



วารสารวิชาการ

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

IVEE

ISSN 2821-9422 (Print)

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม - ธันวาคม 2565

Vol.1 No.2 July - December 2022

“มุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ และคุณธรรมในระดับนานาชาติ”

บทความวิจัย

1. การพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร
2. ประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์จากเปลือกปู
3. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพหุพัฒนาการนิยมนำสำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษา ในศตวรรษที่ 21
4. ศึกษาสมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผ่านการใช้งานแล้ว เมื่อเติมเต้านาเกลเป็นสารเติมแต่งขึ้นรูป ด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์
5. ผลการศึกษาไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย



“มุ่งผลิตและพัฒนามาทำलगคนให้มีคุณภาพ
และคุณธรรมในระดับนานาชาติ”

សារមាណ
CONTENT

หน้า

- | | |
|--|----|
| 1. การพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร
โดย ณัฐวุฒิ ประทุมชาติ | 1 |
| 2. ประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์จากเปลือกปู
โดย นิรมล วิริยวุฒิวงศ์ หิรัญญา ลาสีสำราญ ศุภกฤต อาตจันทร์ จิรพัฒน์ กิจสุวรรณ | 11 |
| 3. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยสำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษา
ในศตวรรษที่ 21
โดย ปาณิสรา จ่างจิตร | 18 |
| 4. ศึกษาสมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผ่านการใช้งานแล้ว เมื่อเติมเถ้าแกลบเป็นสารเติมแต่งขึ้นรูป
ด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์
โดย พรหมวิวัฒน์ พรหมเลน อีรพงษ์ ดวงทองคำ สุนทร วีระเดชสิกุล ณรงค์ชัย โอเจริญ | 24 |
| 5. ผลการศึกษาใส่กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย
โดย ทิพรรัตน์ ขนรักษ์ ราชนัย ไชยภาค บัณฑิตศักดิ์ ศรีโสภา | 34 |

เจ้าของ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

ที่ปรึกษา

- | | |
|---|--|
| 1. ดร.พรหมสวัสดิ์ ทิพย์คงคา | นายกสภาสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก |
| 2. ผศ.ปรีชา อ่องอารี | ผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 3. ดร.กล้า สมตระกูล | ผู้ทรงคุณวุฒิ กระทรวงวัฒนธรรม |
| 4. ดร.ธวัชชัย อู่พานิช | ที่ปรึกษาพิเศษสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา |
| 5. ดร.วินัย สารสุวรรณ | ผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 6. ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคระยอง | 7. ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมาบตาพุด |
| 8. ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย | 9. ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ |
| 10. ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี | 11. ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี |
| 12. ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคตราด | 13. ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี |
| 14. ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี) | |

บรรณาธิการ

- | | |
|------------------|---|
| ดร.สมชาย ชำรงสุข | ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก |
|------------------|---|

รองบรรณาธิการ

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1. ว่าที่ร้อยตรีณรงค์ เกษตรภิบาล | รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก |
| 2. นายจิระพงษ์ จันทร์ประเสริฐ | รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก |
| 3. นายทรงพล ถนอมวงษ์ | ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก |
| 4. นายกิตติวิทย์ บุญศิริ | ผู้เชี่ยวชาญด้านพัฒนาการเรียนการสอนและกิจการพิเศษ |
| 5. นายวิรัตน์ เศรษฐสุภาพร | ผู้อำนวยการสำนักพัฒนายุทธศาสตร์และความร่วมมืออาชีวศึกษา |

กองบรรณาธิการ

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2. ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 3. ดร.ฤชวิ ฉัตรวิริยวงศ์ | วิทยาลัยเทคนิคระยอง |
| 4. ดร.ประทีป ผลจันทร์งาม | ผู้อำนวยการอาชีวศึกษาบัณฑิต |

คณะทำงานฝ่ายศิลป์ พิสูจน์อักษรและจัดรูปเล่ม

- นางสาวกัลยา หาญชิน
- นางสุพัฒนา ร่วมโพธิ์
- นางสาวสุริพร บุญน้ำชู
- นางสาวลลิตา ปรีชาจารย์
- นายประชิด รัตนพลแสน
- นางสาวพัชรพิมล เสาวคนธ์

