



วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

Technology & Innovation URU Journal

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2562 ISSN 2630-0222

1 เครื่องกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช
ด้วยการควบคุมความยาวคลื่นแสงจากหลอดไฟ LED
กรณีศึกษาผักนางแลว
วีระพล คงนุ่น และพิชัย ไจกล้ำ

12 ชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
วิชญ์ บัวเทศ ธงชัย ไจตา และสมเจตต์ มีมีข

21 การจัดเส้นทางให้บริการรถขนส่งสาธารณะ
ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
สุกฤษฎี เพชรสวัสดิ์ สัจจากาจ จอมโนนเขวา
และวชิระ วิจิตรพงษ์

29 การพัฒนาเนื้อดินสำหรับผลิตเครื่องปั้นดินเผา
จากดินบ้านบ่อทองคำ จังหวัดพิษณุโลก
สนธิ ปิ่นสกุล และสมโภชน์ เรืองฉาย

38 การจัดการคลังสินค้าอลูมิเนียมคอมโพสิต
บริษัทกรณีศึกษา
หทัยชนก พวงแย้ม เพชรายุทธ แซ่หลี่
จิตติภรณ์ ปานนิล และรุ่งอรุณ สุขกวัด

47 ปัจจัยที่มีผลต่อรายได้ของเกษตรกร
ผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ
ธนกิจ ถาหมี และจุฑาทิพย์ เฉลิมผล

คณะทำงานและกองบรรณาธิการ วารสารวิชาการ

เจ้าของ	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
ที่ปรึกษา	อธิการบดี
บรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์ อินทุวงศ์
ผู้ช่วยบรรณาธิการ	อาจารย์ ดร.กมล วัฒนา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรจน์ นະเทียง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดุขมณี บุญธรรม

กองบรรณาธิการภายนอก

ศ.เกียรติคุณ ดร.อนุรักษ์ ปัญญาวัฒน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.วิชัย แหวนเพชร	ข้าราชการเกษียณ
รศ.ดร.วิชัย ศรีคำ	ข้าราชการเกษียณ
รศ.ดร.สมิตร ส่งพิริยะกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รศ.ดร.อัษฎา โปราณานนท์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
รศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.กวิณ สนธิเพิ่มพูน	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.นิรัช สุดสังข์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร.ปราโมทย์ ศรีน้อย	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
รศ.ดร.รัฐไท พรเจริญ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
รศ.ดร.ไพฑูรย์ ทองทรัพย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
รศ.ดร.เสถียร ัญญุศรีรัตน์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
ผศ.ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ภามุ บุรณจารุกร	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.ประยูร สุรินทร์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
ผศ.ดร.วิชฌ บัวเทศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
ผศ.ดร.พิชิต พระพินิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
ผศ.ดอนสัน ปงผาบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
ดร.วชิราภรณ์ เพิ่มพูนสินทรัพย์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

กองบรรณาธิการภายใน

รศ.ดร.สุภาวดี สัตยาภรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
รศ.ดร.อิสระ อินจันทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
รศ.ดร.สิงหเดช แต่งจวง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ผศ.ดร.วีระพล คงนุ่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ผศ.ดร.อังกาบ บุญสูง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ผศ.ครรชิต พิระภาค	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ผศ.อดุลย์ พุกอินทร์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ผศ.อรุณเดช บุญสูง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ผศ.เจนศักดิ์ คชนิล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ผศ.อภิศักดิ์ พรหมผาย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ผศ.ทวีศักดิ์ วรจักร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ผศ.ชนภูมิ เฟื่องเพียร	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ดร.พลศักดิ์ คำฟู	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ดร.ศักดิ์ดา หอมหวล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ดร.เอกพิสิษฐ์ บรรจงเกลี้ยง	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ดร.ปฏิพัทธ์ ถนอมพงษ์ชาติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ดร.ยศภัทรชัย คณิตปัญญาเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
ฝ่ายสนับสนุนการดำเนินการจัดทำวารสาร		
อาจารย์วรพล มะโนสร้อย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
อาจารย์ภานุวัฒน์ ชันจา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
นางสาววันนิสา เมฆทับ	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	
นายกิตติพงษ์ ยินดีสิทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์	

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดผลงานวิชาการและวิจัยในรูปของสิ่งตีพิมพ์
2. เพื่อสนับสนุนการนำผลงานวิชาการและวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์
3. เพื่อสร้างเครือข่ายการเผยแพร่ผลงานวิชาการและวิจัย ระหว่างมหาวิทยาลัยกับหน่วยงานภายนอกทั้งภาครัฐและเอกชน

สำนักงาน:

ฝ่ายงานวารสารวิชาการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ
อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000 Website: <http://industrial.uru.ac.th/Journal/index.html>

กำหนดการออก:

ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน ฉบับที่ 2 ระหว่างเดือนสิงหาคม-ธันวาคม

ลักษณะบทความ:

ต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อนหรือต้องไม่อยู่ในขั้นตอนพิจารณาเพื่อเผยแพร่ในวารสารอื่น

พิมพ์ที่:

วนิดาการพิมพ์ 14/2 หมู่ 5 ตำบลสันผีเสื้อ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์/โทรสาร 0 5311-0503-4

บทความที่ลงพิมพ์เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น
ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใดๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากบทความนั้น

สารจากคณบดี

วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม 2562 ถึง มิถุนายน 2562 มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่และสนับสนุนผลงานวิจัย งานสร้างสรรค์ นวัตกรรม ทางด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปต่อยอดในระดับการประกอบธุรกิจอุตสาหกรรม และยังสามารถแก้ปัญหาท้องถิ่น อย่างมีประสิทธิภาพในการพัฒนานวัตกรรมตามหลักพันธกิจสัมพันธ์เพื่อการท้องถิ่น และการพัฒนาประเทศเพื่อ การแข่งขันประชาคมอาเซียน ก่อนการตีพิมพ์ ผลงานทุกชิ้นจะได้รับการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขานั้นๆ เพื่อให้เชื่อมั่นว่าเป็นผลงานที่มีคุณภาพ สมควรได้รับการตีพิมพ์สามารถนำไปเป็นสิ่งที่อ้างอิงทางวิชาการได้

เนื้อหาในวารสารฉบับนี้ประกอบด้วยบทความวิจัยจำนวน 6 บทความ ได้แก่ เครื่องกระตุ้นการเจริญเติบโต ของพืชด้วยการควบคุมความยาวคลื่นแสงจากหลอดไฟ LED กรณีศึกษาผักนางแลว ชุดสาธิตการปลูกพืชไร่นา ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ การจัดเส้นทางให้บริการรถขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม การพัฒนาเนื้อดินสำหรับผลิตเครื่องปั้นดินเผาจากดินบ้านบ่อทองคำ จังหวัดพิษณุโลก การจัดการคลังสินค้า อลูมิเนียมคอมโพสิต บริษัทกรณีศึกษา และปัจจัยที่มีผลต่อรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกหอมเลียงไหมอุตสาหกรรม ในเขตภาคเหนือ

ในฐานะบรรณาธิการ ใคร่ขอเชิญชวนอาจารย์และนักวิชาการ ร่วมส่งผลงานวิจัยหรือบทความวิชาการเพื่อ ตีพิมพ์ในวารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ โดยมีความคาดหวังว่าผลงานเหล่านี้ จะได้รับการพัฒนาต่อยอดไปเป็นองค์ความรู้ของประเทศอันจะนำไปสู่การพึ่งพาตนเองได้ในระดับชาติ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์ อินทวงศ์
บรรณาธิการ

	หน้า
บทความวิจัย	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ เครื่องกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชด้วยการควบคุมความยาวคลื่นแสงจากหลอดไฟ LED กรณีศึกษาผักนางแลว วีระพล คงนุ่น และพิชัย ใจกล้า 	1
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ วิษณุ บัวเทศ ธงชัย ใจตา และสมเจตต์ มีมุข 	12
<ul style="list-style-type: none"> ▪ การจัดเส้นทางให้บริการรถขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม สุกฤษฎี เพชรสวัสดิ์ สัจจกาจ จอมโนนเขวา และวชิระ วิจิตรพงษา 	21
<ul style="list-style-type: none"> ▪ การพัฒนาเนื้อดินสำหรับผลิตเครื่องปั้นดินเผาจากดินบ้านบ่อทองคำ จังหวัดพิษณุโลก สนิท ปิ่นสกุล และสมโภชน์ เรืองฉาย 	29
<ul style="list-style-type: none"> ▪ การจัดการคลังสินค้าอลูมิเนียมคอมโพสิต บริษัทกรณีศึกษา หทัยชนก พวงแย้ม เพชรายุทธ แซ่หลี่ ฐิติภรณ์ ปานนิล และรุ่งอรุณ สุขกรัต 	38
<ul style="list-style-type: none"> ▪ ปัจจัยที่มีผลต่อรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ ธนกิจ ถาหมี และจุฑาทิพย์ เฉลิมผล 	47

เครื่องกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชด้วยการควบคุมความยาวคลื่นแสง
จากหลอดไฟ LED กรณีศึกษาผักนางแลว

Plant Growth Stimulator by Adjusting Wavelength of Light Through LED Bulbs
In Case of Peliosanthes Teta Andr.

วีระพล คงนุ่น^{1*} และพิชัย ใจกล้า²

^{1*} สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

² สาขาวิชาเกษตรศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

Weeraphon Kongnoon^{1*} and Phichai Chaikla²

^{1*} Electronic Engineering, Faculty of Industrial Technology, Uttaradit Rajabhat University

² Agriculture, Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University

*E-mail: weeraphon_k@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบการบันทึกภาพและสภาวะแวดล้อมของการเจริญเติบโตของพืชที่ผ่านกระบวนการปรับสเปกตรัมแสงจากหลอดแอลอีดี ในช่วง 400-700 นาโนเมตร เพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยสามารถควบคุมและรายงานผลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้อย่างอัตโนมัติ จากผลการทดสอบพบว่า เครื่องต้นแบบนี้สามารถควบคุมการทำงานผ่านระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเที่ยงตรงและมีประสิทธิภาพ โปรแกรมสามารถควบคุมสเปกตรัมแสงและเลือกแสดงผลภาพทั้งสองชั้นได้โดยอิสระจากกัน ทำให้เครื่องต้นแบบนี้สามารถทำการทดลองเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของพืชและติดตามข้อมูลสภาพแวดล้อมในเวลาเดียวกันได้ เนื่องจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของพืชต้องรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส และมีความชื้นอากาศอยู่ในช่วง 20-99 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การปรับความยาวคลื่นแสง การกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช

Abstract

This research aims to create a prototype of the recording environment and the growth of the plants through the process of adjusting the spectrum of light from LED bulbs in the range of 400-700 nm. To stimulate plant growth in tissue culture bottles with controlling and reporting via the Internet automatically. The results showed that the prototype can be controlled via the microcontroller accurately and efficiently. The program can control the spectrum and display both layers independently of each other. This can make a prototype experiment comparing the growth rate of the plants and track

environmental data at the same time. Due to plant tissue culture, the temperature should be kept between 25-30 degree Celsius and air humidity is in the range of 20-99%.

Keywords: Optical Wavelength Adjustment, Stimulation of Plant Growth

1. บทนำ

วัฒนธรรมการใช้ประโยชน์พืชป่ารวมทั้งพืชผักพื้นบ้าน ซึ่งเป็นพืชป่าที่ได้กลายมาเป็นพืชปลูกตามกระบวนการของวิวัฒนาการพรรณพืชนั้นแตกต่างกันไปในแต่ละภาคแต่ละถิ่น ในกลุ่มของผักพื้นบ้านนั้นผู้ใช้ประโยชน์พรรณพืชกลุ่มนี้เป็นผู้คนในชนบทเสียเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากสามารถเข้าถึงทรัพยากรในแหล่งเจริญเติบโตและแหล่งกระจายพันธุ์ได้ง่ายและสะดวก ดังนั้นการเข้าไปเก็บเกี่ยวพืชจากป่าเพื่อนำมาใช้จึงเป็นเรื่องปกติ สำหรับพืชป่าบางชนิดผู้คนอาจจะนำไปปลูกเลี้ยงภายในบริเวณบ้านเรือนได้ เนื่องจากเป็นไม้พุ่มหรือไม้ล้มลุกชนิดที่เจริญเติบโตและขยายพันธุ์นอกนิเวศของป่าได้ พืชเหล่านี้อาจจะมีวิวัฒนาการไปเป็นพืชปลูกในที่สุดต่างๆ ที่ยังเป็นพืชพันธุ์แท้ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการของการปรับปรุงพันธุ์ทั้งโดยวิธีธรรมชาติ หรือโดยการกระทำของผู้ปลูกเลี้ยง ผักพื้นบ้านซึ่งมาจากพืชป่าเจริญเติบโตได้ดีในสภาพท้องถิ่น เนื่องจากผ่านการปรับตัวให้เจริญเติบโตในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างไปจากแหล่งกระจายพันธุ์ในป่าและอยู่รอดได้มาช้านาน จึงไม่จำเป็นต้องใช้สารเคมีเพื่อควบคุมศัตรูพืชในการปลูกเลี้ยง ทำให้เหมาะสมที่จะใช้เป็นผักทางเลือกเพื่อสุขภาพได้ตรงกับความต้องการในปัจจุบัน

ผักพื้นบ้านชนิดที่บริโภคกันมีบางชนิดเป็นพืชผักที่มีศักยภาพในการเป็นผักเศรษฐกิจที่ปลอดภัยปราศจากสารเคมีในอนาคต คือ ผักนางแล ผักปลั่ง และผักเชียงดา โดยที่ผักนางแล (*Peliosanthes teta* Andr.) อยู่ในวงศ์ Liliaceae (Jessop, 1979) เป็นพืชป่าซึ่งชาวบ้านนำออกมาปลูกเพื่อใช้ประโยชน์ โดยการนำช่อดอกอ่อนไปประกอบอาหาร (ปริทรรศน์ และชูศรี, 2542; เพ็ญญา, 2548) ปัจจุบันได้รับความนิยมจึงมีการปลูกเลี้ยงมากขึ้นตามชนบทบางแห่งในภาคเหนือ ด้วยเหตุที่นางแลออกดอกตามฤดูกาลและช่อดอกจำหน่ายได้ราคาดี จึงควรที่จะต้องมีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของพืชชนิดนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อเนื่องหากจะมีการผลิตเพื่อการค้า งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบสร้างเครื่องกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชในกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยการปรับความยาวคลื่นแสงผ่านหลอดไฟแบบ LED ในพื้นที่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม โดยสามารถเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืชผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา เพื่อใช้สำหรับเป็นเครื่องมือในเร่งการเจริญเติบโตของเซลล์เนื้อเยื่อของพืชในแต่ละชนิดต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบสำหรับการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชในกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยความยาวคลื่นแสงผ่านหลอดไฟแบบ LED

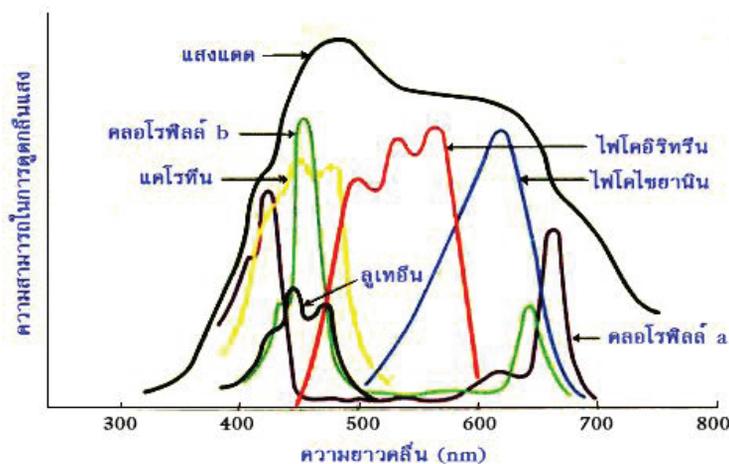
2.2 เพื่อบันทึกผลการเจริญเติบโตของพืชในกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ถูกกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยความยาวคลื่นแสงผ่านหลอดไฟแบบ LED

3. ขอบเขตของการวิจัย

- 3.1 เป็นเครื่องบันทึกผลการเจริญเติบโตของพืชในกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ถูกกระตุ้นการเจริญเติบโตด้วยความยาวคลื่นแสงขนาดไม่เกิน 20 ตัวอย่างการทดลอง
- 3.2 สามารถควบคุมความยาวคลื่นแสงที่เป็นประโยชน์ต่อการสังเคราะห์แสงของพืชได้หลายระดับที่อยู่ในช่วง 400-700 นาโนเมตร
- 3.3 สามารถตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นได้โดยอัตโนมัติ
- 3.4 สามารถบันทึกภาพและรายงานผลการเจริญเติบโตผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้

4. กรอบแนวความคิดของการวิจัย

พืชสีเขียวสามารถนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อทำปฏิกิริยาทางเคมีเปลี่ยนแปลงในใบพืชให้เป็นน้ำตาลด้วยคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวในพืชที่มีหลากหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ บี ซี และดี ซึ่งคลอโรฟิลล์แต่ละชนิดมีโครงสร้างและคุณสมบัติแตกต่างกัน ทำให้ความสามารถในการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ในแต่ละช่วงความยาวคลื่นแสงต่างกัน และความเข้มแสงมีอิทธิพลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการเมทาโบลิซึมต่างๆ ของพืช และมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชให้เป็นไปตามปกติ ตั้งแต่การงอกของเมล็ด การเจริญเติบโต การออกดอก และการยับยั้งการเจริญเติบโต ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ในแต่ละช่วงความยาวคลื่น

โดยอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชสามารถถูกขัดขวางโดยความเข้มแสงที่อยู่ในระดับสูงหรือต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสม เมื่อพืชได้รับความเข้มแสงต่ำกว่าที่พืชต้องการ ทำให้พืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำลง แต่อัตราการหายใจของพืชเท่าเดิม มีผลให้กระบวนการสังเคราะห์แสงเกิดได้ช้ากว่าใช้อาหารสะสมในกระบวนการหายใจ เมื่ออัตราการสังเคราะห์แสงลดต่ำลงจนทำให้อัตราการสร้างอาหารเท่ากับอัตราการใช้อาหารหายใจ จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ที่ตรึงไว้เท่ากับจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกมา ที่จุดนี้

พืชไม่เจริญเติบโต แต่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าความเข้มแสงต่ำกว่านี้อีก พืชก็ขาดอาหารและตายไปในที่สุด (दनय, 2539; สมบุญ, 2544) โดยความยาวคลื่นแสงที่มีผลกระทบต่อระบบการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืช สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่

4.1 คลื่นแสงที่มองเห็น (Visible Light) เป็นความยาวคลื่นแสงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งแบ่งกลุ่มตามสีที่มองเห็นได้ดังนี้

- 4.1.1 แสงสีแดง มีผลต่อการส่งเสริมการงอกของเมล็ด
- 4.1.2 แสงสีเหลืองและสีส้ม มีผลเกี่ยวข้องกับต่อการงอกของเมล็ด
- 4.1.3 แสงสีเขียว มีผลต่อการระงับการเจริญเติบโตของพืช
- 4.1.4 แสงสีม่วงและสีน้ำเงิน มีผลต่อการตอบสนองของพืชต่อแสง

4.2 คลื่นแสงที่ไม่มองเห็น (Invisible Light) เป็นความยาวคลื่นแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ประกอบด้วย

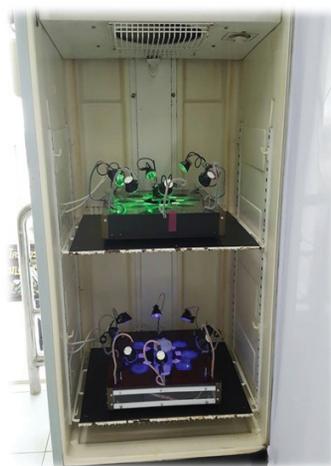
- 4.2.1 แสงเหนือม่วง (Ultra Violet) มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช
- 4.2.2 แสงไกลแดง (Infra Red) มีผลทำให้ปล้องของพืชยืดยาวออก

5. วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้ได้ผลการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพอย่างสมบูรณ์ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ การดำเนินการวิจัยจึงมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 การออกแบบโครงสร้างตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต้องการพื้นที่ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้คงที่ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดไอน้ำภายในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพราะจะทำให้เกิดเชื้อราและส่งผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ นอกจากนั้นต้องควบคุมไม่ให้แสงจากภายนอกเข้ามารบกวนความเข้มสีของแสงที่ใช้ในการทดลอง งานวิจัยนี้จึงเลือกตู้ทำความเย็นแบบฝาเดียว กระจกหน้าแบบ 2 ชั้น เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของการเจริญเติบโตของพืชในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่อยู่ในสภาพแวดล้อมอย่างเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างตู้ควบคุมอุณหภูมิสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

5.1.1 การออกแบบวิธีการบันทึกภาพแบบอัตโนมัติ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้กำหนดการใช้ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขนาดเล็กที่มีความจุ 4 ออนซ์ โดยมีพื้นที่ในการถ่ายภาพขนาดไม่เกิน 50×65 มิลลิเมตร ทำให้ระยะโฟกัสจากเลนส์กล้องขนาดเล็กถึงขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีระยะไม่เกิน 3 เซนติเมตร เพื่อให้ได้ภาพขนาดไม่เกิน 50×65 มิลลิเมตร ดังนั้น ตำแหน่งของกล้องถ่ายภาพขนาดเล็กนั้นจะติดตั้งในตำแหน่งกึ่งกลาง เพื่อรักษาระยะโฟกัสของกล้องให้คงที่ เพื่อรองรับการบันทึกภาพการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบอัตโนมัติ ซึ่งจากการคำนวณระยะโฟกัสและขนาดของขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขนาด 4 ออนซ์ จะสามารถบรรจุขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้จำนวน 8 ขวด ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การกำหนดระยะโฟกัสและตำแหน่งของขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อขนาด 4 ออนซ์

