

F - วิศวกรรมศาสตร์
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพในโรงเลี้ยงสุกร Electrical Generation Use by Biogas in a Pig Farm

กฤติเดช ดวงใจบุญ^{1*}
Krittidej Duangjaiboon¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

¹Department of Energy of Engineering, Faculty of Technology, Siam Technology College

*Corresponding author, E-mail: keng_gt@yahoo.com

บทคัดย่อ

เกษตรกรได้นำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากการบำบัดน้ำเสียจากโรงเลี้ยงสุกรมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้าใช้ในโรงเลี้ยงสุกรขึ้น แต่เนื่องจากเครื่องยนต์ที่นำมาใช้ผลิตไฟฟ้า เป็นเครื่องยนต์ที่นำมาดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงจึงมีประสิทธิภาพต่ำ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้ามีราคาสูงกว่าอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาวิจัยวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง มาผลิตไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ดัดแปลงที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง โดยมุ่งเน้นการศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ จากการทดลองพบว่าการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงมาผลิตไฟฟ้า จะมีประสิทธิภาพทางไฟฟ้าเท่ากับ 35.44% ที่ระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้าทดสอบแบบเต็มกำลัง และการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ดังนี้คือ มีอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน 6.925 อัตราการคืนทุนภายใน 80.45% และมีระยะเวลาคืนทุน 1.35 ปี

คำสำคัญ : ก๊าซชีวภาพ ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน อัตราการคืนทุนภายใน ระยะเวลาคืนทุน

Abstract

Nowadays, the agriculturists have been using a biogas fuel that produced electricity from waste water in the pig farm. The modified biogas engine producing low efficiency engine. Because pig farm have to pay a lot comparing getting electricity from government, so this paper is aimed to research the problem as described above. Researcher studies and compare the advantages and disadvantages of both the engine and emphasized on which engine is more efficient and economical to use. Researcher found that the biogas engine was more efficient an electrical part at the level part of full load testing that is 35.44%. In Economical point of view biogas engine used in pig farm showed the benefit to cost ratio will be 6.925 with internal rate of return will be 80.45% and payback period will be in 1.35 year.

Key word: biogas Benefit to Cost Ratio Internal Rate of Return Payback Period

บทนำ

สุกรนับเป็นสัตว์เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับประเทศไทย โดยในปี 2541 ผลผลิตสุกรขุนรวมทั้งประเทศสูงถึง 7.4 ล้านตัว ซึ่งผลผลิตส่วนใหญ่ใช้เพื่อบริโภคภายในประเทศ การเลี้ยงสุกรของไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากในอดีตที่มีลักษณะการเลี้ยงแบบเกษตรกรรม คือ เลี้ยงโดยอาศัยปัจจัยที่หาได้จากธรรมชาติ เช่น ใช้ข้าวผสมรำและพืชผักที่มีตามธรรมชาติเป็นอาหารและไม่มีการจัดการด้านสุขอนามัยและการป้องกันโรคที่ดี จนถึงปัจจุบันซึ่งรูปแบบการเลี้ยงได้เปลี่ยนมาเป็นการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม เนื่องจากความต้องการบริโภคเนื้อสุกรได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การเลี้ยงแบบดั้งเดิมไม่อาจสนองความต้องการบริโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้ จึงมีการจัดการการเลี้ยงที่เป็นระบบและครบวงจรมีการเชื่อมโยงระหว่างธุรกิจที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ เช่น การเพาะพันธุ์ การผลิตอาหาร และการป้องกันโรค เป็นต้น มีการตั้งขึ้นเป็นฟาร์มขนาดกลาง (มีสุกร 500 - 5,000 ตัว) และขนาดใหญ่ (มีสุกรมากกว่า 5,000 ตัว) มากขึ้น

อย่างไรก็ตามแม้ว่าการเลี้ยงสุกรแบบอุตสาหกรรมให้ผลผลิตดีกว่า และสามารถควบคุมการผลิตทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพได้ดีกว่าการเลี้ยงแบบดั้งเดิม แต่ก็ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ หลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาสิ่งแวดล้อม เรื่องน้ำเสีย กลิ่นเหม็น และแมลงวัน ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อฟาร์มเองและชุมชนใกล้เคียง ซึ่งกำลังเป็นปัญหาที่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม และปัญหานี้วันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น ก๊าซชีวภาพจึงเป็นเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ได้นำมาใช้ในการบำบัดปัญหาสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ โดยได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานราชการหลายแห่ง ปัจจุบันจึงได้มีการประยุกต์เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพไปใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์, โดยเน้นการบำบัดของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์และการรักษาสภาพแวดล้อม โดยมีผลพลอยได้จากการใช้ประโยชน์ของของเสียและก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ โดยก๊าซชีวภาพที่ได้จะนำไปขับเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าใช้สำหรับภายในโรงเลี้ยงสุกร ซึ่งที่ผ่านมานั้นจะใช้เครื่องยนต์ดัดแปลงที่ใช้ก๊าซชีวภาพมาผลิตไฟฟ้า แต่ผลจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เครื่องยนต์ดังกล่าวข้างต้นนี้ยังมีประสิทธิภาพต่ำ มีความสึกหรอและค่าบำรุงรักษาสูง เนื่องจากเครื่องยนต์ที่นำมาใช้เป็นเครื่องยนต์ดัดแปลงเพื่อใช้กับก๊าซชีวภาพทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากการใช้ก๊าซชีวภาพสูงกว่าราคาค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ส่งผลให้การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพด้วยเครื่องยนต์ดัดแปลงยังไม่คุ้มค่าเท่าที่ควร ดังนั้นการใช้เครื่องยนต์ที่ออกแบบสำหรับก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะ น่าจะสร้างความคุ้มค่าในการใช้ก๊าซชีวภาพมาผลิตไฟฟ้าให้สูงขึ้นได้

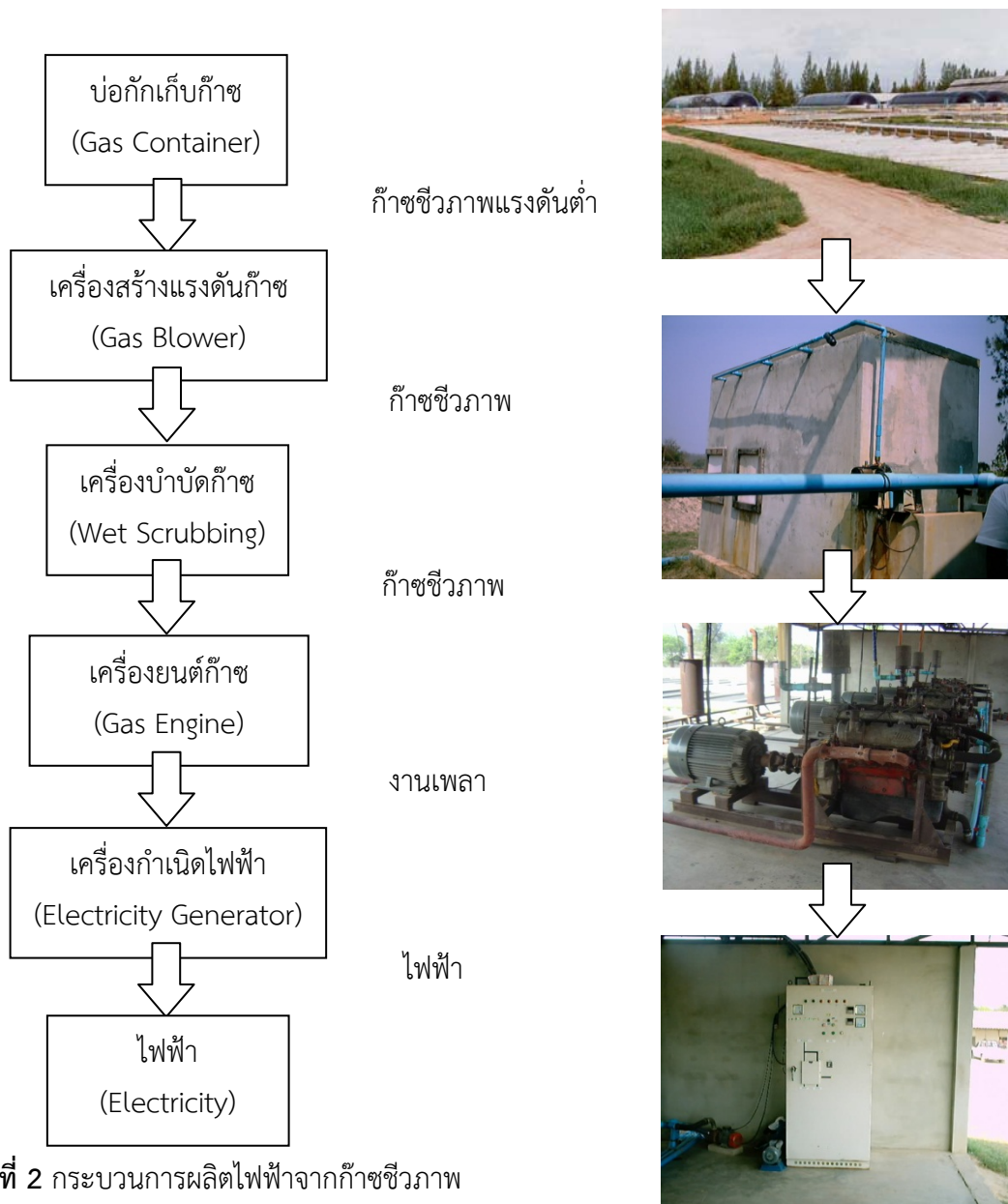
สำหรับเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในโรงเลี้ยงสุกร เดิมเป็นเครื่องยนต์ดีเซลใช้แล้วที่ได้รับการดัดแปลงมาให้ใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับเครื่องผลิตไฟฟ้าดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1 เครื่องยนต์ดัดแปลงเพื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงเลี้ยงสุกร

ในการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้านั้น ก๊าซชีวภาพจากบ่อผลิตจะถูกดูดและเพิ่มแรงดันโดยใช้พัดลม (blower) แล้วให้ไหลผ่านเครื่องทำความสะอาดก๊าซ ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2

จากรูปที่ 2 เป็นกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ โดยขั้นตอนแรกก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จาก ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะถูกนำมาสะสมไว้ที่บ่อกักเก็บก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวภาพจากบ่อกักเก็บก๊าซซึ่งมีแรงดันต่ำจะถูกเพิ่มแรงดันขึ้นด้วยพัดลมเพิ่มแรงดันก๊าซชีวภาพ ก่อนที่จะไหลผ่านเครื่องบำบัดก๊าซชีวภาพก่อน เพื่อลดปริมาณก๊าซ H_2S โดยใช้วิธีบำบัดก๊าซชีวภาพแบบ Water Scrubbing :ซึ่งใช้น้ำผสมปูนขาวเป็นตัวกำจัด ก๊าซ H_2S เนื่องจาก H_2S มีผลต่อการกัดกร่อนเครื่องยนต์ดัดแปลงเพื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง เป็นเหตุให้อายุการใช้งานสั้นลง หลังจากนั้นจึงนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในเครื่องยนต์ดัดแปลงเพื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตงานเพลลา โดยต่อแกนเพลลาเครื่องยนต์นั้นจะต่อกับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และผลิตไฟฟ้าออกมาไว้ใช้ภายในโรงเรือนเลี้ยงสุกร



วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ที่ออกแบบสำหรับก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

ศึกษาและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงของเครื่องยนต์ยี่ห้อ DEUTZ รุ่น TCG 2015 V8 โดยมุ่งเน้นกำลังไฟฟ้าที่เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงผลิตได้

ตารางที่ 1 รายละเอียดด้านเทคนิคของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

รายละเอียดเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง	
Brand.	DEUTZ
Model.	TCG 2015 V8
Dealer	MSN Machinery
Heating Value (MJ/m^3)	18
Engine Power (kW)	240
Electrical Efficiency (%)	34.6
Electrical Power (kW)	230
Engine Cost (Baht)	4,200,000
Fuel Consumption (kW)	649
ชุดผลิตไฟฟ้า	Generator
ระบบหล่อเย็น	Cooling Tower
อายุการใช้งาน (ปี)	15

การศึกษากำลังไฟฟ้าที่เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงผลิตได้ของโรงเลี้ยงสุกร จะทำการทดสอบความสามารถในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงด้วยการใช้โหลดเทียมในการทดสอบ โหลดที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้คือโหลดน้ำเกลือ (Dummy Load) เนื่องจากโหลดน้ำเกลือที่ใช้ทดสอบมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เท่ากับ 1 ($\text{PF} = 1$) ทำให้สามารถทดสอบการจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงได้เต็มพิกัดของเครื่อง ข้อดีสำหรับโหลดน้ำเกลือนี้คือสามารถหาได้ง่ายและราคาไม่สูง แต่โหลดน้ำเกลือนี้มีข้อเสียคือกระแสไฟฟ้าที่จ่ายโหลดจะแกว่งตามการกระเพื่อมของระดับน้ำ (ในขณะน้ำเดือดกระแสไฟฟ้าจะไม่คงที่)



ภาพที่ 3 การศึกษากำลังไฟฟ้าที่เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

สำหรับขั้นตอนการทดสอบเริ่มจากการเติมน้ำลงในถังทดสอบ จากนั้นจึงทำการเติมเกลือลงในถังเพื่อเพิ่มความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้า จากนั้นจึงหย่อนแท่งตัวนำ (Electrode) ลงในถังทดสอบโดยการทดสอบนี้จะเริ่มทดสอบที่ระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้าจาก 25 %, 50 %, 75 % จนถึงที่ระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็น 100 % โดยทำการบันทึกค่าต่างๆ ขณะทดสอบดังนี้คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าต่อเฟส ค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟส ค่ากระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และอุณหภูมิน้ำเกลือ ส่วนค่าประสิทธิภาพทางไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\eta_e = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)}}{\text{Gas Volume Flow Rate} \times \text{LHV}} \quad (\text{ก})$$

โดยที่

η_e คือ ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าของเครื่องยนต์ (%)
LHV คือ ค่าความร้อนต่ำของก๊าซชีวภาพ (MJ/m^3)

ซึ่งมีสมมุติฐานในการคำนวณดังนี้

สมมุติฐาน

- กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (η_e) ใช้ค่าอ้างอิงจากผลการทดสอบระดับการจ่ายไฟฟ้า (kW)
- ค่าความร้อนเชื้อเพลิงของก๊าซชีวภาพ (LHV) ของโรงเลี้ยงสุกร [1] มีค่าเท่ากับ 24.62 MJ/m^3
- อัตราการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงอ้างอิงจาก

การคำนวณหาอัตราการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์จาก Specification ของ DEUTZ TCG 2015 V8 เท่ากับ $0.026 \text{ m}^3/\text{s}$

2. ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงของโรงเลี้ยงสุกร จะทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

2.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยวิธีการหาอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit to Cost Ratio ; B/C)

เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งวิธีการวิเคราะห์จะหาได้จากสมการ

$$\text{อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (B/C)} = \frac{\text{ผลกำไรจากการดำเนินการ}}{\text{ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ}} \quad (\text{ก})$$

2.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยวิธีการหาอัตราการคืนทุนภายใน (Internal Rate Of Return; IRR)

เป็นการพิจารณาจากค่าอัตราดอกเบี้ยที่ทำให้มูลค่าของผลตอบแทนที่อัตราดอกเบี้ยนั้นมีมูลค่าเท่ากับมูลค่าของการลงทุนพอดี เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน

2.3 การวิเคราะห์วิธีการประเมินระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period) [8]

วิธีนี้จะเป็นการคำนวณจำนวนปีที่คุ้มทุน (Break Even) ของการดำเนินการติดตั้งเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงของโรงเลี้ยงสุกร วิธีนี้จะรวมอัตราดอกเบี้ยในการคำนวณเพื่อให้การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น ซึ่งในหัวข้อ 2.2 และหัวข้อ 2.3 จะใช้สมการร่วมกับคือ

$$0 = PW_R - PW_D \quad (\text{ข})$$

โดยที่

PW_R คือ มูลค่าปัจจุบันของรายรับ

PW_D คือ มูลค่าปัจจุบันของรายจ่าย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

ผลการทดสอบการจ่ายกำลังไฟฟ้า ที่ผลิตได้จากเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงของโรงเลี้ยงสุกร ด้วยโหลดน้ำเกลือ (Dummy Load) โดยแบ่งระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้าออกเป็น 4 ระดับ คือ 25 % , 50 % , 75 % และ 100 % และดำเนินการทดสอบทั้งหมด 4 ครั้งๆ ละ 20 นาที สำหรับระดับ 25 % , 50 % และ 75 % ส่วนการทดสอบระดับการจ่ายไฟฟ้า 100 % จะใช้เวลา 60 นาที การทดสอบจะทำการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า รวมทั้งอุณหภูมิของน้ำเกลือ เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ รวมทั้งประสิทธิภาพทางไฟฟ้าของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง ผลจากการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2 พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้ามรวมทั้งประสิทธิภาพทางไฟฟ้าได้ตามพิกัดของเครื่องยนต์ คือที่ระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้า 100 % เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้า 230 kW และมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า 35.44 % ซึ่งเท่ากับพิกัดของเครื่องยนต์ที่ระบุตาม Specification

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง											
เวลาการทดสอบ (นาท)	ระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้า (%)	อุณหภูมิ น้ำเกลือ (°C)	แรงดันไฟฟ้า (V)				กระแสไฟฟ้า (A)			กำลังไฟฟ้า (kW)	ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า (%)
			R-S	S-T	T-R	R-N	R	S	T		
20	25	79.9	381	381	380	220	88	89	87	58	8.9
20	50	81.3	380	381	380	220	178	179	178	115	17.72
20	75	83.2	380	380	380	220	265	267	265	173	26.66
60	100	84.6	380	380	381	220	352	351	351	230	35.44

2. ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงของโรงเรียนสุรกร จะทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเพื่อหาความคุ้มค่าของการลงทุน ซึ่งการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงจะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการประเมิน 3 รูปแบบด้วยกัน คือ การหาอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit to Cost Ratio ; B/C) การหาอัตราการคืนทุนภายใน (Internal Rate Of Return ; IRR) และการประเมินระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) โดยมีสมมุติฐานในการวิเคราะห์ดังนี้

เงินลงทุนเบื้องต้นทั้งระบบ	7,500,000	บาท
กำลังไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้	230	kW
ชั่วโมงการทำงาน	7,665	ชั่วโมง/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	1,762,950	kWh/ปี
อัตราค่าไฟฟ้าอัตราปกติประเภทที่ 2.1.1	3.423	บาท/kWh
จำนวนเงินจากพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	6,034,577.85	บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา 5%จากเงินลงทุน	260,000	บาท/ปี
อัตราดอกเบี้ย MRR เดือน ธันวาคม 2556	7.875	%
มูลค่าซาก	50,000	บาท
อายุโครงการ	15	ปี

สรุป

จากการวิเคราะห์หาอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน พบว่ามีค่า B/C เท่ากับ $6.925 > 1$ สรุปได้ว่าโครงการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงนี้ได้กำไรแน่นอนเมื่อสิ้นปีที่ 15 ในส่วนอัตราการคืนทุนภายในของโครงการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงมีค่า IRR เท่ากับ 80.45% และพบว่าระยะเวลาคืนทุนของการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงมาใช้ในโรงเรียนสุรกร มีค่าประมาณ 1.35 ปี

เอกสารอ้างอิง

- นิสาชล ไชยสุวรรณ, 2544, **ต้นทุนราคาก๊าซชีวภาพและไฟฟ้าที่ผลิตได้ในฟาร์มเลี้ยงสุกร**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 87 หน้า
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545, **รายงานการศึกษาวิจัยโครงการใช้ก๊าซชีวภาพผลิตไฟฟ้าและทำความเย็นในโรงเรียนสุรกร ระยะที่ 1**, กรุงเทพมหานคร
- วีระชัย สุริวัลย์, 2546, **การปรับปรุงระบบทำความเย็นและการผลิตไฟฟ้าในฟาร์มเลี้ยงสุกร**, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 163 หน้า

กิตติ ดวงใจบุญ, 2549, การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพและการทำความเย็นแบบระเหยในโรงเลี้ยงสุกร, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 170 หน้า

หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เอกสาร **การตรวจวัดเครื่องยนต์**, โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์

ข้อมูลเครื่องยนต์ก๊าซจาก บริษัท มุนเซนแมชีนเนอรี จำกัด

สมหมาย เสนาปิ่น, บริษัท เมโทรแมชีนเนอรี จำกัด, พฤษภาคม 2529, การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้ **โพลีเอทิลีน**, เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้า อุตสาหการ, หน้า 91-92

ไพบูลย์ แยมเพ็ญ, 2542, **เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม: Engineering Economy**, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดดูเคชั่น, 312 หน้า

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ ภาษาแลดเดอร์

PLC Programming Using Ladder Language for Developing and Measuring of Test Set Performance

จิรวัตน์ กรุณา^{1*}, สงกรานต์ ภารกุล²
Jirawat Karluna¹, Songkran Parakul²

¹สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

¹Department of Automotive Technology, Faculty of Technology, Siam Technology College

²สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

²Department of Electrical and Electronic Technology, Faculty of Technology, Siam Technology College

*Corresponding author, E-mail: jirawat64@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ นำเสนอการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชา เทคโนโลยีพลังงานของไหล หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ พุทธศักราช 2554 วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดประลอง เอกสารประกอบชุดประลอง แบบประเมินคุณภาพของชุดประลองโดยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยนำชุดประลองที่สร้างขึ้นทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดประลองมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 โดยมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนเป็น 90.26 และหลังเรียน 87.16 และจากการวิเคราะห์ด้วยสถิติที (t-test) พบผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : พีแอลซี, ภาษาแลดเดอร์

Abstract

This paper presents PLC programming using ladder language for developing and measuring of test set performance and comparative of achievement from the mean of a pre-test and a post-test which is used for teaching of fluid power technology for Bachelor Degree of Technology in Automotive Technology 2011 at Siam Technology College. The experimental set comprises of a testing tool, instruction manuals, evaluation sheet by specialist suggestion and achievement test, evaluation sheet index of item objective congruence. The sample sizes are 15 person of the third year under graduated students of Automotive Technology Program in the second semester of academic year 2013. The result of research showed that the percentile of an average score during the course of was 90.26 and 87.16 for after course

complete which was higher than the criteria set at 80/80. The T-Test result also showed that learners have gained better achievement with the significant difference at .01 level.

Keywords: PLC, Ladder language

บทนำ

จากภาวะการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศในปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมทางด้านต่าง ๆ มากขึ้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีกระบวนการผลิตเพื่อให้สามารถปรับอัตราการผลิตให้สอดคล้องกับภาวะความต้องการของตลาด (พรจิต ปทุมสุวรรณ, 2540: 9) จึงทำให้ระบบการควบคุมเครื่องจักรด้วยระบบ PLC แพร่หลายในอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก เนื่องจากพีแอลซีสามารถป้อนโปรแกรมเพื่อควบคุมลำดับการทำงานของอุปกรณ์ และตั้งเวลาการทำงานของอุปกรณ์ได้ นอกจากนี้การควบคุมระบบการทำงานของวงจรไฟฟ้าด้วยพีแอลซี สามารถที่จะลดจำนวนสายไฟลงได้ เนื่องจากได้เปลี่ยนการควบคุมมาเป็นการป้อนโปรแกรมที่แป้นพิมพ์ แกะไขการทำงานของวงจรได้ง่ายการตรวจสอบการทำงานทำได้รวดเร็ว (ดำรง จินขาวขำ, 2535: 1) ดังนั้นการพัฒนาฝีมือแรงงานให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีนับว่าเป็นเรื่องที่สำคัญโดยเฉพาะการเรียนการสอนทางด้านช่างเทคนิคเนื่องจากต้องอาศัยเทคโนโลยีมาเป็นสื่อกลางเพื่อช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในการเรียนการสอนวิชาเทคโนโลยีพลังงานของไหล เรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ ตามหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต พบปัญหาในการเรียน เนื่องจากครุภัณฑ์ชุดทดลองพีแอลซีมีราคาแพง ทำให้ขาดแคลนสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอน ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอยู่เกณฑ์ต่ำ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้ชุดทดลอง โดยการนำเอาอุปกรณ์ สร้างขึ้นเป็นชุดทดลองการเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในบทเรียนได้ดี และรวดเร็วยิ่งขึ้น สร้างความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียน มองเห็นขั้นตอนการทำงานแท้จริง เกิดแรงจูงใจในการสร้างเสริมประสบการณ์และการประยุกต์ความรู้ของผู้เรียนไปใช้งานจริงในการประกอบอาชีพในภาคอุตสาหกรรมต่อไป

วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์
- 2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองเรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 3.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

- 3.1.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างสำหรับประเมินคุณภาพของชุดทดลองจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

- 3.1.1.1 กลุ่มประชากร ได้แก่ ผู้มีประสบการณ์ที่มีความรู้ ความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทำงานหรือการสอนทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติไม่ต่ำกว่า 5 ปี

3.1.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้มีประสบการณ์ที่มีความรู้ ความชำนาญ มีประสบการณ์ในการทำงานหรือการสอนทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.1.2 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่างสำหรับประเมินประสิทธิภาพของชุดประลอง

3.1.2.1 กลุ่มประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยียานยนต์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

3.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยียานยนต์ คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดประลอง เอกสารประกอบชุดประลอง แบบประเมินคุณภาพของชุดประลองโดยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาวิชาเทคโนโลยีพลังงานของไหล เรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1.1 ศึกษารายละเอียดหลักสูตรรายวิชา 222-202 เทคโนโลยีพลังงานของไหลเรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ ตามหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยียานยนต์ พุทธศักราช 2554 เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาวิชา

3.2.1.2 วิเคราะห์เนื้อหาวิชา โดยรวบรวมข้อมูลจากเอกสารการสอนและตำราต่าง ๆ เรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์

3.2.1.3 วิเคราะห์ความรู้ (Knowledge) โดยจัดแบ่งระดับความรู้ตามความสามารถทางสติปัญญา เป็น 3 ระดับ ประกอบด้วย พื้นคึนความรู้ (Recalled Knowledge) ประยุกต์ความรู้ (Applied Knowledge) และส่งถ่ายความรู้ (Transferred Knowledge)

3.2.1.4 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดตามลักษณะความสามารถทางด้านความรู้และทักษะเพื่อให้ได้พฤติกรรมของผู้เรียนที่ต้องการหลังจากการสอน

3.2.1.5 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

3.2.1.6 ออกแบบชุดประลอง โดยชุดประลอง (Hardware) จะต้องรองรับกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

3.2.2 สร้างชุดประลอง เรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์



ภาพที่ 1 ชุดประลองเรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลตเตอร์

3.2.3 สร้างเอกสารประกอบชุดประลอง ได้แก่ คู่มือผู้สอน และคู่มือผู้เรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.3.1 คู่มือผู้สอน ประกอบด้วย แนวทางการใช้งานชุดประลองและการประเมินผลการปฏิบัติ ใบเนื้อหา ใบประลอง ใบเฉลยการประลอง ใบแบบฝึกหัด ใบแบบทดสอบหลังเรียน ใบเฉลยแบบทดสอบ ใบประเมินผลการปฏิบัติ

3.2.3.2 คู่มือผู้เรียน ประกอบด้วย ใบเนื้อหา ใบประลอง ใบแบบฝึกหัด

3.2.4 สร้างแบบประเมินคุณภาพของชุดประลองโดยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ การประเมินคุณภาพของชุดประลองประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านใบประลอง ด้านชุดประลอง ด้านแบบทดสอบ โดยลักษณะของข้อคำถามในแบบสอบถามสำหรับการประเมินคุณภาพ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อคำถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตอนที่ 2 ข้อคำถามเป็นแบบปลายเปิดเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะในด้านต่าง ๆ เพิ่มเติม

3.2.5 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะทำการทดสอบ 2 ครั้ง คือ ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก

3.2.6 สร้างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) ลักษณะแบบประเมินเป็นแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ การประเมินคุณภาพของชุดประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ การประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การประเมินประสิทธิภาพของชุดประลอง และการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.1 การประเมินคุณภาพของชุดประลองโดยผู้เชี่ยวชาญ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.3.1.1 ผู้วิจัยติดต่อและทำหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยผ่านทางคณะเทคโนโลยีพร้อมนัดหมายวันเวลาที่ทำการประเมิน

3.3.1.2 ผู้วิจัยแนะนำการใช้แบบประเมินคุณภาพของชุดประลองให้กับผู้เชี่ยวชาญ

3.3.1.3 ผู้วิจัยสาธิตและแนะนำการใช้งานชุดประลองตามใบประลองที่สร้างขึ้นให้กับผู้เชี่ยวชาญจนครบ

3.3.1.4 ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน และให้คำแนะนำ

3.3.2 การประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.3.2.1 ผู้วิจัยจัดส่งแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้กับผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านพร้อมนัดหมายวันรับแบบประเมิน

3.3.2.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบประเมินมาสรุปความเห็นสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญพร้อมปรับปรุงแก้ไขตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.3 การประเมินประสิทธิภาพของชุดประลอง มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.3.3.1 นำชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้สอนกับกลุ่มตัวอย่าง เมื่อสอนเสร็จในแต่ละหัวข้อเรื่อง ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด จากนั้นนำผลที่ได้มาหาค่าร้อยละของคะแนนรวมทั้งหมดของแบบฝึกหัด

3.3.3.2 หลังจากผู้เรียนผ่านการเรียนครบทุกหัวข้อ ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) จากนั้นนำผลที่ได้มาหาค่าร้อยละของคะแนนรวมทั้งหมดของแบบทดสอบ

3.3.3.3 นำผลที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและจากแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลอง

3.3.4 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

3.3.4.1 ก่อนเริ่มดำเนินการเรียนการสอนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)

3.3.4.2 หลังจากผู้เรียนผ่านการเรียนครบทุกหัวข้อให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test)

3.3.4.3 นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) มาวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร t-test

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ การวิเคราะห์คุณภาพของชุดประลอง การวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดประลอง และการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพของชุดประลองโดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ นำผลการประเมินจากแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละด้าน

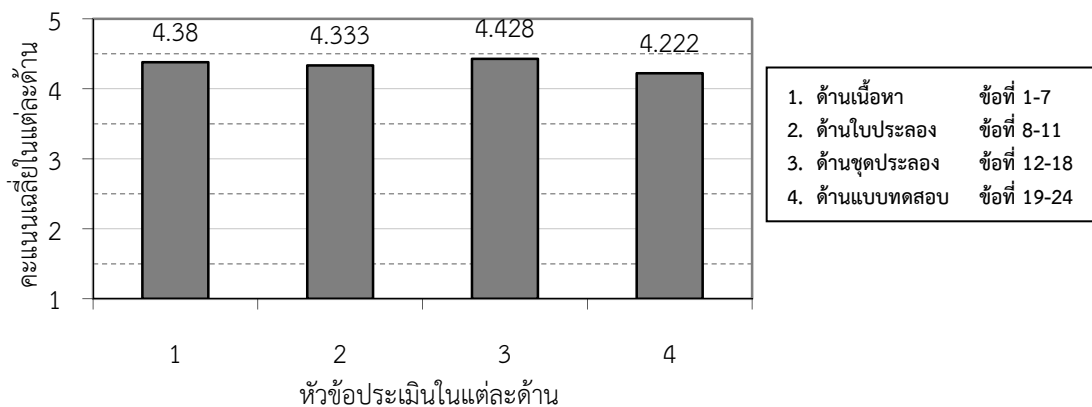
3.4.2 การวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม นำผลการประเมินจากแบบประเมินเป็นแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก ได้แก่ +1, 0, -1 มาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (นวลอนงค์ บุญฤทธิ์พงศ์, 2552: 105-129)

3.4.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดประลอง นำค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80 (นวลอนงค์ บุญฤทธิ์พงศ์, 2552: 105-129)

3.4.4 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) มาวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยอาศัยการแจกแจงแบบที (t-test) ในการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (นวลอนงค์ บุญฤทธิ์พงศ์, 2552: 105-129)

ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชุดประลองโดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย 4 ด้านได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านใบประลอง ด้านชุดประลอง และด้านแบบทดสอบ รวมหัวข้อการประเมินทั้งหมด 24 ข้อ เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.380 ด้านใบประลองมีค่าเฉลี่ย 4.333 ด้านชุดประลองมีค่าเฉลี่ย 4.428 และด้านแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ย 4.222 จากผลการประเมินทั้ง 4 ด้าน พบว่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.222-4.428 อยู่ในระดับดีตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพชุดประลองแยกเป็นรายด้าน

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบทดสอบทั้ง 40 ข้อ มีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.5

4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดประลอง พบว่าประสิทธิภาพชุดประลองเท่ากับ 90.26/87.16 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการหาประสิทธิภาพชุดประลอง

รายการ	N	ΣX	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัด	15	677	50	45.13	90.26
คะแนนแบบทดสอบ	15	523	40	38.86	87.16

จากตารางที่ 1 พบว่า นักศึกษากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คน ทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 90.26 ของคะแนนรวมทั้งหมดของแบบฝึกหัด และสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 87.16

4.4 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยการวิเคราะห์ด้วยสถิติ (t-test) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	N	$\bar{X}$	ΣD	$\bar{X}$	t
คะแนนก่อนเรียน	15	6.13	431	12,453	102.725*
คะแนนหลังเรียน	15	34.86			

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนได้ค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าค่า $t_{0.01,14} = 2.6245$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุป

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง เรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซีโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชา เทคโนโลยีพลังงานของไหล หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ พุทธศักราช 2554 วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม ชุดประลองประกอบด้วยตัวเครื่องชุดประลอง พร้อมเอกสารที่จำเป็นสำหรับการฝึกปฏิบัติการประลอง โดยนำชุดประลองที่สร้างขึ้นทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านอยู่ในช่วง 4.222-4.428 ซึ่งอยู่ในระดับดีตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับข้อสอบ (IOC) เป็น 0.91 ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนเป็น 90.26 และหลังเรียน 87.16 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และจากการวิเคราะห์ด้วยสถิติ (t-test) พบผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

6.1 การวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยเลือกใช้พีแอลซี ยี่ห้อ Schneider นำมาสร้างชุดประลอง ในโอกาสต่อไปควรมีการนำโมเดลนี้ไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาชุดประลองเรื่อง การเขียนโปรแกรมพีแอลซี โดยใช้ภาษาแลดเดอร์ยี่ห้ออื่น ๆ ต่อไปเนื่องจากการเขียนโปรแกรมพีแอลซีในแต่ละยี่ห้อ มีรูปแบบการใช้งานแตกต่างกัน

6.2 การเรียนการสอนจะมีผลสัมฤทธิ์มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสื่อและผู้นำสื่อไปใช้เป็นอย่างสำคัญ นอกจากสื่อที่นำไปใช้จะต้องมีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาและขั้นตอนการนำสื่อไปใช้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ดำรง จินขาว. (2535). ทฤษฎีและการนำไปใช้งาน PLC. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นวลอนงค์ บุญฤทธิ์พงศ์. (2552). ระเบียบวิธีวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัท จุฑทอง จำกัด.

พรจิต ปทุมสุวรรณ. (2540). การควบคุมนิวแมติกส์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์.

