ เอกสาร พิมพ์ข้อมูลสำหรับชำระค่าธรรมเนียม อัปโหลดหลักฐานการชำระเงิน ติดตามสถานะ และตรวจสอบ ประวัติการขอเอกสารผ่านระบบ reg.cmru.ac.th

เลือก	รายการ	จำนวน
☐	ใบรับรองการเป็นนักศึกษา ฉบับภาษาไทย ราคา 100 บาท	1
☐	ใบรับรองการเป็นนักศึกษา ฉบับภาษาอังกฤษ ราคา 100 บาท	1
☐	ใบรายงานผลการศึกษา ฉบับภาษาไทย (Transcript) ราคา 200 บาท	1
☐	ใบรายงานผลการศึกษา ฉบับภาษาอังกฤษ (Transcript) ราคา 200 บาท	1
☐	ใบเกรดเพื่อตรวจสอบจบ ราคา 100 บาท	1
☐	ใบรายงานผลการศึกษา ฉบับดิจิทัล (Transcript Digital)-ห้ามขอ ค่าส่ง ทดสอบระบบ- ราคา 200 บาท	1

ยืนยันการขอเอกสาร

ภาพที่ 5 หน้าจอเลือกประเภทเอกสารสำหรับผู้รับบริการ

ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยนำระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประเมินคุณภาพระบบใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านหน้าที่การทำงาน 5 ข้อ ด้านความง่ายต่อการใช้งาน 5 ข้อ ด้านความมั่นคงปลอดภัย 5 ข้อ และด้านประสิทธิภาพการประมวลผล 5 ข้อ ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ด้านที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับคุณภาพ
หน้าที่การทำงาน	4.56	0.48	มากที่สุด
ความง่ายต่อการใช้งาน	4.48	0.52	มาก
ความมั่นคงปลอดภัย	4.60	0.45	มากที่สุด
ประสิทธิภาพการประมวลผล	4.50	0.50	มาก
รวม	4.54	0.49	มากที่สุด

ผลการประเมินคุณภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.54, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความมั่นคงปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 4.60, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.45) รองลงมาคือด้านหน้าที่การทำงาน (ค่าเฉลี่ย = 4.56, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.48) ด้านประสิทธิภาพการประมวลผล (ค่าเฉลี่ย = 4.50, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.50) และด้านความง่ายต่อการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย = 4.48, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.52) ตามลำดับ แสดงว่าระบบมีคุณลักษณะสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินที่กำหนด ทั้งนี้ การประเมินเป็นความคิดเห็น ไม่ใช้การทดสอบประสิทธิภาพหรือความมั่นคงปลอดภัยเชิงเทคนิค

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ผู้วิจัยประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบจำนวน 754 คน ประกอบด้วยนักศึกษาปัจจุบัน 390 คน และศิษย์เก่า 364 คน โดยประเมินความพึงพอใจใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกระบวนการและขั้นตอน 5 ข้อ ด้านการทำงานของระบบ 5 ข้อ ด้านการออกแบบและการใช้งาน 5 ข้อ และด้านความปลอดภัย 5 ข้อ ผลการประเมินแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ด้านที่ประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความพึงพอใจ
กระบวนการและขั้นตอน	4.28	0.81	มาก
การทำงานของระบบ	4.29	0.80	มาก
การออกแบบและการใช้งาน	4.25	0.82	มาก
ความปลอดภัย	4.31	0.84	มาก
รวม	4.28	0.82	มาก

จากตารางที่ 3 ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.28, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.82) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (ค่าเฉลี่ย = 4.31, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.84) รองลงมาคือด้านการทำงานของระบบ (ค่าเฉลี่ย = 4.29, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.80) ด้านกระบวนการและขั้นตอน (ค่าเฉลี่ย = 4.28, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.81) และด้านการออกแบบและการใช้งาน (ค่าเฉลี่ย = 4.25, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.82) ตามลำดับ

การอภิปรายผล

ระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นรองรับการยื่นคำร้อง การตรวจสอบข้อมูล และหลักฐานการชำระค่าธรรมเนียม การติดตามสถานะคำร้อง การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ และการจัดทำรายงานสำหรับผู้บริหาร โดยแบ่งสิทธิ์การใช้งานออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ และผู้รับบริการ การออกแบบระบบอาศัยข้อมูลจากขั้นตอนการทำงานเดิมและความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้ฟังก์ชันสอดคล้องกับการดำเนินงานของหน่วยงาน ระบบเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้รับบริการ เจ้าหน้าที่ และผู้บริหาร ทำให้แต่ละฝ่ายดำเนินงานกับข้อมูลชุดเดียวกันและติดตามคำร้องได้ต่อเนื่อง ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานของอรรักษ์ ศรีอรรักษ์ และคณะ (2564) ดนิตา จันทร์ขาว (2565) และกอบนาค จริตวงษ์ (2566) ซึ่งรายงานวาระระบบสารสนเทศช่วยสนับสนุนการจัดการคำร้องและการให้บริการด้านเอกสารได้ ระบบในการวิจัยครั้งนี้เพิ่มเติมการกำหนดสิทธิ์ตามบทบาทและการจัดทำข้อมูลสรุปสำหรับผู้บริหาร อย่างไรก็ตาม การศึกษายังไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบก่อนและหลังใช้ระบบ จึงยังไม่อาจสรุปได้ว่าระบบช่วยลดระยะเวลาหรือจำนวนขั้นตอนการทำงานได้มากนักน้อยเพียงใด

ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านความมั่นคงปลอดภัยได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือด้านหน้าที่การทำงาน ด้านประสิทธิภาพการประมวลผล และด้านความง่าย