5.1.2 การปรับสเปกตรัมแสงจากหลอด LED

เนื่องจากหลอด LED ในงานวิจัยนี้เป็นแบบ RGB ที่สามารถปรับสีของแสงหรือสเปกตรัมของแสงด้วยการผสมแม่สีหลักคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยป้อนระดับแรงดันไฟฟ้าให้กับแม่สีต่างๆ ในระดับที่แตกต่างกันจากอุปกรณ์ตัวต้านทานปรับค่าได้ จะทำให้เกิดสีตามต้องการได้ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การปรับสเปกตรัมแสงสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากหลอดไฟ LED

5.1.3 การตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เพื่อให้งานวิจัยไม่มีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องอุณหภูมิและความชื้นที่ผิดเพี้ยนจากค่าที่ได้กำหนดไว้ ต้องทำการวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นอากาศแบบอัตโนมัติ และแสดงผลให้เห็นตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อที่จะสามารถเข้าไปตรวจสอบข้อมูลได้ตลอดเวลา ดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การแสดงผลการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

5.2 การออกแบบระบบควบคุมและการแสดงผล

งานวิจัยนี้ออกแบบให้ผู้ใช้สามารถติดตามการเจริญเติบโตของพืชในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อต่างๆ ได้โดยการกดเลือกตำแหน่งที่ต้องการบันทึกภาพถ่ายของพืชที่อยู่ในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในเพจของเว็บเบราว์เซอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทันที โดยการเลื่อนกล้องไปยังตำแหน่งต่างๆ แล้วกล้องถ่ายภาพจะแสดงผลภาพวิดีโอออกมาที่หน้าจอ จากนั้นทำการบันทึกภาพเข้าไปเก็บไว้ใน SD Card ที่ละภาพ ซึ่งเป็นการควบคุมการทำงานแบบ Manual

ซึ่งหากต้องการให้เครื่องบันทึกผลภาพแบบ Automatic สามารถทำได้โดยการตั้งเวลาการทำงานแบบอัตโนมัติในวันและเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นจะไปเลือกดูภาพย้อนหลังได้ทางเว็บเบราว์เซอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งโปรแกรมการควบคุมได้แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

- 1) การแสดงผลข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นภายในแบบอัตโนมัติ
- 2) การควบคุมการปรับความยาวคลื่นแสงของหลอดไฟ LED
- 3) การควบคุมการเลื่อนตำแหน่งของการถ่ายภาพขนาดเล็ก
- 4) การบันทึกภาพในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยกล้องถ่ายภาพขนาดเล็ก

เมื่อโปรแกรมเริ่มเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นอากาศแล้ว จะทำการบันทึกข้อมูลใส่ SD Card ตัวที่ 1 โดยทันที ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรม ส่วนภาพถ่ายของพืชจะถูกบันทึกลงใน SD Card ตัวที่ 2 โดยอัตโนมัติ เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรม ซึ่งข้อมูลต่างๆ นี้สามารถเรียกดูย้อนหลังได้ในเว็บเบราว์เซอร์ที่กำหนดผ่านระบบ Wi-Fi ดังแสดงในภาพที่ 6

เครื่องกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชด้วยการควบคุมความยาวคลื่นแสงจากหลอดไฟ LED							
สถานะ อุณหภูมิ และความชื้น อากาศ							
อุณหภูมิ : 31.0 °C			ความชื้น : 80.0 %				
ตรวจสอบระบบไฟฟ้า							
DOWNLOAD File DATA LOG							
สถานะของแสงไฟในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ							
ชั้นที่ 1			ชั้นที่ 2				
ค่าแสงสี แดง	ค่าแสงสี เขียว	ค่าแสงสี น้ำเงิน	ค่าแสงสี แดง	ค่าแสงสี เขียว	ค่าแสงสี น้ำเงิน		
254	254	107	0	0	0		
การควบคุมตำแหน่งของกล้อง							
กล้อง 1			กล้อง 2				
ตำแหน่งที่ 1	<input type="button" value="M1_2"/>	<input type="button" value="M1_3"/>	<input type="button" value="M1_4"/>	ตำแหน่งที่ 1	<input type="button" value="M2_2"/>	<input type="button" value="M2_3"/>	<input type="button" value="M2_4"/>
	<input type="button" value="M1_5"/>	<input type="button" value="M1_6"/>	<input type="button" value="M1_7"/>	<input type="button" value="M2_5"/>	<input type="button" value="M2_6"/>	<input type="button" value="M2_7"/>	<input type="button" value="M2_8"/>
ตำแหน่ง ปัจจุบัน			ตำแหน่ง ปัจจุบัน				
0			1				
OPEN CAMERA 1			OPEN CAMERA 2				

ภาพที่ 6 การออกแบบโปรแกรมสำหรับควบคุมและบันทึกภาพการทดลอง

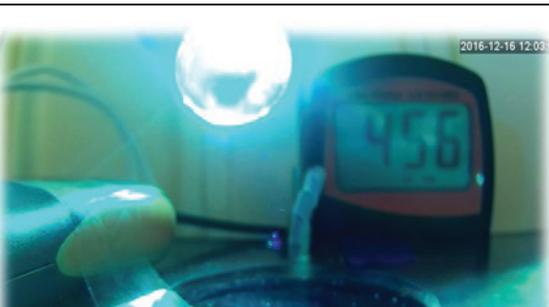
6. การทดสอบและวิเคราะห์ผล

6.1 การทดสอบความเข้มแสงของหลอด LED เป็นการวัดค่าความเข้มแสงที่เกิดจากการปรับสเปกตรัมความยาวคลื่นแสงที่อยู่ในช่วง 380-780 นาโนเมตร ของหลอดไฟ LED แบบ RGB เพื่อให้เกิดสีของแสง โดยหลักการผสมสีจากแม่สีหลัก ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสง รุ่น LX-1010BS โดยกำหนดระยะในการวัดค่าความเข้มแสงให้มีความสูงเท่ากับ 3 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การทดสอบความเข้มสีของแสงจากหลอด LED ชนิด RGB

ชนิดของสี	ลักษณะสีของแสงจากการทดสอบ	ค่าความเข้มแสง (LUX)
สีแดง		57

ตารางที่ 1 การทดสอบความเข้มสีของแสงจากหลอด LED ชนิด RGB (ต่อ)

ชนิดของสี	ลักษณะสีของแสงจากการทดสอบ	ค่าความเข้มแสง (LUX)
สีเขียว		237
สีน้ำเงิน		257
สีเหลือง		263
สีม่วง		278
สีฟ้า		456

6.2 ทดสอบความละเอียดของการบันทึกภาพ เป็นการทดสอบความคมชัดที่ได้จากกล้องถ่ายภาพขนาดเล็กที่อยู่ตรงกลางถาดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยกล้องสามารถเลือกความละเอียดของภาพได้ 3 รูปแบบ ดังแสดงในภาพที่ 7



(ก) การถ่ายภาพแบบ SD



(ข) การถ่ายภาพแบบ HD



(ค) การถ่ายภาพแบบ FULL HD

ภาพที่ 7 การทดสอบการถ่ายภาพผ่านขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อทั้ง 3 รูปแบบ

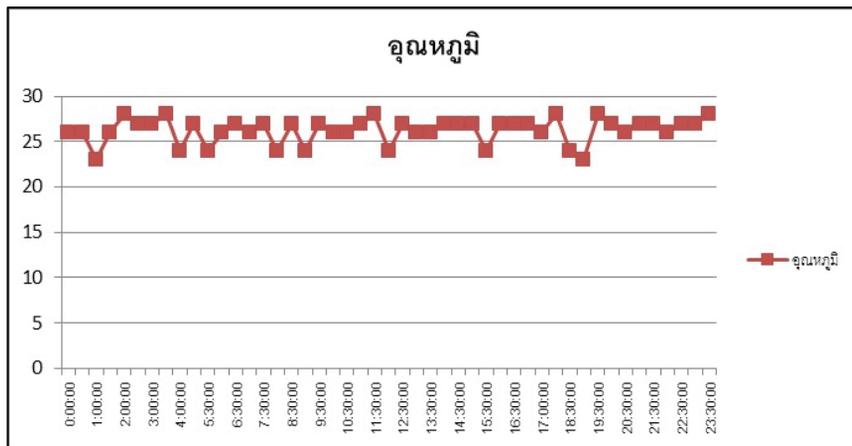
จากผลการทดสอบพบว่า ผลการถ่ายภาพผ่านขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อทั้ง 3 รูปแบบ มีความคมชัดไม่ค่อยแตกต่างกันมากนัก เนื่องจากระยะห่างระหว่างกล้องกับขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีระยะสั้นทำให้พื้นที่สำหรับการถ่ายภาพจึงมีไม่มากนัก เป็นเหตุทำให้ความคมชัดไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมาก แต่ความต้องการใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลจะมีความแตกต่างกันมาก ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลการบันทึกภาพผ่านขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ชนิดของภาพ	ขนาดของภาพ (Pixel)	ความจุต่อภาพ (MB)	ขนาดพื้นที่ของการบันทึกข้อมูลต่อครั้ง (MB)
SD	704×576	1.2	19.2
HD	1280×720	2.7	43.2
FULL HD	1920×1080	6	96

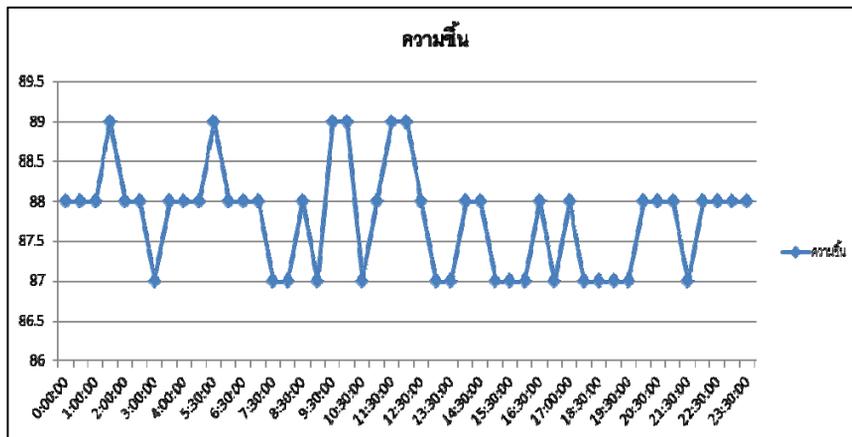
จากการเปรียบเทียบผลการบันทึกข้อมูลในแต่ละครั้งจะพบว่า การเลือกรูปแบบการบันทึกข้อมูลภาพแบบ HD และแบบ Full HD จะสิ้นเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บค่อนข้างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ระยะเวลานานเป็นเดือน กว่าจะเห็นผลการเจริญเติบโตหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่อยู่ภายในขวด ดังนั้นงานวิจัยนี้ควรเลือกรูปแบบการบันทึกภาพแบบ SD

6.3 การทดสอบเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น เป็นการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลจากเซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้น เพื่อติดตามสภาพแวดล้อมภายในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแบบอัตโนมัติตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อทดสอบเสถียรภาพการทำงานของระบบ ดังแสดงในภาพที่ 8



ค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ ต่อวัน เท่ากับ 26.25 องศา

(ก) กราฟแสดงค่าอุณหภูมิภายในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ



ค่าเฉลี่ย ความชื้น ต่อวัน เท่ากับ 88.78%

(ข) กราฟแสดงค่าความชื้นภายในตู้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ภาพที่ 8 แสดงการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นอากาศแบบอัตโนมัติ

7. สรุปผลการทดลอง

การทำงานของเครื่องบันทึกการเจริญเติบโตในกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในงานวิจัยนี้ สามารถปรับสเปกตรัมแสงจากหลอดแอลอีดีให้อยู่ในช่วง 400-700 นาโนเมตร และสามารถตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นได้โดยอัตโนมัติ สามารถบันทึกภาพและรายงานผลการเจริญเติบโตผ่านระบบอินเทอร์เน็ตผ่านระบบการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพและมีความเที่ยงตรง โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ จำนวน 2 ชุด แยกส่วนการควบคุมการทำงานและบันทึกข้อมูลออกจากกัน เพื่อลดภาระงานของระบบควบคุมให้อิสระจากกัน ทำให้โปรแกรมสามารถควบคุมการแสดงภาพและการติดตามข้อมูลสภาพแวดล้อมจากระบบเซนเซอร์ในเวลาเดียวกันได้ ทำให้เนื้อเยื่อไม่เกิดราดำขึ้นที่รากและใช้ปริมาณอาหารภายในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อน้อยลง

เครื่องต้นแบบสำหรับการบันทึกการเจริญเติบโตในกระบวนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยการปรับสเปกตรัมแสงจากหลอดแอลอีดีนี้ มีการจำกัดในการวางขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้ไม่เกิน 2 ชั้น ชั้นละ 8 ขวด เหมาะสำหรับนักวิจัยที่ต้องการเครื่องมือในการทดลองการเจริญเติบโตของพืชในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ต้องการความแตกต่างระหว่างสีของแสง และสามารถกำหนดระยะเวลาในการบันทึกข้อมูลได้โดยอัตโนมัติ ทั้งข้อมูลสภาพแวดล้อมภายในตู้และภาพถ่ายในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่อยู่ตามตำแหน่งต่างๆ ทั้ง 2 ชั้น หรือจะเลือกดูข้อมูลและบันทึกผลภาพที่ละตัวอย่างผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ นอกจากนี้ยังมีระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองแบบอัตโนมัติ หากเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับภายในเวลา 30-50 นาที

8. เอกสารอ้างอิง

- การสังเคราะห์ด้วยแสงแบบบูรณาการ. (2557). สืบค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน, 2557, จาก <http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/photosynthesis/mainindex.htm>
- दनัย บุญยเกียรติ. (2539). *สรีรวิทยาของพืช*. เชียงใหม่: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปริทรรศน์ ไตรสนธิ และชูศรี ไตรสนธิ. (2542). *การสำรวจพืชผักพื้นเมืองในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย*. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. (2548). *ผักพื้นบ้านภาคเหนือ*. กรุงเทพฯ: สามเจริญพาณิชย์.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2544). *สรีรวิทยาของพืช*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ และพรรณจิรา ทิศาภิภาต. (2553). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการใช้แสงธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

Demonstration Set of Hydroponics with Solar Energy

วิชณ บัวเทศ^{1*} ธงชัย ใจตา² และสมเจตต์ มีมุข³

^{1*}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

^{2, 3}นักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

Witsanu Buathes^{1*} Tongchai Jaide² and Somjett Memung³

^{1*}Assistant Professor. Dr, Faculty of Industrial Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University

^{2, 3}Student, Program in Electrical Engineering Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาผลสัมฤทธิ์และหาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทดลองใช้กับกลุ่มเกษตรกรของอำเภอปางศิลาทอง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบก่อนการอบรมและหลังการอบรม และแบบสอบถามความคิดเห็น การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติ T-test ผลการวิจัยพบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีผลสัมฤทธิ์ในการอบรมเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนก่อนการอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 คะแนน และมีคะแนนหลังการอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 คะแนน และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$)

Abstract

This research aims to find success and satisfaction of the participants of the demonstration set of hydroponics with solar. Experiment with farmers in Pang Sila Thong District. There are 30 people in Kamphaeng Phet Province. Purposive sampling was applied. The data collection tools consisted of Pre-training and Post-training tests and questionnaires to obtain opinions, as well as data analysis, frequency analysis, percentage, mean, standard deviation and T-test statistics. The results are as follows: The participants had higher average achievement in education was statistically significant at the 0.05 level. The average Pre-training score was 2.70 and the average post-training score was 5.87 and satisfaction of the trainees was at a high level ($\bar{X} = 4.43$)

1. บทนำ

ในปัจจุบันการปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponics) เป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง มีการปลูกในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และทำรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการเป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้หันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพกันมากขึ้น จึงเลือกที่จะบริโภคผักที่ปลูกในระบบ Hydroponics ซึ่งมีการปลูกในโรงเรือนที่ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ ทำให้มีการใช้สารเคมีน้อยลง ผักที่ได้จึงเป็นผักอนามัย มีการปนเปื้อนสารเคมีน้อยมากและเป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจมากขึ้น อีกทั้งการปลูกและการจัดการต่างๆ ไม่ยุ่งยากอย่างที่คิด ทุกคนสามารถปลูกเองได้ทุกครัวเรือน เพื่อบริโภคภายในครอบครัว ทำให้ได้บริโภคผักที่สด สะอาดปลอดภัย และช่วยเสริมสร้างสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2558) แต่ปัญหาที่สำคัญที่สุดของการปลูกพืชไร้ดินคือ เป็นระบบที่มีราคาแพงมาก เนื่องจากประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2558) จึงได้มีการคิดหาวิธีการในการลดต้นทุนในการสร้างระบบการปลูกพืชไร้ดินที่มีราคาแพง ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ เปลี่ยนจากวัสดุอุปกรณ์พวก PVC ที่มีราคาแพง เป็นการใช่วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น ทำให้ต้นทุนการผลิตน้อยลง ประชาชนทั่วไปสามารถประดิษฐ์ใช้เองในครัวเรือนได้ และการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบการปลูกพืชไร้ดินจะเป็นการช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าให้แก่เกษตรกรอีกทางหนึ่ง

จากเหตุผลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดิน โดยการประยุกต์ใช้กับพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการสร้างระบบการปลูกพืชไร้ดินให้มีราคาถูกลง และส่งเสริมความรู้ความเข้าใจให้แก่เกษตรกรหันมาใช้พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับระบบการปลูกพืชไร้ดิน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้เกษตรกรสามารถลดรายจ่ายในการใช้ไฟฟ้าได้มากขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- 2.1 เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ในการอบรมของผู้เข้ารับการอบรมด้วยชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
- 2.2 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมด้วยชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 ขอบเขตด้านผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ กลุ่มเกษตรกรของอำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 30 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

คณะผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาในบทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย เนื้อหา 1) แผงโซลาร์เซลล์ 2) เครื่องควบคุมการประจุ 3) แบตเตอรี่ 4) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 5) วิธีการปลูกพืชไร้ดิน และ 6) การผสมสารละลาย A และ B

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1) ชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 1.1) แผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 250 วัตต์ 1.2) อินเวอร์เตอร์ ขนาด 250 วัตต์ 1.3) โซลาร์ชาร์จเจอร์ ขนาด 10 แอมป์ 1.4) แบตเตอรี่ ขนาด 12 โวลต์ 60 แอมป์ 1.5) ปุ่มตุ้ปลา ขนาด 34 วัตต์ ปริมาณน้ำ 1,400 ลิตรต่อชั่วโมง และ 1.6) ชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดิน ขนาดยาว 100 เซนติเมตร สูง 75 เซนติเมตร

2) บทเรียนของชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วย 2.1) แผงโซลาร์เซลล์ 2.2) เครื่องควบคุมการประจุ 2.3) แบตเตอรี่ 2.4) เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า 2.5) วิธีการปลูกพืชไร้ดิน และ 2.6) การผสมสารละลาย A และ B

3) แบบสอบถามความคิดเห็นในการเข้าร่วมการอบรมด้วยชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

4.2 ขั้นตอนการออกแบบและสร้างเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1) การออกแบบชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนดังนี้

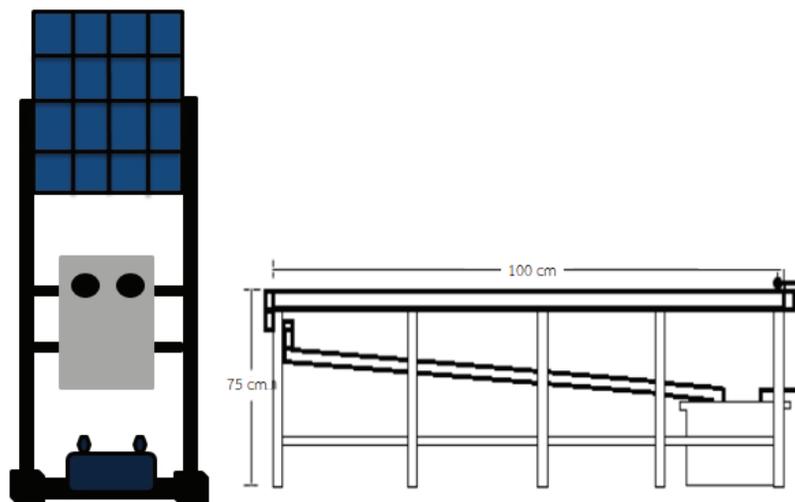
1.1) ศึกษาทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการออกแบบชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.2) ศึกษาหลักการเกี่ยวกับการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.3) ศึกษาหลักการและวิธีการปลูกพืชไร้ดิน

1.4) ออกแบบและสร้างชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.5) นำชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล



ภาพที่ 1 การออกแบบระบบชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

- 2) การออกแบบบทเรียนของชุดสาคิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนของชุดสาคิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
 - 2.2) ศึกษาหลักการออกแบบบทเรียนของชุดสาคิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
 - 2.3) สร้างบทเรียนของชุดสาคิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
 - 2.4) นำบทเรียนของชุดสาคิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสม
 - 2.5) ปรับปรุงบทเรียนของชุดสาคิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
 - 2.6) นำบทเรียนของชุดสาคิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล
- 3) การออกแบบและสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นในการเข้าร่วมการอบรมด้วยชุดสาคิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีขั้นตอนดังนี้
 - 3.1) ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น
 - 3.2) สร้างแบบสอบถามความคิดเห็น ประกอบด้วย สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม และคำถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อการอบรมด้วยชุดสาคิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
 - 3.3) นำแบบสอบถามความคิดเห็นที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความถูกต้อง
 - 3.4) ปรับปรุงแบบสอบถามความคิดเห็นตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ
 - 3.5) นำแบบสอบถามความคิดเห็นที่ผ่านการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญไปใช้กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล

4.3 ขั้นตอนการทดลอง

คณะผู้วิจัยได้นำเอาชุดสาคิตปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มเกษตรกร องค์กรการบริหารส่วนตำบลโพธิ์ทอง อำเภอบางบาล จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 30 คน โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ โดยให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบก่อนการอบรม โดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และหลังการอบรมเสร็จให้ผู้เข้ารับการอบรมทำแบบทดสอบหลังการอบรมโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีลักษณะคำถามเหมือนกับแบบทดสอบก่อนการอบรม แต่มีการสลับตัวเลือกในข้อสอบแต่ละข้อ จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการอบรม มาทดสอบค่าสถิติที่ (T-test) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการอบรม และนำแบบสอบถามความคิดเห็นให้ผู้เข้ารับการอบรมประเมินผลการเข้าร่วมการอบรมในครั้งนี้