การกำจัดอาร์เซนิกในน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ถ่านหินเคลือบด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์ Arsenic removal from synthetic wastewater by ferrous chloride coated bottom ash

สุทธิกร สุวรรณไตรย์¹, กาญญิศา ครองธรรมชาติ², สมชาย ดารารัตน์³
Suttikorn Suwannatrai¹, Kannitha Krongthamchat², Somchai Dararat³

¹ พนักงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีพนมวันท์

² อาจารย์ ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดอาร์เซนิกจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านหินเคลือบด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์และไม่เคลือบเฟอร์รัสคลอไรด์ โดยวิธีการดูดซับ จากน้ำเสียที่มีองค์ประกอบของอาร์เซนิกมีความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร การทดลองแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาหาพีเอช (pH) ที่เหมาะสม ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลของระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับ ขั้นตอนที่ 3 หาแบบไอโซเทอร์มของการดูดซับและขั้นตอนที่ 4 ศึกษาแบบดูดซับแบบถังปฏิกรณ์ (Reactor) ผลการทดลองพบว่าในขั้นตอนที่ 1 ถ่านหินที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิวสามารถดูดซับได้ดีที่สุดที่ระดับพีเอช (pH) เท่ากับ 8 และ 3 มีความสามารถในการดูดซับสูงสุด คือ ร้อยละ 97.3 และ ร้อยละ 43.5 ตามลำดับ การทดลองขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลของระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับที่ต่างกันและใช้ระดับพีเอช (pH) ที่ดูดซับสูงสุดในขั้นตอนที่ 1 พบว่าถ่านหินที่เคลือบผิวมีระยะเวลาในการดูดซับสูงสุดที่ 180 นาทีและถ่านหินที่ไม่เคลือบผิวมีระยะเวลาในการดูดซับสูงสุดที่ 30 นาที มีความสามารถในการดูดซับสูงสุดคือ ร้อยละ 96.0 และร้อยละ 56.2 ตามลำดับ การทดลองขั้นตอนที่ 3 ศึกษาแบบของไอโซเทอร์มโดยใช้แบบจำลองของ Langmuir isotherm และ Freundlich isotherm พบว่าถ่านหินที่ไม่เคลือบผิวด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์สอดคล้องกับสมการ Langmuir ซึ่งน่าจะเป็นการดูดซับแบบหลายชั้นส่วนถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์สอดคล้องกับสมการ Langmuir และ Freundlich จึงน่าจะเป็นการดูดซับแบบชั้นเดียวรวมกับการดูดซับแบบหลายชั้นและการทดลองขั้นตอนที่ 4 ความสามารถในการดูดซับที่อัตราการไหลที่แตกต่างกัน 3 ระดับ พบว่าที่อัตราการไหล 150, 200 และ 250 มิลลิลิตรต่อนาที มีระยะเวลาที่สารดูดซับอิ่มตัวที่ต่างกันคือ 22, 10 และ 5 ชั่วโมงตามลำดับ จากผลการศึกษารูปได้ว่า ถ่านหินที่เคลือบผิวสามารถนำมาใช้ในการกำจัดอาร์เซนิกจากน้ำเสียสังเคราะห์ได้ดีกว่าถ่านหินแบบไม่เคลือบผิวด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์

คำสำคัญ: การกำจัดอาร์เซนิก ถ่านหิน เฟอร์รัสคลอไรด์

Abstract

This research aimed to investigate the removal of arsenic from synthetic wastewater by using an adsorption process. Two adsorbents were used, bottom ash coated with ferrous chloride and non coated bottom ash. The wastewater contained arsenic concentration of 1 ppm. The experiment divided in 4 steps: 1) the proper pH study, 2) proper time study, 3) adsorption isotherm study and 4) the proper reactor teste system. The result showed that

the appropriate pH to remove arsenic for coated and non coated bottom ash with ferrous chloride were 8 and 3, respectively. For these pH, the arsenic removal efficiencies were 97.3 and 43.5%, respectively. The suitable time for arsenic removal was 180 and 30 minutes, respectively. The adsorbents had the efficiencies to remove arsenic about 96.0 and 56.2%, respectively. In step 3 was to study the isotherm adsorption by using Langmuir and Freundlich isotherm. The experiment showed that bottom ash non coated with ferrous chloride corresponded with the Langmuir equation. It seemed to be the multiple layers adsorption. However, the bottom ash coated with ferrous chloride was correspond with both Langmuir and Freundlich equations. Therefore, its reaction may be a single-layer and multi-layer adsorption. In experiment 4, the experiment was observed for the ability to absorb at different flow rate. At flow rate of 150, 200 and 250 ml/min, the time for adsorbents were saturated that were 22, 10 and 5 hours respectively. The results could conclude that the coating adsorbent was able to use to remove arsenic from wastewater better than non-coated bottom ash.

Keywords: Arsenic removal Bottom ash Ferrous chloride

บทนำ

จากการทำเหมืองแร่ในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ในเขตห้วยเหล็ก จังหวัดเลย และในจังหวัดสุพรรณบุรี ทำให้เกิดสารหนูปนเปื้อนสู่ธรรมชาติและสะสมในสิ่งแวดล้อม เช่น สะสมในน้ำ ตะกอนดิน พืชและสัตว์น้ำ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และในที่สุดมนุษย์ก็อาจได้รับเข้าสู่ร่างกายทางห่วงโซ่อาหาร มีผลทำให้มนุษย์เกิดการเจ็บป่วยจากการได้รับสารหนู โดยมีอุบัติการณ์ครั้งแรกเมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2530 ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการกำจัดโลหะอาร์เซนิกออกจากน้ำเสียโดยมีแนวคิดที่ว่าใช้ต้นทุนในการบำบัดที่ต่ำ โดยจากการศึกษาของ (Young-Soo Han.) พบว่าการใช้โอโซน ซัลไฟด์เคลือบบนทรายสามารถลดปริมาณของอาร์เซนิก (3+) ในน้ำได้ดินได้เป็นอย่างดีและ (Arun Joshi, Maray Chaudhuri) ที่ใช้ทรายเคลือบด้วยโอโซนออกไซด์สามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนอาร์เซนิกได้มาก จึงได้มีแนวคิดในการศึกษาการนำโอโซนคลอไรด์หรือเพอร์รัสคลอไรด์มาเคลือบบนผิวของถ้ำถ่านหินเพื่อเพิ่มความสามารถในการกำจัดอาร์เซนิกในน้ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของถ้ำถ่านหินที่เคลือบและไม่เคลือบด้วยเพอร์รัสคลอไรด์ในการกำจัดอาร์เซนิกจากน้ำเสียสังเคราะห์ เช่น ศึกษาระดับพีเอช (pH) ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของโลหะหนัก และกลไกในการกำจัดและส่งผลถึงค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงคุณภาพเพื่อความเหมาะสมของน้ำเสียก่อนการบำบัด, ระยะเวลาที่เหมาะสม, ไอโซเทอร์มของการดูดซับอาร์เซนิกจากน้ำเสียสังเคราะห์ที่อธิบายถึงรูปแบบของการดูดซับของตัวกลาง และการทดลองแบบถังปฏิกรณ์ (Reactor) ที่ใช้ถ้ำถ่านหินเคลือบด้วยเพอร์รัสคลอไรด์เป็นตัวกลางในการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดและระยะเวลาที่เหมาะสมในการกำจัด จากอัตราการไหลของน้ำเสียสู่ถังปฏิกรณ์ที่ต่างกัน

วิธีการ

ขั้นตอนการเคลือบผิวแผ่นหินด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์

นำแผ่นหินปริมาณ 1 กิโลกรัมผสมกับสารละลายเฟอร์รัสคลอไรด์เข้มข้น 253 กรัมต่อลิตร (2 โมลลาร์) สัดส่วน 1 กิโลกรัม ต่อสารละลาย 1 ลิตร กวนให้เข้ากันนานประมาณ 2 นาที นำเข้าตูบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 14 ชั่วโมง จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นพอประมาณแล้วอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เมื่อแห้งแล้วบดให้ละเอียดและเก็บรักษาไว้ในขวดเพื่อป้องกันความชื้น (Arum Johsi and Malai Chaudhuri, 1996)

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างสารละลายอาร์เซนิก

เตรียมสารละลายสต็อกอาร์เซนิก 1 กรัมต่อลิตร โดยใช้ อาร์เซนิก ไทรออกไซด์ (As_2O_3) จำนวน 1.32 กรัม ทำละลายด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร เพื่อให้ได้สารประกอบของกรด อาร์เซเนียส (H_3AsO_3) ซึ่งเป็นสารประกอบของ อาร์ซีนิก 3^+ จากนั้นทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ได้สารละลายอาร์เซนิก 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

วิธีการทดลอง

ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับระหว่างแผ่นหินแบบเคลือบและไม่เคลือบผิวด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาหาระดับพีเอชที่เหมาะสม ที่ระดับพีเอชเท่ากับ 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ความเข้มข้นของอาร์เซนิก 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับ 6 ค่า คือ 5, 10, 30, 60, 120 และ 180 นาที ความเข้มข้นของ อาร์เซนิก 1 มิลลิกรัมต่อลิตร กำหนดให้ใช้ค่าพีเอชที่เหมาะสมจากขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 3 หารูปแบบไอโซเทอร์ม โดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของอาร์เซนิก ได้แก่ 50, 100, 200, 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000 และ 3,500 ไมโครกรัมต่อลิตร กำหนดให้ค่าพีเอช จากขั้นตอนที่ 1 และใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในขั้นตอนที่ 2

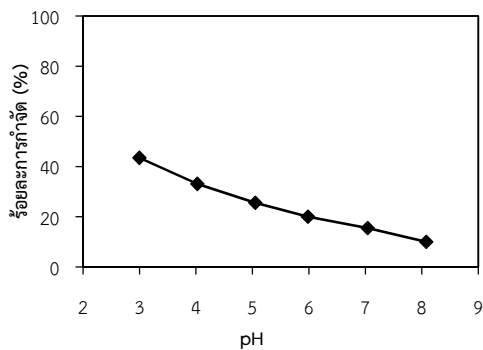
ขั้นตอนที่ 4 การทดลองแบบถังปฏิกรณ์ ใช้แผ่นหินแบบเคลือบผิวด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์ เป็นตัวกลาง โดยใช้ท่ออะคลิลิคทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26.5 เซนติเมตร สูง 145 เซนติเมตร ภายในบรรจุด้วยสารดูดซับความสูง 15 เซนติเมตร เพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการลดปริมาณอาร์เซนิกโดยทำการศึกษาความแตกต่างของอัตราการไหลที่แตกต่างกัน (กำหนดอัตราการไหล 3 ระดับ คือ 150, 200 และ 250 มิลลิลิตรต่อนาที) ใช้ความเร็วรอบในการกวน 60 รอบต่อนาที และความเข้มข้นของอาร์เซนิก ในน้ำเสียสังเคราะห์ ประมาณ 0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ใกล้เคียงกับปริมาณการปนเปื้อนของอาร์เซนิก ในเขตตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช (ค่าเฉลี่ยจาก สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 1. สงขลา กรมทรัพยากรธรณี, 2545)

วิธีการวิเคราะห์

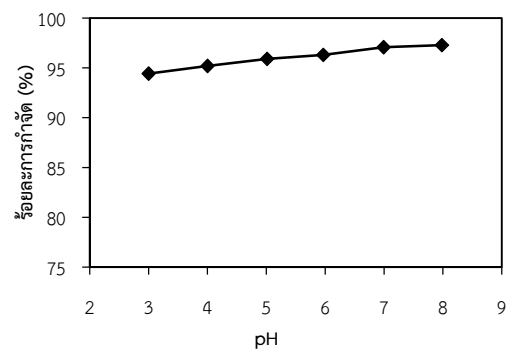
การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณของอาร์เซนิก โดยใช้ เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชัน สเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) Perkin Elmer รุ่น Aanalyst100 วิเคราะห์ด้วยวิธีการสร้าง ไฮไดรด์ (Hydride generation technique) และวิเคราะห์ไอโซเทอร์มของการดูดซับโดยใช้แบบจำลองของ Langmuir isotherm และ Freundlich isotherm ในการทำนายถึงรูปแบบของการดูดซับ

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองขั้นตอนที่ 1 แก้วถ่านหินที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิวสามารถดูดซับได้ดีที่สุดที่ระดับพีเอชเท่ากับ 8 และ 3 มีความสามารถในการดูดซับสูงสุด คือ ร้อยละ 97.3 และ ร้อยละ 43.5 ตามลำดับ แก้วถ่านหินที่ไม่เคลือบนั้นมีความสามารถลดลงเมื่อมีระดับพีเอช มีผลทำให้เกิดการปลดปล่อยระหว่าง OH^- กับอาร์เซนิกที่กระจายตัวอยู่โดยรอบ และเมื่อมี OH^- มากขึ้นจะเกิดการรบกวนการดูดซับของตัวแก้วถ่านหิน ทำให้ชั้นของอาร์เซนิกที่หุ้มอยู่หลุดออก ส่วนแก้วถ่านหินที่เคลือบผิว นั้น เป็นการสร้างประจุให้พื้นผิวให้มีแรงดึงดูดมากขึ้น และในขั้นตอนการเคลือบผิวต้องปรับพีเอชให้แตกต่าง จึงมีผลทำให้ค่าพีเอชของแก้วที่เคลือบมากกว่า รวมกับเฟอร์ริสที่หลงเหลือจากการเคลือบ จะทำให้เกิดการตกตะกอนของสารประกอบระหว่างอาร์เซนิกและเฟอร์ริส ทำให้สามารถในการกำจัดนั้นสูงกว่ามาก



(a)



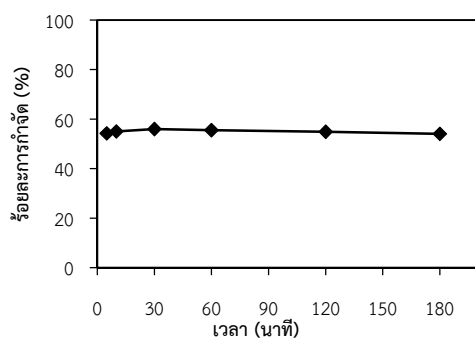
(b)

ภาพที่ 2 แสดงถึงระดับพีเอช (pH) ในการดูดซับ โดย

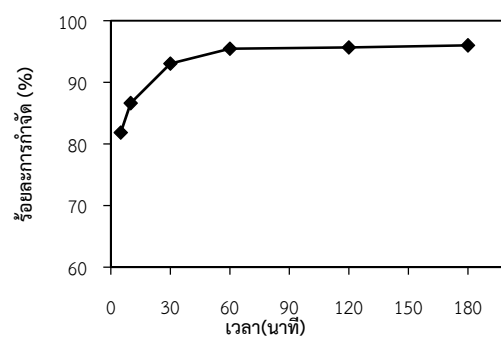
(a) แก้วถ่านที่ไม่เคลือบผิวด้วยเฟอร์ริสคลอไรด์

(b) แก้วถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเฟอร์ริสคลอไรด์

การทดลองขั้นที่ 2 หาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับที่ต่างกันและใช้ระดับพีเอช (pH) ที่ดูดซับสูงสุดในขั้นแรก พบว่าแก้วถ่านหินที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิวที่ระยะเวลาในการดูดซับได้ดีที่สุดอยู่ที่ 180 และ 30 นาที มีความสามารถในการดูดซับ คือ ร้อยละ 96.0 และ 56.2 ตามลำดับการที่แก้วถ่านหินที่เคลือบผิว นั้นมีร้อยละการกำจัดที่เพิ่มขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป เนื่องจากการดูดซับโดยตัวแก้วถ่านหินเองที่มีคุณสมบัติเป็นตัวดูดซับตามธรรมชาติ และเมื่อเคลือบด้วยเฟอร์ริสแล้วทำให้พื้นที่ผิวมีประจุ และเกิดการเหนี่ยวนำอาร์เซนิกที่กระจายอยู่โดยรอบให้ติดผิวที่เคลือบ และอีกส่วนหนึ่งเฟอร์ริสจะทำให้เกิดการตกตะกอนอาร์เซนิกได้อีกด้วย



(a)



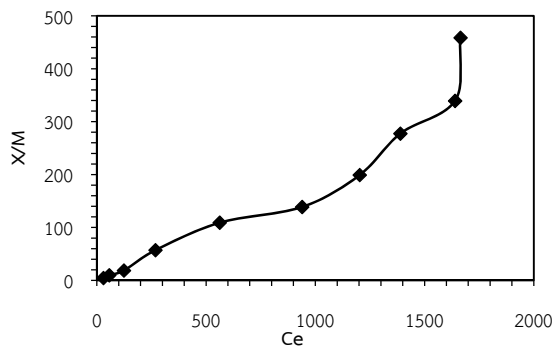
(b)

ภาพที่ 3 แสดงถึงระยะเวลาในการดูดซับ โดย

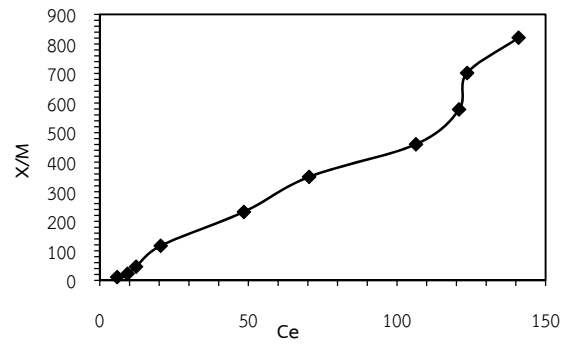
(a) แก้วถ่านไม่เคลือบผิวด้วยเฟอร์ริสคลอไรด์