ต่อการใช้งาน ประเด็นที่ประเมินมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบด้านคุณภาพระบบตามแนวคิดของ DeLone & McLean (2003) อย่างไรก็ตาม คณะนักวิจัยได้เป็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อคุณลักษณะของระบบ ไม่ใช่ผลการทดสอบสมรรถนะหรือความมั่นคงปลอดภัยเชิงเทคนิค จึงควรทดสอบความสามารถในการรองรับผู้ใช้และตรวจสอบความปลอดภัยด้วยเครื่องมือเฉพาะเพิ่มเติม

นักศึกษาปัจจุบันและศิษย์เก่ามีความพึงพอใจต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ด้านความปลอดภัย ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือด้านการทำงานของระบบ ด้านกระบวนการและขั้นตอนการให้บริการ และด้านการออกแบบและการใช้งาน ผลการประเมินแสดงว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อระบบในทุกด้านที่ศึกษา ข้อค้นพบนี้เกี่ยวข้องกับแนวคิดการยอมรับเทคโนโลยีของ Davis (1989) ซึ่งให้ความสำคัญกับการรับรู้ประโยชน์และความง่ายในการใช้งาน อย่างไรก็ตาม การวิจัยครั้งนี้ประเมินความพึงพอใจและไม่ได้ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีโดยตรง

แม้ว่าความพึงพอใจโดยรวมจะอยู่ในระดับมาก แต่ด้านการออกแบบและการใช้งานได้รับคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดในสี่ด้าน ผลดังกล่าวชี้ว่าควรศึกษาประสบการณ์ของผู้ใช้เพิ่มเติม เช่น สัมภาษณ์ผู้ใช้หรือทดสอบการใช้งานในแต่ละขั้นตอน เพื่อระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจริงก่อนปรับส่วนติดต่อผู้ใช้ ขั้นตอนการดำเนินงาน และการรองรับอุปกรณ์เคลื่อนที่

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้พัฒนาระบบบริการขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่ โดยประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาแบบ (System Development Life Cycle: SDLC) ระบบรองรับกระบวนการสำคัญ ได้แก่ การยื่นคำร้อง การตรวจสอบข้อมูลและหลักฐานการชำระค่าธรรมเนียม การติดตามสถานะคำร้อง การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ และการจัดทำรายงานสำหรับผู้บริหาร โดยกำหนดสิทธิ์การใช้งานให้เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละกลุ่ม

ผลการประเมินพบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพระบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และผู้ที่มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ผลดังกล่าวบ่งชี้ว่าระบบสามารถรองรับกระบวนการให้บริการตามขอบเขตที่กำหนด และผู้ที่มีความคิดเห็นเชิงบวกต่อการใช้งาน อย่างไรก็ตาม การประเมินครั้งนี้เป็นการประเมินจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ ยังไม่ได้เปรียบเทียบระยะเวลา จำนวนขั้นตอน หรือภาระงานก่อนและหลังนำระบบมาใช้ รวมทั้งไม่ได้ทดสอบสมรรถนะและความมั่นคงปลอดภัยด้วยเครื่องมือเฉพาะ จึงยังไม่อาจสรุปผลด้านประสิทธิภาพการดำเนินงานและความปลอดภัยทางเทคนิคได้อย่างชัดเจน

การศึกษาครั้งต่อไปควรประเมินผลการใช้งานระบบด้วยข้อมูลก่อนและหลังการนำไปใช้ ทดสอบสมรรถนะและความมั่นคงปลอดภัย ตลอดจนศึกษาประสบการณ์และพฤติกรรมของผู้ใช้เพิ่มเติม นอกจากนี้ อาจศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาช่วยสนับสนุนการตอบคำถาม การแจ้งเตือน และการวิเคราะห์ข้อมูลการให้บริการ โดยต้องคำนึงถึงความถูกต้อง ความเป็นส่วนตัว และการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลควบคู่กันไปตามข้อกำหนดของพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562 (2562)

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณ์ ชัยวัฒนคุปต์, สุรพล ชุ่มกลิ่น, นาริรัตน์ สุกใส และ แพรวรรณ หว่างพันธุ์. (2568). ระบบจัดเก็บเอกสารอิเล็กทรอนิกส์: กรณีศึกษา บริษัทน้ำตาลทิพย์สุโขทัย จำกัด. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์*, 8(1), 8–20. https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/JTI_URU/article/view/3900
- กอบนาค จิตรวงษ์. (2566). การศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานระบบขอเอกสารทางการศึกษาออนไลน์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. https://oreg.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=2415
- ดนิตา จันท์ขาว. (2565). การพัฒนาระบบการจัดการเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ของภาควิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. https://buuir.buu.ac.th/bitstream/1234567890/5630/1/2566_176.pdf
- ดารณี ภัสสรขจร, ทวีศักดิ์ คำลือ และ ศิริกรณ ก้นขี้. (2567). การพัฒนาระบบจัดการคลังสินค้าออนไลน์เพื่อสร้างช่องทางการขายสินค้าออนไลน์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน*, 2(2), 32–43. <https://doi.org/10.57260/stc.2024.756>
- ธีรวิธ ปันศรี และ ศิริกรณ ก้นขี้. (2567). การพัฒนาแอปพลิเคชันส่งเสริมการเรียนรู้ภาษาถิ่นนาบ้องต้นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน*, 2(2), 44–57. <https://doi.org/10.57260/stc.2024.758>
- นวรรตน์ โพธิ์เขียว. (2567). การพัฒนาระบบจัดส่งเอกสารรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์สำหรับบริการเอกสารฉบับเต็ม สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. *PULINET Journal*, 11(2), 235–249. <https://so14.tci-thaijo.org/index.php/PJ/article/view/599>
- พระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล พ.ศ. 2562. (2562). *ราชกิจจานุเบกษา*, 136(69 ก), 52–95.
- ศรีนวล ฟองมณี. (2556). *การวิเคราะห์และออกแบบระบบ*. มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- อรัญ ศรีอรัญ, รัชนิกร จันทรากุลพงษ์, กุณฑล กระบวนรัตน์ และ ชูพันธุ์ รัตนโกคา. (2564). การพัฒนาระบบต้นแบบสำหรับบริหารจัดการการขอเอกสารทางการศึกษาสำหรับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. *Mahidol R2R e-Journal*, 8(1), 89–103. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/mur2r/article/view/245057>
- Alenezi, M. (2021). Deep dive into digital transformation in higher education institutions. *Education Sciences*, 11(12), 770. <https://doi.org/10.3390/educsci11120770>
- Benavides, L. M. C., Arias, J. A. T., Serna, M. D. A., Bedoya, J. W. B., & Burgos, D. (2020). Digital transformation in higher education institutions: A systematic literature review. *Sensors*, 20(11), 3291. <https://doi.org/10.3390/s20113291>

- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
<https://doi.org/10.2307/249008>
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems*, 19(4), 9–30. <https://doi.org/10.1080/07421222.2003.11045748>
- Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. New York : The Science Press.
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory analysis*. (3rd ed.). Harper & Row.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รองศาสตราจารย์ ดร. รุ่งอรุณ วาดีลี สิริศรัทธา

รองศาสตราจารย์ ดร.ธนศ พงศ์ธีรรัตน์

รองศาสตราจารย์ ดร.วรา มินเสน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพญ. ดร.อารีรัตน์ นิรันดร์สิทธิรัชต์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์ภา ธาณินพงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ปัญญาทอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา รอดแก้ว

รองศาสตราจารย์ ดร.พยุงค์ดี อินตะวิชา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาพร บุญมี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไผ่แดง ขวัญใจ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ นนทมาลย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุกุล มะโนทน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รวีสร่า รื่นไวย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล ปันสกุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร แสงวงศ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ เอี่ยมชื่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยชนัน เกษสุวรรณ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุมนา เหลืองฐิติกาญจนา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัลวี ยศน้อย

รองศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ พวงงามชื่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หนึ่งหทัย ชัยอากร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มธุรส ชัยหาญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายัณห์ อุ่นนันทากาศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พหล ศักดิ์คะทัศน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณวิมล นาดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดารชาติ เทียมเมือง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พาสน์ ปราโมกษ์ชน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณ เชื้อนแก้ว

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีรวิชญ์ ภาคนนท์กุล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ศรีประภาคาร

รองศาสตราจารย์ ดร.นัฐพล มหาวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี นางงาม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตยา วัจวนสินธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยรังสิต

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรโรจน์ ตอสะสุกุล
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรพล มากมี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณิกา อินตะนนท์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐนิตา บุญสร้างสม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพงศ์ แก้วเหล็ก
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนา ชยธวัช
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณนิภา ดอกไม้งาม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปาลิกา เวชกุล
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริวิจนา แก้วนิก
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา กิจพิพิธ
 รองศาสตราจารย์ ดร.สายันต์ แสงสุวรรณ
 รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐธิดา ชัยชนะ
 รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรพงษ์ เรือนคำ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินารัตน์ แสงกิจ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติมา พรหมมาร์ตัน
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มีชัย เทพนุรัตน์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดารัตน์ สุขประภาภรณ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งโรจน์ สุขใจมุข
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ปินตาคำ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรา สมกำลัง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิณภูมิณี จิตคำ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำราญ ไชยคำวัง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิพัชร หาญฤทธิ์
 รองศาสตราจารย์ ดร.ฟิลิกส์ ฌอน บัวนก
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกฤษณ์ ธรรมกวินวงศ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมคาย พันธุ์เพ็ง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรสุดา มาทา
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศราวุธ สุวรรณอรรถ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พงษ์พร พันธุ์เพ็ง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติยา ปลอดแก้ว
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิศากร สุวรรณ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภิสฐพร ศิลปะภิรมย์สุข
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระ พันอินทร์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพา โพธิ์ลังกา
 รองศาสตราจารย์ ดร.ณิชากรีย์ ใจคำวัง
 รองศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา มิ่งฉาย

มหาวิทยาลัยนเรศวร
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
 มหาวิทยาลัยปทุมธานี
 มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
 มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ศักดิ์ อ้นมอย
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร พงศ์ธรรพฤกษ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภณ วิริยะรัตนกุล
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรทิพพา พิญญาพงษ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ นิคมัทสน์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังกาบ บุญสูง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกวรรณ กันยะมี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อทิพันธ์ เสียมไหม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพรรณ จิ๋ว
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ สวัสดิ์รักษา
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นสพ. ดร.ชเวง สารคล่อง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชยพล มีพร้อม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปพนพัชร ภัทรฐิติวิสต์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่งฤทัย ราพิงจิต
 รองศาสตราจารย์ ดร.สามารถ ใจเตี้ย
 รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรกร กรพรหม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิราภรณ์ ชัยวัง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ เตี้ยมมี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณต ภูมาศ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา เขาคี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สพ.ญ.ดร.กุลิสรา มรุปันธ์ธร
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิงกาญจน์ ปวนสุรินทร์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินานาฏ วิทยาประภากร
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มงคลกร ศรีวิชัย
 อาจารย์ ดร.ศรีประไพ อินทร์ชัยเทพ
 รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี แหยมมงคล
 รองศาสตราจารย์ ดร.วิษณุ ธงไชย
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษ สุจริตตั้งธรรม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริกาญจน์ ธนบุญรุ่งคำ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาณิสรา หาดขุนทด
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภิระ บุตรดี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชมพูนุท ชัยรัตน์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิเชษฐ์ จำเนียรสุข
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรรณิกา อัมพู
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลชญา ลอยหา