คณะทำงานจัดทำวารสารวิชาการ

- นายประภาส พวงขึ้น
- นายทนง ทองมาก
- นางสาวปรียาภัทร ศรีเพชร
- นางสาวจุฑารัตน์ สมบูรณ์ธรรม

การพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรม สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร

THE DEVELOPMENT OF SCIENCE LEARNING PROCESS TO INTEGRATED ACTIVE
LEARNING AND RESEARCH-BASED LEARNING ENHANCE TO CREATIVE
INNOVATION DESIGN SKILLS FOR HIGH VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS
IN SAKONNAKHON TECHNICAL COLLEGE

ณัฐวุฒิ ประทุมชาติ

Natthawuth Pratumchart

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้าง ทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร และเพื่อหาประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิค สกลนคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 80 คน เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 3) แบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรม การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าดัชนีประสิทธิผล (EI)

ผลการศึกษาพบว่า

1. กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิค สกลนคร ประกอบด้วย 1) ขั้นกระตุ้นความคิด 2) ขั้นสร้างแนวคิดหลัก 3) ขั้นระบุนรายละเอียด และ 4) ขั้นประเมินผล

คำสำคัญ : กระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, การออกแบบนวัตกรรม, อาชีวศึกษา

¹ วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2

¹ SAKONNAKHON TECHNICAL COLLEGE INSTITUTE OF VOCATIONAL EDUCATION NORTHEASTERN REGION 2

*Corresponding Author, E-mail : natthawuth1972@gmail.com

2. ประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา มีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.69 หรือคิดเป็นร้อยละ 69.88

Abstract

This research had Quasi-experimental research to the purpose of this research was 1) To development of science learning process to integrated Active learning and Research-Based Learning enhance to creative innovation design skills for high vocational certificate students in Sakonnakhon Technical College 2) Compare the effectiveness of science learning process to integrated Active learning and Research-Based Learning enhance to creative innovation design skills for high vocational certificate students in Sakon nakhon Technical College. The sample consisted of 80 high vocational certificate students by cluster random sampling. The instruments used lesson plans, on the science learning process and basic learning, academic achievement test. The statistics used were frequency, percentage, mean, standard deviation The research found that

1. The science learning process was ingredient of Motivation, Apply, Detail, Evaluation.

2. The effectiveness of science learning process for high vocational certificate students was highest level. (0.69 or 69.88%)

Keywords : Science Learning Process, Creative Innovation Design, Vocational Education

1. บทนำ

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาทุนมนุษย์ให้มีความแข็งแกร่งในทุกมิติ ทั้งทางร่างกาย จิตใจ ความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการแสวงหาข้อมูล จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อสร้างศักยภาพสูงสุดให้เกิดแก่ผู้เรียนให้เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์