(b) แก้วถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเฟอร์ริสคลอไรด์

การทดลองขั้นที่ 3 ศึกษารูปแบบของไอโซเทอร์มจากการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับโดยใช้ถ้ำถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเพอร์สคโลไรด์และไม่เคลือบผิวด้วยเพอร์สคโลไรด์พบว่าถ้ำถ่านหินแบบไม่เคลือบผิวด้วยเพอร์สคโลไรด์มีลักษณะการดูดซับแบบ S-curve isotherm (รูปที่ 4 (a)) ซึ่งมีความชันเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายอาร์เซนิกในระยะเริ่มต้นแสดงว่าโมเลกุลของอาร์เซนิกมีแรงยึดเหนี่ยวกันเองได้ดีกว่าที่โมเลกุลของอาร์เซนิกจับกับพื้นผิวของวัสดุดูดซับ แต่ถ้าสารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้นตัวถูกดูดซับจะเกาะกันเป็นกลุ่มได้ง่ายทำให้ดูดซับได้มากขึ้น ส่วนถ้ำถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเพอร์สคโลไรด์นั้น มีลักษณะการดูดซับแบบ L-curve isotherm (รูปที่ 4 (b)) ซึ่งมีลักษณะคล้ายตัวแอล เกิดขึ้นเมื่อตัวถูกละลายถูกดูดซับบนพื้นผิวตัวดูดซับจากแรงดึงดูดระหว่างตัวดูดซับกับตัวถูกละลายมีค่าสูงกว่าแรงดึงดูดระหว่างตัวถูกละลายและตัวถูกละลายเมื่อถูกดูดซับลงบนพื้นผิวหน้าของตัวดูดซับโมเลกุลของตัวถูกดูดซับที่อยู่อย่างอิสระจะเสถียรใกล้เคียงกับโมเลกุลที่เกาะตัวอยู่เป็นกลุ่มจะเกิดได้ทั้งแบบโมเลกุลของตัวถูกดูดซับที่อยู่อย่างอิสระและโมเลกุลที่เกาะตัวอยู่เป็นกลุ่มและการจัดตัวของโมเลกุลมักจะเป็นแนวอนบนพื้นผิวหน้าตัวดูดซับ



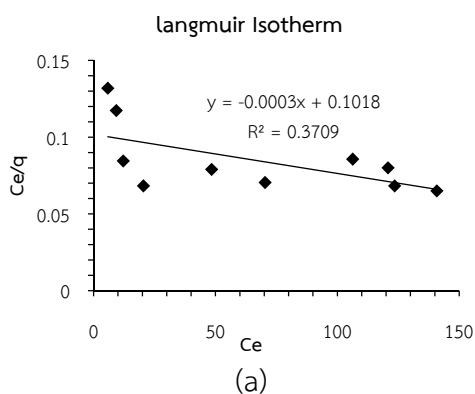
(a)



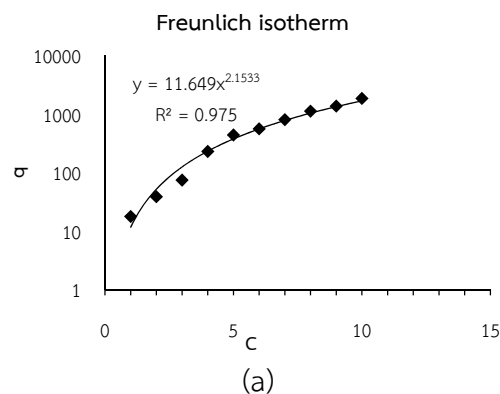
(b)

ภาพที่ 4 รูปแบบไอโซเทอร์มของการดูดซับ โดย (a) ถ้ำถ่านไม่เคลือบผิวด้วยเพอร์สคโลไรด์ (b) ถ้ำถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเพอร์สคโลไรด์

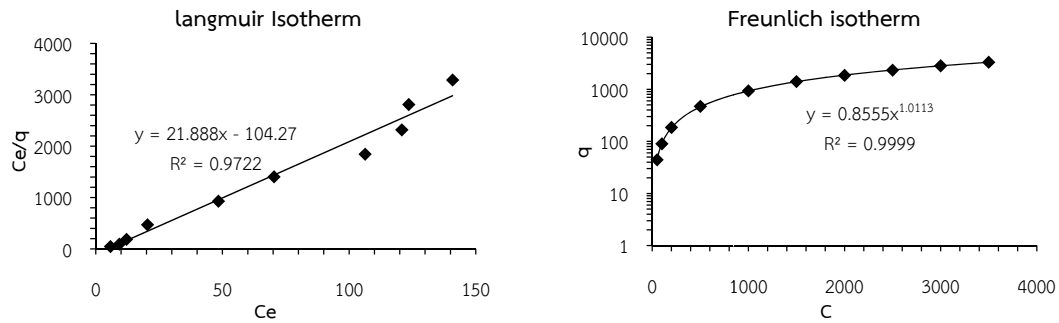
เมื่อนำผลการทดลองไปวิเคราะห์ตามสมการการดูดซับ (Langmuir isotherm และ Freundlich isotherm) พบว่าถ้ำถ่านหินที่ไม่เคลือบผิวนั้นไม่สอดคล้องกับสมการของ Langmuir เนื่องจากมีค่า $R^2=0.370$ น้อยกว่า $R^2=0.975$ ของสมการ Freundlich ดังนั้นจึงน่าจะเป็นการดูดซับแบบหลายชั้น ส่วนถ้ำถ่านหินที่เคลือบผิวด้วยเพอร์สคโลไรด์ สอดคล้องกับสมการของ Langmuir และ Freundlich โดยพิจารณาจากค่าแนวโน้มของสมการ (R^2) ของทั้งสองสมการ มีค่าใกล้เคียงกัน คือ $R^2=0.972$ และ $R^2=0.999$ ซึ่งสามารถคาดเดาได้ว่าเป็นการดูดซับแบบชั้นเดียวร่วมกับการดูดซับแบบหลายชั้น



(a)

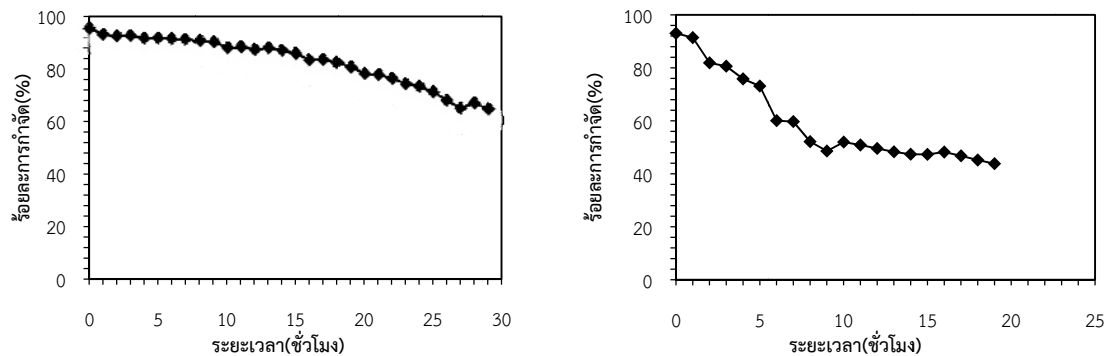


(a)

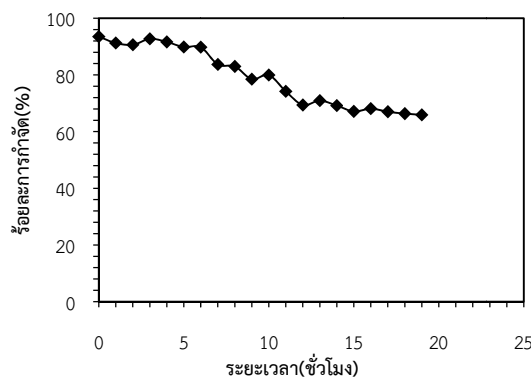


ภาพที่ 5 ไอโซเทอร์มของการดูดซับ โดย (a) ถังถ่านไม้เคลือบผิวด้วยเพอร์ริสคโลไรด์
(b) ถังถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเพอร์ริสคโลไรด์

การทดลองขั้นที่ 4 การทดลองแบบถังปฏิกรณ์ (Reactor process) โดยศึกษาความแตกต่างของอัตราการไหลที่ต่างกันพบว่า ที่อัตราการไหล 150, 200 และ 250 มิลลิลิตรต่อนาที มีจุดเริ่มเสื่อมสภาพที่ต่างกันคือ 22, 10 และ 5 ชั่วโมง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันแล้วพบว่าในอัตราการไหลที่ 150 มิลลิลิตรต่อนาที มีความสามารถสูงที่สุด จากที่กล่าวมาเนื่องจากอัตราการไหลที่ต่างกันทำให้เวลาในการสัมผัสของสารดูดซับกับสารถูกดูดซับต่างกันคือเมื่อมีระยะเวลาสัมผัสมากขึ้นทำให้ความสามารถในการดูดซับเพิ่มมากขึ้นเมื่อเพิ่มอัตราการไหลมากขึ้นทำให้การดูดซับมีระยะเวลาในการใช้งานที่ต่ำลงและมีผลทำให้เกิดการลดปริมาณของตัวกลางที่หลุดไปกับน้ำที่ผ่านการบำบัดมากขึ้นด้วยซึ่งแสดงให้เห็นว่าถังถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเพอร์ริส คโลไรด์มีแนวโน้มในการกำจัดอาร์เซนิกออกจากน้ำ จึงเป็นไปได้สูงในการใช้งาน



(a) อัตราการไหล 150 มิลลิลิตรต่อนาที (b) อัตราการไหล 200 มิลลิลิตรต่อนาที



(c) อัตราการไหล 250 มิลลิลิตรต่อนาที

ภาพที่ 6 การทดลองแบบใช้ถังปฏิกรณ์ (Reactor process)

- โดย (a) อัตราการไหล 150 มิลลิลิตรต่อนาที
(b) อัตราการไหล 200 มิลลิลิตรต่อนาที
(c) อัตราการไหล 250 มิลลิลิตรต่อนาที

สรุปผล

ประสิทธิภาพของถ้ำถ่านหินที่เคลือบด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์มีประสิทธิภาพสูงกว่าถ้ำถ่านหินที่ไม่เคลือบเนื่องจากมี $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ซึ่งสามารถช่วยให้เกิดการกำจัดอาร์เซนิกได้มากกว่าร้อยละ 50 มีรายละเอียดคือประสิทธิภาพของถ้ำถ่านหินที่เคลือบผิวและไม่เคลือบผิว สามารถดูดซับได้ดีที่สุดที่ระดับพีเอช เท่ากับ 8 และ 3 มีความสามารถในการดูดซับเป็นร้อยละ 97.3 และ 43.5 ตามลำดับ มีระยะเวลาในการดูดซับ 180 และ 30 นาที มีความสามารถในการดูดซับสูงสุดคือ ร้อยละ 96.0 และร้อยละ 56.2 ตามลำดับ การศึกษารูปแบบไอโซเทอร์มพบว่าถ้ำถ่านแบบไม่เคลือบผิวด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์มีลักษณะการดูดซับแบบ S-curve isotherm ส่วนถ้ำถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์ นั้นมีลักษณะการดูดซับแบบ L-curve isotherm และถ้ำถ่านไม่เคลือบผิวด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์สอดคล้องกับสมการ Langmuir เนื่องจากมีค่า $R^2=0.370$ น้อยกว่า $R^2=0.975$ ของสมการ Freundlich ดังนั้นจึงน่าจะเป็นการดูดซับแบบหลายชั้น ส่วนถ้ำถ่านหินแบบเคลือบผิวด้วยเฟอร์รัสคลอไรด์สอดคล้องกับสมการ Langmuir และ Freundlich เนื่องจากมีค่าใกล้เคียงกัน ($R^2=0.972$, $R^2=0.999$) ดังนั้นจึงน่าจะเป็นการดูดซับแบบชั้นเดียวรวมกับการดูดซับแบบหลายชั้น ส่วนการทดลองแบบถังปฏิกรณ์ พบว่าที่อัตราการไหล 150, 200 และ 250 มิลลิลิตรต่อนาที มีจุดเริ่มเสื่อมสภาพที่ต่างกันคือ 22, 10 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. (2542). การศึกษาติดตามปัญหาและการแก้ไขการแพร่กระจายของสารหนู อ.ร้อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช. กองสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณี ฝ่ายสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณี 1.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2545). สถานการณ์ปัญหาการแพร่กระจายของสารหนู อ.ร้อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช. สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 1.
- นันทนา ชูฉัตร. (2543). ประสิทธิภาพการกำจัดสารหนูในน้ำสังเคราะห์ด้วยตัวกลางเศษคอนกรีต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารี ขาญกันตติพนันท์. (2536). การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ถ้ำถ่านหินลิคนัดกำจัดสารตะกั่วในน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- Arun Joshi, Maray Chaudhuri. (1996). Removal of arsenic from ground water by iron oxide-coated sand. Environmental of Engineering, 1996/771.
- Jens Møller, Anna Ledin and Peter Steen Mikkelsen. (2002). Removal of dissolved heavy metals from pre-settled stormwater runoff by iron-oxide coated sand (IOCS). University of Denmark.
- Young-Soo Han. (2009). Iron Sulfide-Coated Sand for Remediation of Arsenic (III)-Contaminated Anoxic Groundwater. PH.D. University of Michigan.

การศึกษาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผัก พื้นที่อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก

Study on Residuals of Chemical Pesticide Groups Organophosphate and Carbamate from Vegetable in Ongkarak District, Nakorn Nayok Province

ผุสดี ละออ¹ และ วันวิสาข์ สายสนั่น ณ ออยุธยา²
Pussadee Laor¹, Wanvisa Saisanan Na Ayudhaya²

¹สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาลัยนานาชาติเซนต์เทเรซา
¹Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, St Theresa International College
²สาขาสาธารณสุขชุมชน คณะสาธารณสุขศาสตร์ วิทยาลัยนานาชาติเซนต์เทเรซา
²Department of Community Health, Faculty of Public Health, St Theresa International College

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผัก พื้นที่องครักษ์ จังหวัดนครนายก โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง จำนวน 3 แห่งในพื้นที่องครักษ์ ได้แก่ ตลาดนัดคลอง 15 ตลาดนัดองครักษ์ และตลาดสดองครักษ์ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างผักทั้งหมด 10 ชนิด ซึ่งเป็นผักที่นิยมบริโภคกันทั่วไป ประกอบด้วย กวางตุ้ง กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า แตงกวา ถั่วฝักยาว บล็อกโคลี่ ผักกาดขาว ผักชี และพริกชี้หูแดง แล้วนำมาตรวจสอบด้วยชุดน้ำยาตรวจหายาฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต (GT Pesticide test kit) ผลการศึกษานี้พบว่า ตลาดนัดคลอง 15 พบผักที่มีสารพิษตกค้างจำนวน 8 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 80 ตลาดสดองครักษ์ พบผักที่มีสารพิษตกค้าง 5 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 50 และตลาดนัดองครักษ์ พบผักที่มีสารพิษตกค้างจำนวน 4 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 40 ตัวอย่างผักที่ตรวจ พบว่ามีสารเคมีกำจัดแมลงอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยมากที่สุด คือ ถั่วฝักยาวและพริกชี้หูแดง ส่วนแตงกวาและผักกาดขาว ตรวจพบสารเคมีกำจัดแมลงตกค้างอยู่ในระดับที่ปลอดภัย

คำสำคัญ: สารเคมีกำจัดศัตรูพืช, สารตกค้าง, ออร์กาโนฟอสเฟต, คาร์บาเมต

Abstract

The purpose of this research was study on residuals of chemical pesticide in organophosphate and carbamate groups from vegetable in Ongkarak District, Nakorn Nayok Province by purposive sampling from 3 markets places, consisted of namely Flea market Klong 15, Flea Ongkarak market and Fresh Ongkarak market. Samples of vegetable collected were cantonese, cabbage, cauliflower, kale, cucumber, yard long bean, broccoli, chinese cabbage, coriander and chili. Samples were tested with GT Pesticide Test Kit used for screening test two groups of pesticides organophosphate and carbamate. The result of this study found that Flea market Channel 15 vegetables were found to have a chemical pesticide residue 8 types (80%), Flea Ongkarak market were found to have a chemical pesticide residue 4 types (40%) and Fresh Ongkarak market were found to have a chemical

pesticide residue 5 types (50%). Vegetables were found to have a chemical pesticide residues insecure in the most are yard long bean and chili, while cucumber and chinese cabbage were found at a safety level.