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนครลำปาง
 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภาวีร์ มากดี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย มีแสง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรุวรรณ ไตรทิพย์สมบัติ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรชัย กมลลัมสกกุล
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประดินันท์ เอี่ยมสะอาด
 รองศาสตราจารย์ ดร. พงษ์นาถ นาถวานันต์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ จตุรพิริย์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพฤกษ์ หงษ์ลัดดาพร
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ ต้นเมืองปัก
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถัย ปานเพชร
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ โยธาทักดี
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิสริยาภรณ์ ชัยกุลลาบ
 รองศาสตราจารย์ ดร.จินตนา วิบูลย์ศิริกุล
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ น.สพ. ดร.มหิศร ประภาสะโนบ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ อาลัย
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลัญฉกร นิลทรัตน์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชีวรรณ ยอยรู้รอบ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิโชค พรรคพิทักษ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดลลักษณ์ พงษ์พานิช
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิจักขณ์ อรุณลักษณ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภควัต รัตนราช
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญธิดา จิรรัตนโสภา
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชินีเพ็ญ มะลิสวรรณ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญฤทัย วงศาพรม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศร บุรณวงศ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริลักษณ์ กมลวรรณสิทธิ์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศิริ สนิทพลกลาง
 รองศาสตราจารย์ ดร.พิชัย ทองดีเลิศ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา ทองหล่อ
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภูมิ ศรีวิบูลย์
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรินทร์ ตรีอินทอง
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา แยมประชา
 รองศาสตราจารย์ ดร.จรรุวรรณ วงศ์ทะเนตร
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระสิทธิ์ ทรงม้า
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิตี ทองคำงาม
 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ดวงใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
 มหาวิทยาลัยบูรพา
 มหาวิทยาลัยบูรพา
 มหาวิทยาลัยบูรพา
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 มหาวิทยาลัยศิลปากร
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 มหาวิทยาลัยมหิดล
 มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวลระหง เทพวิวัฒน์จิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจ้วน

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน มีเป้าหมายและขอบเขต (Aim and Scope) ที่รับตีพิมพ์บทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชน ได้แก่

- 1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และเกษตรศาสตร์ ได้แก่ ชีววิทยา จุลชีววิทยา ชีวเคมี เทคโนโลยีการอาหาร พืชศาสตร์ สัตวศาสตร์ ปฐพีวิทยา โรคพืช การส่งเสริมการเกษตร และเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
- 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ ได้แก่ เคมี ฟิสิกส์ วัสดุศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
- 3) วิทยาศาสตร์สุขภาพ ได้แก่ สร้างเสริมพัฒนาสุขภาพชุมชน อนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัย สารสนเทศทางสุขภาพ

รูปแบบของวารสาร

1. กำหนดออก ปีละ 6 ฉบับ ฉบับละ 8 บทความ
ฉบับที่ 1 มกราคม – กุมภาพันธ์
ฉบับที่ 2 มีนาคม – เมษายน
ฉบับที่ 3 พฤษภาคม – มิถุนายน
ฉบับที่ 4 กรกฎาคม – สิงหาคม
ฉบับที่ 5 กันยายน – ตุลาคม
ฉบับที่ 6 พฤศจิกายน – ธันวาคม
2. บทความที่ตีพิมพ์ต้องผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ บทความละ 3 ท่านต่อเรื่อง โดยผู้ทรงคุณวุฒิไม่ทราบชื่อผู้นิพนธ์และผู้นิพนธ์ไม่ทราบชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ (Double-blind Peer Review)
3. นโยบายด้านค่าดำเนินการ
 - 3.1 ปี พ.ศ. 2565 – 2568 การส่งบทความไม่มีค่าใช้จ่าย เนื่องจากได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
 - 3.2 ปี พ.ศ. 2569 เป็นต้นไป ค่าธรรมเนียม บทความละ 3000 บาท

การเตรียมต้นฉบับบทความมีรูปแบบ ดังนี้

ชื่อบทความ (ไทย) (Th SarabunPSK 20 pt, Bold)

Title of article (English) (Th SarabunPSK 20 pt)

ชื่อผู้เขียน (ไทย) (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

Author's name (English) (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

หน่วยงานผู้เขียน (ไทย) (Th SarabunPSK 16 pt)

Author Agency (English) (Th SarabunPSK 16 pt)

E-mail : (Th SarabunPSK 14 pt)

Telephone (Th SarabunPSK 14 pt)

บทคัดย่อ (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

(ภาษาไทยก่อนและตามด้วยภาษาอังกฤษ, กรณีเป็นบทความภาษาอังกฤษต้องมีบทคัดย่อภาษาไทย) เป็นการสรุปสาระสำคัญ ประเภทวิจัย วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัยที่กระชับและชัดเจน และองค์ความรู้ใหม่ที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อสังคม ชุมชนท้องถิ่น ระบุตัวเลขสถิติที่สำคัญ ใช้ภาษารัดกุมเป็นประโยคสมบูรณ์และเป็นร้อยแก้ว ไม่แบ่งเป็นข้อๆ โดยบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษไม่ควรเกิน 1 หน้ากระดาษขนาด A4 และให้ระบุคำสำคัญ (Keywords) ไว้ท้ายบทคัดย่อในแต่ละภาษา (Th SarabunPSK 16 pt)

คำสำคัญ: คำที่ 1 คำที่ 2 คำที่ 3 (3-5 คำ) (Th SarabunPSK 16 pt)

บทนำ (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

ให้เขียนอธิบายความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ วัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับ (Th SarabunPSK 16 pt)

ระเบียบวิธีวิจัย (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

อธิบายถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและอธิบายวิธีการศึกษาทดลอง ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วิธีดำเนินการวิจัย เครื่องมือวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล (Th SarabunPSK 16 pt)