ภาพที่ 2 การอบรมเชิงปฏิบัติการชุดสาธิตการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
ณ องค์การบริหารส่วนตำบลโพธิ์ทอง อำเภอปางศิลาทอง จังหวัดกำแพงเพชร

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการอบรม

การวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ในการอบรม จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยสถิติที่ แบบข้อมูล 2 ชุด มีความสัมพันธ์กัน (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N - 1}}} \quad (1)$$

เมื่อ

t แทน ค่าการแจกแจงที่

D แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่ของกลุ่มตัวอย่าง

2) การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจ

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมชุดสาธิตปลูกพืชไร่นาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้หลักสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ได้กำหนดการให้คะแนนคำตอบของแบบสอบถาม ดังนี้ (ระพีพันธ์ โปธิ์ศรี, 2549)

ระดับความพึงพอใจมากที่สุด	กำหนดให้	5	คะแนน
ระดับความพึงพอใจมาก	กำหนดให้	4	คะแนน
ระดับความพึงพอใจปานกลาง	กำหนดให้	3	คะแนน
ระดับความพึงพอใจน้อย	กำหนดให้	2	คะแนน
ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด	กำหนดให้	1	คะแนน

นำคะแนนที่ได้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยและกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย/ทดลอง

5.1 ผลการทดลองใช้ชุดสาธิตการปลูกพืชไร่นาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการอบรม โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ กลุ่มเกษตรกรของอำเภอปางศิลาทอง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 30 คน มีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติในการทดสอบ/เปรียบเทียบคะแนนก่อนการอบรมกับหลังการอบรมของผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ

แบบทดสอบ	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ยผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนการอบรม	2.70	0.750	3.17	0.699	24.816 *	29	0.000
หลังการอบรม	5.87	0.973					

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีคะแนนก่อนการอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 คะแนน และมีคะแนนหลังการอบรมเฉลี่ยเท่ากับ 5.87 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการอบรม

5.2 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม ที่มีต่อชุดสถิติการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2 ค่าความถี่และค่าร้อยละของข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม	ผู้ตอบแบบสอบถาม (ความถี่) (n=30)	รวม (ร้อยละ)
1. เพศ		
1.1 ชาย	19	63.33
1.2 หญิง	11	36.67

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า มีผู้ให้ข้อมูลในการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น จำนวน 30 คน แบ่งเป็นเพศชาย 19 คน คิดเป็นร้อยละ 63.33 และเพศหญิง 11 คน คิดเป็นร้อยละ 36.67

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรม

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. สถานที่ในการอบรมมีความเหมาะสม	4.29	0.54	มาก
2. เวลาในการอบรมมีความเหมาะสม	4.17	0.51	มาก
3. เอกสาร และสื่อที่ใช้ในการอบรมมีความเหมาะสม	4.43	0.52	มาก
4. อาหารมีปริมาณเพียงพอต่อผู้เข้ารับการอบรม	4.26	0.51	มาก
5. วิทยากรมีความรู้ ความสามารถ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี	4.74	0.48	มากที่สุด
6. การมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการอบรม	4.68	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	4.43	0.26	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า วิทยากรมีความรู้ ความสามารถ ในการถ่ายทอดเทคโนโลยี มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.74$) รองลงมาคือ การมีส่วนร่วมของผู้เข้ารับการอบรม ($\bar{X} = 4.68$) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ เวลาในการอบรมมีความเหมาะสม ($\bar{X} = 4.17$)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรม

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมเกี่ยวกับการทำระบบปลูกพืชไร้ดินไปใช้ประโยชน์ได้	4.29	0.56	มาก
2. สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ไปประยุกต์ใช้กับระบบการปลูกพืชไร้ดินได้	4.51	0.59	มากที่สุด

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรม (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
3. สามารถดูแลและบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้	4.45	0.58	มาก
4. สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมไปถ่ายทอดหรือขยายผลให้กับผู้ที่สนใจภายในชุมชนได้	4.11	0.60	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.34	0.39	มาก

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรม โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.34$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ไปประยุกต์ใช้กับระบบการปลูกพืชไร่นาได้ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.51$) รองลงมาคือ สามารถดูแลและบำรุงรักษาระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ($\bar{X} = 4.45$) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ สามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมไปถ่ายทอดหรือขยายผลให้กับผู้ที่สนใจภายในชุมชนได้ ($\bar{X} = 4.11$)

6. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 ผลการทดลองใช้บทเรียนชุดสาธิตปลูกพืชไร่นาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ผู้เข้ารับการอบรมมีคะแนนสอบหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการอบรม

6.1.2 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรมที่พบว่า ภาพรวมของผู้เข้ารับการอบรมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และสามารถนำเอาความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรมอยู่ในระดับมาก

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

6.2.1 ผลการทดลองใช้บทเรียนชุดสาธิตปลูกพืชไร่นาด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการอบรมเชิงปฏิบัติการ พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนหลังการอบรมที่สูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ของผู้เข้ารับการอบรม เนื่องจากเกษตรกรมีความสนใจในการรับรู้ข่าวสารข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับพลังงานทดแทนมากขึ้น ช่องทางการศึกษามีมากขึ้นจึงทำให้เกษตรกรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพลังงานทดแทนมากขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุกัญญา ชื่อสัตย์ (2546) ได้ศึกษาพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของนักเรียนโรงเรียนอรรณมิตร พบว่า พฤติกรรมในปลูกพืชและการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเมื่อจำแนกตามช่วงชั้นการศึกษาและจำแนกตามสื่อในการรับรู้ข้อมูลข่าวสารในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า นักเรียนที่ช่วงชั้นการศึกษาต่างกันจะมีการรับรู้ข้อมูลข่าวสารในการอนุรักษ์พลังงานต่างกัน มีความแตกต่างกันกับระดับพฤติกรรมเกี่ยวกับการปลูกพืชและการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.2.2 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์หลังการเข้ารับการอบรม พบว่า โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก เนื่องจากเกษตรกรได้รับความรู้เพิ่มเติมที่มากขึ้นหลังจากที่ได้รับอบรมและสามารถนำเอาความรู้ที่ได้จากการอบรมไปประยุกต์ใช้กับการปลูกพืชไร้ดินได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประสงค์ เอี้ยวเจริญ และคณะ (2552) ที่ได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจและการมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาและบุคลากรสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่พบว่า นักศึกษาและบุคลากรสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในภาพรวมมีส่วนร่วมและมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.95$, S.D. = 0.72)

7. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

7.1 ควรทำการศึกษาความคิดเห็นของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการส่งเสริมด้านการเกษตร เพื่อทราบถึงปัญหาที่แท้จริงในการส่งเสริมการปลูกพืชไร้ดินในปัจจุบันของแต่ละพื้นที่ เพื่อจัดทำแผนการส่งเสริมการปลูกพืชไร้ดิน

7.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการเกษตร และพลังงานทดแทน ควรสำรวจความต้องการของเกษตรกรที่มีความประสงค์ใช้พลังงานทดแทนในการทำเกษตรกรรม เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น

7.3 ควรดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบอัตโนมัติในการปลูกพืชไร้ดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ให้แก่กลุ่มเกษตรกรที่สนใจ เพื่อเป็นการลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการปลูกพืชไร้ดิน

8. เอกสารอ้างอิง

- ประสงค์ เอี้ยวเจริญ และคณะ. (2552). *ความรู้ ความเข้าใจและการมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาและบุคลากรสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. (2549). *การสร้างและคุณภาพเครื่องมือสำหรับการวิจัย*. อุดรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2558). *Hydroponic การปลูกพืชไร้ดิน*. กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สุกัญญา ชื่อสัตย์. (2546). *การศึกษาพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของนักเรียนโรงเรียนอรรณมิตร*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. (2558). การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. สืบค้นเมื่อ 2 กันยายน, 2561, จาก <http://www.kmitl.ac.th/hydro>

การจัดเส้นทางให้บริการรถขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม The Public Transport Vehicle Routing in Pibulsongkram Rajabhat University

สุกฤษฎี เพชรสวัสดิ์^{1*} สัจจากาจ จอมโนนเขวา² และวชิระ วิจิตรพงษา³

^{1*, 2, 3} คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Sukrit Phetsawat^{1*} Sajjakaj Jomnonkwao² and Wachira Wichitphongsa³

^{1*, 2, 3} Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

*E-mail: Sukrit_PS@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการจัดเส้นทางเดินรถให้บริการขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) เพื่อที่จะยกระดับระบบการขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัย ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และสามารถที่จะช่วยลดต้นทุนในการขนส่งสาธารณะให้กับมหาวิทยาลัย วัตถุประสงค์หลักคือ การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการให้บริการรถขนส่งสาธารณะใน 13 จุดสถานีที่สำคัญและหาจำนวนรถขนส่งสาธารณะที่เหมาะสม โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลสถานที่ที่เหมาะสมที่จะเป็นสถานีรถ วิเคราะห์ผล แล้วนำไปรโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยให้การวางแผนการจัดเส้นทางเดินรถและหาจำนวนรถขนส่งสาธารณะที่เหมาะสม ให้มีประสิทธิภาพและมีความรวดเร็วในการวิเคราะห์ผลมากขึ้น

ผลการศึกษารูปว่า รถบริการขนส่งสาธารณะเริ่มวิ่งให้บริการเริ่มต้นที่บริเวณหน้าตึกคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จุดที่สองคือบริเวณทางเข้าสนามฟุตบอลพระองค์ดำ จุดที่สามบริเวณทางเข้าตึกคณะวิทยาการจัดการ จุดที่สี่ระหว่างตึกกองพัฒนานักศึกษาและหอประชุมศรีวิจิตรโชติ จุดที่ห้าระหว่างตึกที่ปวิชญ์และหอสมุด E-Library จุดที่หกระหว่างตึก IT และตึกนิติศาสตร์ใหม่ จุดที่เจ็ดระหว่างตึกมหาวิทยาลัยราชภัฏ (ตึก ม) และตึกเฉลิมพระเกียรติ (ตึก ฉ) จุดที่แปดหน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร จุดที่เก้าหน้าโรงยิมทะเลแก้ว (2) จุดที่สิบระหว่างหอพักนักศึกษหญิงและศูนย์อาหารทะเลแก้ว จุดที่สิบเอ็ดหน้าตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุดที่สิบสองตึกศึกษาพิเศษ จุดที่สิบสามหน้าหอพักอาจารย์ใหม่ซึ่งเป็นจุดสุดท้ายของเส้นทาง รวมระยะทางเท่ากับ 5.04 กิโลเมตร และใช้รถขนส่งสาธารณะที่ให้บริการรับ-ส่งนักศึกษาจำนวน 2 คัน

คำสำคัญ: การจัดเส้นทาง ขนส่งสาธารณะ แบบจำลองขนส่งและจราจร

Abstract

This research provided a route for public transport services in Pibulsongkram Rajabhat University (Taleyklaw). In order to upgrade the public transport system to increase efficiency and reduce the cost of public transport in Pibulsongkram Rajabhat University. The main

objectives find the shortest route is used to provide public transport services in the University Phiboonsongkram. (Taleyklaw) and 13 stations at key points and the number of public transport. By survey and collect data, the right place to be stations, analysis and bringing software applications to help plan the route and the number of public transport. Provide effective and quick to analyze more results.

The results of the figure is first public transport services run to the front of faculty of industrial technology building, second point is the entrance to football field (Pra-ong-dam), third is faculty of management building, fourth is between the division of student development and srivachirachot convention hall, fifth is between teeppavit building and e-library, sixth is between it building and new faculty of law building, seventh is between mahavachiralongkorn (mor) building and chaleomprakiat (chor) building, eighth is faculty of agriculture and technology ninth is thalekeaw gym tenth is between thalekeaw dormitory and canteen eleventh is faculty of science and technology building twelfth is special education building thirteenth is new professor dormitory, that is the last point of route the total distance is 5.04 kilometers and use public transfer services for 2 cars.

Keywords: Routing, Public Transport, Traffic and Transportation Model

1. บทนำ

การขนส่งและการเดินทางนับเป็นกลไกหลักกลไกหนึ่งในการพัฒนาสังคมและประเทศ และสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาของเมืองหรือชุมชน ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ สังคม การศึกษาและอื่นๆ ส่งผลให้เกิดการขยายตัวและเกิดความต้องการระบบขนส่งสาธารณะขึ้น ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นในชีวิตประจำวันของคนไทยที่ไม่มียานพาหนะส่วนตัว ความประหยัดและความสะดวกสบายเป็นสิ่งที่ผู้ใช้บริการคาดหวัง ขณะที่ผู้ใช้บริการคาดหวังกำไรแต่เป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ เนื่องด้วยระบบขนส่งสาธารณะเป็นการให้บริการต่อประชาชนและดำเนินการด้วยองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร ปัญหาด้านการจราจรมีให้เห็นโดยทั่วไปโดยเฉพาะเมืองใหญ่ เช่น จำนวนผิวการจราจรมีไม่เพียงพอสำหรับรองรับปริมาณยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความสิ้นเปลืองจากปัญหาการจราจรติดขัดย่อมส่งผลต่อต้นทุนการดำเนินงานด้านการขนส่งของภาครัฐหรือธุรกิจ

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งบริการสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ให้เหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามในเรื่องของการเดินทางจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ช่วยรับส่งนักศึกษาที่ไม่มียานพาหนะส่วนตัวและนักศึกษากลุ่มบุคคลพิเศษ ดังนั้น รถขนส่งสาธารณะจึงมีบทบาทในสถานศึกษาในระดับอุดมศึกษา โดยสถาบันการศึกษาส่วนใหญ่ก็จะมีรถให้บริการเป็นของสถาบันนั้นๆ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่นักศึกษาที่จำเป็นต้องใช้บริการรถขนส่งสาธารณะในการเดินทางไปมาตามสถานที่อาคารหรือจุดที่อยู่ใกล้เคียงต่างๆ โดย

ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้ในการจำลององค์ประกอบต่างๆ ในระบบขนส่งสาธารณะ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงต่อระบบ ช่วยลดต้นทุน และผลกระทบต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ดังนั้น การทำการวิจัยหัวข้อเรื่องการจัดเส้นทางให้บริการรถขนส่งสาธารณะนี้ เพื่อจะยกระดับการขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และสามารถที่จะช่วยลดต้นทุนในการขนส่งสาธารณะให้กับมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดที่ใช้ในการให้บริการรถขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)
- 2.2 เพื่อหาจำนวนรถขนส่งสาธารณะที่เหมาะสมภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

- 3.1 ศึกษาสภาพปัญหาและรวบรวมข้อมูล
- 3.2 สร้างเมตริกซ์ระยะทางจาก Google Map โดยเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด
- 3.3 ประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยใช้วิธี Linear Programming
- 3.4 นำเส้นทางที่คำนวณได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาทำการจำลองเส้นทางในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เพื่อหาจำนวนรถที่เหมาะสมที่สุด
- 3.5 สรุปผลการทดลอง

4. ผลการวิจัย

4.1 การศึกษาปัญหาและเก็บรวบรวมข้อมูล สภาพปัจจุบันของรถให้บริการขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) รวมทั้งปัญหาในการใช้บริการของรถสาธารณะ เส้นทาง ระยะทาง เวลา และจุดสถานีป้ายจอดให้บริการรถสาธารณะ โดยได้ข้อมูลจากการสำรวจ สัมภาษณ์ และทำการบันทึกข้อมูล

4.2 สร้างเมตริกซ์ระยะทางจาก Google Map โดยเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด กำหนดจุดโหนดและทำการเลือกจุดสถานีที่ต้องการเริ่มต้นไปยังจุดสถานีปลายทาง โดยเลือกเส้นทางที่เป็นเส้นทางหลักและรถขนส่งสาธารณะสามารถใช้เส้นทางได้สะดวกไปยังจุดปลายทางได้ และนำมาพิจารณาเลือกระยะทางที่สั้นที่สุด

4.3 การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยการนำวิธี Linear Programming ประยุกต์การแก้ไขปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางจากรูปแบบปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) โดยการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุด เพื่อความแม่นยำและสะดวกรวดเร็วในการคำนวณรูปแบบสมการ Linear Programming มีดังนี้

ตัวแบบโปรแกรมเชิงเส้นตรง (Linear Programming) เมื่อกำหนดให้

- i, j = จุดสถานีป้ายจอดรถในแต่ละจุด
- n = จำนวนจุดสถานีป้ายจอดรถ ($i=1,2,3,\dots,n$ และ $j=1,2,3,\dots,n$)
- x_{ij} = ตัวแปรตัดสินใจเลือกเดินทางจากจุดสถานีป้ายจอดรถ i ใดๆ ไปจุดสถานีป้ายจอดรถ j ใดๆ เท่ากับ 1 เมื่อเลือกเดินทาง และจะเท่ากับ 0 เมื่อไม่เลือกเดินทาง
- d_{ij} = ระยะทางจากจุดสถานีป้ายจอดรถ i ใดๆ ถึงจุดสถานีป้ายจอดรถ j ใดๆ
- u_i = การเดินทางจากจุดสถานีป้ายจอดรถ i ใดๆ
- u_j = การเดินทางจากจุดสถานีป้ายจอดรถ j ใดๆ

โดยมีรูปแบบสมการเชิงเส้นตรง มีดังนี้

สมการเป้าหมาย (Objective Function) การหาค่าต่ำสุด (Minimize)

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij} \tag{1}$$

สมการข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i = 1,2,3,\dots,n) \tag{2}$$

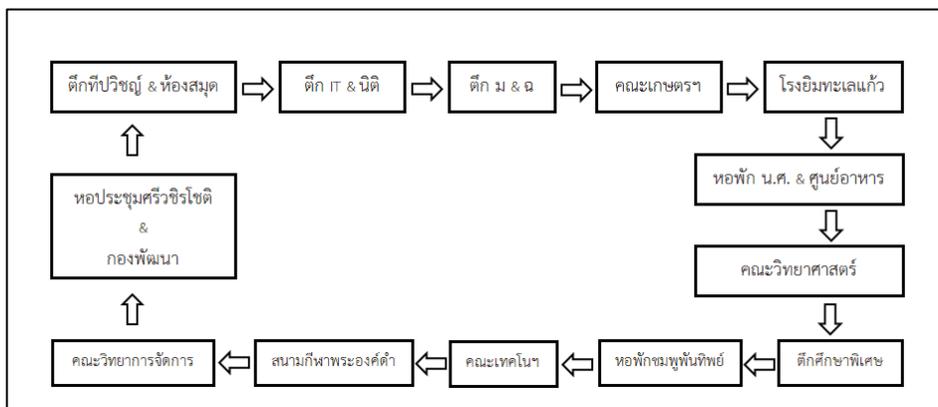
$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j = 1,2,3,\dots,n) \tag{3}$$

$$u_i - u_j + n x_{ij} \leq n - 1 \quad (\text{โดย } 1 \leq i \neq j \leq n) \tag{4}$$

$$x_{ij} = \{1,0\} \quad (i, j = 1,2,3,\dots,n) \tag{5}$$

$$u_i \geq 0 \quad (i = 1,2,3,\dots,n) \tag{6}$$

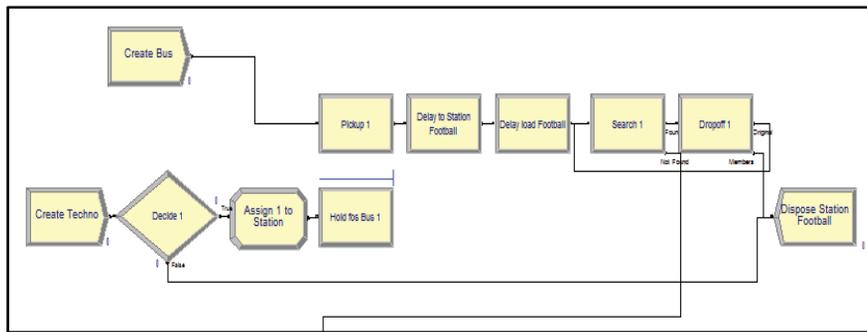
โดยสรุปลำดับเส้นทางการเดินทางขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลำดับเส้นทางการเดินทางขนส่งสาธารณะ

4.4 นำเส้นทางที่คำนวณได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาทำการจำลองเส้นทางในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เพื่อหาจำนวนรถที่เหมาะสมที่สุด

ในการจำลองการให้บริการรถขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) เพื่อหาจำนวนรถที่เหมาะสมที่สุด ข้อมูลพฤติกรรมการเดินทางของนักศึกษา ปัจจัยด้านคุณภาพและทัศนคติต่อการเลือกใช้บริการขนส่งสาธารณะ และข้อมูลทางสถิติการกระจายตัวของนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามให้มีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด



ภาพที่ 2 Flowchart การจำลองสถานการณ์ในส่วนที่ 1

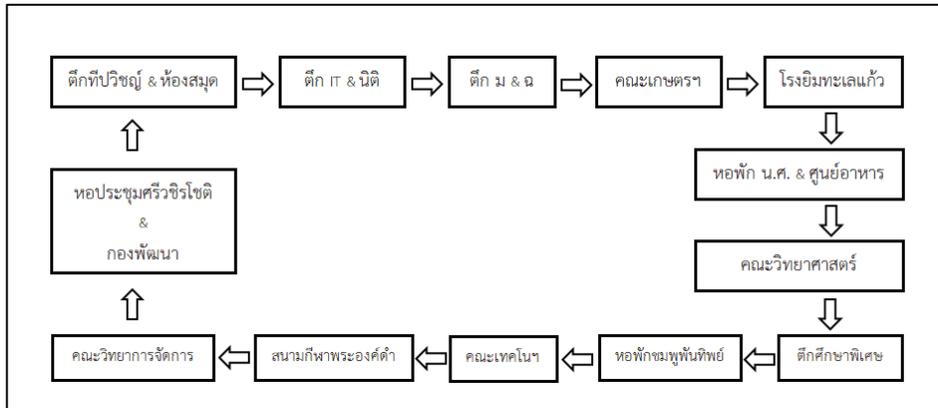
ทำการจำลองสถานการณ์ซ้ำจำนวน 100 รอบ พบว่า จำนวนรถที่เหมาะสมที่สุดในการวิ่งให้บริการรับ-ส่งนักศึกษาใช้จำนวนรถที่ 2 คัน ซึ่งจะเป็นการให้บริการที่เหมาะสมที่สุดและมีประสิทธิภาพดีที่สุดต่อการวิ่งรถให้บริการสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) เวลาของการบันทึกการวิ่งของรถให้บริการขนส่งสาธารณะ 1 รอบเส้นทางเท่ากับ 15.29 นาที และเวลาที่คำนวณได้จากโปรแกรมจำลองสถานการณ์การวิ่งของรถให้บริการขนส่งสาธารณะ 1 รอบเส้นทางเท่ากับ 19.91 นาที ซึ่งโปรแกรมมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1% เวลาในการรอคอยของนักศึกษาเฉลี่ยทั้ง 13 จุดสถานี มีค่าเท่ากับ 3.16 0.26 นาที และเวลารอคอยของนักศึกษาสูงที่สุดทั้ง 13 จุดสถานีมีค่าเท่ากับ 10.56 นาที แสดงในภาพที่ 3