Keywords: Chemical Pesticide, Residue, Organophosphate, Carbamate

บทนำ

ปัจจุบันสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทางด้านการเกษตรของประเทศไทย และพบการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนเกษตรกรที่ตกอยู่ในภาวะเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช กำลังส่งสัญญาณว่าระบบเกษตรและอาหารของไทยอาจกำลังเข้าขั้นวิกฤต เมื่อสุขภาพของเกษตรกรถูกคุกคาม จากสถิติเกี่ยวกับการเจ็บป่วยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ค่อนข้างไม่เป็นเอกภาพและเป็นเพียงตัวเลขขั้นต่ำของจำนวนผู้ป่วยจริงในแต่ละปี การเก็บข้อมูลส่วนใหญ่มาจากระบบฐานข้อมูลการเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาล และแพทย์วินิจฉัยว่าเป็นเพราะสารเคมีกำจัดศัตรูพืช แต่ในความเป็นจริงมีผู้ป่วยที่ไม่เข้ารับการรักษาในระบบจำนวนมาก และความเชื่อมโยงของการป่วยและสารเคมีอาจไม่ชัดเจนในบางกรณี โดยเฉพาะในโรคเรื้อรังต่างๆ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับปริมาณการนำเข้าปุ๋ยใช้สารเคมีในประเทศ ปัญหาจากการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในอาหารยังเป็นข้อกังวลสำคัญสำหรับสังคมไทย ประโยชน์ของการบริโภคผักและผลไม้อาจถูกหักล้างด้วยความเสี่ยงจากสารเคมี โดยเฉพาะแค่กรณีที่มีปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากเกินไปเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ แต่รวมถึงกรณีที่พบสารเคมีที่ห้ามใช้ในพืชผักชนิดนั้นๆ และการตรวจพบสารเคมีในสินค้าที่อ้างว่าเป็นผักปลอดสารพิษ ปัญหาเหล่านี้ก็ได้ถูกสะท้อนในระดับประเทศเช่นเดียวกันจากกรณีการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพืชผักส่งออกที่ได้สร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจและความเชื่อมั่นที่จะเป็นครัวโลกของไทย (เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช, 2555) ดังนั้นจะต้องมีปริมาณสารพิษตกค้างในระดับที่ปลอดภัย ซึ่งการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยวิธีมาตรฐานทางห้องปฏิบัติการนั้น มีความยุ่งยาก ซับซ้อน เครื่องมือและอุปกรณ์มีราคาแพง มีความจำเป็น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยบุคลากรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านสูง ใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน ไม่ทันต่อการเน่าเสียของผลผลิตทางการเกษตรและการประเมินค่าความปลอดภัยของผู้บริโภค ทำให้เกิดความยุ่งยากในการประเมินระดับความเป็นพิษที่พบในอาหารนั้นว่ามีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่ ณ ปัจจุบันมีการพัฒนาชุดน้ำยาตรวจสอบยาฆ่าแมลง “GT” จึงมีประโยชน์ในการคัดกรองสารปนเปื้อนที่มีอยู่ในตัวอย่างที่วิเคราะห์ ดังนั้นในการใช้ชุดตรวจสอบดังกล่าวในครั้งนี้ จึงมีความเหมาะสมกับการคัดกรองสารพิษตกค้างและความไม่ปลอดภัยของผลิตผลทางการเกษตรให้แก่ผู้บริโภค ประกอบกับผลที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ สามารถตรวจสอบได้ครั้งละหลายตัวอย่าง ราคาถูก เหมาะสำหรับการใช้ในการตรวจเพื่อควบคุมคุณภาพความปลอดภัยของผักสด (กัญญวิวัฒน์ ฐปหอม, 2556)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาระดับการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักพื้นที่อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการสุ่มเก็บและเตรียมตัวอย่างผักจากตลาดหรือแหล่งจำหน่าย

- 1.1 สุ่มเก็บตัวอย่างผักแบบจำเพาะเจาะจง จำนวน 3 ตลาดๆ ละ 3 จุด จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ กวางตุ้ง กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า แตงกวา ถั่วฝักยาว บล็อกคลอรี ผักกาดขาว ผักชี และพริกชี้หนูแดง
- 1.2 นำผักชนิดเดียวกันแต่ละจุดในปริมาณเท่าๆกัน มาปั่นละเอียด

2. ขั้นตอนการสกัดยาฆ่าแมลง

- 2.1 นำผักที่ปั่นละเอียดจากข้อ 1.2 และปริมาณน้ำยา solvent-1 ที่ใช้ในการตรวจ ดังนี้ กวางตุ้ง กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า ถั่วฝักยาว บล็อกคลอรี ผักกาดขาว ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ตรวจ 5 กรัม ปริมาณน้ำยา solvent-1 จำนวน 5 ซีซี แตงกวา ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ตรวจ 5 กรัม ปริมาณน้ำยา solvent-1 จำนวน 10 ซีซี พริก ผักชี ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ตรวจ 2.5 กรัม ปริมาณน้ำยา solvent-1 จำนวน 10 ซีซี
- 2.2 นำตัวอย่างผักที่ปั่นละเอียดมาชั่งให้ได้ปริมาณตามต้องการใส่ในขวดมีฝาปิดที่ติดฉลากไว้
- 2.3 เติมน้ำยา solvent-1 ตามจำนวนที่กำหนดไว้ จากข้อ 2.1 เติมน้ำลงในขวดตัวอย่างผัก เขย่า 1 นาที แล้วทิ้งไว้ 15 นาที
- 2.4 ดูดน้ำยา solvent ที่ใช้สกัดตัวอย่างจากข้อ 2.3 มา 1 ซีซี แล้วเติมน้ำยา solvent-2 จำนวน 1 ซีซี แล้วนำไประเหยในภาควaccumuum ได้เป็น sample extract

3. ขั้นตอนการตรวจหายาฆ่าแมลง

- 3.1 นำหลอดแก้วใหม่ จำนวน 2 หลอด เติมน้ำยาดังนี้
หลอดที่ 1 ติดฉลากหลอดตัดสิน ดูดน้ำยา solvent-2 ใส่ลงในหลอด จำนวน 0.25 ซีซี
หลอดที่ 2 ติดฉลากหลอดควบคุม ด้วยน้ำยา solvent-2 จำนวน 0.25 ซีซี
- 3.2 นำหลอดแก้วใหม่ จำนวน 10 หลอดเติม sample extract ของผักแต่ละชนิด จำนวน 0.25 ซีซี เป็นหลอดตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงตกค้าง
- 3.3 เติมน้ำยา GT-1 จำนวน 0.5 ซีซี ลงในหลอดตัดสิน หลอดควบคุมและหลอด sample extract วางไว้ 5-10 นาที
- 3.4 เติมน้ำยา GT-2 จำนวน 0.35 ซีซี ลงในหลอดตัดสิน ส่วนหลอดควบคุมและหลอด sample extract เติมน้ำยา GT-2 จำนวน 0.25 ซีซี วางไว้ 8 นาที
- 3.5 เติมน้ำยา GT-3 จำนวน 1 ซีซี ลงในหลอดตัดสิน หลอดควบคุมและหลอด sample extract แล้วเขย่าให้เข้ากัน
- 3.6 เติมน้ำยา GT-4 จำนวน 0.5 ซีซี ลงในหลอดตัดสิน หลอดควบคุมและหลอด sample extract แล้วเขย่าให้เข้ากัน
- 3.7 เติมน้ำยา GT-5 จำนวน 0.5 ซีซี ลงในหลอดตัดสิน หลอดควบคุมและหลอด sample extract แล้วเขย่าให้เข้ากัน

4. การประเมินผล

เกณฑ์การตัดสินโดยอาศัยหลักการเทียบสี แบ่งผลการประเมินออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้
ระดับ1 ไม่พบสารพิษตกค้าง (Inhibition 0%) เมื่อผลหลอด sample extract มีสีอ่อนกว่าหรือเท่ากับหลอดควบคุม

- ระดับ2 พบสารพิษตกค้าง แต่อยู่ในระดับที่ปลอดภัย (Inhibition 50%) เมื่อผลหลุด sample extract มีสีเข้มกว่า หลอดควบคุม แต่สีอ่อนกว่าหลอดตัดสี
- ระดับ3 พบสารพิษตกค้าง ในระดับที่ไม่ปลอดภัย ($\geq$ Inhibition 50%) เมื่อผลหลุด samples extract สีเท่ากับ หรือเข้มกว่าหลอดตัดสี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัยการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักทั่วไปที่นิยมบริโภคกันทั่วไป จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ กวางตุ้ง กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า แตงกวา ถั่วฝักยาว บล็อกคลอรี ผักกาดขาว ผักชี และพริกชี้หูแดง โดยนำตัวอย่างมาสกัด และตรวจสอบด้วยชุดน้ำยาตรวจหา ยาฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ที่วางจำหน่ายในตลาดสดและตลาดนัด จำนวน 3 แห่งในพื้นที่องค์กรฯ คือ ตลาดนัดคลอง 15 ตลาดนัดองค์กรฯ และตลาดสดองค์กรฯ แล้วนำผลมา เปรียบเทียบระดับการตกค้างของสารพิษกลุ่มระหว่างผักแต่ละชนิดในตลาดเดียวกัน และเปรียบเทียบระหว่าง ผักชนิดเดียวกันที่เก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายที่ต่างกัน ผลปรากฏดังนี้

1. เปรียบเทียบระดับการตกค้างของสารพิษในผักจากแหล่งจำหน่ายเดียวกัน

ผลการศึกษาการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผัก ชนิดต่างๆ ที่เก็บจากตลาดทั้ง 3 แห่ง คือ ตลาดนัดคลอง 15 ตลาดนัดองค์กรฯ และตลาดสดองค์กรฯ ในช่วง เดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ 2557 ผลการวิเคราะห์การตกค้างของสารพิษปรากฏดังตารางที่ 1, 2 และ 3

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบระดับของสารพิษตกค้างในผักแต่ละชนิดในตลาดนัดคลอง 15

ชนิดผัก	ระดับสารพิษตกค้าง		
	ระดับ1 ไม่พบสารตกค้าง	ระดับ2 พบสารตกค้าง แต่อยู่ในระดับที่ปลอดภัย	ระดับ3 พบสารตกค้าง ในระดับที่ไม่ปลอดภัย
กวางตุ้ง	-	✓	-
กะหล่ำดอก	-	✓	-
กะหล่ำปลี	-	✓	-
คะน้า	-	✓	-
แตงกวา	✓	-	-
ถั่วฝักยาว	-	-	✓
บล็อกคลอรี	-	✓	-
ผักกาดขาว	✓	-	-
ผักชี	-	✓	-
พริกชี้หูแดง	-	-	✓

จากตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบระดับของสารพิษตกค้างในผักแต่ละชนิดในตลาดนัดคลอง 15 พบว่า ผักที่ไม่มีสารพิษตกค้างมีจำนวน 2 ชนิด คือ แตงกวา และผักกาดขาว คิดเป็นร้อยละ 20 ผักที่พบ สารพิษตกค้าง แต่อยู่ในระดับที่ปลอดภัยจำนวน 6 ชนิด คือ กวางตุ้ง กะหล่ำดอก คะน้า กะหล่ำปลี บล็อกคลอรี และผักชี คิดเป็นร้อยละ 60 และพบสารพิษตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยจำนวน 2 ชนิด คือ ถั่วฝักยาวและพริกชี้หูแดง คิดเป็นร้อยละ 20 ซึ่งมีความแตกต่างจากที่มีการตรวจหา ยาฆ่าแมลงตกค้างในผัก

จากตลาดในอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีวิธีการตรวจหาฆ่าแมลงด้วยวิธีเดียวกัน แต่พบสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาว และพริกในระดับที่ปลอดภัย (จิราพร ใจเกลี้ยง และคณะ, 2555)

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบระดับของสารพิษตกค้างในผักแต่ละชนิดในตลาดนัดองค์กรฯ

ชนิดผัก	ระดับสารพิษตกค้าง		
	ระดับ1 ไม่พบสารตกค้าง	ระดับ2 พบสารตกค้าง แต่ อยู่ในระดับที่ปลอดภัย	ระดับ3 พบสารตกค้าง ในระดับที่ไม่ปลอดภัย
กวางตุ้ง	✓	-	-
กะหล่ำดอก	✓	-	-
กะหล่ำปลี	✓	-	-
คะน้า	✓	-	-
แตงกวา	✓	-	-
ถั่วฝักยาว	-	✓	-
บล็อกคลอรี	-	✓	-
ผักกาดขาว	✓	-	-
ผักชี	-	✓	-
พริกชี้หนูแดง	-	✓	-

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระดับของสารพิษตกค้างในผักแต่ละชนิดในตลาดนัดองค์กรฯ พบว่า ผักที่ไม่มีสารพิษตกค้างมีจำนวน 6 ชนิด คือ กวางตุ้ง กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี คะน้า แตงกวา และผักกาดขาว คิดเป็นร้อยละ 60 ส่วนผักที่พบสารพิษตกค้าง แต่อยู่ในระดับที่ปลอดภัยจำนวน 4 ชนิด คือ ถั่วฝักยาว บล็อกคลอรี ผักชี และพริกชี้หนูแดง คิดเป็นร้อยละ 40

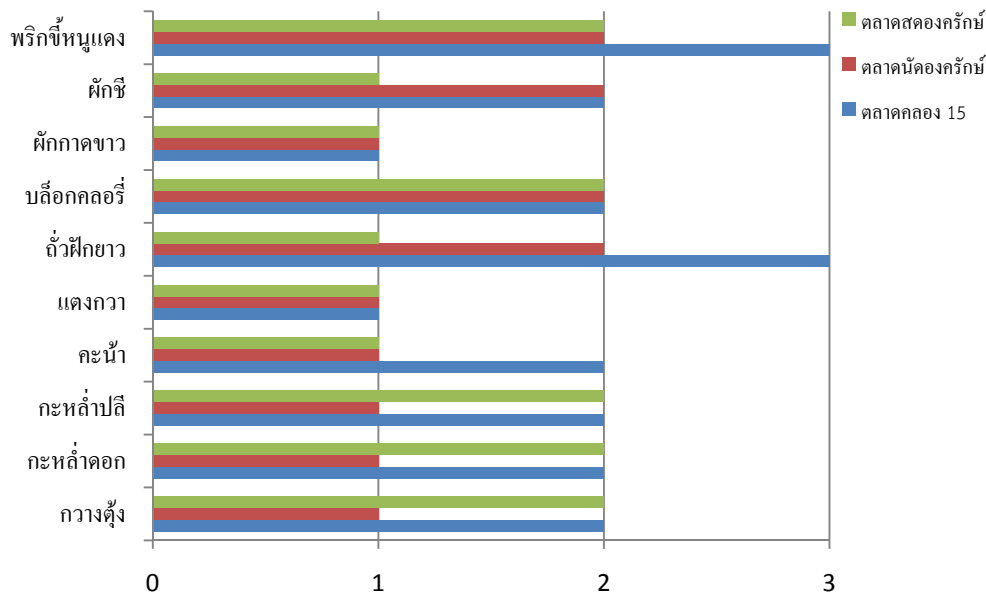
ตารางที่ 3: เปรียบเทียบระดับของสารพิษตกค้างในผักแต่ละชนิดในตลาดสดองค์กรฯ

ชนิดผัก	ระดับสารพิษตกค้าง		
	ระดับ1 ไม่พบสารตกค้าง	ระดับ2 พบสารตกค้าง แต่อยู่ในระดับที่ปลอดภัย	ระดับ3 พบสารตกค้าง ใน ระดับที่ไม่ปลอดภัย
กวางตุ้ง	-	✓	-
กะหล่ำดอก	-	✓	-
กะหล่ำปลี	-	✓	-
คะน้า	✓	-	-
แตงกวา	✓	-	-
ถั่วฝักยาว	✓	-	-
บล็อกคลอรี	-	✓	-
ผักกาดขาว	✓	-	-
ผักชี	✓	-	-
พริกชี้หนูแดง	-	✓	-

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบระดับของสารพิษตกค้างในผักแต่ละชนิดในตลาดสดองค์กรฯ พบว่า ผักที่ไม่มีสารพิษตกค้างมีจำนวน 5 ชนิด คือ คื่นช่าย แตงกวา ถั่วฝักยาว ผักกาดขาว และผักชี คิดเป็นร้อยละ 50 ผักที่พบสารพิษตกค้างแต่อยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยจำนวน 5 ชนิด คือ กวางตุ้ง กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี บล็อกคลอรี และ พริกชี้หูแดง คิดเป็นร้อยละ 50 ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักจากแปลงเพาะปลูก (จารุพงศ์ ประสพสุข และคณะ, 2555) พบกะหล่ำปลีและกวางตุ้งมีสารพิษตกค้าง นั้นแสดงให้เห็นถึงการตกค้างของสารพิษนั้นเกิดการปนเปื้อนขณะทำการเพาะปลูก ดังนั้นผักชนิดใดที่มีการฉีดพ่นสารเคมีในแปลงเพาะปลูกมากจะส่งผลให้เกิดการตกค้างมายังผักที่นำมาวางจำหน่าย

2. เปรียบเทียบระหว่างผักชนิดเดียวกันที่เก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายที่ต่างกัน

จากผลการเปรียบเทียบระดับสารพิษตกค้างในผักชนิดต่างๆ ทั้ง 10 ชนิด คือ กวางตุ้ง กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คื่นช่าย แตงกวา ถั่วฝักยาว บล็อกคลอรี ผักกาดขาว ผักชี และพริกชี้หูแดง ในตลาดทั้ง 3 แห่ง คือ ตลาดนัดคลอง 15 ตลาดนัดองค์กรฯ และตลาดสดองค์กรฯ เมื่อนำมาเปรียบเทียบการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟสและคาร์บาเมต ผลปรากฏดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: เปรียบเทียบระดับสารพิษตกค้างในผักตามแหล่งจำหน่าย

จากรูปที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบผักชนิดเดียวกันแต่เก็บตัวอย่างจากแหล่งจำหน่ายที่ต่างกัน พบว่า พริกชี้หูแดงและถั่วฝักยาวในตลาดนัดคลอง 15 มีสารพิษตกค้างปริมาณสูงสุด คืออยู่ในระดับ 3 ซึ่งหมายถึงระดับสารพิษตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัย ส่วนตลาดนัดองค์กรฯ และ ตลาดสดองค์กรฯ พบสารพิษตกค้างอยู่ในระดับ 2 และ ระดับ 1 ตามลำดับ สำหรับผักที่ไม่พบมีสารพิษตกจากตลาดทั้ง 3 แห่ง มี 2 ชนิด คือ ผักกาดขาวและแตงกวา และยังพบว่าผักที่เก็บตัวอย่างมาจากตลาดนัดองค์กรฯมีจำนวนผักถึง 6 ชนิด ที่ไม่พบสารพิษตกค้าง ได้แก่ ผักกาดขาว แตงกวา คื่นช่าย กะหล่ำปลี ดอกกะหล่ำ และกวางตุ้ง ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น มีการพรมน้ำเพื่อให้ผักมีความสดอยู่ตลอดเวลาจึงทำให้ผักที่นำมาตรวจวิเคราะห์นั้นถูกชะล้างสารพิษออกไปบางส่วน รวมถึงผักที่มีอยู่ในวันที่เก็บตัวอย่าง ผักที่นำมาขายมีลักษณะแตกต่างจากผักที่เก็บจากตัวอย่างตลาดนัดคลอง 15 และตลาดสดองค์กรฯ เพราะผักมีร่องรอยการเจาะของแมลงเป็นส่วนใหญ่ จึงอาจเป็นปัจจัยให้ผลการตรวจพบสารตกค้างน้อยกว่าตลาดอื่น ดังนั้น การพิจารณาลักษณะทาง