ผลการวิจัย (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

การเขียนเสนอผลการศึกษาคควรกระชับและแสดงการวิจัยถึงผลที่ชัดเจน หากมีตาราง กราฟ หรือรูปภาพให้มีเนื้อหาหรือวิธีการอธิบายประกอบ (Th SarabunPSK 16 pt)

การอภิปรายผล (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

การเขียนอภิปรายผลการศึกษา เป็นการชี้แจงผลการวิจัยว่าตรงตามวัตถุประสงค์ สมมติฐานของการวิจัย สอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยของผู้อื่นที่มีอยู่ก่อนหรือไม่ อย่างไร ด้วยเหตุผลใด เปรียบเทียบหรือตีความเพื่อเน้นความสำคัญของงานและสรุปให้เข้าใจง่ายที่สุด (Th SarabunPSK 16 pt)

บทสรุปและข้อเสนอแนะ (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

ให้เขียนสรุปสาระสำคัญของผลงานวิจัยว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยเน้นถึงปัญหาหรือข้อโต้แย้งในสาระสำคัญ ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ และองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นหรือประโยชน์ที่จะเกิดต่อสังคม ชุมชน และท้องถิ่น (Th SarabunPSK 16 pt)

กิตติกรรมประกาศหรือคำขอบคุณ (ถ้ามี) (Th SarabunPSK 18 pt, Bold)

อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ โดยเป็นการแสดงความขอบคุณผู้ช่วยเหลือในงานวิจัยแต่ไม่ได้เป็นผู้ร่วมในงานวิจัย (Th SarabunPSK 16 pt)

เอกสารอ้างอิง (Th SarabunPSK 16 pt)

เอกสารอ้างอิง ควรมีไม่ต่ำกว่า 15-20 รายการ และควรเป็นปัจจุบันให้มากที่สุด (Th SarabunPSK 16 pt) การอ้างอิงแบบแทรกปนไปกับเนื้อหา : เนื้อหาบทความใช้ระบบการอ้างอิงแบบนามปี (ชื่อ-นามสกุลผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์) ตัวอย่างเช่นลมูล รัตนากร (2529) ได้กำหนดคุณสมบัติของ.....

รูปแบบการเขียนรายการอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง ควรมีไม่ต่ำกว่า 15-20 รายการ และควรเป็นปัจจุบันให้มากที่สุด การเขียนเอกสารอ้างอิงให้เรียงเอกสารที่ใช้อ้างอิงทั้งหมดตามลำดับอักษรตัวแรกของรายการที่อ้างอิง โดยเรียงลำดับแบบพจนานุกรม และให้เรียงภาษาไทยขึ้นก่อนภาษาอังกฤษ มีรูปแบบการเขียนแบบ APA 7 (American Psychological Association) ดังนี้

1. หนังสือ

ชื่อ สกุล. (ปีที่พิมพ์). ชื่อหนังสือ. ครั้งที่พิมพ์. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

สีลาภรณ์ บัวสาย. (2549). *เศรษฐกิจพอเพียง ร่วมเรียนรู้ สานช่วย ขยายผล*. (พิมพ์ครั้งที่ 2).

กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง.

Courtney, T. K. (1965). *Physical Fitness and Dynamic Health*. New York: McGraw-Hill Inc.

2. วารสาร (อ้างอิงวารสารที่มีความทันสมัย/เป็นปัจจุบันมากที่สุด)

ชื่อ สกุล. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร, ปีที่ (ฉบับที่), เลขหน้าเริ่มต้น-เลขหน้าสิ้นสุด.

ไพฑูรย์ สีนลรัตน์. (2531). การปฏิรูปหลักสูตรมหาวิทยาลัยในประเทศไทยที่กำลังพัฒนา. *อุดมศึกษา*, 13 (34), 14-

20. <http://www.....> Or DOI:.....

Elmastas, M., Isildak, O., Turkekal, Isildak., & Temar, N. (2007). Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushroom. *Food Composition and analysis*, 20, 337-345. <http://www.....> Or DOI:.....

3. วิทยานิพนธ์ (หากเรื่องนั้นมีบทความในวารสารให้ใช้อ้างอิงจากวารสาร)

ชื่อ สกุล. (ปีที่พิมพ์). ชื่อวิทยานิพนธ์ การค้นคว้าแบบอิสระ. (ระดับวิทยานิพนธ์ การค้นคว้าแบบอิสระ คณะ สถาบันการศึกษา).

ยุริพรรณ แสงใจยา. (2545). *แนวทางการพัฒนาไร้ชาสุวิหุห์ อำเภอมะลาว จังหวัดเชียงรายเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร*. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

4. บทความในเอกสารประกอบการประชุมสัมมนาวิชาการที่พิมพ์เผยแพร่

ชื่อ สกุล ผู้เขียนหรือหน่วยงาน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ใน สถานที่จัดประชุม, ชื่อการประชุม ครั้งที่ วันประชุมสัมมนา สถานที่จัด.

คณะกรรมการอำนวยการคัดสรรสุดยอดหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ไทย. (2549). *Proceeding งานประชุมวิชาการคัดสรรสุดยอดหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์*, ครั้งที่ 2 วันที่ 1-2 ธันวาคม 2560 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

5. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (อ้างอิงเฉพาะข้อมูลที่ทันสมัย/เป็นปัจจุบัน เช่น สถิติจำนวนประชากร เป็นต้น)

ชื่อ สกุล. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. สืบค้นจาก ชื่อ website

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2562). *สำรวจภาวะการทำงานของประชากร 2562*.