และความเชื่อมั่นในตนเองผ่านการเรียนรู้ที่มีความหมายผู้เรียนเป็นฝ่ายลงมือกระทำอยู่กับเนื้อหาที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้โดยการพูดคุย การเขียน การอ่าน การสะท้อนหรือการตั้งคำถาม การเรียนการสอนที่มีความเคลื่อนไหวใช้ได้ทั้งกลุ่มเล็ก และกลุ่มใหญ่ ผู้เรียนอาจทำงานคนเดียวหรือทำงานกันเป็นกลุ่มก็ได้ ผู้สอนจะเป็นฝ่ายรุก ผู้เรียนจะเป็นฝ่ายรับ ถ้าเปรียบเทียบคือ การเรียนการสอนแบบดั้งเดิม นักเรียนเปรียบเสมือนเป็นเหยือก ผู้สอนต้องรินน้ำใส่เหยือก แต่การจัดการเรียนรู้เชิงรุกผู้สอน ต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายสร้างเนื้อหาใหม่ ผู้สอนคอยนำทางชี้แนะ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและใช้ข้อมูลข่าวสารนั้นให้เกิดประโยชน์ กล่าวคือผู้สอนช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยใช้กิจกรรมได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การอภิปรายกลุ่ม การจำลองสถานการณ์ การใช้บทบาทสมมติการเขียน และการอ่านเชิงรุก เป็นต้น การเรียนรู้ในลักษณะนี้เรียกว่า “การเรียนรู้เชิงรุก”(พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ) [4] นอกจากการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองแล้ว การเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานก็เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่มีจุดมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านข้อมูลที่มีบุคคลได้สร้างสรรค์ไว้ในรูปแบบของงานวิจัย รายงานการวิจัยหรือรายงานการค้นคว้าอิสระ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการแก้ปัญหา การสร้างสรรค์ผลงานบนข้อเท็จจริงที่เชื่อถือได้ อีกทั้งจะช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ดังผลการวิจัยของ จิรัชญา เฟื่องจาง [2] พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้และสอดคล้องกับผลการศึกษา ของ ธนนคร พวงคำ [3] พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และค่าเฉลี่ยของการทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้สร้างสรรค์การเรียนรู้ด้วยตนเอง และพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้

จากความสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกและการจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานข้างต้น ที่เป็นปัจจัยส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับอาชีวศึกษามีความสนใจที่จะบูรณาการการจัดการเรียนรู้ทั้งสองวิธีเข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงซึ่งถือเป็นกำลังแรงงานสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศไทยให้ ก้าวทันยุคแห่งเทคโนโลยีและนวัตกรรม อีกทั้งยังเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่นำมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนอาชีวศึกษาให้เป็นบุคคลที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญาเป็นกำลังแรงงานในการพัฒนาประเทศต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

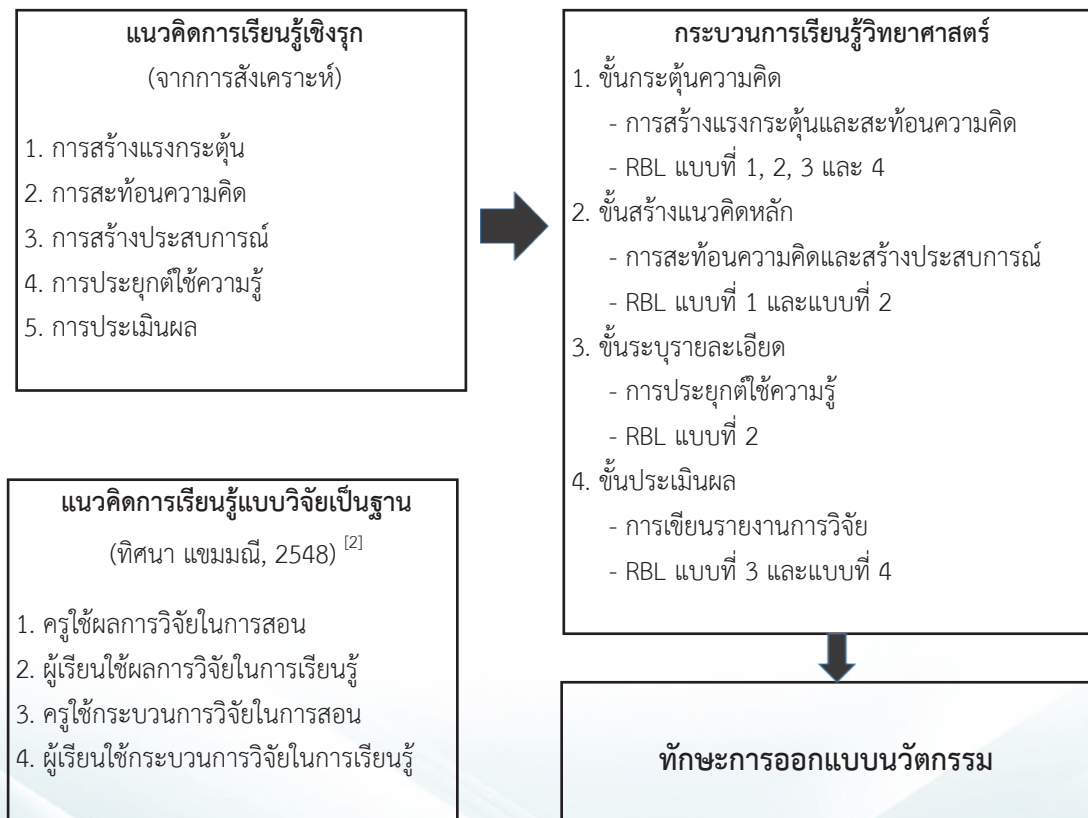
1. เพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร

2. เพื่อหาประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร

3. สมมติฐาน

นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับแนวทางการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีทักษะการออกแบบนวัตกรรมเพิ่มขึ้น ร้อยละ 60

กรอบแนวคิดในการวิจัย



4. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการวิจัยเบื้องต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 157 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการวิจัยเบื้องต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวน นักศึกษา 80 คน ซึ่งได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน และ 2) แบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรม ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนในการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยศึกษาจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา คำอธิบายรายวิชาการวิจัยเบื้องต้น เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก การจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน

ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยร่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน ในรายวิชาการวิจัยเบื้องต้น

ขั้นที่ 4 ผู้วิจัยนำร่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน ในรายวิชาการวิจัยเบื้องต้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) พบว่า ค่าความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00

ขั้นที่ 5 ปรับปรุงร่างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน ในรายวิชาการวิจัยเบื้องต้น ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน ในรายวิชาการวิจัยเบื้องต้นที่ปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้วไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรม ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยกำหนดโครงสร้างของแบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรมซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก ครอบคลุมเนื้อหา 4 ด้าน ได้แก่ 1) การกำหนด ขอบเขตของนวัตกรรม 2) การสร้างแนวคิดหลัก 3) การระบุรายละเอียด และ 4) การประเมินผล

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรมโดยดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาเอกสารงานวิจัย แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดทักษะและกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อกำหนดประเด็นของข้อคำถาม
2. ผู้วิจัยร่างข้อคำถามตามกรอบแนวคิดในการวิจัยและตามประเด็นข้อคำถาม
3. ผู้วิจัยนำข้อคำถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด (Item objective congruence : IOC) พบว่า ค่าความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00
4. ผู้วิจัยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนี IOC ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ
5. ผู้วิจัยนำข้อคำถามที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับประชากรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับค่าความยากง่าย (p) ต้องมีค่าระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ต้องมีค่า 0.20 ขึ้นไป ส่วนค่าความเชื่อมั่นใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) โดยพิจารณาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรมเป็นภาพรวมทั้งฉบับ ต้องมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไป พบว่า มีข้อคำถามผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.25-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27-0.73 และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรม โดยรวมทั้งฉบับเท่ากับ 0.82
6. ผู้วิจัยนำแบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรมที่ผ่านการทดลองใช้ ไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยจัดทำหนังสือจากวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร เสนอต่อครูที่ปรึกษาประจำกลุ่มที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัย

2. ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรม พร้อมทั้งหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยในข้อ 1 ไปเก็บข้อมูลวิจัยด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ 7 มิถุนายน 2564 ถึงวันที่ 23 กรกฎาคม 2564 รวมระยะเวลา 7 สัปดาห์

3. ผู้วิจัยนับจำนวนและตรวจสอบความสมบูรณ์ในการตอบ พบว่า ได้แบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรมกลับคืนมา จำนวน 80 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100 และมีผลการตอบครบถ้วนสมบูรณ์ทุกฉบับ

4. ผู้วิจัยกำหนดรหัสของแบบวัดทักษะการออกแบบนวัตกรรมที่ได้รับกลับคืนมา และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

2. การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนครครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปสถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : EI)