กายภาพของผักที่นำมาทำการตรวจวิเคราะห์จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะต้องพิจารณาประกอบการตรวจพบปริมาณสารพิษตกค้าง ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากแปลงเพาะปลูก และจากผลการเปรียบเทียบสารพิษตกค้างจากตัวอย่างผักที่เก็บมาจากแหล่งจำหน่ายทั้ง 3 แห่ง มีผลปรากฏเช่นเดียวกัน คือ แดงกวา และผักกาดขาวไม่พบสารพิษตกค้าง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะให้กับผู้บริโภคซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงการรับประทานผักที่มีสารพิษตกค้าง ด้วยการล้างผักเพื่อลดปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้าง ทำให้เกิดความมั่นใจในการรับประทานผักให้ปลอดภัย ก่อนนำไปรับประทานหรือปรุงประกอบอาหาร ในปัจจุบันมีวิธีการล้างผักอยู่หลายวิธี เช่น การใช้โซเดียมไฮโปคลอไรต์ ในประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำอุ่น 20 ลิตร แช่นาน 15 นาที แล้วนำไปล้างด้วยน้ำสะอาด จะช่วยลดปริมาณสารพิษลงได้ถึงร้อยละ 90-95 การใช้น้ำส้มสายชูที่มีกรดน้ำส้มความเข้มข้น 5% ของกรดน้ำส้ม ผสมน้ำในอัตราส่วน 1:10 แช่นาน 10-15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด สามารถลดปริมาณสารพิษได้ร้อยละ 60-84 รวมถึงการใช้ต่างหัตถ์ปริมาณ 20-30 เกล็ด ผสมน้ำ 4 ลิตร แช่ไว้ประมาณ 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดสามารถลดสารพิษลงได้ร้อยละ 35-43 นอกจากนี้ยังมีวิธีการล้างผักอีกหลายวิธีเช่น ใช้วิธีการล้างผักโดยน้ำไหลผ่าน ร่วมกับใช้มือช่วยคลี่ใบผักและถูไปมาบนผิวใบของผักผลไม้ประมาณ 2 นาที สามารถลดสารพิษลงได้ร้อยละ 25-63 รวมถึงวิธีการใช้เกลือแกงที่มีอยู่ในครัวเรือนประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ ผสมน้ำ 4 ลิตร แช่นาน 10 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดสามารถลดสารพิษได้ร้อยละ 27-38 (ฉัตรภา หัตถโกศล, 2556) จะเห็นได้ว่า แต่ละวิธีสามารถช่วยลดปริมาณของสารตกค้างที่อยู่ในผักและผลไม้ได้ แต่การเลือกวิธีไหนก็ขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้บริโภค นอกจากนี้อีกวิธีหนึ่งที่ผู้บริโภคจะสามารถลดการสะสมการได้รับสารพิษตกค้างในผักและผลไม้สู่ร่างกาย คือพยายามรับประทานผักและผลไม้ให้หลากหลายอย่ารับประทานผักและผลไม้ซ้ำๆ กันเกินไป และเปลี่ยนร้านที่ซื้อผักและผลไม้บ้าง เพราะหากมีสารตกค้างในผักก็จะได้ไม่ทำให้เกิดการสะสมจนเป็นอันตรายต่อร่างกาย

สรุป

จากผลการวิจัยการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟสและคาร์บาเมตในผักพื้นเมืองศรีสะเกษ จังหวัดนครนายก ซึ่งได้ทำการสำรวจผักทั้งหมด 10 ชนิด ด้วยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างผักจากตลาดแบบจำเพาะเจาะจง จำนวน 3 แห่ง คือ ตลาดนัดคลอง 15 ตลาดนัดองครักษ์ และตลาดสดองครักษ์ ผลปรากฏว่า ผักที่มีความเสี่ยงต่อการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุด มี 2 ชนิดคือ พริกชี้หูแดง และถั่วฝักยาว ซึ่งตลาดที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูงที่สุด คือตลาดนัดคลอง 15 เนื่องจากผลปรากฏว่า ผักทั้ง 10 ชนิด ที่เก็บตัวอย่างมาศึกษาการตกค้างของสารพิษนั้น ผักจำนวน 8 ชนิดที่พบการตกค้างของสารพิษ คือ กวางตุ้ง กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า ถั่วฝักยาว บล็อกโคลี ผักชี และพริกชี้หูแดง คิดเป็น ร้อยละ 80 และมีผักเพียง 2 ชนิดเท่านั้น จากตลาดทั้ง 3 แห่ง ที่ไม่พบสารพิษตกค้างของสารพิษ คือ ผักกาดขาว และแดงกวา ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงสามารถใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังในการเลือกซื้อผักให้มีความปลอดภัยมากขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

- กัลยวัจน์ ฐปหอม. (2556). ชุดน้ำยาตรวจสอบสารพิษตกค้าง ยาฆ่าแมลง “จีที”. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2556, จากเว็บไซต์: www.gttestkit.com/checking_gt.pdf
- เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. (2555). ผลกระทบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อสุขภาพคนไทย. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2556, จากเว็บไซต์: www.thaipan.org/info/impact/health.
- จารุพงศ์ ประสพสุข และคณะ. (2555). สถานการณ์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ปี 2554, กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ขอนแก่น.
- จิราพร ใจเกลี้ยง และคณะ. (2555). การตรวจหาฆ่าแมลงตกค้างในผักจากตลาดในอำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2556, จากเว็บไซต์: <http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC5005033.pdf>
- ฉัตรภา หัตถโกศล. (2556). วิธีการล้างผัก ผลไม้ให้ปลอดภัย. สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2557, จากเว็บไซต์: www.manager.co.th

การประยุกต์ใช้ข้อกำหนดในระบบ ISO9000:2008 ในการปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ
หน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก
Applying of Standard Management System, ISO9000:2008, to improve to
service quality of Reserve Officers Training Corps Academy, Phitsanulok province.

สุรกิจ จันทรทอง^{1*} และ ศิษญา สิมารักษ์^{2**}
Surakit Chanthong¹, Siada Simarak²

¹หน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก

¹Reserve Officers Training Corps Academy, Phitsanulok province
*E-mail: hs6rxz@gmail.com

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

²Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University
**E-mail: ssisda@yahoo.com

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปและปัญหาในการให้บริการของหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก และเป็นข้อมูลสำหรับการประยุกต์ใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 : 2008 การศึกษาพบว่าปัญหาจากการให้บริการภายในองค์กร ลักษณะการทำงานในการให้บริการที่มีปัญหา โดยผู้วิจัยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 2 ชุด ดำเนินการสอบถามชุดที่ 1 แบบสอบถามความพึงพอใจของโรงเรียนในสังกัดจำนวน 93 สถานศึกษา และชุดที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดสุโขทัย จำนวน 444 คน และการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ จากแบบสอบถามครั้งที่ 1 ภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง จึงทำให้มีการหาสาเหตุ การรวบรวมปัญหา และนำแนวทางความคิดของระบบคุณภาพ 9000 มาปรับปรุงการทำงาน โดยการจัดทำแนวทางการแก้ไขปัญหา ปัญหาที่เกิดขึ้นในงานวิจัย ตัวอย่างเช่น ปัญหาการแยกบริการตามสายงาน ปัญหาการตรวจสอบโครงสร้างพื้นฐาน ปัญหาการคัดแยกเอกสาร เป็นต้น จากการดำเนินการแก้ไขตามแนวทางการแก้ไข และการหาค่าเฉลี่ยโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของสถานศึกษา อยู่ระหว่าง 4-10 % ค่าเฉลี่ยโดยรวม 7.57 % และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของนักศึกษาวิชาทหาร อยู่ระหว่าง 6-14 % ค่าเฉลี่ยโดยรวม 9.46 % โดยการประเมินจากแบบสอบถามครั้งที่ 2 ภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก และการนำระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9000 มาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาภายในหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก สามารถดำเนินการแก้ไขได้จริง และปรับปรุงระบบการให้บริการ ตลอดจนผู้มาขอรับบริการให้ความเชื่อมั่นมากขึ้น หลังจากการนำระบบ ISO 9000:2008 มาประยุกต์ใช้ในระบบการให้บริการ

คำสำคัญ : ระบบบริหารคุณภาพ, ระบบ ISO 9000, ปัญหาและอุปสรรค

ABSTRACT

The objective of this research is an investigation of the services and finding the problems to apply the Standard Management System, ISO9000: 2008 in Reserve Officers Training Corps Academy, Phitsanulok province (ROTCA). The source of this research was taken from 2 respondent groups, group 1 is 93 respondents from school in service area and group 2 is 444 respondents from Reserve Officers Training Corps Cadets. They were selected randomly from different schools in the service area. Moreover, the interview of staffs in the ROTCA is also conducted to investigate the opinions and appropriable from the workplace. The questionnaires were conduct in 2 times, the first questionnaire is to finding the causes and the problems, and the second questionnaire is to review after implementing the ISO9000: 2008. As a result, the first questionnaire found that the appropriating of the service quality is just in the moderate rank, because the problems from the separating of cascade command system, the document management system and the infrastructure of organization behavior. However the second questionnaire, the services quality is in the high rank, approximate 7.57 percentages (range between 4-10) from schools and approximate 9.46 percentages (range between 6-14) from the Reserve Officers Training Corps Cadets. Therefore, after implemented the ISO9000: 2008 in the work processing has a good respond and increasing the trust from the clients. In addition, ISO9000: 2008 could provide the solution to solve the problems and improve quality of services in the ROTCA services.

Keyword : Quality Management System, ISO 9000 System, Problems and Obstacles

บทนำ

หน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก เป็นหน่วยงานราชการส่วนภูมิภาคที่สถาปนาขึ้นในวันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ.2510 สังกัดจังหวัดทหารบกพิษณุโลก โดยมีหน่วยบัญชาการกำลังสำรอง เป็นผู้กำหนดนโยบายและกำกับดูแลในด้านการฝึก - ศึกษา ปัจจุบัน มีกำลังพลอยู่ 45 นาย รับผิดชอบนักศึกษาวิชาทหารตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 – 5 ภายในการกำกับดูแล 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 4,947 นาย จังหวัดสุโขทัย จำนวน 2,402 นาย และโรงเรียนทางไกลผ่านดาวเทียม จำนวน 41 นาย รวมทั้งสิ้น 7,406 นาย โรงเรียนที่สามารถร้องขอต่อหน่วยบัญชาการรักษาดินแดนเพื่อขอเปิดให้มีการฝึกนักศึกษาวิชาทหาร ต้องเป็นโรงเรียนที่มีการเรียนการสอนตั้งแต่มัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นต้นไป มีโรงเรียนในจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 58 โรงเรียน โรงเรียนในจังหวัดสุโขทัย จำนวน 34 โรงเรียน และโรงเรียนผ่านทางไกล (โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 23) จำนวน 1 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 93 โรงเรียน จากที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะพบว่ามีความนักศึกษาวิชาทหาร และโรงเรียนในสังกัด เป็นจำนวนมากกว่าที่ทางหน่วยบัญชาการกำลังสำรองกำหนดไว้ 1 เท่า เป็นเหตุให้การกำหนดในข้อตกลงต่าง ๆ ระหว่างโรงเรียน กับหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก เป็นไปอย่างล่าช้า

โดยมีปัญหาในการจัดการการเรียนของนักศึกษาวิชาทหาร จนถึงการจัดเก็บเอกสารต่างๆ อยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน คือ เอกสารที่มีการพิมพ์ลงกระดาษและจัดเก็บอยู่ในแฟ้มเอกสาร และเอกสารที่มีการบันทึกอยู่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์และจัดเก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์ของแต่ละแผนก ซึ่งเป็นการยากในการควบคุม

ตลอดจนการให้บริการในรูปแบบระบบสารสนเทศและอาจทำให้การให้บริการแก่นักศึกษาวิชาทหาร และโรงเรียนต่างๆ ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยเห็นสมควรนำเอามาตรฐาน ISO9000:2008 มาประยุกต์ใช้ภายในหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการศึกษา 3 ประเด็น ดังนี้ 1) การเกิดความล่าช้า ในการให้บริการ 2) ยากต่อการควบคุมเอกสาร 3) การให้บริการไม่เต็มประสิทธิภาพ ตลอดจนในการบริหารงานตามที่มีผู้มารับบริการ และต้องการสร้างระบบขึ้นมาเป็นสากล โดยการประยุกต์ใช้มาตรฐาน ISO 9000 กับทุกหน่วยงานไม่ว่าหน่วยงานขนาดเล็ก หรือองค์กรขนาดใหญ่ และมีหัวข้อกำหนดที่ชัดเจน สามารถมาประยุกต์ใช้บริหารงานของหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลกได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การประยุกต์ใช้ข้อกำหนดISO9001:2008ในการจัดทำระบบการให้บริการการฝึกนักศึกษาวิชาทหาร ของหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อการประยุกต์ใช้ข้อกำหนดในระบบ ISO9000:2008 ใช้การปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ หน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก

ตอนที่ 1 เก็บข้อมูลศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบปัญหาที่เกิดขึ้นในหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลกกับข้อกำหนดของระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 : 2008 เพื่อตรวจสอบสอดคล้อง

ตอนที่ 3 หาแนวทางการปรับปรุงพัฒนาให้เป็นไปตามระบบ (แนวทางแก้ไขปัญหา)

ตอนที่ 4 นำเสนอผู้บริหารพร้อมการอนุมัติใช้

ตอนที่ 5 ดำเนินการแก้ไขตามแนวทางที่ได้รับการอนุมัติจากฝ่ายบริหาร

ตอนที่ 6 ติดตามการดำเนินงานและปรับปรุง

ตอนที่ 7 วัดผลการดำเนินการ

ตอนที่ 8 สรุปผลการดำเนินงาน

วัดผลการปรับปรุง ในด้านการให้บริการ

1) ทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการ

2) ทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ให้บริการ

มีความพึงพอใจในการให้บริการ โดยการทำแบบสอบถามจากจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1) อาจารย์ผู้กำกับนักศึกษาวิชาทหาร ในสังกัดหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหารจังหวัดทหารบกพิษณุโลก ปีการศึกษา 2553 สถานศึกษาละ 1 คน จำนวน 93 คน

2) นักศึกษาวิชาทหาร ปีการศึกษา 2553 จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 4,947 คน และจังหวัดสุโขทัย จำนวน 2,402 คน รวมจำนวนทั้งหมด 7,406 คน

3) สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ภายในหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

- 1) อาจารย์ผู้กำกับนักศึกษาวิชาทหาร จำนวน 93 คน
- 2) นักศึกษาวิชาทหาร ปีการศึกษา 2553 จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 4,947 คน และจังหวัดสุโขทัย จำนวน 2,402 คน รวมจำนวนทั้งหมด 7,406 คน กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางของเครจซีและมอร์แกน (Krejcie and Morgan อ้างถึงใน บุญชม ศรีสะอาด, 2535 : 40) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างของเครจซีและมอร์แกนที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แยกเป็น นักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดสุโขทัย จำนวน 147 คน นักศึกษาวิชาทหาร พิษณุโลก จำนวน 297 คน รวมได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 444 คน
- 3) สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ภายในหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดจำนวนประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับ	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
1	อาจารย์ผู้กำกับนักศึกษาวิชาทหาร	93	93
2	นักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดสุโขทัย	2,402	147
3	นักศึกษาวิชาทหาร พิษณุโลก	4,947	297
4	สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่	-	-
รวม		7,442	537

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ข้อกำหนดในระบบ ISO 9000:2008 ใช้การปรับปรุงคุณภาพการให้บริการ หน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก กำหนดรายการของสาเหตุปัญหา เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุง ให้สอดคล้องกับข้อกำหนด ของ ISO 9000:2008 ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

จากการสำรวจความพึงพอใจสามารถสรุปความพึงพอใจของโรงเรียนในสังกัดจำนวน 93 สถานศึกษา และนักศึกษาวิชาทหารจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดสุโขทัย จำนวน 444 คน ครั้งที่ 2 จากแบบสอบถามนั้นจะเห็นว่า ในระดับความพึงพอใจในการรับบริการในสภาวะปัจจุบันที่ได้นำระบบการประยุกต์ ISO 9000 : 2008 ในการปรับปรุงคุณภาพในการให้บริการ หน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก โดย การคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของสถานศึกษาอยู่ในระหว่าง ร้อยละ 4 – 10 เปอร์เซ็นต์ ในข้อ 3.15 การให้บริการมีความสะดวกในการ รับ – ส่ง เอกสาร ที่ได้เปอร์เซ็นต์ต่ำสุด ร้อยละ 4.14 เปอร์เซ็นต์ และข้อ 3.4 มีเอกสาร/แผ่นพับแนะนำข้อมูลแก่ผู้มารับบริการ ที่ได้เปอร์เซ็นต์สูงสุด ร้อยละ 10.5 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 7.57 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มขึ้นของข้อ 3.4 เพิ่มขึ้นมากที่สุดเพราะการจัดทำแผ่นพับ ให้ผู้มาขอรับบริการนำไปอ่านและทำความเข้าใจในการดำเนินการของเจ้าหน้าที่ที่ระยะเวลาในการดำเนินการและการรอคอยเอกสาร ขอบเขตในการดำเนินการของเจ้าหน้าที่และผู้ขอรับบริการ ตลอดจนสิทธิที่จะเกิดขึ้นของผู้มาขอรับบริการ และการคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของนักศึกษาวิชาทหารอยู่ในระหว่าง ร้อยละ 6 – 14 เปอร์เซ็นต์ ในข้อ 4.2 สถานที่ให้บริการสะดวกเป็นระเบียบ ที่ได้เปอร์เซ็นต์ต่ำสุด ร้อยละ 6.62 เปอร์เซ็นต์ และข้อ 1.8 ดูแลเอาใจใส่กระตือรือร้น เต็มใจให้บริการ ที่ได้เปอร์เซ็นต์สูงสุด ร้อยละ 14.72 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 9.46 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มขึ้นของข้อ 1.8 เพิ่มขึ้นมากที่สุดเพราะผู้บังคับบัญชาให้ความสำคัญในการดูแลเอาใจใส่ในงานที่ทำตลอดการแยกเอกสารในด้านต่างๆ ทำให้งานสำเร็จ ทันต่อการให้บริการขอผู้มาขอรับบริการ และผู้มาขอรับบริการสามารถตรวจสอบเอกสาร ติดตามเอกสารได้