<http://www.nso.go.th/sites/2014>

การส่งต้นฉบับ

จัดส่งต้นฉบับที่พิมพ์ตามข้อกำหนดของรูปแบบวารสาร

ที่เว็บไซต์ <https://li02.tci-thaijo.org/index.php/STC/index>

การประเมินบทความต้นฉบับ

ต้นฉบับจะต้องผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer review) ซึ่งเป็นบุคคลภายนอกสังกัดของเจ้าของบทความ และจากหลากหลายสถาบัน จำนวน 3 ท่านต่อเรื่อง โดยผู้ทรงคุณวุฒิไม่ทราบชื่อผู้นิพนธ์และผู้นิพนธ์ไม่ทราบชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ (Double-blind peer review) สถาบันวิจัยและพัฒนาจะเป็นผู้สรรหาเพื่อรับการประเมิน กรณีมีการแก้ไขสถาบันวิจัยและพัฒนาจะส่งผลการอ่านประเมินคืนผู้เขียนให้เพิ่มเติม แก้ไข หรือพิมพ์ต้นฉบับใหม่แล้วแต่กรณี

หมายเหตุ

1. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ใน “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน” ถือเป็นกรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
2. เนื้อหาบทความที่ปรากฏในวารสารเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน ทั้งนี้ไม่รวมความผิดพลาด อันเกิดจากเทคนิคการพิมพ์
3. การส่งบทความ
 - 3.1 ปี พ.ศ. 2565 – 2568 การส่งบทความไม่มีค่าใช้จ่าย เนื่องจากได้รับการสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
 - 3.2 ปี พ.ศ. 2569 เป็นต้นไป ค่าธรรมเนียม บทความละ 3000 บาท

จริยธรรมการตีพิมพ์

จริยธรรมในการตีพิมพ์บทความในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน มีเป้าหมายและขอบเขต (Aim and Scope) ที่รับตีพิมพ์บทความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชน ได้แก่

- 1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เกษตรศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ชีววิทยา จุลชีววิทยา ชีวเคมี เทคโนโลยีการอาหาร พืชศาสตร์ สัตวศาสตร์ ปฐพีวิทยา โรคพืช การส่งเสริมการเกษตร เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และสิ่งแวดล้อม
- 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ ได้แก่ เคมี ฟิสิกส์ วัสดุศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์พลังงานและสิ่งแวดล้อม
- 3) วิทยาศาสตร์สุขภาพ ได้แก่ สร้างเสริมพัฒนาสุขภาพชุมชน อนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัย สารสนเทศทางสุขภาพ

เพื่อให้การเผยแพร่วารสารเป็นไปอย่างถูกต้อง จึงได้กำหนดแนวปฏิบัติและจริยธรรมการตีพิมพ์เผยแพร่บทความสำหรับการดำเนินงานของวารสาร ดังนี้

บทบาทหน้าที่ของผู้เขียนบทความ

1. วารสารขอให้ผู้เขียนรับรองว่าผลงานที่ส่งมานั้นเป็นผลงานใหม่ของผู้เขียนบทความ ไม่คัดลอกผลงานวิชาการของผู้อื่น ไม่มีการละเมิดลิขสิทธิ์หรือทรัพย์สินทางปัญญา และไม่เคยตีพิมพ์ที่ไหนมาก่อน หากตรวจพบว่ามีกรกระทำข้างต้นให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนบทความในการละเมิดลิขสิทธิ์
2. บทความที่ส่งมานั้นต้องไม่อยู่ในระหว่างการส่งไปวารสารอื่นเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ หากตรวจพบว่ามีกรกระทำข้างต้นกองบรรณาธิการขอยกเลิกบทความดังกล่าว
3. วารสารขอให้เขียนบทความวิจัยให้ถูกต้อง โดยยึดตามรูปแบบของวารสารที่กำหนดไว้ในคำแนะนำผู้เขียน
4. วารสารขอให้ผู้เขียนบทความมีการอ้างอิงทั้งส่วนเนื้อหาและรายการอ้างอิงท้ายบทความเมื่อนำผลงานของผู้อื่นมาอ้างอิงหากตรวจพบว่ามีกรละเมิดลิขสิทธิ์ให้ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนบทความแต่เพียงผู้เดียวในการละเมิดลิขสิทธิ์
5. ผู้เขียนบทความที่มีชื่อปรากฏในบทความทุกคนต้องเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการทำวิจัยเรื่องนั้นจริง
6. หากมีแหล่งทุนสนับสนุนงานวิจัยให้ระบุแหล่งทุนด้วย
7. หากมีผลประโยชน์ทับซ้อนใดๆ วารสารขอให้ผู้เขียนบทความระบุรายละเอียดผลประโยชน์ทับซ้อนดังกล่าวด้วย
8. บทความที่เกี่ยวกับการวิจัยในมนุษย์หรือในสัตว์ทดลอง ควรผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย (ถ้ามี) โดยให้แนบหลักฐานการรับรองมาพร้อมบทความที่ส่งให้กับกองบรรณาธิการหากมีการร้องเรียนเกี่ยวกับการละเมิดทางจริยธรรมการวิจัยและกองบรรณาธิการได้พิจารณาแล้วเห็นว่ามีกรละเมิดจริง ผู้เขียนบทความจะต้องถอนบทความ
9. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ใน “วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน” ถือเป็นกรรมสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