Replication 1					
	Start Time	00	Stop Time	480 00	Time Units: Minutes
Entity					
Time					
VA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum	
Customer	0.1240	0.021693134	0	0.6300	
NVA Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum	
Customer	0	0.000000000	0	0	
Wait Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum	
Customer	3.1595	0.258066097	0	10.5653	
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum	
Customer	4.1680	0.393049886	0	16.7200	
Other Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum	
Customer	0	0.000000000	0	0	
Total Time	Average	Half Width	Minimum	Maximum	
Customer	7.4514	0.592572126	0	24.9207	

ภาพที่ 3 ผลการรันผลโปรแกรมซ้ำจำนวน 100 ครั้ง

5. สรุปผลการวิจัย

จากการคำนวณของโปรแกรมคอมพิวเตอร์พบว่า ผลคำตอบที่ได้มีระยะทางรวมเท่ากับ 5.04 กิโลเมตร และมีลำดับเส้นทางเดินรถขนส่งสาธารณะดังนี้ จุดแรกที่รถให้บริการขนส่งสาธารณะจะวิ่งให้บริการคือบริเวณหน้าตึกคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จุดที่สองคือบริเวณทางเข้าสนามฟุตบอลพระองค์ดำ จุดที่สามบริเวณทางเข้าตึกคณะวิทยาการจัดการ จุดที่สี่ระหว่างตึกกองพัฒนานักศึกษาและหอประชุมศรีวชิรโชติ จุดที่ห้าระหว่างตึกที่ปวิชญ์และหอสมุด E-Library จุดที่หกระหว่างตึก IT และตึกนิติศาสตร์ใหม่ จุดที่เจ็ดระหว่างตึกมหาวิทยาลัยราชภัฏ (ตึก ม) และตึกเฉลิมพระเกียรติ (ตึก ฉ) จุดที่แปดหน้าตึกคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร จุดที่เก้าหน้าโรงยิมทะเลแก้ว จุดที่สิบระหว่างหอพักนักศึกษานักหญิงและศูนย์อาหารทะเลแก้ว จุดที่สิบเอ็ดหน้าตึกคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุดที่สิบสองตึกศึกษาพิเศษ จุดที่สิบสามหน้าหอพักอาจารย์ใหม่ แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงลำดับเส้นทางรถขนส่งสาธารณะ

จำนวนรถที่เหมาะสมคือ จำนวน 2 คัน โดยจะเริ่มให้บริการในจุดแรกคือ จุดสถานีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และจุดที่สองคือ จุดสถานีระหว่างตึกมหาวิทยาลัยราชภัฏ (ตึก ม) และตึกเฉลิมพระเกียรติ (ตึก ฉ) โดยรถทั้ง 2 คันจะเริ่มวิ่งให้บริการที่เวลา 08.00 น. และจะหยุดให้บริการในเวลา 16.00 น. เวลาของการวิ่งของรถให้บริการขนส่งสาธารณะ 1 รอบเส้นทางเท่ากับ 15.29 นาที และเวลาเดินรถที่คำนวณได้จากโปรแกรมจำลองสถานการณ์ 1 รอบเส้นทางเท่ากับ 19.91 นาที ซึ่งโปรแกรมมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1% ซึ่งเวลารอคอยของนักศึกษาเฉลี่ยทั้ง 13 สถานี มีค่าเท่ากับ 3.16 0.26 นาที และเวลารอคอยของนักศึกษานานที่สุดทั้ง 13 สถานี มีค่าเท่ากับ 10.56 นาที

6. อภิปรายผล

ในการศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการเล่มนี้จะเป็นแนวทางในการทำโครงการต่อเนื่องด้วยการนำข้อมูลบางส่วนในโครงการไปปรับใช้และสร้างงานวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามต่อไป ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้บริการรถขนส่งสาธารณะ และจำนวนนักศึกษาที่อยากจะใช้ระบบขนส่งสาธารณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล

สงคราม ที่ผู้ศึกษาไม่ได้รวมไว้ในแบบสอบถามและไม่ได้สอบถามตามจำนวนประชากรนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทั้งหมด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเชิงคุณภาพและปริมาณเพิ่มเติม นอกจากนี้สำหรับการสร้างแบบสอบถามนั้นเราควรศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามและการใช้โปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อที่จะได้แบบสอบถามที่มีคุณภาพและมีความกระชับต่อการเก็บรวบรวมข้อมูล อีกทั้งเพื่อความสะดวก ความรวดเร็ว และความมีประสิทธิภาพของข้อมูลในการกำหนดปัจจัยเพื่อการวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้เกิดความครอบคลุมและนำไปสู่งานวิจัยที่ดีขึ้นไป

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากคณาจารย์ทุกท่านในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลในการจัดเส้นทางของรถให้บริการขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ขอขอบพระคุณศูนย์บริการยานพาหนะที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการบริการของรถให้บริการขนส่งสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำเนิด อบรมเลี้ยงดูด้วยความรักและส่งเสริมด้านการศึกษา เป็นอย่างดี ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในชีวิตตลอดมา

8. เอกสารอ้างอิง

- จารุมา อชกุล. (2541). *สถิติเชิงคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โหมงู๋ บึงพร้าว และสุริพร ยอดมณี. (2547). *ปัญหาการจดมาตรน้ำโดยวิธีการเดินทางของเซลล์แมน กรณีศึกษาการประปาส่วนภูมิภาคปราจีนบุรี* (รายงานวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปานวิทย์ ฐะนุติ. (2558). *ทฤษฎีแถวคอย*. เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาการจัดการและการออกแบบระบบโทรคมนาคม. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญยง ชัยเจริญธาดา, อนันต์ มุ่งวัฒนา และศักเกษม สุจินตนารัตน์. (2554). ปัญหาการจัดเส้นทางเมื่อมีข้อจำกัดด้านเชื้อเพลิง. ใน *การประชุมวิชาการด้านกรวิจัยดำเนินงานแห่งชาติ ประจำปี 2554*. (น. 269-272). กรุงเทพฯ: โรงแรม เอส ดี อเวนิว.
- พัชรลักษณ์ รักธรรมจิรสสุข. (2557). การศึกษาภาพแบบการจัดเส้นทางเพื่อทำการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย. ใน *การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 7*. (น. 185-192). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระเจ้าเกล้าพระนครเหนือ.
- ไพฑูรย์ ศิริโอฬาร. (2557). การลดต้นทุนการขนส่ง โดยการจัดเส้นทางพาหนะที่เหมาะสม กรณีศึกษาธุรกิจเครื่องตีมันขาม. *วารสารปัญญาภิวัฒน์*, 5(ฉบับพิเศษ), 272-279.
- รุ่งรัตน์ ภิสิทธิ์เพ็ญ. (2553). *คู่มือแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ฉบับปรับปรุง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ศศิธร ห่อประทัดพงศ์. (2552). *การวิเคราะห์ระยะทางและระยะเวลาของระบบขนส่งในการเลือกเติมสถานีแก๊ส NGV ให้มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุภาภรณ์ พวงชมพู. (2554). *การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้น (Linear Programming)*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Fischetti, M., Salazar, J., Toth, P. (1995). The symmetric generalized traveling salesman problem polytope. *Networks*, 26(2), 113-123.
- Fischetti, M., Salazar, J., Toth, P. (1997). A branch-and-cut algorithm for the symmetric generalized traveling salesman problem. *Operations Research*, 45(3), 378-394.
- Laporte, G., Nobert, Y. (1983). Generalized traveling salesman problem through n sets of nodes: an integer programming approach. *INFOR*, 21(1), 61-75.
- Noon, C. (1988). *The generalized traveling salesman problem*. (PhD Dissertation). Ann Arbor: The University of Michigan.

การพัฒนาเนื้อดินสำหรับผลิตเครื่องปั้นดินเผา
จากดินบ้านบ่อทองคำ จังหวัดพิษณุโลก

Development of Body for Pottery Production
from Ban Bo Thong Khum Clay Phitsanulok Province

สนธิ ปิ่นสกุล^{1*} และสมโภชน์ เรืองฉาย²

^{1*,2}คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Sanit Phinsakun^{1*} and Sompode Ruengchaey²

^{1*,2}Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินบ้านบ่อทองคำ จังหวัดพิษณุโลก และ 2) เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นบ้านบ่อทองคำ จังหวัดพิษณุโลก ก่อนเผาและหลังเผา ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน โดยทดลองสูตรส่วนผสมจากวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ ดินบ้านบ่อทองคำ หินฟันม้า และดินขาวลำปาง จำนวน 36 ตัวอย่าง ทำการขึ้นรูปขึ้นงานด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ แล้วนำไปเผาทดลองที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน ทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินก่อนเผาและหลังเผา ได้แก่ ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบพิมพ์ ความหดตัว ความดูดซึมน้ำ และสีของเนื้อดิน

ผลการวิจัยพบว่า ดินบ้านบ่อทองคำ สามารถใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสำหรับผลิตเครื่องปั้นดินเผาได้ ส่วนผสมที่เหมาะสมได้แก่ สูตรที่ 8 ในสูตรส่วนผสมประกอบด้วย ดินบ้านบ่อทองคำ ร้อยละ 50 ดินขาวลำปาง ร้อยละ 30 และหินฟันม้า ร้อยละ 20 เนื้อดินสามารถขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบพิมพ์ได้ดี ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 5.30 ความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยร้อยละ 13.36 ความดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 0.49 เนื้อดินมีสีเทาปนแดง

คำสำคัญ: การพัฒนาสูตรเนื้อดิน เครื่องปั้นดินเผา ดินบ้านบ่อทองคำ

Abstract

The objectives of this research were aimed 1) to experiment formula of Ban Bo Thong Khum clay Phitsanulok Province 2) to study the physical properties of Ban Bo Thong Khum clay before burning and incineration 1,230 °C under oxidation atmosphere. The experimental formulation of raw materials, three types of Ban Bo Thong Khum clay, China Clay Lampang and feldspar with 36 samples. Molding method of casting mold. Then firing was at 1,230 °C under oxidation atmosphere. Physical properties of the clay before firing and

after firing are capable of forming a casting mold, shrinkage, water absorption and the color of body.

The results of this research found that Ban Bo Thong Khum clay. The results showed that Ban Bo Thong Khum clay could be used to mixture of body for the production of ceramics. The best physical properties of the body was found in formula 8 which included 50% of Ban Bo Thong Khum clay, 30% of China Clay Lampang, 20% of Feldspar. It can be formed with casting mold well. The dry shrinkage before firing was 5.30% and after fired shrinkage was 13.36%, water absorption was 0.49%, and the fire color was gray to red.

Keywords: A Clay Body Formulation, Pottery, Ban Bo Thong Khum Clay

1. บทนำ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาจัดว่าเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ดิน หิน และแร่ธาตุต่างๆ แต่การที่จะคัดเลือกวัตถุดิบเหล่านั้นนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะผู้ผลิตต้องมีความเข้าใจและรู้คุณสมบัติ ส่วนประกอบต่างๆ ทางเคมี (Chemical Composition) ความเหนียวของดิน (Plasticity) การหดตัวของดิน (Shrinkage) และสีของดินที่เผาแล้ว (Fire Color) เพื่อเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาสามารถหาได้ภายในท้องถิ่น โอกาสที่จะพัฒนาให้มีอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาเกิดขึ้นย่อมมีสูง เพราะวัตถุดิบเหล่านั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการกำหนดราคาผลิตภัณฑ์นอกเหนือไปจากค่าแรง และเชื้อเพลิงในการเผา วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาจะได้มาจากธรรมชาติ ได้แก่ ดิน (Clay) หิน (Stone) ทราย (Sand) และสินแร่ต่างๆ ที่อยู่ในรูปของออกไซด์ ซึ่งวัตถุดิบเหล่านี้ได้มาจากพันธณี ดินเป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียว และสามารถนำมาปั้นเป็นรูปทรงต่างๆ ได้ตามความต้องการ มนุษย์รู้จักนำดินมาใช้ปั้นเป็นภาชนะเผาไฟจนแกร่ง แล้วนำมาใช้ในการหุงต้มอาหาร หรือใส่เมล็ดพันธุ์พืช มาตั้งแต่สมัยก่อนคริสต์ศักราชหรือประมาณ 6,000 ปีมาแล้ว ในปัจจุบันนี้เครื่องปั้นดินเผาเข้ามามีบทบาทสำคัญกับมนุษย์ตั้งแต่อดีต ทั้งการดำรงชีวิต พิธีกรรม ความเชื่อ บ่งบอกถึงความชาญฉลาดในการคิดค้นนวัตกรรม การพัฒนาแนวความคิดในการออกแบบและการสร้างงานศิลปะ จนถึงปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผายังคงใช้พัฒนาประเทศทางด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง (ธนสิทธิ์ จันทะรี, 2552)

ดังนั้น เพื่อให้งานเครื่องปั้นดินเผาเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในด้านของการพัฒนาวัตถุดิบพื้นถิ่นประเภทดินให้สามารถใช้ประโยชน์ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาได้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเนื้อดินสำหรับผลิตเครื่องปั้นดินเผาจากดินบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ทั้งนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยเรื่องนี้จะเป็นต้นแบบสำหรับแนวคิดในการพัฒนา เพิ่มมูลค่าการใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบในท้องถิ่นให้มีคุณค่าต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

2.2 เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นบ้านบ่อทองคำ ก่อนเผาและหลังเผา ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาเนื้อดินสำหรับผลิตเครื่องปั้นดินเผาจากดินบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ผู้วิจัยได้ลำดับขั้นตอนของการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

1.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีความเหมาะสม คำนวณจากตารางสามเหลี่ยม (สุรศักดิ์ โกสีย์พันธ์, 2534) โดยใช้วัตถุดิบ 3 ชนิดคือ 1) ดินบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียวและมีอยู่มากในท้องถิ่น 2) หินฟันม้า ผสมในเนื้อดินเพื่อช่วยในการหลอมละลายและลดจุดสุกตัวของเนื้อดิน 3) ดินขาวลำปาง ผสมในเนื้อดินช่วยให้ขึ้นรูปได้ง่ายและแกะชิ้นงานออกจากแบบพิมพ์ได้ดี และราคาถูกกว่าดินขาวจากแหล่งอื่น ส่วนผสมจำนวน 36 สูตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินที่ได้จากตารางสามเหลี่ยม

สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)			สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)		
	ดินบ้านบ่อทองคำ	หินฟันม้า	ดินขาวลำปาง		ดินบ้านบ่อทองคำ	หินฟันม้า	ดินขาวลำปาง
1	80	10	10	19	30	30	40
2	70	20	10	20	30	20	50
3	70	10	20	21	30	10	60
4	60	30	10	22	20	70	10
5	60	20	20	23	20	60	20
6	60	10	30	24	20	50	30
7	50	40	10	25	20	40	40
8	50	30	20	26	20	30	50
9	50	20	30	27	20	20	60
10	50	10	40	28	20	10	70
11	40	50	10	29	10	80	10
12	40	40	20	30	10	70	20

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินที่ได้จากตารางสามเหลี่ยม (ต่อ)

สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)			สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)		
	ดินบ้านบ่อ ทองคำ	หินฟืนม้า	ดินขาว ลำปาง		ดินบ้านบ่อ ทองคำ	หินฟืนม้า	ดินขาว ลำปาง
13	40	30	30	31	10	60	30
14	40	20	40	32	10	50	40
15	40	10	50	33	10	40	50
16	30	60	10	34	10	30	60
17	30	50	20	35	10	20	70
18	30	40	30	36	10	10	80

1.2 ชั่งส่วนผสมวัตถุดิบสูตรละ 1,000 กรัม ผสมน้ำและบดด้วยหม้อบดเล็ก ใช้เวลาในการบดนาน สูตรละ 4 ชั่วโมง ปรับการไหลตัวของน้ำดินด้วยโซเดียมซิลิเกต จากนั้นหมักน้ำดินไว้ 3 วัน แล้วนำน้ำดินในแต่ละสูตรไปขึ้นรูปเป็นแท่งทดลองด้วยการหล่อแบบพิมพ์ปูนพลาสติก ขนาด $12 \times 2 \times 2$ เซนติเมตร จำนวน 2 ชุด ชุดละ 3 แท่ง หลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส

ตอนที่ 2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นบ้านบ่อทองคำ ก่อนเผาและหลังเผา ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน

2.1 นำชิ้นทดลองชุดที่ 1 ทดสอบสมบัติทางกายภาพก่อนเผา ได้แก่ ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์และความหดตัวของเนื้อดินก่อนเผา

2.2 นำชิ้นทดลองชุดที่ 2 เผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ด้วยเตาแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนลง บรรยากาศออกซิเดชัน หลังจากนั้นนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพหลังเผา ได้แก่ ความหดตัวของเนื้อดินหลังเผา ความดูดซึมน้ำของเนื้อดินและสีของเนื้อดินหลังเผา

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.3.1 ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ ทดสอบโดยนำเนื้อดินที่เตรียมได้ในแต่ละสูตรหล่อขึ้นรูปเป็นแท่งทดลองด้วยแบบพิมพ์ปูนพลาสติก สูตรละ 6 แท่ง พิจารณาจากความสมบูรณ์ของแท่งทดลองหลังผ่านการหล่อขึ้นรูป แท่งทดลองที่มีความสมบูรณ์ถือว่าสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ได้

2.3.2 ความหดตัวก่อนเผา ทดสอบโดยการวัดความยาวของแท่งทดลอง แต่ละสูตร สูตรละ 3 แท่ง โดยทำการวัดความยาวของแท่งทดลองทันทีหลังแกะออกจากแบบพิมพ์ หลังจากนั้นผึ่งให้แห้งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ให้แห้งสนิท ทำการวัดความยาวของดินแห้งอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตร (Rhodes, 1974)

$$\text{ร้อยละความหดตัวก่อนการเผา} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินแห้ง}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

2.3.3 ความหดรตัวหลังเผา ทดสอบโดยวัดความยาวของแท่งทดลองแต่ละสูตร สูตรละ 3 แท่ง โดยวัดความยาวของแท่งทดลองทันทีหลังแกะออกจากแบบพิมพ์ จากนั้นฝังให้แห้งแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส และนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส หลังผ่านการเผาวัดความยาวอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตร (Rhodes, 1974)

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

2.3.4 ค่าความดูดซึมน้ำหลังการเผา ทดสอบโดยนำแท่งทดลองของเนื้อดินแต่ละสูตรที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส สูตรละ 3 แท่ง ชั่งน้ำหนักแท่งทดลองแห้ง (กรัม) และบันทึกข้อมูล หลังจากนั้นนำแท่งทดลองไปต้มในน้ำเดือดนาน 2 ชั่วโมง และแช่น้ำทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง จากนั้นนำแท่งทดลองมาเช็ดผิวให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตร (Rhodes, 1974)

$$\text{ร้อยละของความดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักดินที่อิ่มตัว} - \text{น้ำหนักดินที่แห้ง}}{\text{น้ำหนักดินที่แห้ง}} \times 100$$

2.3.5 สีของเนื้อดินทดสอบและวิเคราะห์โดยการวัดค่าสีด้วยสายตาและเปรียบเทียบกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน Pantone Formula Guides

4. ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยศึกษาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้วัตถุดิบ 3 ชนิด คือ ดินบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ดินขาวลำปาง และหินฟันม้า โดยผสมน้ำและบดผสมด้วยหม้อบดขนาดเล็ก จากนั้นนำไปหล่อเป็นแท่งทดลอง และนำไปทดสอบสมบัติทางกายภาพก่อนเผาและหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินก่อนเผาและหลังเผา

สูตรที่	สมบัติทางกายภาพก่อนเผา		สมบัติทางกายภาพหลังเผา		
	ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบพิมพ์	ความหดรตัวเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความหดรตัวเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความดูดซึมน้ำเฉลี่ย (ร้อยละ)	สีของเนื้อดินปั้น
1	ขึ้นรูปได้	7.60	13.16	0.12	เทาปนแดง
2	ขึ้นรูปได้	6.93	13.90	0.76	เทาปนแดง
3	ขึ้นรูปได้	7.30	14.93	0.07	เทาปนแดง
4	ขึ้นรูปได้	7.06	13.76	0.14	เทาปนแดง
5	ขึ้นรูปได้	6.56	14.20	0.40	เทาปนแดง

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินก่อนเผาและหลังเผา (ต่อ)