ตามแนวทางการบริหารจัดการตามแนวทางการแก้ไข โดยให้เป็นไปตามข้อกำหนด ISO 9000 : 2008 ในการดำเนินการดังกล่าว คือผลการดำเนินการจากการนำแนวทางการแก้ไขไปใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นตามแนวทางการแก้ไข ข้อ 3 ในการคัดแยกเอกสาร โดยเอกสารที่คัดแยกมีการคัดแยก จำนวน 2 เดือน คือเดือน มกราคม เปอร์เซ็นต์การคัดแยกเอกสาร 86 % และในเดือนกุมภาพันธ์ เปอร์เซ็นต์การคัดแยกเอกสาร 91 % จากการดำเนินการพบว่าเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นจำนวน 5 % จากการดำเนินการเป็นที่พึงพอใจในการให้บริการ ทำให้เอกสารเดินทางตามสายงานได้ถูกต้องและรวดเร็ว ทันเวลาต่อการให้บริการ

ผลการดำเนินการจากการนำแนวทางการแก้ไขไปใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นตามแนวทางการแก้ไข ข้อ 7 การบริการแยกเอกสารตามสายงานตามเอกสารคำร้องของผู้ขอรับบริการ จำนวน 2 เดือน คือเดือน มกราคม เปอร์เซ็นต์การแยกเอกสารตามสายงาน 98 % และในเดือนกุมภาพันธ์ เปอร์เซ็นต์การแยกเอกสารตามสายงาน 99 % จากการดำเนินการพบว่าเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นจำนวน 1 % จากการดำเนินการเพื่อลดความผิดพลาดของเอกสารที่ส่งไปให้เจ้าหน้าที่

ผลการดำเนินการจากการนำแนวทางการแก้ไขไปใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นตามแนวทางการแก้ไข ข้อ 10 การให้บริการทางโทรศัพท์ล่วงหน้า ของผู้ขอรับบริการ จำนวน 2 เดือน คือเดือน มกราคม เปอร์เซ็นต์การให้บริการ 70 % และในเดือนกุมภาพันธ์ เปอร์เซ็นต์การให้บริการ 86 % จากการดำเนินการพบว่าเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นจำนวน 16 % จากการดำเนินการจัดทำตารางการขอรับบริการทางโทรศัพท์ ทำให้เกิดความสะดวกสบาย ในด้านต่างเช่น การจัดเตรียมเอกสารของผู้มารับบริการ และเจ้าหน้าที่สามารถเตรียมความพร้อมของเอกสารของผู้มารับบริการได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว เพื่อความครบถ้วน

ผลจากการดำเนินการโดยภาพรวมพบว่า ในด้านความพึงพอใจในด้านการประเมิน จากครั้งที่ 2 ในรายการความพึงพอใจ 4 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ 2. ด้านเทคโนโลยีให้แก่ผู้ใช้บริการ 3. ด้านกระบวนการ ขั้นตอน และเวลาในการให้บริการ 4. ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ได้เปอร์เซ็นต์จากการประเมินเพิ่มขึ้นในทุกๆ ด้าน จากการดำเนินการทำตามแนวทางการแก้ไข และเป็นไปตามข้อกำหนดบริหารงานคุณภาพ ISO 9000 : 2008 สามารถเห็นความเปลี่ยนแปลงของเจ้าหน้าที่ในการให้บริการแก่ผู้มาขอรับบริการทั้งสถานศึกษา นักศึกษาวิชาทหาร และประชาชนทั่วไปได้อย่างมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานมากขึ้น และการสร้างจิตสำนึกและวัฒนธรรมของคนในองค์กร การสร้างความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาองค์กรไปเป็นในทิศทางเดียวกัน และยังสามารถประกันในความสำเร็จของงานที่ทำตามแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ดังนี้ 1. การป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลวภายในองค์กร 2.เป็นที่ยอมรับของหน่วยงานและประชาชน 3.ปรับปรุงกระบวนการทำงานเดิม 4.เพื่อป้องกันความผิดพลาดของงานที่เกิดขึ้น 5.การให้โครงการหรือผลงานมีคุณภาพให้ตรงไปตามแผนและเป้าหมายที่กำหนดไว้ เป็นต้น การดำเนินการทำตามแนวทางดังกล่าวเพื่อการปรับปรุงภายในองค์กรให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ตารางที่ 2 แสดงสรุปความพึงพอใจของโรงเรียนในสังกัดจำนวน 93 สถานศึกษา และนักศึกษาวิชาทหารจำนวน 444 คน

รายการความพึงพอใจ	สถานศึกษา			นักศึกษาวิชาทหาร		
	คะแนน		%	คะแนน		%
	ก่อนทำ	หลังทำ		ก่อนทำ	หลังทำ	
1.ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่						
1.3 มีความสุภาพ และเต็มใจในการให้บริการ	4.03	4.35	7.94	3.43	3.71	8.16
1.6 ให้บริการด้วยความยิ้มแย้มแจ่มใส	3.82	4.14	8.37	2.91	3.13	7.56
1.7 ให้การอธิบาย/คำแนะนำ และตอบข้อซักถามอย่างชัดเจน	4.08	4.42	8.33	3.21	3.54	10.28
1.8 ดูแลเอาใจใส่กระตือรือร้น เต็มใจให้บริการ	3.80	4.11	8.15	3.26	3.74	14.72
2. ด้านเทคโนโลยีให้แก่ผู้ใช้บริการ						
2.1 มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ทันสมัยในการให้บริการ	3.25	3.53	8.61	3.09	3.32	7.44
2.2 มีบริการอินเทอร์เน็ตให้ผู้มาใช้บริการ	3.70	2.88	6.66	2.7	2.95	9.25
2.3 มีการให้บริการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารทางระบบอินเทอร์เน็ต	2.83	3.08	8.83	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน
2.4 สถานศึกษาได้รับบริการจัดส่งเอกสารแบบอิเล็กทรอนิกส์E-mail	2.49	2.62	5.22	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน
3. ด้านกระบวนการ ขั้นตอน และเวลาในการให้บริการ						
3.3 ขั้นตอนในการให้บริการมีความชัดเจน และเข้าใจง่าย	3.09	3.35	8.41	2.9	3.21	10.68
3.4 มีเอกสาร/แผ่นพับแนะนำข้อมูลแก่ผู้มารับบริการ	2.76	3.05	10.50	2.95	3.18	7.79

ตารางที่ 3 ต่อแสดงสรุปความพึงพอใจของโรงเรียนในสังกัดจำนวน 93 สถานศึกษา และนักศึกษาวิชาทหาร จำนวน 444 คน

รายการความพึงพอใจ	สถานศึกษา			นักศึกษาวิชาทหาร		
	คะแนน		%	คะแนน		%
	ก่อนทำ	หลังทำ		ก่อนทำ	หลังทำ	
3. ด้านกระบวนการ ขั้นตอน และเวลาในการให้บริการ						
3.7 การดำเนินการทันกำหนดเวลา	3.02	3.28	8.60	3.21	3.45	7.47
3.9 เจ้าหน้าที่สามารถกำหนดระยะเวลาในการให้บริการตามที่ได้รับบริการ ต้องการ	3.30	3.53	6.88	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน
3.10 ผู้รับบริการสามารถติดต่อขอรับบริการทางโทรศัพท์ล่วงหน้า	3.32	3.48	4.81	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน
3.11 มีการติดตามผลหลังการรับบริการ	3.36	3.52	4.76	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน
3.12 ผู้รับบริการสามารถขอรับบริการได้ทุกประเภทตามที่ต้องการ	2.89	3.11	7.61	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน
3.13 ผู้รับบริการสามารถติดต่อขอรับบริการได้โดยสะดวก รวดเร็ว	2.91	3.15	8.24	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน
3.15 การให้บริการมีความสะดวกในการ รับ – ส่งเอกสาร	3.38	3.52	4.14	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน	ไม่ประเมิน
4. ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก						
4.1 มีที่นั่งพักสำหรับผู้มาติดต่อให้บริการ	3.21	3.52	9.65	3.15	3.5	11.11
4.2 สถานที่ให้บริการสะดวกเป็นระเบียบ	3.09	3.35	8.14	3.32	3.54	6.62
4.3 มีน้ำดื่มให้บริการ	3.58	3.82	6.70	3.12	3.52	12.82
5. โดยภาพรวมทั้งหมดท่านมีความพึงพอใจอยู่ในระดับใด	3.38	4.19	8.54	3.71	4.05	9.16

สรุป

ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลความพึงพอใจของผู้มารับบริการของ หน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก ที่ผ่านมาโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ พบว่าผู้มารับบริการมีความพึงพอใจในการดำเนินการของ หน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลก อยู่ในระดับปานกลาง จึงทำให้ต้องมีการหาสาเหตุของข้อปัญหา โดยใช้ตารางการรวบรวมปัญหาของโรงเรียนในสังกัดจำนวน 93 สถานศึกษา และนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดสุโขทัย จำนวน 444 คน และประยุกต์ใช้ข้อกำหนดของระบบ ISO 9000:2008 มาใช้เป็นแนวทางในการจัดทำระบบบริหารงานเพื่อพัฒนาเจ้าหน้าที่ให้สามารถให้บริการต่อผู้มาขอรับบริการให้บรรลุวัตถุประสงค์ของผู้มาขอรับบริการ โดยในแต่ละขั้นตอนแต่ละแนวทางการแก้ไขปัญหา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดจนข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานในมุมมองต่าง ตั้งแต่ผู้บังคับบัญชา และผู้ใต้บังคับบัญชา การนำข้อมูลมาทำการเปรียบเทียบและการจัดกลุ่มปัญหาแล้วนำข้อกำหนดระบบคุณภาพ ISO 9000:2008 เพื่อให้สอดคล้องกับกลุ่มปัญหาดังกล่าวมาดำเนินการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาภายในองค์กรดังนี้

1. ประยุกต์ใช้ข้อกำหนด 6.2.2 ความสามารถ จิตสำนึก และการฝึกอบรม ในการแก้ไขปัญหาจำนวน 5 เรื่อง โดยได้จัดการทบทวนการปฏิบัติงานต่อเจ้าหน้าที่ทำให้เกิดการปฏิบัติงานที่สอดคล้องในข้อกำหนดและประเมินประสิทธิภาพของเจ้าหน้าที่ต่อกิจกรรมต่างๆ

2. ประยุกต์ใช้ข้อกำหนด 6.3 โครงสร้างพื้นฐาน ในการแก้ไขปัญหาจำนวน 1 เรื่อง โดยการตรวจสอบเครื่องมืออุปกรณ์สำนักงานและสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน สิ่งอำนวยความสะดวกภายในสำนักงาน และเสนออนุมัติตามขั้นตอน

3. ประยุกต์ใช้ข้อกำหนด 7.2.1 การระบุข้อกำหนดต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ พื้นฐาน ในการแก้ไขปัญหาจำนวน 3 เรื่อง โดยการแก้ปัญหาคำขอการให้บริการในการขอรับบริการต่างๆ เพื่อเกิดความสะดวกต่อผู้ขอรับบริการ

4. ประยุกต์ใช้ข้อกำหนด 7.2.2 การทบทวนข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ พื้นฐาน ในการแก้ไขปัญหาจำนวน 3 เรื่อง โดยการแก้ปัญหาคำขอการให้บริการข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องและรวดเร็วเป็นไปตามความต้องการของผู้มาขอรับบริการ

5. ประยุกต์ใช้ข้อกำหนด 7.2.3 การติดต่อสื่อสารกับลูกค้า พื้นฐาน ในการแก้ไขปัญหาจำนวน 2 เรื่อง โดยการแก้ปัญหาคำขอการติดตามผลตลอดจนงานรับส่งเอกสารต่างๆ เพื่อให้เกิดความชัดเจนและมีประสิทธิภาพในการให้บริการ

6. ประยุกต์ใช้ข้อกำหนด 7.5.1 การควบคุมการดำเนินการผลิตและบริการ พื้นฐาน ในการแก้ไขปัญหาจำนวน 1 เรื่อง โดยการแก้ปัญหาคำขอการให้บริการในการเดินทางของเอกสารตลอดจนระยะเวลาในการให้บริการการตรวจสอบเฝ้าติดตามในกิจกรรมของผู้ขอรับบริการ

จากการดำเนินการตามแนวทางทั้ง 6 แนวทางและปรับแก้ให้สามารถปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม และพบว่าในการดำเนินการตามแนวทางในช่วงแรกได้มีการอธิบายการทำความเข้าใจกับเจ้าหน้าที่ให้เข้าใจเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติงานตามแนวทางของผู้วิจัยกำหนด เจ้าหน้าที่เข้าใจและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ส่งผลให้กระบวนการดำเนินงานมีรูปแบบและแนวโน้มดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่อาจมีอุปสรรคในการปฏิบัติงานและขั้นตอนบางดังนี้

1. ในเบื้องต้นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดของการบริหารงานคุณภาพ จะต้องตีความหมายของข้อกำหนดแต่ละข้อ เพื่อนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง หรือสามารถปรึกษาผู้ที่ชำนาญการอย่างแท้จริง ในข้อกำหนดต่างๆ และการใช้คำพูดเชิงวิชาการเพื่อนำมาเรียบเรียงให้เป็นงานวิจัย

2. การดำเนินการเพื่อให้บุคลากรภายในหน่วยงานมีส่วนร่วมเข้าใจในกิจกรรมต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นรวมถึงการอธิบายเกี่ยวกับกิจกรรมที่อาจปรับเปลี่ยนไป เพื่อไม่ให้เกิดการเป็นภาระหรือเป็นการเพิ่มงานให้กับเจ้าหน้าที่ได้

การประยุกต์ใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 : 2008 มาใช้นั้นพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นสามารถที่จะลดลงได้อย่างเห็นได้ชัด และทำให้ผู้ขอรับบริการมีความพึงพอใจในระบบที่ได้จัดทำขึ้น และผู้ขอรับบริการให้ความเชื่อมั่นมากขึ้นหลังจากทางหน่วยฝึกนักศึกษาวิชาทหาร จังหวัดทหารบกพิษณุโลกได้นำระบบมาตรฐาน ISO 9000:2008 มาประยุกต์ใช้ในระบบการให้บริการ

เอกสารอ้างอิง

- จรินทร์ รุจิกเรศการ.(2543). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบคุณภาพ Introduction to Quality System Standards.กรุงเทพฯ : เนชั่น
- เจริญศิริดา จิตศักดิ์านนท์. (2546). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการขอรับรองระบบ คุณภาพมาตรฐาน ISO 9000 ขององค์กรธุรกิจที่อยู่ภายใต้การดูแลให้คำปรึกษา ของ บริษัท ทริบเพิลเอ ควอลิตี้ เซ็นเตอร์ จำกัด. การค้นคว้าแบบอิสระ ศิลปะศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์การเมือง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ทิพวัลย์ โชติโก. (2546). ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการรับรองระบบคุณภาพมาตรฐาน ไอเอสโอ 9002 ของสถานitäรรวจภูธรอำเภอมืองเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระ รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ธงชัย สันติวงษ์. (2546). พฤติกรรมบุคคลในองค์กร. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช
- บรรจง จันทมาศ. (2544). ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 : 2000. (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น)
- บรรจง จันทมาศ. (2546). ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 ฉบับปรับปรุง. (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น)
- บุญชม ศรีสะอาด. (2547). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ประเวศ ยอดยิ่ง. (2542). ระบบบริหารงานคุณภาพ ISO 9000. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- มนตรี ไทยศิริ.(2544). การเพิ่มประสิทธิภาพการบริการโดยระบบคุณภาพ ISO 9000 : ศึกษาเฉพาะกรณีธนาคารพาณิชย์. นักศึกษาวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักรหลักสูตรป้องกันราชอาณาจักรภาครัฐร่วมเอกชนรุ่นที่ 9.
- มาตรฐานอุตสาหกรรม. (2541). การส่งเสริมและฝึกอบรมสำนักงานมาตรฐานผลิตอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : กองส่งเสริมและฝึกอบรม.
- ภทธีรา รุจิโกศัย.(2544). กรณีศึกษาการนำแนวความคิดระบบ ISO 9000 มาปรับปรุงการทำงานในหน่วยงานราชการ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์. (2544). คู่มือพัฒนาระบบคุณภาพสู่มาตรฐาน ISO 9002. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ผู้จัดการ
- วรภัทร์ ภู่เจริญ. (2541). คู่มืออธิบายข้อกำหนด ISO 9001(พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : แชนโพธิ์พรีนติ้ง
- ศิริพร ขอพรกลาง. (2544). การควบคุมคุณภาพ. กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์
- สกล เลี่ยมประวัติ. (2544). การจัดทำระบบบริหารคุณภาพ ISO 9001 : 2000 กรณีศึกษา บริษัทปูนซีเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ.(2544). ISO 9001 : 2000. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ.เอกสารประกอบการอบรม
- สุวรรณี แสงมหาชัย.(2544). การจัดการเพื่อพัฒนาคุณภาพรวมองค์กร :แนวคิดและกระบวนการในการนำไปปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สหายบล็อกการพิมพ์.
- เสาวนิตย์ ชัยมุสิก.(2542). คู่มือการใช้ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

การสกัดสารจากใบขนุนเพื่อศึกษาการยับยั้ง α -Glucosidase Crude Extraction from Leaves of Jackfruit Tree (*Artocarpus heterophyllus* Lam) to study the α -Glucosidase Inhibitor