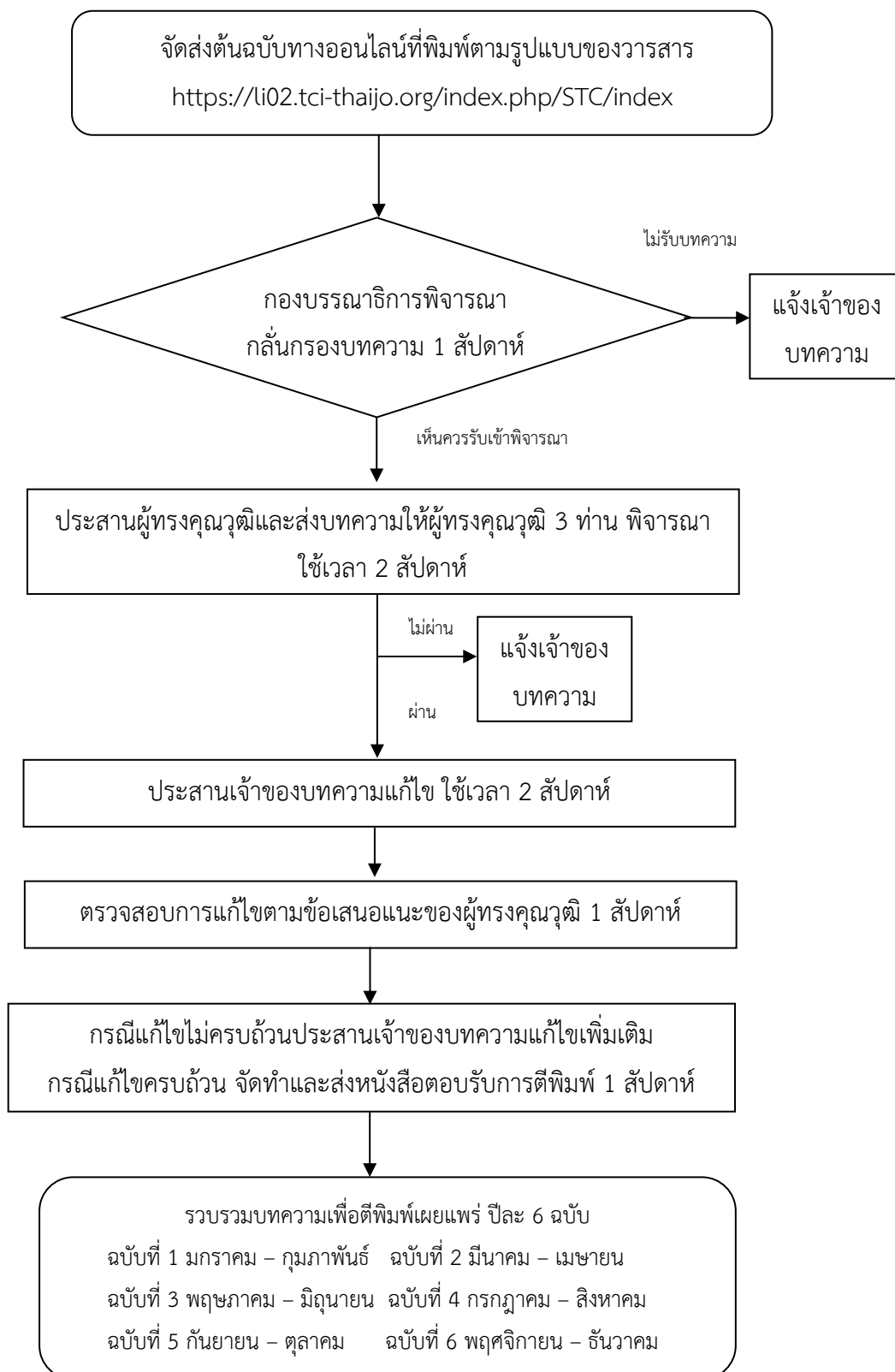
บทบาทหน้าที่ของทีมบรรณาธิการ

1. ที่ปรึกษาวารสารมีหน้าที่พิจารณาให้ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการดำเนินงานด้านวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน
2. บรรณาธิการวารสารมีหน้าที่เป็นแกนหลักเป็นหัวหน้าทีมกองบรรณาธิการในการพิจารณาและตรวจสอบบทความ พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาบทความกับเป้าหมายและขอบเขตของวารสาร รวมถึงตรวจสอบประเมินคุณภาพบทความก่อนการตีพิมพ์
3. กองบรรณาธิการวารสารเป็นกลุ่มบุคคลที่ทำหน้าที่เป็นคณะทำงานของบรรณาธิการมีหน้าที่ในการพิจารณาและตรวจสอบบทความ พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาบทความกับเป้าหมายและขอบเขตของวารสาร รวมถึงตรวจสอบประเมินคุณภาพบทความก่อนการตีพิมพ์
4. หน้าที่ของทีมบรรณาธิการต่อผู้เขียนบทความและผู้ประเมินบทความ
 - 4.1 ไม่เปิดเผยข้อมูลของผู้เขียนบทความและผู้ประเมินบทความแก่บุคคลอื่น
 - 4.2 ตรวจสอบและปฏิเสธการตีพิมพ์บทความที่เคยเผยแพร่ที่อื่นมาแล้ว
 - 4.3 ต้องใช้หลักการพิจารณาบทความโดยอิงเหตุผลทางวิชาการเป็นหลัก และต้องไม่มีอคติต่อผู้เขียนบทความและบทความที่พิจารณาไม่ว่าด้วยกรณีใด
 - 4.4 ต้องไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับผู้เขียนบทความหรือผู้ประเมินบทความ ไม่ว่าจะเพื่อประโยชน์ในเชิงธุรกิจหรือนำไปเป็นผลงานทางวิชาการของตนเองหรือผลประโยชน์อื่นๆ
 - 4.5 ตรวจสอบการคัดลอกผลงานทางวิชาการของผู้อื่นในบทความ หากพบการคัดลอกผลงานดังกล่าวจะต้องหยุดกระบวนการประเมินบทความ และติดต่อผู้เขียนบทความเพื่อขอคำชี้แจง เพื่อประกอบการตอบรับหรือปฏิเสธการตีพิมพ์บทความ
 - 4.6 ตรวจสอบขั้นตอนการประเมินบทความของวารสารให้เป็นความลับ มีความเป็นธรรม ปราศจากอคติ
 - 4.7 ตีพิมพ์เผยแพร่บทความที่ผ่านกระบวนการประเมินจากผู้ประเมินบทความแล้วเท่านั้น
 - 4.8 ต้องไม่แก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเนื้อหาบทความและผลประเมินของผู้ประเมินบทความ
 - 4.9 ต้องปฏิบัติตามกระบวนการและขั้นตอนต่าง ๆ ของวารสารอย่างเคร่งครัด