สูตรที่	สมบัติทางกายภาพก่อนเผา		สมบัติทางกายภาพหลังเผา		
	ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบพิมพ์	ความหดตัวเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความหดตัวเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความดูดซึมน้ำเฉลี่ย (ร้อยละ)	สีของเนื้อดินปั้น
6	ขึ้นรูปได้	5.56	13.96	0.19	เทาปนแดง
7	ขึ้นรูปได้	6.10	13.73	0.13	เทาปนแดง
8	ขึ้นรูปได้	5.30	13.36	0.49	เทาปนแดง
9	ขึ้นรูปได้	5.53	14.26	0.05	น้ำตาลปนแดง
10	ขึ้นรูปได้	5.13	14.40	0.05	น้ำตาลปนแดง
11	ขึ้นรูปได้	5.73	13.63	3.09	น้ำตาลอ่อน
12	ขึ้นรูปได้	4.60	13.17	0.33	เทา
13	ขึ้นรูปได้	4.57	13.40	0.05	เทา
14	ขึ้นรูปได้	4.30	14.07	0.04	น้ำตาลเข้ม
15	ขึ้นรูปได้	3.57	13.47	0.04	น้ำตาลเข้ม
16	ขึ้นรูปได้	4.97	12.97	4.57	น้ำตาลอ่อน
17	ขึ้นรูปได้	4.53	13.33	3.04	ครีมปนชมพู
18	ขึ้นรูปได้	4.73	13.10	0.13	ครีมปนชมพู
19	ขึ้นรูปได้	2.97	13.30	0.05	น้ำตาลอ่อน
20	ขึ้นรูปไม่ได้	-	-	-	-
21	ขึ้นรูปได้	1.03	10.53	0.09	น้ำตาลปนเหลือง
22	ขึ้นรูปได้	4.20	13.43	4.61	เหลืองอ่อน
23	ขึ้นรูปได้	4.63	14.33	4.59	ครีม
24	ขึ้นรูปได้	3.73	14.23	0.04	ครีม
25	ขึ้นรูปได้	3.10	14.60	0.04	เหลืองอ่อน

จากตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นจากดินบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ก่อนเผาพบว่า เนื้อดินสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 19 และสูตรที่ 21 ถึงสูตรที่ 25 สามารถขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบพิมพ์ได้ ส่วนเนื้อดินสูตรที่ 20 26 ถึงสูตรที่ 36 ไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ได้ ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ เนื้อดินสูตรที่ 1 ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ เนื้อดินสูตรที่ 21 สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นจากดินบ้านบ่อทองคำ หลังเผาพบว่าเนื้อดินที่มีค่าความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ สูตรที่ 3 ค่าความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ สูตรที่ 21 ค่าความดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ สูตรที่ 22 ค่าความดูดซึมน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ สูตรที่ 14 15 24 และ 25 เนื้อดิน

สูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 8 มีสีเทาปนแดง สูตรที่ 9 และ 10 มีสีน้ำตาลปนแดง เนื้อดินสูตรที่ 11 16 และ 19 มีสีน้ำตาลอ่อน เนื้อดินสูตรที่ 12 และ 13 มีสีเทา เนื้อดินสูตรที่ 14 และ 15 มีสีน้ำตาลเข้ม สูตรที่ 17 และ 18 มีสีครีมปนชมพู สูตรที่ 21 มีสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อดินสูตรที่ 22 และ 25 มีสีเหลืองอ่อน เนื้อดินสูตรที่ 23 และ 24 มีสีครีม เนื้อดินสูตรที่ 20 และสูตรที่ 26 ถึงสูตรที่ 36 ไม่สามารถขึ้นรูปได้

ผู้วิจัยคัดเลือกสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ไปทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ โดยพิจารณาความเหมาะสมจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติทางกายภาพก่อนเผาและหลังเผา และในสูตรส่วนผสมต้องมีดินบ้านบ่อทองคำในปริมาณสูง สูตรส่วนผสมที่ผ่านการคัดเลือกคือ สูตรที่ 8 ในสูตรส่วนผสมประกอบด้วย ดินบ้านบ่อทองคำ ร้อยละ 50 ดินขาวลำปาง ร้อยละ 30 และหินฟันม้า ร้อยละ 20 สามารถขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบพิมพ์ได้ดี ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 5.30 ความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยร้อยละ 13.36 ความดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 0.49 เนื้อดินมีสีเทาปนแดง ตัวอย่างการขึ้นรูปชิ้นงานแสดงดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2



(ก) น้ำดินที่ใช้ขึ้นรูปชิ้นงาน



(ข) การหล่อขึ้นรูปด้วยแบบพิมพ์พลาสติก

ภาพที่ 1 น้ำดินที่ใช้ในการขึ้นรูปและการหล่อขึ้นรูปด้วยแบบพิมพ์พลาสติก



(ค) การเผาชิ้นงาน



(ง) เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการเผาแล้ว

ภาพที่ 2 การเผาชิ้นงานและเครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการเผาแล้ว

5. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นบ้านบ่อทองคำ ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ที่สามารถขึ้นรูปได้ จะต้องมีดินบ้านบ่อทองคำอยู่ในช่วงร้อยละ 20-80 ได้แก่ สูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 19 และสูตรที่ 21 ถึงสูตรที่ 25 องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เนื้อดินสามารถขึ้นรูปได้หรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับปริมาณของวัตถุดิบที่มีความเหนียวที่ใช้เป็นส่วนผสม กล่าวคือ ถ้าในสูตรส่วนผสมมีวัตถุดิบในกลุ่มที่มีความเหนียวอยู่มาก จะมีส่วนช่วยทำให้เนื้อดินสามารถขึ้นรูปได้ เห็นได้จากเนื้อดินสูตรที่ 1 ถึงสูตรที่ 19 สามารถขึ้นรูปได้เนื่องจากมีปริมาณของดินบ้านบ่อทองคำอยู่มากตั้งแต่ร้อยละ 30-80 ดินบ้านบ่อทองคำเป็นดินที่มีความเหนียวมากจึงช่วยทำให้เนื้อดินสามารถขึ้นรูปได้ ส่วนเนื้อดินสูตรที่ 20 26 ถึงสูตรที่ 36 ไม่สามารถขึ้นรูปได้เนื่องจากมีปริมาณของวัตถุดิบในกลุ่มที่มีความเหนียวในปริมาณน้อยและมีวัตถุดิบในกลุ่มที่ไม่มีความเหนียวในปริมาณมาก ได้แก่ หินฟันม้า จึงทำให้เนื้อดินไม่สามารถขึ้นรูปได้ สอดคล้องกับคำกล่าวของ ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2547) ที่กล่าวว่า ดินเหนียวช่วยเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปของเนื้อดินให้ดีขึ้น และเมื่อทำการทดสอบความหดตัวก่อนเผาและหลังเผาพบว่า เนื้อดินบ้านบ่อทองคำที่มีค่าความหดตัวเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ เนื้อดินสูตรที่ 1 ค่าความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 7.60 ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ เนื้อดินสูตรที่ 21 ค่าความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 1.03 ค่าความหดตัวก่อนเผามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับว่ามีวัสดุในกลุ่มที่มีความเหนียว ได้แก่ ดินอยู่ในสูตรส่วนผสมมากหรือน้อย เมื่อพิจารณาดูสูตรส่วนผสมของเนื้อดินสูตรที่ 1 พบว่า มีปริมาณของดินบ้านบ่อทองคำอยู่ในสูตรส่วนผสมมากถึงร้อยละ 80 ซึ่งถือว่ามากที่สุดจากส่วนผสมทั้งหมด ดินบ้านบ่อทองคำเป็นวัสดุในกลุ่มดินที่มีความเหนียว เมื่อมีอยู่มากในสูตรส่วนผสมจึงเป็นเหตุให้เนื้อดินในสูตรที่ 1 มีความหดตัวก่อนเผามากตามมา สอดคล้องกับคำกล่าวของ ไพจิตร อังศิริวัฒน์ (2541) ที่กล่าวไว้ว่า ดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารสูงจะมีการหดตัวเมื่อแห้งมากประมาณร้อยละ 13-17 ส่วนเนื้อดินสูตรที่ 21 มีดินบ้านบ่อทองคำในสูตรส่วนผสมน้อย ร้อยละ 30 จึงทำให้เกิดการหดตัวน้อยกว่าสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินบ้านบ่อทองคำหลังเผาอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน ส่วนเนื้อดินที่มีค่าความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ สูตรที่ 3 ค่าความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 14.93 ค่าความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ สูตรที่ 21 ค่าความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 10.53 ค่าความหดตัวหลังเผาเมื่อมีการเกิดคล้ายกับค่าความหดตัวก่อนเผา ทั้งนี้เกิดจากวัตถุดิบในกลุ่มที่มีความเหนียวอยู่มากในสูตรส่วนผสม ดังเช่นเนื้อดินสูตรที่ 3 มีดินบ้านบ่อทองคำอยู่มาก ร้อยละ 70 หลังผ่านการเผาจึงทำให้เนื้อดินสูตรที่ 3 เกิดการหดตัวหลังเผามากตามมา ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนเนื้อดินสูตรที่ 21 มีดินบ้านบ่อทองคำร้อยละ 30 น้อยกว่าเนื้อดินสูตรที่ 3 จึงทำให้เกิดการหดตัวหลังเผาน้อยกว่า นอกจากนี้ โทมัส รักษ์วงศ์ (2531) ยังได้กล่าวไว้ว่า ดินเหนียวจะมีความหดตัวมาก ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 15 และยังทนความร้อนได้ต่ำอีกด้วย เนื้อดินที่มีค่าความดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ สูตรที่ 22 ค่าความดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 4.61 ค่าความดูดซึมน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่ สูตรที่ 14 15 24 และ 25 ค่าความดูดซึมน้ำเฉลี่ยเท่ากันคือ ร้อยละ 0.04 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินบ่งบอกถึงความพรุนตัวของเนื้อดิน กล่าวคือเนื้อดินที่เผาถึงจุดสุกตัว เนื้อดินเกิดการหลอมตัวติดกันทำให้ช่องว่างในเนื้อดินน้อยลง น้ำไม่สามารถซึมผ่านไปได้ แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าเนื้อดินมีความพรุนตัวสูงบ่งบอกถึงการเผายังไม่ถึงอุณหภูมิสุกตัวของเนื้อดินเนื้อดินยังไม่หลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกันทำให้เกิดช่องว่างในเนื้อดินมาก การดูดซึมน้ำจึงมากตามมา เห็นได้

จากเนื้อดินสูตรที่ 22 มีค่าการดูดซึมน้ำมากกว่าเนื้อดินสูตรที่ 14 15 24 และ 25 แสดงว่าการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส เนื้อดินสูตรที่ 22 ยังไม่สุกตัวจึงทำให้มีรูพรุนในเนื้อดินมาก ค่าการดูดซึมน้ำจึงมากกว่านั่นเอง สีของเนื้อดินปั้นในทุกสูตรส่วนผสมเกิดจากดินบ้านบ่อทองคำ ซึ่งมีเฟอร์ริกออกไซด์หรือเหล็กออกไซด์ปะปนอยู่ในเนื้อดินตามธรรมชาติ เมื่อผ่านการเผาจึงทำให้เนื้อดินมีสีออกโทนเทาจนถึงน้ำตาลแดง สีที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณเล็กน้อยของดิน ดินบ้านบ่อทองคำที่มีอยู่ในสูตรส่วนผสม กล่าวคือ ถ้ามีอยู่มากจะทำให้เกิดสีน้ำตาลเข้ม ถ้ามีอยู่น้อยจะเกิดสีเทาจนถึงน้ำตาลอ่อน เป็นต้น สอดคล้องกับค่ากล้าวของ สุขุมาล เล็กสวัสดิ์ (2548) ที่กล่าวว่า ดินสีเข้ม น้ำตาลแดง น้ำตาลเข้ม มักเป็นดินที่มีส่วนประกอบของเหล็กออกไซด์ผสมอยู่สูง

ดังนั้นงานวิจัยนี้พบว่า สูตรเนื้อดินปั้นบ้านบ่อทองคำ สูตรที่ 8 ที่มีส่วนผสมประกอบด้วย ดินบ้านบ่อทองคำ ร้อยละ 50 ดินขาวลำปาง ร้อยละ 30 และหินฟันม้า ร้อยละ 20 เป็นส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปผลิตเครื่องปั้นดินเผา เพราะสามารถขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบพิมพ์ได้ดี ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 5.30 ความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยร้อยละ 13.36 ความดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 0.49 และเนื้อดินมีสีเทาปนแดง

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรศึกษาการเผาเนื้อดินในอุณหภูมิและบรรยากาศอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพที่เกิดขึ้น

6.2 ควรศึกษาการนำดินบ้านบ่อทองคำไปทดลองทำเคลือบ

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณหลักสูตรเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

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

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

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. (2547). *เซรามิกส์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพจิตร อังศิริวัฒน์. (2541). *เนื้อดินเซรามิก*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สุขุมาล เล็กสวัสดิ์. (2548). *เครื่องปั้นดินเผาพื้นฐานการออกแบบ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

Rhodes, D. (1974). *Clay and Glazes for the Potter*. New York: Chilton Book.

การจัดการคลังสินค้าอลูมิเนียมคอมโพสิต บริษัทกรณีศึกษา

Warehouse Management for Aluminum Composite Panels in Case Study

หทัยชนก พวงแย้ม^{1*} เพชรรายุธ แซ่หลี² ฐิติภรณ์ ปานนิล³ และรุ่งอรุณ สุขกรัด⁴

^{1,2}อาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมโลหศาสตร์, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

³ท่าอากาศยานแม่สอด อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

⁴บริษัท ซี.เค.บี. เพลท สตีล จำกัด อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี

Hathaithanok Pongyeam^{1*} Phetcharayud Sae-lee² Thitiporn Pannin³ and Rungarun Sukkrad⁴

^{1,2}Faculty of Industrial Technology Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok

³Mae Sot Airport, Ta Sai Luard, Mae Sot, Tak

⁴C.K.B. Plate Steel co., Ltd., Khubangluang, Ladlumkaew, Pathumthani

*E-mail: Hathaithanok@gmail.com

บทคัดย่อ

บริษัทกรณีศึกษาดำเนินธุรกิจผลิตสังกะสีเมทัลชีท และอลูมิเนียมคอมโพสิต สำหรับการจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศ ทางบริษัทประสบปัญหาในการจัดเก็บสินค้าอลูมิเนียมคอมโพสิตเกรดบีในคลังสินค้า ซึ่งมีการจัดเก็บที่ไม่เป็นระบบระเบียบ ไม่มีการแบ่งแยกหมวดหมู่ จัดเก็บสินค้าปะปนกัน คละสี คละขนาดและอาการตำหนิไว้ในพาเลทเดียวกัน ทำให้ไม่สามารถระบุได้ว่าสินค้าใดขายได้หรือไม่ได้ ทำให้ยากต่อการจัดเก็บและค้นหาสินค้า เสียเวลาและเสียงอันตรายจากการทำงานซ้ำซ้อนที่ไม่จำเป็น และยังเป็นการสูญเสียโอกาสจากการใช้พื้นที่ในคลังให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์และปรับปรุงระบบการจัดเก็บสินค้าอลูมิเนียมคอมโพสิตเกรดบีใหม่ โดยใช้ทฤษฎี SWOT Analysis เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหการจัดเก็บสินค้า ผลจากการวิเคราะห์และปรับปรุงพบว่า เมื่อทำการจัดกลุ่มและคัดแยกสินค้าอลูมิเนียมคอมโพสิตเกรดบีที่ขายได้จริง ทำป้ายบ่งชี้ ฐานข้อมูล และสต็อกการ์ดควบคุมการขายและจัดเก็บสินค้าทุกพาเลท และปรับปรุงข้อมูลทุกๆ วัน ทำให้ลดระยะเวลาในการค้นหาและจัดเก็บสินค้า ลดพื้นที่ในการจัดเก็บและทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบจำนวนและประเภทของสินค้าภายในคลังสินค้า นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลสินค้าภายในคลังสินค้าทั้งหมดไปใช้ในการควบคุมและวางแผนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

คำสำคัญ: การจัดการคลังสินค้า การวิเคราะห์แบบทฤษฎี SWOT Analysis

Abstract

The company in this case study manufacture and distribute zinc, metal sheet and aluminum composite panels both in-house and export to other country. The company faced a problem about storage aluminum composite panels grade B. They lacked of a

system to manage and storage, caused the products was jumble together and not in order, difficult to find and identify the products to serve the customers, moreover it was lose time and risked to work with a heavy products. So, the researchers applied SWOT Analysis theory to analyze and resolve in this problem. And then we sorted out products in the warehouse, gathered the product with same size and same color together on each pallet, made stock cards for control stock and updated information daily, we found that those processes can reduce the working time, get more space utilization and easy to reach into the products for checking the quantity and quality before sale out to the customers. Moreover, the company can also use the information for production planning and control in the future.

Keywords: Warehouse Management, SWOT Analysis

1. บทนำ

บริษัทตั้งอยู่ ณ จังหวัดปทุมธานี ผลิตสังกะสีมุงหลังคาจากเหล็กชุบกำลวานซ์ (GI) หรือเหล็กกำลวานซ์ชุบสี (PPGI) หลังคาเมทัลชีท และแผ่นอลูมิเนียมคอมโพสิต บริษัทมีเครื่องจักรที่ทันสมัยพร้อมทั้งทีมงานที่มีคุณภาพทำให้ผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีคุณภาพให้อยู่ในระดับมาตรฐาน ในการผลิตสินค้าแต่ละครั้งจะมีสินค้าบางชิ้นที่เกิดข้อบกพร่องด้านคุณภาพทำให้ระดับคุณภาพถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มสินค้าเกรดบี จากการศึกษาระบบคลังสินค้าอลูมิเนียมเกรดบี ในปัจจุบันนี้พบว่าสินค้าที่ถูกจัดเก็บเป็นอลูมิเนียมคอมโพสิต โดยสินค้าทั้งหมดถูกจัดเก็บอยู่ในคลังสินค้าอย่างไม่เป็นระเบียบและไม่จัดหมวดหมู่ ทำให้ส่งผลกระทบต่อในการค้นหาสินค้าเพื่อจัดจำหน่าย การค้นหาสินค้าแต่ละครั้งเพื่อการเบิกจ่ายต้องใช้เวลาานาน ซึ่งเกิดจากการวางสินค้าที่ไม่เป็นระบบ ไม่มีการแบ่งแยกหมวดหมู่ จัดเก็บสินค้าปะปนกัน คละสี คละขนาด คละลักษณะอาการ (คราบ คลื่น พองดุ้ง) ในพาเลทเดียวกัน เมื่อมีสินค้าเข้ามาภายในคลังสินค้า พนักงานจะทำการจัดเก็บสินค้าในบริเวณพื้นที่ที่ว่างอยู่ สินค้าเก่าจะถูกวางทับด้วยสินค้าใหม่ ทำให้สินค้าเก่าเสียหายและเสื่อมสภาพจำหน่ายไม่ได้ ทำให้เสียโอกาสในการจำหน่ายและส่งผลกระทบต่อผลกำไร

งานวิจัยนี้จึงดำเนินการขึ้นเพื่อการจัดคลังสินค้า โดยการจัดแผนผังสินค้าใหม่โดยใช้ทฤษฎี SWOT Analysis เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้า เพื่อลดระยะเวลาในการค้นหาสินค้าและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 2.1 เพื่อลดระยะเวลาในการค้นหาสินค้า
- 2.2 เพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้า

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาของสุกัญญา มีประดิษฐ์ (2554) ที่ได้ศึกษาการจัดการคลังสินค้าของบริษัท คิง เพาเวอร์ แท็กซี่พี จำกัด โดยใช้แบบสอบถามและสัมภาษณ์ ผลจากการศึกษาพบว่า การใช้ข้อมูลที่ถูกต้อง ประกอบกับการวางแผนการปฏิบัติงานที่ดีเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อนและลดความผิดพลาดในการทำงานได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ปฐมพงษ์ หอมศรี และจักรพรรณ คงชนะ (2557) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการจัดการสินค้าคงคลัง กรณีศึกษาบริษัทติดตั้งและบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงงาน SME โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารสินค้าคงคลัง และเพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบสินค้าคงคลัง จัดกลุ่มสินค้า (Product Category) ลดปริมาณสินค้าที่ไม่มีการเคลื่อนไหว ลดปริมาณการจัดเก็บสินค้าและลดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บลง โดยใช้ใบตรวจสอบ (Check Sheet) และแผนผังก้างปลา (Ishikawa Diagram) ผลจากการดำเนินงานพบว่า การนำเครื่องมือมาใช้ในการแก้ไขปัญหา ด้านการบริหารสินค้าคงคลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารสินค้าคงคลัง สามารถลดการสั่งซื้อที่ซ้ำซ้อนลงได้ 1,533,600 บาท และการปรับปรุงกระบวนการทำงานในระบบสินค้าคงคลังโดยจัดกลุ่มสินค้าสามารถลดปริมาณสินค้าที่ไม่มีการเคลื่อนไหว ลดปริมาณการจัดเก็บสินค้า และลดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บลงได้ถึง 671,700 บาท

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คลังสินค้าเป็นสถานที่ที่มีความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ของสถานประกอบการต่างๆ แห่ง เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ใช้จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ช่วยสนับสนุนกระบวนการผลิต เป็นต้น สถานประกอบการจะวางแผนการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้สอยและเคลื่อนย้ายสินค้าและวัตถุดิบ (ค่านาย อภิปรัชญาสกุล, 2547)

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยลงพื้นที่ดูหน้างาน สอบถาม และเก็บข้อมูลของสินค้าที่มีอยู่ในคลังสินค้าทั้งหมด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวางแผนจัดการ โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นกระบวนการทั้ง 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 การวางแผน (Plan) เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนที่สามารถให้การจัดคลังสินค้าดำเนินต่อไปได้ เช่น การจัดสรรพื้นที่ในการดำเนินงาน และการคัดแยกสินค้าที่พร้อมขาย

3.2.2 การทำฐานข้อมูล (Data) เป็นส่วนของการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลทั้งหมดในคลังสินค้า เพื่อสะดวกต่อการค้นหาสินค้าและการจัดเก็บ

3.2.3 การจัดส่ง (Deriver) เป็นส่วนที่จัดส่งมอบสินค้าสู่ลูกค้า เพื่อเป็นไปตามแผนความต้องการของลูกค้า ซึ่งประกอบไปด้วยการจัดคลังสินค้า และการจัดการด้านคุณภาพของสินค้า

3.2.4 การส่งคืน (Return) เป็นส่วนการจัดการกรณีที่มีการส่งคืนจากลูกค้า เช่น สินค้าไม่เป็นตามเงื่อนไขและการวิเคราะห์ความเสียหายจากลูกค้า