นริศรา การภักดี¹, ภัทรวดี โตปรังกอบสิน²
Narissara Karnpukdee¹, Pattrawadee Toprangkobsin²

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Phanakorn Si Ayutthaya Rajabhat University
E-mail : kaizaa_sap@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสารที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส จากสารสกัดจากใบขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lam) ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นที่ปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสเป็นหนึ่งทางเลือกในการรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ดี นำใบขนุนมาสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำร้อน เมทานอล เอทิลอะซิเตท ไดคลอโรมีเทน และเฮกเซน จากผลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพพบว่าสารสกัดจากชั้นน้ำ เมทานอล เอทิลอะซิเตท ไดคลอโรมีเทนและเฮกเซนที่ความเข้มข้น 5 mg/mL มีฤทธิ์ในการยับยั้งร้อยละ 85.55 , 44.42 , 97.15 , 8.10 และ 42.86 ตามลำดับ จากการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสแสดงให้เห็นว่าสารสกัดในชั้นน้ำและชั้นเอทิลอะซิเตทที่ความเข้มข้น 5mg/mL มีความสามารถในการยับยั้งได้ดี นำสารสกัด 2 ชั้นคือสารสกัดชั้นน้ำและชั้นเอทิลอะซิเตท หาค่า IC_{50} ได้ผลดังนี้ 2.35 และ 2.49 mg/mL

คำสำคัญ: เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส, โรคเบาหวาน, ใบขนุน

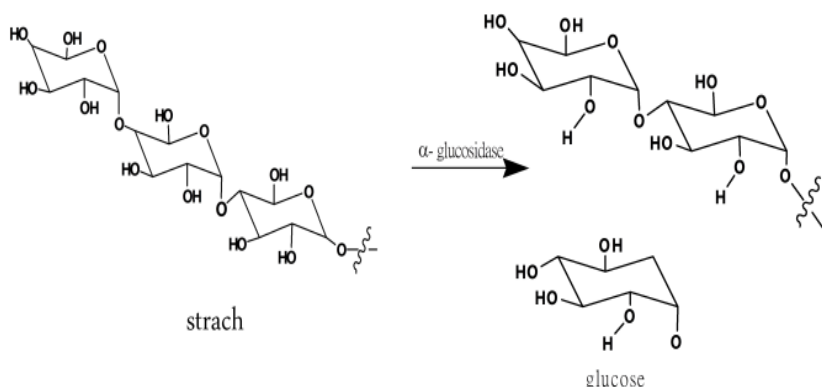
ABSTRACT

This research aimed to investigate the substances that showed activity in inhibition alpha glucose from extract of jackfruit leaves (*Artocarpus heterophyllus* Lam). Jackfruit is a perennial tree that widely cultivated in Thailand. The alpha-glucosidase inhibitor is alternative way for curing of type 2 diabetes. Jackfruit leaves were extracted with several solvents as water, methanol, ethylacetate, dichloromethane and hexane. The biological test results of the extract from water, methanol, ethylacetate, dichloromethane and hexane at a concentration of 5 mg / mL presented the inhibitory percent as 85.55, 44.42, 97.15, 8.10 and 42.86, respectively. Therefore, it can be suggested that the extracts from ethylacetate and water showed better activity in inhibition alpha glucosidase than the others. Indeed, the extract from water and ethyl acetate showed IC_{50} values as follows 2.35 and 2.49 mg / mL.

Keyword : α -glucosidase, diabetes, Jackfruit leaves.

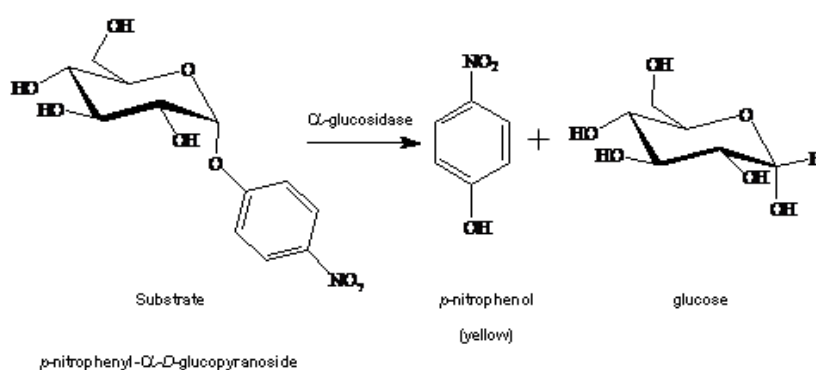
บทนำ

ปัจจุบันการแพทย์มีการรักษาโรคเบาหวานโดยใช้สมุนไพรที่มีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดจากพืชสมุนไพรในท้องถิ่นในงานวิจัยนี้ ได้นำไบนูน (Artocarpus heterophyllus Lam) มาทำการศึกษา ซึ่งเป็นพืชไม้ยืนต้นที่มีประโยชน์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดดังนั้นการสกัดสารจากสมุนไพรอาจเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการบำรุงสุขภาพและป้องกันหรือใช้เป็นยารักษาโรค การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ทั้งสองชนิดช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดหลังรับประทานอาหาร เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยแป้งและคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ดังสมการที่1



สมการที่ 1 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสทำให้สามารถชะลอการดูดซึมกลูโคสและการเพิ่มขึ้นของน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือดซึ่งสารสำคัญในไบนูนดังกล่าวสามารถยับยั้งเอนไซม์ชนิดนี้ ส่งผลในการบำบัดรักษาโรคเบาหวาน การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดที่ได้จากไบนูน(Artocarpus heterophyllus Lam) งานวิจัยนี้จะใช้เทคนิคทางสเปกโทรสโกปีเพื่อติดตามปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสสารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์ดังสมการที่2



สมการที่ 2 ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสสารตั้งต้น

จากสมการที่ 2 พารา-ไนโตรฟีนิล-แอลฟา-ดี-กลูโคไพราโนไซด์ (p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside: PNP-G) เป็นสารละลายไม่มีสีทำหน้าที่เป็นซับสเตรต (substrate) ในปฏิกิริยาเมื่อมีเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส (α-glucosidase) จะถูกไฮโดรไลซ์ไปเป็นพารา-ไนโตรฟีนอล (p-nitrophenol) ซึ่งเป็นสารละลายสีเหลืองและน้ำตาลกลูโคสซึ่งสามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์ ที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิคอัลตราไวโอเลตวิสิเบิลสเปกโทรสโกปี (UV-Visible spectroscopy) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว

คลื่น 405 นาโนเมตร ถ้าการทดลองให้ค่าการดูดกลืนแสงมากแสดงว่าเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแต่ถ้าการทดลองให้ค่าการดูดกลืนแสงน้อยแสดงว่าเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสไม่สามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ นั่นคือเอนไซม์ ถูกยับยั้งการทำงานด้วยสารที่สกัดได้จากใบขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lam) ดังนั้นการทดสอบกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสจึงเป็นวิธีการเบื้องต้นในการทดสอบพืชสมุนไพรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยาที่สามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสในปัจจุบันได้แก่ Acarbose, Miglitol และ Voglibose เป็นต้น แต่ยาเหล่านี้พบว่ามีผลต่อผู้ป่วยโรคเบาหวานทำให้มีอาการท้องอืดท้องเฟ้อและท้องร่วง จึงมีการนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการบำบัดรักษาโรคเบาหวานมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสกัดแยกแบบหยาบใบขนุน
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารที่สกัดได้จากใบขนุนที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

วิธีดำเนินการวิจัย

การสกัด

นำใบขนุนตากแห้งบดละเอียด 200 กรัม นำมาต้มด้วยน้ำ 2000 มิลลิลิตร ต้มซ้ำ 3 ครั้ง ครั้งละ 2-3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วนำมารองด้วยผ้าขาวบางจะได้สารสกัดชั้นน้ำ จากนั้นนำสารสกัดชั้นน้ำมาปั่นเหวี่ยงและกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 จะได้สารสกัดชั้นน้ำใส แล้วนำสารสกัดชั้นน้ำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดันจนตัวทำละลายระเหยออกหมดจะได้สารสกัดชั้นน้ำ (Crude H₂O) ที่แห้งประมาณ 60 กรัม จากนั้นนำสารสกัดชั้นน้ำ (Crude H₂O) ที่แห้ง 30 กรัม มาละลายด้วยตัวทำละลาย Methanol 1500 มิลลิลิตร และอีก 30 กรัมมาละลายใน Ethylacetate 1500 มิลลิลิตร จะได้สารสกัดชั้น Methanol และ สารสกัดชั้น Ethylacetate และนำสารสกัด 2 ชั้นนี้ไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดันจะได้สารสกัดที่แห้งหรือ Crude Methanol ประมาณ 15 กรัม และ Crude Ethylacetate ประมาณ 10 กรัม จากนั้นนำ Crude Methanol มาละลายด้วยตัวทำละลาย Dichloromethane 200 มิลลิลิตร และ Crude Ethylacetate มาละลายด้วยตัวทำละลาย Hexane 200 มิลลิลิตร จะได้ Crude Dichloromethane ประมาณ 5 กรัม และ Crude Hexane ประมาณ 2 กรัม และนำ Crude ที่ได้ทั้งหมดไปทดสอบการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

การทดสอบการออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

เตรียมสารตัวอย่างอย่างละ 10 mg ละลายในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ปริมาตร 1mL จากนั้นนำมาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 5.0, 1.0, 0.1 mg/mL แล้วปิเปตสารตัวอย่างแต่ละความเข้มข้น 10 μ L ลงในไมโครเพลท แล้วใส่เอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส 40 μ L ทิ้งให้เกิดปฏิกิริยา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นเติมสารละลายพาราไนโตรฟินิลแอลฟาดีกลูโคพาราโนไซด์ 50 μ L ซึ่งทำหน้าที่เป็นซับสเตรท ทิ้งให้เกิดปฏิกิริยา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แล้วหยุดปฏิกิริยาด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 100 μ L แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร โดยใช้เครื่องอ่านค่าการดูดกลืนแสงในไมโครเพลท (ใช้แบงก์เป็นไดเมทิลซัลฟอกไซด์ จากนั้นเติมสารละลายชนิดเดียวปริมาตรเท่ากันลงไปเหมือนกับการทดลองข้างต้น) และนำค่าที่ได้มาคำนวณร้อยละการยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสและค่า IC₅₀

ร้อยละการยับยั้งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\% \text{ inhibition} = \left(\frac{A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{blank}}} \right) \times 100$$

A_{blank} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ไม่มีสารตัวอย่าง

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

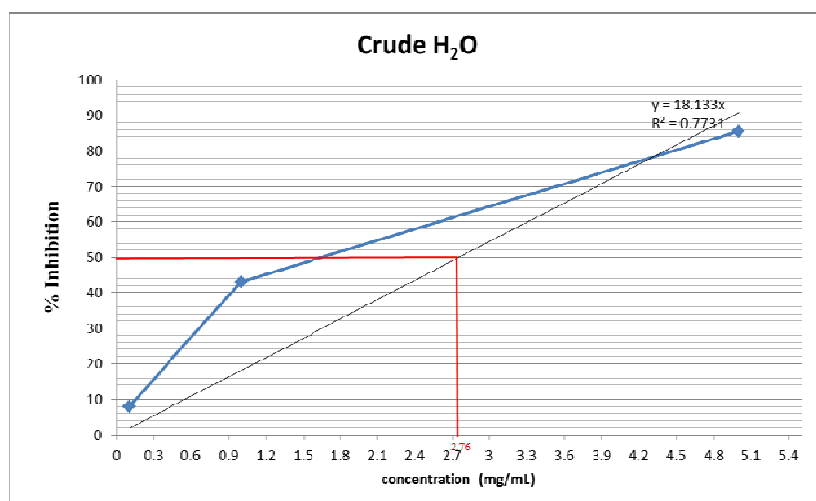
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลของการสกัดหยาบจากใบขนุนด้วยตัวทำละลายน้ำ เมทานอล เอทิลอะซิเตท ไดคลอโรมีเทนและเฮกเซน เมื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ได้ผลของการยับยั้งดังนี้

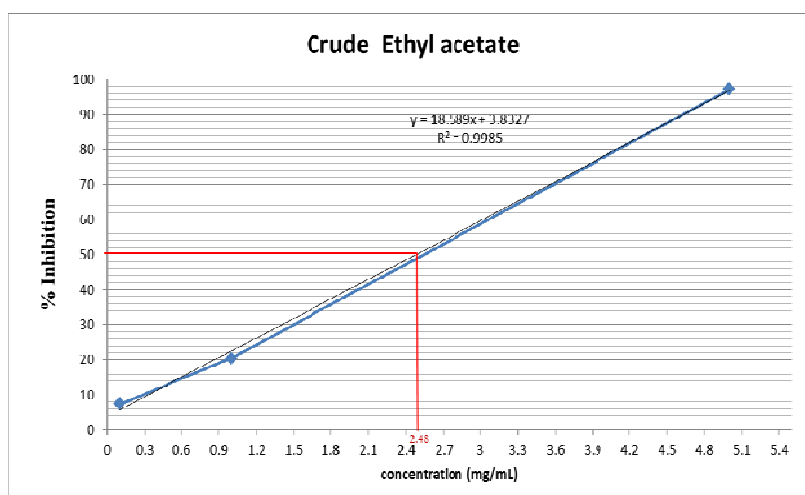
ตารางที่ 1 แสดงร้อยละการยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากใบขนุน

จากการหาค่าร้อยละการยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสนำค่าของสารสกัดเข้มข้นน้ำและเอทิลอะซิเตทที่ได้มาคำนวณหาค่า IC₅₀ ดังกราฟที่ 1 และ กราฟที่ 2

ความเข้มข้นของ สารสกัด	5 mg/mL	1.0 mg/mL	0.1 mg/mL
Crude H ₂ O	85.55%	43.10%	7.88%
Crude Methanol	44.81%	37.32%	13.40%
Crude Ethylacetate	97.15%	20.39%	7.35 %
Crude Dichloromethane	8.10%	5.25%	2.85%
Crude Hexane	42.86%	22.33%	5.33%



กราฟที่ 1 แสดงผลการหาค่า IC₅₀ ของ Crude H₂O



กราฟที่ 2 แสดงผลการหาค่า IC₅₀ ของ Crude Ethylacetate

จากกราฟการหาค่า IC₅₀ ของ Crude H₂O และ Crude Ethyl acetate ได้ค่าดังนี้ 2.76 และ 2.48 mg/mL ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงการยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดส ($\bar{X} \pm SD$)

ความเข้มข้น สารสกัด	5.0 mg/mL	1.0 mg/mL	0.1 mg/mL
H ₂ O	85.55 ± 1.12	43.10 ± 0.93	7.88 ± 6.50
Methanol	44.81 ± 6.32	37.32 ± 1.30	13.40 ± 2.40
Ethyl acetate	97.15 ± 3.60	20.39 ± 3.60	7.35 ± 0.85
Dichloro methane	8.10 ± 1.91	5.25 ± 3.82	2.85 ± 3.82
Hexane	42.86 ± 1.71	22.33 ± 1.71	5.33 ± 0.14

ผลการวิเคราะห์ร้อยละการยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากใบขนุนด้วยตัวทำละลายน้ำ เมทานอล เอทิลอะซิเตท ไดคลอโรมีเทน และเฮกเซน ที่ความเข้มข้น 5 mg/mL มีร้อยละยับยั้งเท่ากับ 85.55, 44.42, 97.15, 8.10 และ 42.86 ตามลำดับ และผลการหาค่า IC_{50} ของสารสกัดขั้วน้ำและสารสกัดขั้ว เอทิลอะซิเตท เท่ากับ 2.76 และ 2.48 mg/mL ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสด้วยการสกัดสารจากใบขนุนเพื่อทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้ง แอลฟาไกลูโคซิเดส จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารเปอร์เซ็นต์การยับยั้งก็จะเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นจึงเลือกที่ เปอร์เซ็นต์การยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสที่สูงที่สุดคือ 97.15 ที่ความเข้มข้น 5 mg/mL ใน Crude Ethyl acetate จากการทำการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดส 2 ขั้ว ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสารใน Crude Ethyl acetate กับ Crude ของสารสกัดอื่น ๆ จะเห็นได้ว่าใน Crude Ethyl acetate มีการยับยั้ง แอลฟาไกลูโคซิเดสสูงกว่า Crude ของสารสกัดอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- ปนัดดา ทินบุตร.(2554).การประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย,10 – 11 พฤศจิกายน, 2554, อำเภอบางใหญ่จังหวัดสงขลา.กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ณัฐพงศ์ โฆษณานนท์.(2548).ความรู้เรื่องโรคเบาหวาน.ค้นเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2556, จากเว็บไซต์ <http://www.med.cmu.ac.th/etc/princefund/file/17.pdf>
- เกสัชกรหญิง จุไรรัตน์ เกิดดอนแฝก.ขนุนลดน้ำตาลในเลือด ฯ.ค้นเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม 2556,จาก เว็บไซต์. <http://www.gotoknow.org/posts/512697>
- Wen-kuang Hsu, Tai-hao Hsu, Fang-yi Lin, Yuan-kai Cheng, John Po-wen Yang. Separation, purification, and α -glucosidase inhibition of polysaccharides from *Coriolus versicolor* LH1 mycelia. Carbohydrate Polymers 92. (2013).(pp 297 306)
- John Powen Yang, Taihao Hsu, Fangyi Lin, Wenkuang Hsu, Yucheng Chen. Potential antidiabetic activity of extracellular polysaccharides in submerged fermentation culture of *Coriolus versicolor* LH1. Carbohydrate Polymers 90. (2012) . (pp 174– 180)
- Sirichai Adisakwattana, Sirintorn Yibchok-anan, Sumana Chompootaweep. Pharmacotherapy of Type 2 Diabetes Mellitus. Thai J Pharmacol; Vol 24: No 2-3,May-Dec 2002.