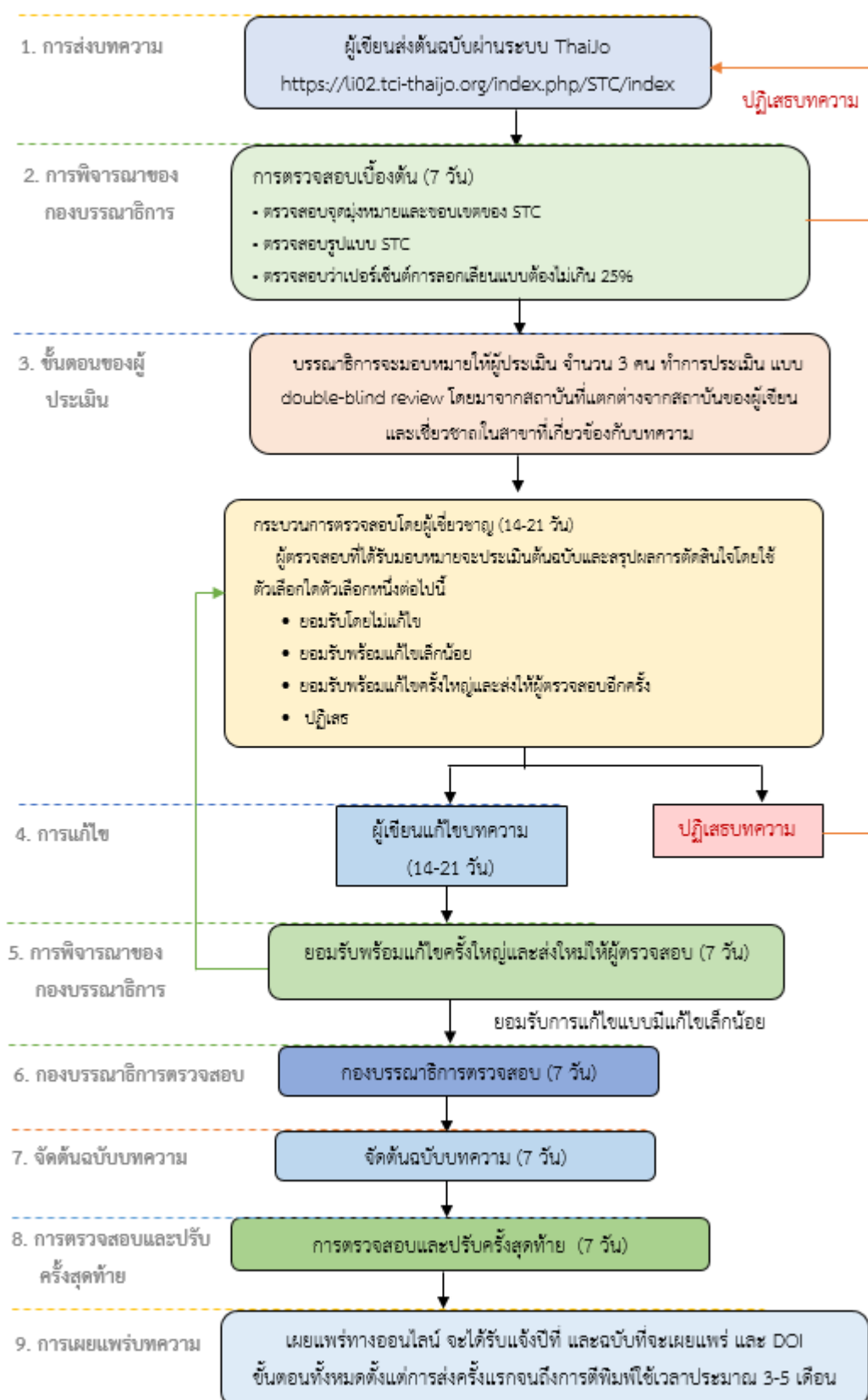
บทบาทหน้าที่ของผู้ประเมินบทความ

1. ผู้ประเมินบทความต้องไม่มีส่วนได้ส่วนเสียกับผู้นิพนธ์บทความ
2. ผู้ประเมินบทความต้องรักษาความลับและไม่เปิดเผยข้อมูลของบทความแก่บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องในระหว่างกระบวนการประเมินบทความ
3. ต้องไม่แสวงหาประโยชน์จากบทความที่ตนเองได้ทำการประเมิน
4. ต้องตระหนักว่าตนเองเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญ มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของบทความที่รับประเมินอย่างแท้จริง
5. หากพบว่าบทความมีความเหมือนหรือซ้ำซ้อนเป็นบทความที่คัดลอกผลงานชิ้นอื่น ผู้ประเมินต้องแจ้งให้บรรณาธิการวารสารทราบทันที พร้อมแสดงหลักฐานประกอบที่ชัดเจน
6. ผู้ประเมินบทความต้องรักษาระยะเวลาประเมินตามกรอบเวลาประเมินที่วารสารกำหนด

ขั้นตอนการส่งบทความเพื่อขอรับการตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน



ขั้นตอนของผู้ประเมิน





วารสารวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีสู่ชุมชน



สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ศูนย์แม่ริม 180 หมู่ 7 ถนนโชตนา (เชียงใหม่-ฝาง)

ตำบลน้ำเหล็ก อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180

stc_journal@cmru.ac.th

<https://li02.tci-thaijo.org/index.php/STC/index>

SCIENCE &
TECHNOLOGY
TO
COMMUNITY