3.3 การวิเคราะห์ด้วยทฤษฎี SWOT Analysis

การวิเคราะห์ SWOT หรือ SWOT Analysis เป็นเครื่องมือในการประเมินสถานการณ์ขององค์กรซึ่งจะช่วยผู้บริหารกำหนดจุดแข็งและจุดอ่อนจากสภาพแวดล้อมภายใน โอกาส และอุปสรรคจากสภาพแวดล้อมภายนอก ตลอดจนผลกระทบที่มีศักยภาพจากปัจจัยเหล่านี้ จากการทำงานขององค์กรหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า SWOT Analysis หมายถึง การวิเคราะห์และประเมินว่าองค์กรมีจุดแข็ง (Strengths) จุดอ่อน (Weakens) โอกาส (Opportunities) และอุปสรรค (Threats) อย่างไร เพื่อที่จะนำไปใช้ในการวางแผนและกำหนดกลยุทธ์ขององค์กรต่อไป (สมยศ นาวิการ, 2538)

ผู้วิจัยทำการจัดคลังสินค้า โดยการจัดแผนผังสินค้าใหม่ซึ่งใช้ทฤษฎี SWOT Analysis เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้า เพื่อลดระยะเวลาในการค้นหาสินค้าและสามารถจัดสินค้าได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเงื่อนไขในการจัดคลังสินค้าใหม่ มีดังนี้

- 1) จัดทำข้อมูลสินค้าที่มีอยู่ภายในคลัง
- 2) วางแผนการจัดเก็บสินค้า
- 3) จัดเรียงแยกประเภทสินค้าให้อยู่ในหมวดสีเดียวกัน
- 4) คัดเพื่อแยกประเภท (อาการ/ตำหนิของสินค้า) ให้พร้อมขาย
- 5) ทำป้ายบ่งชี้ ระบุที่ตั้งของสินค้า
- 6) ปรับปรุงข้อมูลใหม่ให้ถูกต้องตามข้อมูลสินค้าที่มีอยู่จริง
- 7) มีการปรับปรุงข้อมูลสินค้าภายในคลังสินค้าทุกวันและทำการส่งสินค้าให้กับฝ่ายขาย
- 8) รักษาฐานข้อมูลให้ถูกต้องอยู่เสมอ เพื่อง่ายต่อการค้นหา

3.4 หลักการ 5 ส

จากการลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูลทำให้พบปัญหาในการทำงานหลายอย่าง ซึ่งเหมาะแก่การทำกิจกรรม 5 ส เช่น การวางสินค้าไม่เป็นที่ การจัดวางอุปกรณ์ไม่เป็นระเบียบ ไม่ค่อยมีการบำรุงรักษา

ผู้วิจัยจึงขอความร่วมมือที่มงานของสถานประกอบการช่วยกันทำความสะอาด จัดหมวดหมู่สินค้าภายในคลัง



ภาพที่ 1 พนักงานทำการคัดแยกแผ่นอลูมิเนียมแต่ละพาเลทและทำความสะอาด

4. ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ SWOT Analysis การจัดการคลังสินค้าอูมิเนียมคอมโพสิตเกรดบี

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์จุดแข็ง-จุดอ่อน การจัดการคลังสินค้าอูมิเนียมคอมโพสิตเกรดบี

จุดแข็ง (Strength)	จุดอ่อน (Weakness)
1. ระบบสต็อกสินค้า สามารถเรียกดูย้อนหลังได้	1. ไม่มีการวางแผน/ขั้นตอน ที่เป็นระบบ จึงเกิดการ ทำงานซ้ำซ้อน
2. มีการอัปเดตข้อมูลจำนวนสินค้าทุกวัน	2. การสื่อสารระหว่างพนักงานในองค์กรไม่ตรงกัน ทำให้เกิดการสื่อสารที่ผิดพลาดได้
3. มีฐานลูกค้าประจำที่แน่นอน	3. ไม่มีเจ้าหน้าที่ประจำคลังสินค้า
4. สินค้ามีเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า	4. เจ้าหน้าที่ขาดความชำนาญในการปฏิบัติงาน
	5. ตำแหน่งที่ตั้งในการจัดเก็บสินค้ายังไม่ชัดเจน
	6. สินค้าเกิดความเสียหายระหว่างการเคลื่อนย้าย
	7. ขาดผู้นำในการสั่งการ
	8. ฐานข้อมูลจำนวนสินค้าไม่ตรงกับสินค้าจริง
	9. การจัดสรรพื้นที่ในการจัดเก็บยังไม่เกิด ประสิทธิภาพสูงสุด
	10. สินค้าไม่พร้อมขาย ก่อนขายต้องทำการคัด คุณภาพก่อนเสมอ

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์โอกาส-อุปสรรค การจัดการคลังสินค้าอูมิเนียมคอมโพสิตเกรดบี

โอกาส (Opportunity)	อุปสรรค (Threat)
1. แผ่นเสียจากการจัดเก็บ สามารถนำไปขายในราคา ที่ต่ำกว่าราคาขายปกติได้	1. วัตถุดิบในการผลิตสินค้าแต่ละรุ่นสีไม่เหมือนกัน ส่งผลให้เกิดปัญหาในการจัดเก็บสินค้า
2. รองรับความต้องการ ความพึงพอใจลูกค้า เรื่อง การเปลี่ยนฟิล์มกันรอยเป็นยี่ห้อที่ลูกค้าต้องการได้	2. พื้นที่จัดเก็บสินค้ามีไม่เพียงพอต่อจำนวนสินค้า
	3. มีการเปลี่ยนแปลงใบสั่งขาย ตัวอย่างกรณีลูกค้า เปลี่ยนแปลงสินค้า
	4. สินค้ามีขนาดใหญ่จึงมีปัญหาในการเคลื่อนย้าย และจัดเก็บ

การวิเคราะห์จุดแข็งและโอกาส พบว่าระบบข้อมูลที่ทางสถานประกอบการนำมาใช้เพื่อจัดเก็บข้อมูลการจัดเก็บภายในคลังสินค้าเป็นระบบเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีการจัดการระบบที่ดี จึงทำให้สามารถเรียกดูข้อมูลสินค้าภายในคลัง รวมถึงสามารถเรียกดูรายการสินค้าย้อนหลังได้ มีการอัปเดตข้อมูล รายการสินค้าภายในคลังสินค้าทุกวัน ทำให้ทางสถานประกอบการทราบว่าในปัจจุบันมีสินค้าภายในคลังสินค้าเหลืออยู่เท่าใด ต้องทำการเก็บสินค้าอีกเท่าใดจึงจะเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า นอกจากนี้แผนอูมิเนียมคอมพิวเตอร์ที่เกิดความเสียหายจากการเก็บไว้นานหรือคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน ไม่สามารถนำมาขายในราคาปกติได้ แต่สามารถขายในราคาที่ถูกลงได้ ทั้งนี้ทางสถานประกอบการยังมีบริการเปลี่ยนฟิล์มกันรอยให้เป็นที่ยึดตามที่ลูกค้าต้องการได้ เป็นการตอบสนองความต้องการของลูกค้าเป็นอย่างดี

การวิเคราะห์จุดแข็งและโอกาส สามารถเพิ่มศักยภาพในการจัดเก็บสินค้าอูมิเนียมคอมพิวเตอร์ได้ดังนี้

- 1) จัดสรรพื้นที่ในการจัดเก็บ เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการจัดเก็บให้ได้มากและเป็นการใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้า
- 2) นำระบบการทำงานที่ทันสมัยเข้ามาใช้ในการจัดเก็บสินค้า เพื่อเพิ่มศักยภาพในการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลสินค้าภายในคลังให้ได้มากและถูกต้องที่สุด

การวิเคราะห์จุดอ่อนและอุปสรรคของสถานประกอบการพบว่า ในส่วนของคลังสินค้ายังขาดการวางแผนขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เป็นระบบ จึงทำให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อน ระบบสื่อสารยังไม่ดีเท่าที่ควร การสื่อสารที่เข้าใจไม่ตรง การสื่อสารที่ผิดพลาด ทำให้มีผลกระทบต่อการทำงาน ขาดเจ้าหน้าที่ประจำคลังสินค้า รวมไปถึงผู้ปฏิบัติงานยังขาดความชำนาญในการปฏิบัติงาน ขาดป้ายบ่งชี้ ตำแหน่งของสินค้ายังไม่ชัดเจนทำให้ยากต่อการค้นหาสินค้า สินค้าภายในคลังสินค้าอูมิเนียมคอมพิวเตอร์เป็นสินค้าที่มีการจัดเก็บแต่ยังไม่พร้อมขาย ก่อนทำการขายต้องมีการคัดคุณภาพอีกครั้ง จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการทำงานที่ซ้ำซ้อน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความเหนื่อยล้าในการทำงาน ยากต่อการจัดเก็บหากขาดการวางแผนการทำงานที่ดี เนื่องจากสินค้ามีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักที่มาก

จากการวิเคราะห์จุดอ่อนและอุปสรรค มีกลยุทธ์เร่งพัฒนาและวางแผนการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้าอูมิเนียมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

- 1) มีการวางแผนการดำเนินการก่อนและหลังการปฏิบัติงานให้ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อลดปัญหาการทำงานซ้ำซ้อน และให้การทำงานเป็นระบบมากขึ้น
- 2) จัดทำป้ายบ่งชี้ ระบุตำแหน่งให้กับสินค้าที่อยู่ภายในคลังสินค้า เพื่อความสะดวกในการค้นหา ลดระยะเวลาในการค้นหาสินค้า

3) นำเทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น ระบบบาร์โค้ด ระบบคิวอาร์โค้ด เพื่อให้ทราบชนิดและจำนวนสินค้าที่มีอยู่ในคลังสินค้า เข้ามาช่วยในการปฏิบัติงาน เพื่อลดขั้นตอนการค้นหาสินค้าและสามารถลดความเหนื่อยล้าของผู้ปฏิบัติงานได้

5. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

5.1 ผลที่ได้จากการจัดคลังสินค้า

- 5.1.1 ทำให้รู้ถึงจำนวนของสินค้า ประเภทของสินค้าที่มีอยู่ภายในคลัง
- 5.1.2 ลดระยะเวลาในการทำงาน ไม่ให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อน
- 5.1.3 ลดระยะเวลาในการค้นหาสินค้า ทำให้ง่ายต่อการขาย
- 5.1.4 ลดความเสียหายของสินค้า
- 5.1.5 คลังสินค้ามีพื้นที่เพิ่มขึ้นเพื่อรองรับสินค้าที่ส่งเข้ามาจัดเก็บ
- 5.1.6 อำนวยความสะดวกเกี่ยวกับข้อมูลของสินค้าที่ถูกต้อง สนับสนุนการขายและการบริการให้กับฝ่ายขายหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- 5.1.7 เมื่อมีการรักษาฐานข้อมูลให้ถูกต้องอยู่เสมอแล้ว ก็จะส่งผลให้ลดการทำงานในขั้นตอนการตรวจสอบข้อมูลสินค้าภายในคลังบ่อยๆ

5.2 ผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

ก่อนการจัดคลังสินค้าไม่สามารถระบุได้ว่าสินค้าพร้อมขายคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์จากสินค้าทั้งหมด แต่เมื่อมีการจัดคลังสินค้าแล้ว ได้มีการทำฐานข้อมูล จึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่ามีแผนอลูมิเนียมคอมโพสิตทั้งหมดในคลังสินค้า 13,444 แผ่น เป็นแผ่นที่ตรวจสอบคุณภาพพร้อมขาย โดยผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพแล้วจำนวน 5,877 แผ่นคิดเป็น 43.7% จากสินค้าทั้งหมด และมีแผ่นที่ต้องคัดก่อนจำหน่ายทั้งหมด 7,567 แผ่นคิดเป็น 56.3% จากสินค้าทั้งหมด

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เมื่อได้จัดคลังสินค้าสำเร็จแล้ว จะเห็นได้ว่าคลังสินค้าอลูมิเนียมคอมโพสิตเกรดบียังไม่มีเจ้าหน้าที่ประจำคลังสินค้า ดังนั้นทางผู้บริหารควรพิจารณาจัดสรรพนักงานที่มีความรู้ ความสามารถมาประจำคลังสินค้าเกรดบี เพื่อที่จะมาดูแลสินค้าและคอยรักษาฐานข้อมูลให้ถูกต้องตามข้อมูลสินค้าที่มีอยู่จริง เพื่อความรวดเร็วต่อการค้นหาสินค้าและสะดวกต่อการจัดส่งสินค้าให้ลูกค้าต่อไป

5.3.2 จะเห็นได้ว่ามีสินค้าบางรายการไม่มีการเคลื่อนไหวเป็นเวลานานจึงทำให้สินค้าอาจเกิดความเสียหาย และบางรายการเป็นสินค้าที่ไม่มีการจ่ายออก (Dead Stock) ดังนั้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องควรพิจารณาสินค้าประเภทนี้ เพื่อเพิ่มพื้นที่ที่สามารถวางสินค้าอื่นได้ต่อไป



ภาพที่ 2 ก่อนจัดคลังสินค้า



ภาพที่ 3 หลังจัดคลังสินค้า

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณชวลิต ครองสิน กรรมการผู้จัดการ คุณจิรยุทธ รัชมี บัญชีคลังสินค้า และทีมงานของบริษัทธนศึกษา ที่มีโอกาสให้นางสาวฐิติภรณ์ ปานนิล และนางสาวรุ่งอรุณ สุขกรัต ทำให้ได้รับความรู้และประสบการณ์ที่มีคุณค่า และสามารถนำความรู้ที่ได้มาจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้

7. เอกสารอ้างอิง

- คำนาย อภิปรัชญาสกุล. (2547). *โลจิสติกส์และการจัดการซัพพลายเชน กลยุทธ์สำหรับต้นทุนลดต้นทุนและเพิ่มกำไร*. กรุงเทพฯ: โฟกัสมีเดีย แอนด์พับลิชชิง.
- ปฐมพงษ์ หอมศรี และจักรพรรณ คงชนะ. (2557). การพัฒนาระบบการจัดการสินค้าคงคลัง: กรณีศึกษาบริษัทติดตั้งและบำรุงรักษาเครื่องจักรของโรงงาน SME. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 7(2). 42-56.
- สมยศ นาวิการ. (2538). *การบริหารเชิงกลยุทธ์ Strategic management*. กรุงเทพฯ: ดอกหญ้า.
- สุกัญญา มีประดิษฐ์. (2554). *การจัดการคลังสินค้า บริษัท คิงเพาเวอร์ แท็กฟรี จำกัด*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนครพนม.

ปัจจัยที่มีผลต่อรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ

Factors Relating to Income on Farmer of Industrial Sericulture in Northern Thailand

ธนกิจ ถาหมี^{1*} และจตุทาทิพย์ เฉลิมผล²

^{1*} ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ (แพร่) แพร่ 54110

² ภาควิชาพัฒนาเศรษฐกิจการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Tanakij Thamee^{1*} and Jutatip Chalermpho²

^{1*} Queen Sirikit Sericulture Center (Phrae), Phrae Thailand 54110

² Department of Agricultural Economy and Development, Faculty of Agricultural, Chiang Mai University, Chiang Mai Thailand 52000

*E-mail: tanakiji.t@qsds.go.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ เกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ จำนวน 531 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple Regression Analysis)

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 50.06 ปี จบระดับชั้นประถมศึกษา มีประสบการณ์การเลี้ยงไหมเฉลี่ย 12.76 ปี มีพื้นที่การปลูกหม่อนเฉลี่ยจำนวน 8.85 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกหม่อนพันธุ์สกลนคร มีต้นทุนการปลูกหม่อนเฉลี่ย 3,581.94 บาทต่อไร่ มีต้นทุนการเลี้ยงไหมเฉลี่ย 1,839.52 บาทต่อกล่อง มีรายได้จากการขายรังไหมเฉลี่ย 102,589.35 บาทต่อปี โดยมีการเลี้ยงไหมเฉลี่ยจำนวน 7.08 รุ่นต่อปี และมีปริมาณการเลี้ยงไหมเฉลี่ยจำนวน 14.3 กล่องต่อปี เกษตรกรมีคะแนนการปฏิบัติที่ดีจำนวน 12.70 คะแนน อยู่ในระดับปานกลาง เกษตรกรได้รับข่าวสารในระดับน้อย การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จในการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมพบว่า มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อายุต้นหม่อน ขนาดของพื้นที่ที่ปลูกหม่อน จำนวนแรงงานในการเลี้ยงไหม ต้นทุนการดูแลแปลงหม่อน จำนวนรุ่นในการเลี้ยงไหมในรอบปี การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังไหมที่มีความสัมพันธ์เชิงบวก ปัญหาและอุปสรรคเกษตรกรมีปัญหารื่องฝนแล้งในระดับมาก รองลงมาพบว่าปัจจัยการผลิตมีราคาสูง ปัญหาแมลงศัตรูหม่อนในระดับปานกลาง สำหรับข้อเสนอแนะของเกษตรกรคือ ต้องการให้ภาครัฐเข้ามาดูแลให้มากขึ้น คุณภาพของผลผลิตที่ดี จำหน่ายได้ราคาสูง พื้นที่มีน้ำเพียงพอ

คำสำคัญ: การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม ความสำเร็จ เกษตรกร ภาคเหนือ การวิเคราะห์ถดถอยพหุ

Abstract

The objectives of this research were to study factor related to income of sericulture. The sample group of this research was sericulture farmer in northern of Thailand. The instruments used for data collection were interview and questionnaire. Data analyses were used descriptive statistic such as percentage, mean, standard deviation, maximum, minimum and multiple regression analysis.

The results showed that most of the sericulture farmers were male with average age of 50.06 years and graduated from primary school, the experiment of sericulture was 12.76 years in average. The average areas of mulberry cultivations were 8.85 rai. The average mulberry cultivation cost was 3581.94 baht per rai. The average silk rearing cost was 1839.52 baht per box. The average cocoon sales were 102,589.35 baht per year. The average silk production was 7.08 tons per year and the average number box of silk for rearing 14.3 boxes per year. The farmer had score of good agriculture for silk cocoon production was 12.70 in the medium level. Farmers receive information in less level. From studying factor relation to success of sericulture, it was found that the significant factors were to Age of mulberry tree, Size of the mulberry area, Number of labors in rearing silk worm, Cost of mulberry filed, Number of rearing silk worm in year, Score of good practice for silk cocoon that had positive relationship. The problems of sericulture were drought in high level. Secondly, found that factors of production were high cost and insect pests in mulberry field. For farmers' suggestions were need the government to take care of them, high quality of product, high selling price and area has enough water.

Keywords: Sericulture, Success, Farmer, Northern of Thailand, Multiple Regression Analysis

1. บทนำ

อาชีพการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมเป็นอาชีพดั้งเดิมของประเทศไทย โดยทั่วไปเกษตรกรจะทำการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในรูปแบบวิถีพื้นบ้าน ทำการเลี้ยงไหมบริเวณใต้ถุนบ้าน ไม่มีการแยกโรงเลี้ยง มีการใช้ไหมพันธุ์ไทยเป็นพันธุ์หลัก เพราะสามารถเลี้ยงได้ง่าย แต่ผลผลิตที่ได้น้อย โดยเกษตรกรส่วนใหญ่มักนิยมสาวเส้นไหมแล้วนำมาทอเป็นผ้าไหมใช้เอง แต่ในปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนจากการเลี้ยงไหมมาเป็นการเลี้ยงไหมแบบอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ เกษตรกรทำการผลิตรังไหม แล้วขายรังไหมให้กับโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทำการผลิตเส้นไหม สามารถสร้างรายได้และมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรมากขึ้น และปัจจุบันนี้มีเกษตรกรเข้ามาในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไหมเพิ่มมากขึ้น แต่ก็ยังมีส่วนน้อยที่สามารถประสบความสำเร็จในการผลิตรังไหม และจากสถิติการส่งออกรังไหม เส้นไหม และผลิตภัณฑ์จากไหมของกรมศุลกากร (กรมศุลกากร, 2561) พบว่าปี 2560 มีการนำเข้าของผลิตภัณฑ์จากไหมมูลค่ากว่า 419 ล้านบาท มีมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ไหม

320 ล้านบาท และปี 2561 (เดือนมกราคม-เมษายน) พบว่า มีมูลค่าการนำเข้า 117 ล้านบาท และการส่งออก 134 ล้านบาท โดยประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกที่สูงกว่า เมื่อพิจารณาจากปริมาณการนำเข้าผลิตภัณฑ์จากไหม ในปี 2560-2561 และมีมูลค่าการนำเข้าที่ค่อนข้างสูง ในอุตสาหกรรมไหมของประเทศไทยนั้น ยังสามารถพัฒนามูลค่าการส่งออกได้เพิ่มขึ้นได้อีก โดยกรมหม่อนไหมรายงานว่า ความต้องการเส้นไหม อุตสาหกรรมในประเทศมีความต้องการสูงถึง 523 ตัน แต่มีกำลังการผลิตเพียง 157 ตัน ปริมาณเส้นไหม อุตสาหกรรมยังไม่เพียงพอต่อความต้องการภายในประเทศถึง 366 ตัน ซึ่งเกษตรกรผู้ผลิตรังไหมอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีจำนวน 2,552 ราย มีพื้นที่ปลูกหม่อน 15,520 ไร่ เท่านั้นเอง (กรมหม่อนไหม, 2560)

สำหรับเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมแบบอุตสาหกรรมเป็นอาชีพหลักให้ประสบผลสำเร็จและมีรายได้ที่มั่นคงนั้น ต้องใช้เทคนิคการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมแผนใหม่ โดยให้ความสำคัญกับพันธุ์ไหมที่ดีมีคุณภาพดี พืชอาหารมีความอุดมสมบูรณ์ และการจัดการหม่อนไหมไปพร้อมกัน นำเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสมไปใช้ในทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่ในแปลงหม่อนไปจนถึงการจัดการรังไหมเพื่อจำหน่าย รวมไปถึงการจัดการดูแลในโรงเลี้ยงไหมให้สะอาดปลอดโรค ดังนั้น ผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมจึงต้องมีความรู้ในการผลิตตระหนักถึงวิธีการปฏิบัติที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพรังไหมเป็นสิ่งสำคัญ แต่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังให้ความสำคัญในเรื่องการจัดการดูแลแปลงหม่อนน้อยมาก ทำให้การเลี้ยงไหมไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จากการสำรวจพบว่า เขตพื้นที่ภาคเหนือมีศักยภาพในการผลิตไหมอุตสาหกรรม โดยเป็นแหล่งผลิตที่ใหญ่ในการผลิตไหม อุตสาหกรรมในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดเพชรบูรณ์มีพื้นที่การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมมากกว่า 4,500 ไร่ สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรถึงปีละ 50 ล้านบาท โดยมีบริษัทที่ทำการรับซื้อรายใหญ่ ได้แก่ บริษัทจุลไหมไทย และในพื้นที่พบว่ามีเกษตรกรที่ประสบความสำเร็จโดยสามารถสร้างรายได้จากการขายรังไหมได้ปีละมากกว่า 180,000 บาท เพียงร้อยละ 10 ของเกษตรกรในพื้นที่เท่านั้น (ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ แพร่, 2560)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ เพื่อคัดเลือกปัจจัยอันมีผลต่อรายได้จากการขายรังไหมของเกษตรกร แล้วนำปัจจัยเกี่ยวข้องไปดำเนินการส่งเสริมและพัฒนาเกษตรกรต่อไป โดยการศึกษาดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงสภาพทาง เศรษฐกิจ สังคม ปัญหา ความต้องการ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหม อุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประกอบแนวทางส่งเสริมการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการที่จะสามารถคาดหวัง หรือทำนาย พฤติกรรมของเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในสถานการณ์ต่างๆ ได้ดีขึ้น อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มจำนวนผู้ผลิต รังไหมอุตสาหกรรมที่มีประสิทธิภาพในการผลิตรังไหมเพื่อการขายรัง และยังเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงาน ราชการและผู้สนใจในเรื่องการผลิตรังไหมอุตสาหกรรม

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกหอมเลียงไหมอุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ จำนวน 726 ราย ในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคเหนือ ได้แก่ อุดรดิตต์ พิษณุโลก กำแพงเพชร ตาก พิจิตร น่าน และ เพชรบูรณ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้จำนวน 531 ราย คำนวณสูตรการหาตัวอย่างของ Tora Yamane อังโน ธาณินทร์ ศิลป์จารุ (2553) การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นคำถาม แบบปลายปิด (Close-Ended Question) และคำถามปลายเปิด (Open-Ended Question) เก็บข้อมูล เกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม รูปแบบการเลี้ยงไหม และปัจจัยที่มีผลต่อรายได้จากการเลี้ยงไหม ของเกษตรกร มีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบสัมภาษณ์ (Content Validity) และทดสอบความ น่าเชื่อถือของแบบสัมภาษณ์ (Reliability) กับผู้เชี่ยวชาญด้านการปลูกหอมเลียงไหม โดยต้องเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการปลูกหอมเลียงไหมไม่น้อยกว่า 10 ปี หรือเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ระบบส่งเสริมการเกษตร จากนั้นนำแบบสอบถามไปทดสอบกับเกษตรกร จำนวน 20 ราย ที่มีลักษณะคล้าย ประชากร แต่ไม่ใช่ประชากรที่ใช้ศึกษา แล้ววิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ในการคำนวณ เพื่อประกอบการอธิบายลักษณะทั่วไปของผู้ตอบ แบบสอบถาม และการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นปกติ (Enter Multiple Regression) คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) และตัวแปรตาม (Dependent Variables) ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรกับรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกหอมเลียงไหมอุตสาหกรรมในเขต ภาคเหนือ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับรายได้จากการประกอบอาชีพการเลี้ยงไหม อุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของตารางประกอบการอธิบาย

3.1 ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ตอบแบบสอบถาม ร้อยละ 56.7 เป็นเพศชาย มีอายุเฉลี่ย 50.06 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 71.9 มีอาชีพหลักปลูกหอมเลียงไหมร้อยละ 77.4 ทำอาชีพนาเป็นอาชีพรองร้อยละ 77.4 โดยมีประสบการณ์ในการเลี้ยงไหมเฉลี่ย 12.76 ปี

รายได้จากการขายรังไหมเฉลี่ย 102,589.35 บาทต่อปี โดยเกือบสองในสามมีรายได้ในช่วง 90,001 ถึง 120,000 บาท มีพื้นที่การปลูกหอมเฉลี่ย 8.84 ไร่ โดยมีอายุต้นหอมเฉลี่ย 8.53 ปี แหล่งเงินทุน ส่วนใหญ่ใช้เงินตัวเองมากกว่าร้อยละ 80 แรงงานในการดูแลแปลงหอมโดยเฉลี่ยพบว่า มีแรงงานทั้งหมด

จำนวน 2.31 คน จำนวนแรงงานในการเลี้ยงไหมเฉลี่ยจำนวน 3.37 คน ต้นทุนในการจัดการแปลงหม่อนต่อไร่ 3581.94 บาท ต้นทุนในการเลี้ยงไหมต่อกล่อง 1839.52 บาท

เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกหม่อนพันธุ์สกจนคร ร้อยละ 70.1 ทำการตัดแต่งพร้อมการเลี้ยงไหม ร้อยละ 62.5 ไม่มีระบบน้ำในแปลงหม่อนร้อยละ 84.8 มีการจัดการแบ่งแปลงหม่อนสำหรับการเลี้ยงไหม 3 แปลง ร้อยละ 46.0 พันธุ์ไหมที่เลี้ยง เลี้ยงไหมพันธุ์จุล 1 ร้อยละ 60.8 ลักษณะการเลี้ยงไหมทำการเลี้ยงเป็นรุ่นๆ มีการพักห้องเลี้ยง/โรงเลี้ยงไหม ร้อยละ 57.1 จำนวนรุ่นการเลี้ยงไหมในรอบปีที่ผ่านมาเฉลี่ย 7.08 รุ่น ปริมาณหนอนไหมที่เลี้ยงในรอบปีที่ผ่านมาเฉลี่ย 14.33 กล่อง ปริมาณผลผลิตรังไหมที่ได้เฉลี่ย 724.64 กิโลกรัม การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการปลูกหม่อนเลี้ยงไหม ได้รับข่าวสารในระดับน้อย ($\bar{X} = 1.049$) การเข้าร่วมกิจกรรมและติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรพบว่า โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 60.8 เคยเข้าร่วมการศึกษา ดูงานเกี่ยวกับหม่อนไหม รองลงมาร้อยละ 47.3 เคยฝึกอบรมการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมแบบเน้นหนัก (10 วัน ขึ้นไป) และมีเกษตรกรส่วนน้อยที่เคยผ่านการฝึกอบรมมาตรฐานเกษตรที่ดีและเหมาะสม GAP ร้อยละ 15.3

3.2 การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังไหม

จากการทดสอบเรื่องการปฏิบัติที่ดีเหมาะสมในการผลิตรังไหม โดยใช้คำถามจำนวน 17 ข้อ แบ่งระดับการวัดออกเป็น 2 ระดับ คือ ปฏิบัติตลอด = 1 คะแนน ปฏิบัติบางครั้ง และไม่ปฏิบัติ = 0 คะแนน โดยพบว่ามีร้อยละ 27.1 มีการปฏิบัติที่ถูกต้องในระดับมาก (ร้อยละ 80 ขึ้นไป) และมีเพียงร้อยละ 3.6 ที่ยังปฏิบัติที่ถูกต้องในระดับน้อย (ต่ำกว่าร้อยละ 50) เกษตรกรมีคะแนนต่ำสุด 6 คะแนน คะแนนสูงสุด 17 คะแนน มีคะแนนการปฏิบัติเฉลี่ย 12.70 คะแนน (ร้อยละ 74.70) ซึ่งอยู่ในระดับการปฏิบัติในระดับปานกลาง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.448

3.3 ปัญหา และอุปสรรคสำหรับการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมของเกษตรกร

พบว่า โดยภาพรวมเกษตรกรมีปัญหา อุปสรรค ในระดับน้อยต่อการผลิตรังไหมของเกษตรกร ($\bar{X} = 1.06$) และเมื่อพิจารณาแต่ละประเด็นพบว่า เกษตรกรมีปัญหาเรื่องฝนแล้งในระดับมาก ($\bar{X} = 2.42$) รองลงมาพบปัญหาการกำจัดการผลิตแพง ($\bar{X} = 1.69$) แมลงศัตรูหม่อนในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 1.58$) และพบว่าเกษตรกรมีปัญหาเรื่อง ค่าจ้างแรงงาน เงินลงทุน โรคไหม ขาดการสนับสนุนจากรัฐบาล โรคหม่อน ราคาผลผลิตตกต่ำ กำจัดการผลิตหายาก แมลงศัตรูไหม มีการพ่นยาฆ่าแมลงไล่เขตแปลงหม่อน มีการใช้ยาฆ่าแมลงไล่โรงเลี้ยงไหม และขั้นตอนการเลี้ยงยุ่งยาก ต้องใช้ความละเอียดรอบคอบและใส่ใจสูงอยู่ในระดับน้อย สำหรับข้อเสนอแนะของเกษตรกรคือ ต้องการให้ภาครัฐเข้ามาดูแลให้มากขึ้น คุณภาพของผลผลิตที่ดี จำหน่ายได้ราคาสูง พื้นที่มีน้ำเพียงพอ

3.4 การทดสอบสมมติฐาน

การวิจัยในครั้งนี้ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ ได้แก่ ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล เศรษฐกิจ สังคม และการปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังไหม และตัวแปรตามคือ รายได้จากการขายรังไหมของเกษตรกรในเขตภาคเหนือ (พื้นที่) โดยสถิติที่ใช้คือ การวิเคราะห์ถดถอยพหุ

3.5 ปัจจัยที่มีผลต่อรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกหอมเลียงใหม่อุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือ

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีความสัมพันธ์มากน้อยเพียงใดกับตัวแปรตาม ซึ่งมีทั้งหมด 15 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็น 4 ปัจจัย คือ

3.5.1 ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการเลียงใหม่ อายุต้นหอม การแบ่งแปลงสำหรับการเลียงใหม่

3.5.2 ปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ ขนาดของพื้นที่ที่ปลูกหอม จำนวนแรงงานในการดูแลแปลงหอม จำนวนแรงงานในการเลียงใหม่ ต้นทุนการดูแลแปลงหอม ต้นทุนการเลียงใหม่ต่อกล่อง จำนวนรุ่นในการเลียงใหม่ในรอบปี

3.5.3 ปัจจัยทางด้านสังคม ได้แก่ ระดับการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลียงใหม่ และการเข้าร่วมกิจกรรมและติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร

3.5.4 ปัจจัยด้านการปฏิบัติ ได้แก่ การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังใหม่

ส่วนตัวแปรตามคือ รายได้จากการเลียงใหม่ของเกษตรกรผู้ปลูกหอมเลียงใหม่ในเขตภาคเหนือ เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละคู่ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) พบว่า ไม่มีตัวแปรอิสระคู่ใดที่มีความสัมพันธ์กันสูงกว่า 0.70 ที่ก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยตัวเอง (Multicollinearity) (สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์, 2548) ผลการวิเคราะห์เบื้องต้นเกี่ยวกับตัวแปรที่นำเข้ามาสมการจำนวน 15 ตัวแปร ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

การวิจัยครั้งนี้มีแบบจำลองสามารถเขียนสมการ ได้ดังนี้

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_{15}X_{15}$$

เมื่อ Y = รายได้จากการขายรังใหม่ของเกษตรกร (พันบาท)

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ X_1 = เพศ (เพศชาย = 1, เพศหญิง = 0)

X_2 = อายุ (ปี)

X_3 = ระดับการศึกษา (ปี)

X_4 = ประสบการณ์ในการปลูกหอมเลียงใหม่ (ปี)

X_5 = อายุต้นหอม (ปี)

X_6 = การแบ่งแปลงสำหรับการเลียงใหม่ (แปลง)

X_7 = ขนาดของพื้นที่ที่ปลูกหอม (ไร่)

X_8 = จำนวนแรงงานในการดูแลแปลงหอม (คน)

X_9 = จำนวนแรงงานในการเลียงใหม่ (คน)

X_{10} = ต้นทุนการดูแลแปลงหอม (บาทต่อไร่)

X_{11} = ต้นทุนการเลียงใหม่ต่อกล่อง (บาทต่อกล่อง)

X_{12} = จำนวนรุ่นในการเลียงใหม่ในรอบปี (รุ่น)

X_{13} = ระดับการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการเลี้ยงไหม
(มาก = 3, ปานกลาง = 2, น้อย = 1, ไม่ได้รับ = 0)

X_{14} = การเข้าร่วมกิจกรรมและติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร
(ครั้ง)

X_{15} = การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังไหม (คะแนนทั้งหมด)

จากการวิเคราะห์หัตถถอยพหุโดยการนำตัวแปรเข้าไปในสมการโดยวิธีปกติ (Enter) ผลปรากฏว่าได้ค่า F เท่ากับ 225.114 Sig เท่ากับ 0.000 พบว่ามีตัวแปรอิสระเพียง 6 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตัวแปรตาม (รายได้จากการขายรังไหม (พันบาท)) และเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์แห่งการตัดสินใจเชิงพหุ (Multiple Coefficient of Determination: R^2) ปรากฏว่า R^2 เท่ากับ 0.720 หมายความว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมดรวมกันอธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้ ร้อยละ 72.0 ซึ่งตัวแปรอิสระจำนวน 6 ตัวแปร มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังไหม จำนวนรุ่นในการเลี้ยงไหมในรอบปี ขนาดพื้นที่ในการปลูกหม่อน ต้นทุนในการดูแลแปลงหม่อนต่อไร่ แรงงานในการเลี้ยงไหมและอายุหม่อน (Table 2)

Table 1 Mean and Standard Deviation of Variables

Variables	\bar{X}	S.D.
1. Sex (1 = man, 0 = women ; x_1)	0.56	.495
2. Age (year ; x_2)	50.06	9.686
3. Education (year ; x_3)	6.979	2.565
4. Experience in Sericulture (year ; x_4)	12.76	8.045
5. Age of Mulberry Tree (year ; x_5)	8.53	4.749
6. Section of Mulberry Filed for Management to Rearing Silk Worm (plot ; x_6)	2.81	.984
7. Size of The Mulberry Area (rai ; x_7)	8.844	4.781
8. Number of Labors in Mulberry Filed (Number ; x_8)	2.31	.828
9. Number of Labors in Rearing Silk Worm (Number ; x_9)	3.37	1.859
10. Cost of Mulberry Filed (Bath/rai ; x_{10})	3581.94	2148.25
11. Cost of Rearing Silk Worm (Bath/Box ; x_{11})	1839.53	756.69
12. Number of Rearing Silk Worm in Year (Number ; x_{12})	6.80	3.092
13. Level of Access to Information (Extremely = 3, Moderately = 2, Rarely = 1, Never = 0 ; x_{13})	1.049	.4479

Table 1 Mean and Standard Deviation of Variables (Cont.)

Variables	\bar{X}	S.D.
14. Extension and Support; Activities and Contact with Agricultural Extension Staff (Number ; x_{14})	2.655	2.009
15. Score of Good Practice for Silk Cocoon (Score ; x_{15})	12.70	2.448
16. Income (Thousand Bath ; Y)	102.589	77.495

Table 2 Multiple Regression Analysis for Factors Affecting Income on Farmer of Industrial Sericulture in Northern Thailand

Variables	B	t	P-value	
constant	-182.364	-17.669	.000	
1. Sex (1 = man, 0 = women ; x_1)	-.035	-1.513	.132	
2. Age (year ; x_2)	-.068	-2.874	.054	
3. Education (year ; x_3)	.021	.861	.390	
4. Experience in Sericulture (Year ; x_4)	-.007	-.259	.795	
5. Age of Mulberry Tree (Year ; x_5)	1.161	2.674	.008	
6. Section of Mulberry Filed for Management to Rearing Silk Worm (Plot ; x_6)	-.032	-1.272	.204	
7. Size of The Mulberry Area (rai ; x_7)	5.464	11.177	.000	
8. Number of Labors in Mulberry Filed (Number ; x_8)	.560	2.271	.064	
9. Number of Labors in Rearing Silk Worm (Number ; x_9)	3.331	3.056	.002	
10. Cost of Mulberry Filed (Bath/rai ; x_{10})	4.485	5.112	.000	
11. Cost of Rearing Silk Worm (Bath/Box ; x_{11})	-.028	-1.073	.284	
12. Number of Rearing Silk Worm in Year (Number ; x_{12})	9.266	14.037	.000	
13. Level of Access to Information (Extremely = 3, Moderately = 2, Rarely = 1, Never =0 ; x_{13})	.035	1.479	.140	
14. Extension and Support; Activities and Contact with Agricultural Extension Staff (Number ; x_{14})	.020	.815	.415	
15. Score of Good Practice for Silk Cocoon (Score ; x_{15})	10.742	12.225	.000	
R = .849	R² = .720	SEE = 2293283.722	F = 225.114	sig of F = .000

เขียนสมการถดถอยได้ดังนี้

$$Y = a - b_5x_5 + b_7x_7 + b_9x_9 + b_{10}x_{10} + b_{12}x_{12} + b_{15}x_{15}$$

รายได้จากการขายรังไหม (พันบาท) = (-182.364) + 1.161 (อายุต้นหม่อน) + 5.464 (ขนาดของพื้นที่ที่ปลูกหม่อน) + 3.331 (จำนวนแรงงานในการเลี้ยงไหม) + 4.485 (ต้นทุนการดูแลแปลงหม่อน (พันบาทต่อไร่)) + 9.266 (จำนวนรุ่นในการเลี้ยงไหมในรอบปี (รุ่น)) + 10.742 (การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังไหม)

4. วิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อรายได้ของเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมในเขตภาคเหนือสามารถอภิปรายความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ดังนี้

4.1 อายุต้นหม่อน พบว่า อายุต้นหม่อนที่สูงขึ้นมีผลทำให้มีรายได้เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากต้นหม่อนที่มีอายุมากขึ้นทำให้ผลผลิตใบหม่อนมีปริมาณเพิ่มขึ้น และมีการสะสมสารอาหารต่างๆ เพิ่มขึ้น ทำให้มีปริมาณที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการเลี้ยงไหมได้ สอดคล้องกับพุทธพร วิวาจารย์ และคณะ (2558), Peris et al. (2014), Prakash et al. (2004) และ Vijayan et al. (2010) รายงานว่า อายุต้นหม่อนเพิ่มขึ้นทำให้ต้นหม่อนมีการเจริญเติบโตมากขึ้น มีผลผลิตเพิ่มมากขึ้นตาม

4.2 ขนาดของพื้นที่ที่ปลูกหม่อน พบว่า หากเกษตรกรมีขนาดพื้นที่ปลูกหม่อนที่เพียงพอ จะทำให้มีพืชอาหารที่เพียงพอสำหรับการเลี้ยงไหม ส่งผลให้รังไหมมีคุณภาพ ทั้งนี้สภาพพื้นที่ปลูกหม่อนต้องเป็นสภาพที่ได้รับการดูแลในระดับที่ดีด้วย โดย Ghafoor et. al. (2010) พบว่า ขนาดของพื้นที่เพาะปลูกเป็นปัจจัยที่มีผลต่อรายได้ทางการเกษตรของเกษตรกร โดยเฉพาะงานวิจัยของ Ibekwe (2010) พบว่าขนาดพื้นที่การเกษตรเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดในการผลิตทางการเกษตรในเขตชนบท ซึ่งจะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดูแลและการจัดการทางการเกษตรต่างๆ และสอดคล้องกับรายงานของบุญกนิสา มาคง และพงศ์พันธุ์ เขียรศิริ (2556) ว่าขนาดพื้นที่มีผลกับการจัดการการเลี้ยงไหมของเกษตรกร โดยหากเกษตรกรมีพื้นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้การจัดการการเลี้ยงไหมทำได้ดีขึ้น

4.3 จำนวนแรงงานในการเลี้ยงไหม พบว่า จำนวนแรงงานในการเลี้ยงไหมเพิ่มขึ้นจะทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่าเกษตรกรสามารถดูแลและจัดการการเลี้ยงไหมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีการทำงานที่ละเอียดรอบคอบและไม่เร่งรีบมากเกินไป ทำให้เกิดการดำเนินงานได้อย่างประณีต จึงทำให้มีผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพ ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น และจิราพร ตยุดิวิกุล (2544) กล่าวว่า ในการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมจำเป็นต้องมีแรงงานที่เพียงพอ เพื่อให้การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญกนิสา มาคง และพงศ์พันธุ์ เขียรศิริ (2556) พบว่า ปัจจัยด้านแรงงานมีความสัมพันธ์กับการจัดการการเลี้ยงไหม ทำให้เกิดการเลี้ยงไหมได้ดีขึ้น

4.4 ต้นทุนการดูแลแปลงหม่อน (พันบาทต่อไร่) พบว่า ต้นทุนในการดูแลแปลงหม่อนที่เพิ่มขึ้นทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากการมีต้นทุนที่เพิ่มเข้ามาเป็นส่วนของการบำรุงรักษาต้นหม่อนให้มีความแข็งแรงและให้ผลผลิตใบหม่อนที่เป็นอาหารในการเลี้ยงหนอนไหม มีปริมาณที่เพียงพอ และมีคุณค่าทางอาหารที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของหนอนไหม ทำให้ได้ผลผลิตที่ดีในที่สุด โดยนิชานันท์ คงทวี และ

ประภัสสร เกียรติสุรนนท์ (2559) พบว่า ต้นทุนมีผลต่อการตัดสินใจในการทำอาชีพปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในระดับมาก

4.5 จำนวนรุ่นในการเลี้ยงไหมในรอบปี (รุ่น) พบว่า จำนวนรุ่นของการเลี้ยงไหมเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากจะทำให้ได้ปริมาณผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้นจากการเลี้ยงไหม แล้วยังต้องมีการปฏิบัติที่ดีและเหมาะสม รวมไปถึงแรงงานในการดูแลและเลี้ยงไหมให้เหมาะสมควบคู่กันไปด้วย ในรายงานของนิชานันท์ คงทวี และประภัสสร เกียรติสุรนนท์ (2559) พบว่า การเลี้ยงไหมหลายรุ่นต่อปีทำให้เกษตรกรมีความต่อเนื่องในการเลี้ยงไหม ได้ผลผลิตไหมที่ดี และมีผลต่อการตัดสินใจที่จะทำอาชีพการปลูกหม่อนเลี้ยงไหม

4.6 การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังไหม พบว่า การปฏิบัติที่ดีและเหมาะสมสำหรับการผลิตรังไหมเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้น เนื่องจากการปฏิบัติตามมาตรฐานสินค้าเกษตรมีการจัดการที่เป็นระบบ และทำให้เกษตรกรตระหนักถึงความสำคัญในทุกขั้นตอนตามหลักการของ GAP สอดคล้องกับการรายงานของชฎานิสร์ มาไพศาลสิน (2556) โดยพบว่า การมีการจัดการที่ดีและการปฏิบัติที่เหมาะสมทำให้ผลผลิตการเลี้ยงไหมดีขึ้น

หากต้องการทำให้เกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมมีรายได้เพิ่มขึ้นควรมีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกหม่อนและใช้ต้นหม่อนที่มีความสมบูรณ์ และมีปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของหนอนไหม มีจำนวนแรงงานการเลี้ยงไหมที่เหมาะสม มีการบำรุงรักษาต้นหม่อนให้มีความสมบูรณ์ มีการเลี้ยงไหมในรอบปีเพิ่มขึ้น และมีการนำหลักการปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังไหมมาปรับใช้โดยเคร่งครัด ก็จะทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 50.06 ปี จบระดับชั้นประถมศึกษา มีประสบการณ์การเลี้ยงไหมเฉลี่ย 12.76 ปี มีพื้นที่การปลูกหม่อนเฉลี่ยจำนวน 8.85 ไร่ ส่วนใหญ่ปลูกหม่อนพันธุ์สกนคร มีต้นทุนการปลูกหม่อนเฉลี่ย 3,581.94 บาทต่อไร่ มีต้นทุนการเลี้ยงไหมเฉลี่ย 1,839.52 บาทต่อกล่อง มีรายได้จากการขายรังไหมเฉลี่ย 102,589.35 บาทต่อปี โดยมีการเลี้ยงไหมเฉลี่ยจำนวน 7.08 รุ่นต่อปี และมีปริมาณการเลี้ยงไหมเฉลี่ยจำนวน 14.3 กล่องต่อปี เกษตรกรมีคะแนนการปฏิบัติที่ดีจำนวน 12.70 คะแนน อยู่ในระดับปานกลาง เกษตรกรได้รับข่าวสารในระดับน้อย ปัญหาและอุปสรรคเกษตรกรมีปัญหาเรื่องฝนแล้งในระดับมาก รองลงมาพบปัจจัยการผลิตมีราคาสูง ปัญหาแมลงศัตรูหม่อนในระดับปานกลาง สำหรับข้อเสนอแนะของเกษตรกรคือ ต้องการให้ภาครัฐเข้ามาดูแลให้มากขึ้น คุณภาพของผลผลิตที่ดี จำหน่ายได้ราคาสูง พื้นที่มีน้ำเพียงพอ

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความสำเร็จในการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรม ที่มีผลต่อการส่งเสริมการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมอุตสาหกรรมจำนวน 6 ปัจจัยดังนี้ อายุต้นหม่อน ขนาดของพื้นที่ที่ปลูกหม่อน จำนวนแรงงานในการเลี้ยงไหม ต้นทุนการดูแลแปลงหม่อน จำนวนรุ่นในการเลี้ยงไหมในรอบปี การปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิตรังไหม

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเกษตรกรผู้ปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในเขตจังหวัด ได้แก่ อุตรดิตถ์ พิษณุโลก กำแพงเพชร ตาก พิจิตร น่าน และเพชรบูรณ์ ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินการวิจัย ตลอดจนบุคลากรของศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ ตาก น่าน และเลย ที่อำนวยความสะดวกในการดำเนินการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมาย งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- กรมศุลกากร. (2561). รายงานสถิตินำเข้า-ส่งออก. สืบค้นจาก http://www.customs.go.th/statistic_report.php?show_search=1
- กรมหม่อนไหม. (2560). รายงานประจำปี 2560 กรมหม่อนไหม. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมฯ.
- จิราพร ตยตุภูมิกุล. (2544). การผลิตหม่อนไหม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชฎานิสวรรค์ มาไพศาลสิน. (2556). การจัดการการผลิตและการตลาดรังไหมอุตสาหกรรม: กรณีศึกษากลุ่มเกษตรกรบ้านนาแพ่ง ตำบลเขาน้อย อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2553). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: เอส อาร์ พรินติ้ง แมสโปรดักส์.
- นิชานันท์ คงทวี และประภัสสร เกียรติสุนนท์. (2559). ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลี้ยงไหมของเกษตรกรในจังหวัดขอนแก่น. *แก่นเกษตร*, 44(4). 631-638.
- พุทธพร วิวาจารย์, สิทธิชัย บุญมัน, ศุภกฤต จันทรวินัย, ชลธิรา แสงศิริ และธนพร ขจรผล. (2558). อิทธิพลของลักษณะทางเศรษฐกิจต่อผลผลิตใบหม่อนของหม่อนเลี้ยงไหม (silkworm mulberry; *Morus spp.*) จากประเทศจีน. *แก่นเกษตร*, 43(ฉบับพิเศษ 1). 780-783.
- บุญกัญญา มาคง และพงศ์พันธุ์ เขียวหิรัญ. (2556). การจัดการการผลิตไหมของเกษตรกรเพื่อพัฒนาการผลิตไหม. ใน *การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 3 (O-ST 090)*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บุญสม วราเอกศิริ. (2535). *ส่งเสริมการเกษตร : หลักและวิธีการ*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ. (2560). *รายงานประจำปี 2560 ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ เขต 1 จังหวัดแพร่*.แพร่: กรมหม่อนไหม.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. (2548). *เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: หจก. สามลดดา.

- Ghafoor, A., Hussain, M., Naseer, K., Ishaque, M., and Baloch, M. H. (2010). Factors Affecting Income and Saving of Small Farming Households in Sargodha District of The Punjab, Pakistan. *Pak. J. Agri., Agril. Engg., Vet. Sci.*, 26(2), 27-35.
- Ibekwe, U. C. (2010). Determinants of Income Among Farm Households in Orlu Agricultural Zone of Imo State, Nigeria. *Report and opinion*, 2(8), 32-35. Retrieved from http://www.sciencepub.net/report/report0208/06_3606report0208_32_35.pdf
- Peris, N. W., Gacheri, K. M., Theophilus, M. M., and Lucas, N. (2014). Morphological characterization of Mulberry (*Morus* spp.) accessions grown in Kenya. *Sustainable Agriculture Research*. 3(1), 10-17.
- Prakash, B. G., Halaswamy K. M., and Guled, M. B. (2004). Performance of mulberry varieties and correlation among leaf yield and its components under dryland situation at Bijapur. *Karnataka J. Agri. Sci.*, 17(3), 562-565.
- Vijayan, K., Doss, S. G., Chackraborti, S. P., Ghosh, P. D., and Saratchandra, B. (2010). Character association in mulberry under different magnitude of salinity stress. *Emir. J. Food Agric*, 22(4), 318-325.

ภาคผนวก

การเตรียมบทความตีพิมพ์วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

Manuscript Preparation Guideline for Innovation and
Community Technology Journal

ชื่อ นามสกุล^{1*} และชื่อ นามสกุล²

^{1*} ตำแหน่ง, ชื่อสถาบัน/หน่วยงานต้นสังกัด

² ตำแหน่ง, ชื่อสถาบัน/หน่วยงานต้นสังกัด

First Author's First-Last Names^{1*} and Second Author's First-Last Names²

^{1*} Position, Address

² Position, Address

*E-mail: xxx@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความงานวิจัยและบทความวิชาการ ผู้ส่งบทความจะต้องยึดรูปแบบตามบทความนี้อย่างเคร่งครัด บทความใดที่รูปแบบไม่ถูกต้อง จะถูกส่งคืนและไม่รับพิจารณาในครั้งนี้ บทคัดย่อต้องมีทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ แต่ละภาษาควรมีเพียงย่อหน้าเดียว ระบุถึงความสำคัญของเรื่อง วัตถุประสงค์ วิธีการศึกษา ผลการศึกษาและบทสรุป มีความยาวไม่เกิน 300 คำ

คำสำคัญ: ระบุคำสำคัญของเรื่อง (Keyword) จำนวน 3-5 คำ

Abstract

The research papers and Academic Papers, Authors are required to strictly follow the guidelines provided here, otherwise the manuscript will be rejected immediately in this time. The abstract has both of Thai and English Language. A good abstract should have only one paragraph. In abstract identify the importance of objectives, methodology, results, and conclusions. The length of each should not exceed 300 words.

Keywords: the number of keywords should not exceed 3-5 words.

1. คำแนะนำในการส่งผลงานเพื่อตีพิมพ์

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นคู่มือในการเขียนบทความฉบับเต็มสำหรับผู้ที่มีความประสงค์ในการส่งบทความเข้าตีพิมพ์ โดยบทความที่ส่งมาเพื่อพิจารณาตีพิมพ์จะต้องไม่เคยเผยแพร่ในวารสารใดมาก่อน และ ไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาของวารสารอื่น หากมีเนื้อหา ข้อมูลวิจัยบางส่วนเคยพิมพ์ในรายงานการประชุม วิชาการจะต้องมีส่วนที่เพิ่มเติมหรือขยายจากส่วนที่เคยตีพิมพ์และต้องมีคุณค่าทางวิชาการที่เด่นชัด โดยได้รับการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ

2. บทความที่รับพิจารณาลงพิมพ์

2.1 บทความวิจัย

มีความยาวไม่ควรเกิน 12 หน้ากระดาษ เนื้อเรื่องจะประกอบด้วย บทนำ (Introduction), วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives), ขอบเขตของการวิจัย (Scope of Study), วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology), ผลการวิจัย/การทดลอง (Results), บทสรุป (Conclusion), อภิปรายผล (Discussion), ข้อเสนอแนะ (Recommendation), กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement, ถ้ามี), เอกสารอ้างอิง (References)

2.2 บทความวิชาการ

มีความยาวไม่น้อย 10 หน้ากระดาษ A4 แต่ไม่ควรเกิน 15 หน้ากระดาษ A4 เป็นบทความที่รวบรวมหรือเรียบเรียงจากหนังสือ เอกสาร ประสบการณ์หรือเรื่องแปล เพื่อเผยแพร่ความรู้ในสาขาต่างๆ หรือแสดงข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์มีคุณค่าทางวิชาการ บทความวิชาการควรประกอบด้วย ชื่อเรื่อง ชื่อผู้เขียน สถานที่ทำงาน วิธีการติดต่อผู้เขียน บทคัดย่อ (Abstract) และคำสำคัญ (Keywords) ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตามด้วยเนื้อเรื่อง ซึ่งลักษณะองค์ประกอบของเนื้อเรื่องอาจจะคล้ายคลึงกับบทความวิจัย แต่ไม่มีเนื้อหาของวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง ผลการวิจัยหรือผลการทดลอง เป็นต้น

3. การส่งต้นฉบับ

ผู้เขียนต้องส่งต้นฉบับบทความพร้อมกรอกแบบฟอร์มนำส่งบทความวิจัย/บทความวิชาการ ในรูปแบบ Microsoft word และ pdf ทำการส่งที่อีเมล J.techandinno.uru@gmail.com

4. รูปแบบบทความวิจัยและการพิมพ์เนื้อหาของเรื่อง

เนื้อเรื่อง ได้แก่ บทนำ (Introduction), วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives), ขอบเขตของการวิจัย (Scope of Study), วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methodology), ผลการวิจัย/การทดลอง (Results), บทสรุป (Conclusion), อภิปรายผล (Discussion), ข้อเสนอแนะ (Recommendation), กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement, ถ้ามี), เอกสารอ้างอิง (References) เมื่อขึ้นหัวข้อใหม่ให้เว้น 1 บรรทัด การพิมพ์หัวข้อให้พิมพ์ชิดซ้ายของแต่ละคอลัมน์ ส่วนของเนื้อเรื่องให้ย่อหน้า 1.25 ซม.

การลำดับหัวข้อในเนื้อเรื่อง ให้ใส่เลขกำกับ โดยให้หน้าเป็นหัวข้อหมายเลขที่ “1.” และหากมีการแบ่งหัวข้อย่อย ก็ให้ใช้ระบบเลขทศนิยมกำกับหัวข้อย่อย เช่น 1.1, 1.1.1, 1.2, 1.2.1 เป็นต้น

4.1 ขนาดและการตั้งค่าหน้ากระดาษ

ขนาดของกระดาษที่ใช้ในการพิมพ์กำหนดให้มีขนาดมาตรฐาน A4 ($8\frac{1}{4} \times 11\frac{3}{4}$ นิ้ว) โดยกำหนดการตั้งค่าหน้ากระดาษดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะขอบกระดาษ

ระยะขอบกระดาษ	ค่าระยะกำหนด (เซนติเมตร)
ริมขอบกระดาษด้านบน	2.54
ริมขอบกระดาษด้านล่าง	2.54
ริมขอบกระดาษด้านซ้าย	2.54
ริมขอบกระดาษด้านขวา	2.54

4.2 รูปแบบตัวอักษรและการเว้นระยะ

รูปแบบอักษรของวารสารทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทยใช้ตัวอักษร TH SarababunPSK พร้อมทั้งกำหนดขนาดและลักษณะตัวอักษรของส่วนประกอบต่างๆ ตามตารางที่ 2

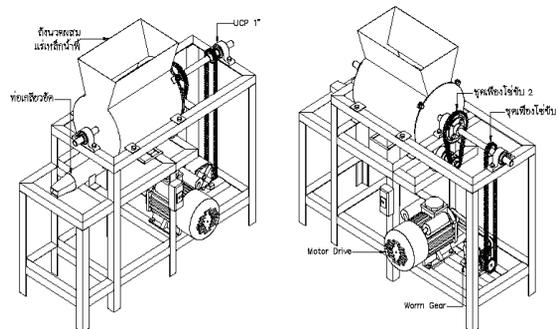
ตารางที่ 2 ขนาดและลักษณะตัวอักษรของส่วนประกอบในบทความวิชาการ

ส่วนประกอบ	ขนาดอักษร	ลักษณะอักษร
ชื่อบทความ	18	หนา
ชื่อผู้เขียน	16	ปกติ
สถาบัน/หน่วยงาน, อีเมล	14	ปกติ
บทคัดย่อ	16	หนา
เนื้อความในบทคัดย่อ	16	ปกติ
ชื่อหัวข้อย่อย	16	หนา
ชื่อตารางและรูปภาพ	16	หนา
อ้างอิง	16	ปกติ

4.3 การจัดทำรูปภาพ

รูปภาพให้จัดวางไว้ตำแหน่งกลางหน้ากระดาษ สามารถนำเสนอต่อจากข้อความที่กล่าวถึงหรืออาจนำเสนอภายหลังจากจบหัวข้อหรือนำเสนอในหน้าใหม่ ขนาดของรูปภาพไม่ควรเกินกรอบของการตั้งค่าหน้ากระดาษที่กำหนด ภาพจะต้องมีคำอธิบาย โดยคำอธิบายของภาพให้พิมพ์ไว้ใต้ภาพ หากภาพใด

ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนให้มีการระบุคำอธิบายของแต่ละส่วนโดยอาศัยตัวอักษรภาษาไทยในวงเล็บเรียงตามลำดับ เช่น (ก) และ (ข)



ภาพที่ 1 เครื่องผสมแร่เหล็กน้ำฟ้า

4.4 การจัดทำตาราง

การนำเสนอตารางให้จัดวางชัดเจนสวยงาม ตัวอักษรในตารางต้องเห็นชัดเจน และควรตีกรอบตารางด้วยเส้นสีดำ ส่วนคำอธิบายตารางให้พิมพ์ไว้เหนือตารางและขีดริมนซ้ายของกระดาษ และใส่แหล่งที่สืบค้นด้านล่างของตาราง (ถ้ามี)

4.5 การเขียนสมการ

การเขียนสมการต้องพิมพ์อยู่กึ่งกลางคอลัมน์ หรือในกรณีที่สมการมีความยาวมากอาจยอมให้มีความกว้างได้เต็มหน้ากระดาษ และจะต้องมีหมายเลขกำกับอยู่ภายในวงเล็บ ตำแหน่งของหมายเลขสมการจะต้องอยู่ขีดขอบด้านขวาของคอลัมน์ และเพื่อความสวยงามให้เว้นบรรทัดเหนือสมการ 1 บรรทัด และเว้นใต้สมการ 1 บรรทัด เมื่อจะกล่าวอ้างอิงถึงสมการที่ (1) ให้ใส่วงเล็บด้วยเสมอดังสมการที่ 1

$$y = ax + b \quad (1)$$

5. กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี)

หากต้องการเขียนกิตติกรรมประกาศเพื่อขอบคุณบุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถเขียนได้ โดยให้อยู่หลังเนื้อหาหลักของบทความและก่อนเอกสารอ้างอิง เช่น ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และห้องปฏิบัติการในการทดสอบวัสดุตัวอย่าง

6. เอกสารอ้างอิง

ให้รวบรวมรายชื่อสิ่งพิมพ์และวัสดุความรู้ต่างๆ ที่ใช้เป็นหลักฐานหรือเอกสารอ้างอิงในการศึกษาแทรกไว้ในเนื้อหาและท้ายบทความ โดยใช้รูปแบบการเขียนเอกสารอ้างอิงแบบ APA การอ้างอิงในเนื้อหา

เป็นการวงเล็บระบุแหล่งที่มาอย่างกว้างๆ แทรกอยู่ในเนื้อหาของบทความวิชาการ ส่วนรายละเอียดที่สมบูรณ์ของแหล่งข้อมูลจะแสดงใน “เอกสารอ้างอิง” ในส่วนท้ายของบทความโดยไม่ใส่เลขลำดับ

6.1 การอ้างอิงในเนื้อหา

(ผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(ผู้แต่งคนแรก และผู้แต่งคนที่สอง, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(ผู้แต่งคนแรก และคณะ, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(ผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์, ไม่มีเลขหน้า)

(หน่วยงาน, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

(นามแฝง, ปีที่พิมพ์, หน้า เลขหน้าที่อ้างอิง)

6.2 การอ้างอิงท้ายบทความ

ให้อ้างอิงรายการลำดับตามอักษรตัวแรกของผู้แต่ง ตามการเรียงลำดับตัวอักษรของพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน สำหรับรูปแบบการพิมพ์รายชื่อเอกสารอ้างอิงจากแหล่งต่างๆ กำหนดให้มีรูปแบบดังตัวอย่างต่อไปนี้

หนังสือ

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ครั้งที่พิมพ์. สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

สุรพล อุปติสสกุล. (2521). สถิติ: การวางแผนการตลาดเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bewley, J. D., and Black, M. (1982). *Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination*. New York: Springer-Verlag.

บทความวารสาร

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

ตัวอย่าง

วัลลภ สันติประชา และชูศักดิ์ ณรงค์เดช. (2535). คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ผลิตในภาคใต้. *ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.)* 26(1), 119-125.

Brooks, J. R. and Griffin, V. K. (1987). Liquefaction of rice starch from milled rice flour using heat-stable alpha-amylase. *J. Food Sci*, 52(1), 712-717.

รายงานการวิจัย

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่อง (รายงานการวิจัย). สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

พินิจ ทิพย์มณี. (2553). *การวิเคราะห์ปัญหาทางกฎหมายที่เกี่ยวกับการตายของประเทศไทย* (รายงานวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

Chitnomrath, T. (2011). *A study of factors regarding firm characteristics that affect financing decisions of public companies listed on the stock exchange of Thailand* (Research report). Bangkok: Dhurakij Pundit University.

เอกสารการประชุมวิชาการ

ผู้เขียน. (ปีที่พิมพ์). ชื่อบทความหรือชื่อเรื่องของบท. ใน หรือ In ชื่อ บรรณาธิการ (บ.ก. หรือ Ed. หรือ Eds.), ชื่อการประชุม (น. หรือ p. หรือ pp. เลขหน้า). สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่าง

ซัชพล มงคลิก. (2552). การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการจัดตารางการผลิตแบบพหุเกณฑ์: กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยา. ใน *การประชุมวิชาการการบริหารและการจัดการ ครั้งที่ 5* (น. 46). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

Krongtaew, C., Messner, K., Hinterstoisser, B., & Fackler, K. (2010). Lignocellulosic structural changes after physico-chemical pretreatment monitored by near infrared spectroscopy. In S. Saranwong, S. Kasemsumran, W. Thanapase, & P. Williams (Eds.), *Near infrared spectroscopy: Proceedings of the 14th International conference* (pp. 193-198). West Sussex, UK: IMP.

วิทยานิพนธ์

ชื่อผู้เขียน. (ปี). ชื่อวิทยานิพนธ์. ระดับปริญญาของวิทยานิพนธ์, ชื่อมหาวิทยาลัย/วิทยาเขต (ถ้ามี)

ตัวอย่าง

สมศักดิ์ รัชชวงศ์. (2528). *การศึกษาการใช้ยาชนิดต่างๆ ในการป้องกันโรคราสนิมของถั่วเหลือง*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Phillips, O.C., Jr. (1962). *The Influence of Ovidd on Lucan's Bellum Civil*. Ph.D. Dissertation, University of Chicago.

บทความที่สืบค้นได้จากวารสารอิเล็กทรอนิกส์

ผู้แต่ง. (ปีพิมพ์). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้าแรก-หน้าสุดท้าย. สืบค้น วัน เดือน ปี, จาก <http://www.xxxxxxxxx>

ตัวอย่าง

บงการ หอมนาน. (2551). เทคโนโลยีกับการควบคุมด้วยตรรกะฟัซซีตามขั้นตอนและฟังก์ชันสมาชิก. *ไมโครคอมพิวเตอร์*, 26(271), 153-156. สืบค้น 22 มิถุนายน 2554, จาก <http://www.dpu.ac.th/laic/page.php?id=5753>

Judson, R. A., & Klee, E. (2011). Big bank, small bank: Monetary policy implementation and banks' reserve management strategies. *Journal of Economics and Business*, 63(4), 306-328. Retrieved June 23, 2011, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148619511000142>