6. ผลการวิจัย

1. การพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุก ร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ประกอบด้วย 4 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นกระตุ้นความคิด 2) ชั้นสร้างแนวคิดหลัก 3) ชั้นระบุรายละเอียด และ 4) ชั้นประเมินผล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ชั้นกระตุ้นความคิด (Motivation) เป็นขั้นตอนที่ครูใช้วิธีการ เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือข้อมูลที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ต่อสถานการณ์หรือประเด็นปัญหานั้นได้อย่างอิสระ เพื่อให้เข้าใจถึงความแตกต่าง ข้อดี ข้อด้อย และหรือความสัมพันธ์กันขององค์ประกอบด้านต่าง ๆ ของโจทย์ที่ได้รับในงานออกแบบ โดยอาศัยการค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ มาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการกำหนดขอบเขตของนวัตกรรม

1.2 ชั้นสร้างแนวคิดหลัก (Apply) เป็นการนำขอบเขตของนวัตกรรมมาจำแนกองค์ประกอบออกเป็นแนวคิดย่อยหลายแนวคิด จากนั้นทำการค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ มาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการสังเคราะห์เพื่อสร้างแนวคิดหลักในการออกแบบนวัตกรรม

ซึ่งอาจมีหลายแนวคิดหลักก็ได้ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหาทั้งนี้แนวคิดหลักควรมีลักษณะที่สามารถแก้ปัญหาที่สำคัญได้อย่างตรงประเด็น และครอบคลุมการแก้ปัญหาย่อย รวมถึงมีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับแนวทางที่เคยมีมาก่อน

1.3 ขั้นระบุรายละเอียด (Detail) เป็นการนำแนวคิดหลักมาขยายขอบเขตขององค์ประกอบในงานออกแบบ โดยใช้ฐานความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นเส้นทางเชื่อมโยงไปสู่การกำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบหลัก องค์ประกอบรอง และองค์ประกอบย่อยในงานออกแบบ เพื่อให้เกิดการพัฒนาจากสิ่งธรรมดาทั่วไปให้กลายเป็นสิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

1.4 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการนำกระบวนการวิจัยมาใช้ในการออกแบบวิธีการตรวจสอบและประเมินความเป็นไปได้ของแบบร่างนวัตกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนการนำไปผลิตหรือสร้างเป็นต้นแบบ

2. ประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษามีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.69 หรือคิดเป็นร้อยละ 69.88 หมายความว่า นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีทักษะการออกแบบนวัตกรรมเพิ่มขึ้น ร้อยละ 69.88

7. การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาพบว่า มีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.69 หรือคิดเป็นร้อยละ 69.88 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถเชื่อมโยงแนวคิดและจินตนาการในการสร้างสรรค์ผลงานของผู้เรียนไปสู่สิ่งที่สามารถจับต้องได้หรือการเปลี่ยนจากสิ่งที่เป็นนามธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นรูปธรรม โดยการผสมผสานข้อดีแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางการเรียนรู้ ทักษะการปฏิบัตินำไปสู่การพัฒนาความคิดขั้นสูง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ สูดาร์ตัน เกียรติจรุงพันธ์ [4] ที่ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเน้นการปฏิบัติ โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาเป็นความคิด ขั้นสูงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย สามารถบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้อง กับผลการศึกษาของ รัตนรงค์ ชันแข็ง [5] ที่พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากเหตุผลดังกล่าว

จึงบ่งชี้ได้ว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ โดยเฉพาะทักษะการออกแบบนวัตกรรมที่ถือเป็นทักษะสำคัญสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในการนำความรู้และประสบการณ์มาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนานวัตกรรม ส่งผลต่อความก้าวหน้าทางสติปัญญาเทคโนโลยีและนวัตกรรมในงานอาชีพของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่จะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ เพื่อยกระดับประเทศ ที่มีรายได้ปานกลางสู่ประเทศที่รายได้สูงต่อไป นอกจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ที่เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแล้ว แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาและส่งเสริมผู้เรียนให้มีทักษะในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการแสวงหาข้อมูลที่มีบุคคลได้สร้างสรรค์ไว้อีกทั้งกิจกรรมการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานยังช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ จิรัชญา เฟื่องจาง [2] ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ได้สอดคล้อง กับผลการศึกษาของ วัฒนกร พวงคำ [3] ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และค่าเฉลี่ยของการทดสอบวัดการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้สร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง และพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ได้

จากความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้เชิงรุกข้างต้น จึงบ่งชี้ได้ว่ากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความก้าวหน้าทางสติปัญญา และทักษะในการออกแบบนวัตกรรมของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในวิทยาลัยเทคนิคสกลนครให้สูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างความสามารถในการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงซึ่งถือเป็นกำลังแรงงานสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศไทยให้ก้าวหน้ายุคแห่งเทคโนโลยีและนวัตกรรม อีกทั้งกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน ยังเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่นำมาใช้ในการพัฒนาผู้เรียนอาชีวศึกษาให้เป็นบุคคลที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา เป็นกำลังแรงงานในการพัฒนาประเทศต่อไป

8. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ควรนำกระบวนการเรียนรู้ไปปรับใช้กับผู้เรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในประเภทวิชาอุตสาหกรรม เกษตรกรรม ศิลปกรรม คหกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อุตสาหกรรมท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมสิ่งทอ

2. ควรมีการนำกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการแนวทางการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐาน ไปจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในรายวิชาอื่น เพื่อยืนยันประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. (2542, 14 สิงหาคม). ราชกิจจานุเบกษา (เล่ม 116 ตอนที่ 74ก, น. 8-9).
- [2] จิรัชญา เพ็งจาจ. (2556). การเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองเรือวิทยา รายวิชา ส 22103 สังคมศึกษา โดยใช้การเรียนการสอนที่เน้นวิจัยเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [3] วัฒนคร พวงคำ. (2555). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะพื้นฐานการสร้างองค์ความรู้ วิชา ส 31104 ประวัติศาสตร์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [4] สุภารัตน์ เกียรติจุรังพันธ์. (2559). การศึกษามโนทัศน์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.
- [5] ธนรงค์ ชันแข็ง. (2559). การบูรณาการแบบสอดแทรก เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ประสิทธิภาพในการดูดซับสีย้อมจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์จากเปลือกปู PERFORMANCE OF SYNTHETIC DYEING WASTEWATER ADSORPTION USING CRAB SHELL ACTIVATED CARBON

นิรมล วิริยวุฒิวงศ์¹ หิรัญญา ลาสีสำราญ² ศุภกฤต อาตจันทร์³ จิรพัฒน์ กิจสุวรรณ⁴

Niramon Viriyavuttivong¹ Hiranya lasisamran² Supakit Artkhan³ Jiraprat Kitsuwat⁴

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการดูดซับสีย้อมจากน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยถ่านกัมมันต์ที่ทำจากเปลือกปูเป็นวัสดุดูดซับ โดยอบที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ทำการศึกษาที่วัสดุดูดซับ 5,10,15 กรัม จากสีย้อมน้ำเสียสังเคราะห์เตรียมโดยใช้สีเมทิลีนบลูความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อลิตร เวลาในการดูดซับ 10,20,30,40 และ 50 นาที และความเร็วรอบการกวนที่ 200 รอบต่อวินาที ในถังปฏิกรณ์ขนาด 1000 ml ผลวิจัยพบว่าปริมาณถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมในการดูดซับเท่ากับ 15 กรัม เวลาในการดูดซับที่เหมาะสมเท่ากับ 30 นาที โดยกลไกการดูดซับเป็นแบบชั้นเดียวโดยพิจารณาบนโมเดลของ Freundlich isotherm มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 1 และค่าการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ ร้อยละ 88

คำสำคัญ : เปลือกปู ถ่านกัมมันต์ สีย้อมสังเคราะห์ การดูดซับ

Abstract

This research aims to studying Performance Adsorption of synthetic dye wastewater of Activated carbon using crab shell at temperature 450 °C at 5,10,15 g of activated carbon. Synthesis wastewater preparing by Methylene Blue concentration 0.5g/L, retention time 10,20,30,40 and 50 minute, and Agitation speed 200 RPM in volume of Reactor 1000 ml, Results showed that amount of activated carbon optimal for adsorption was 15g, 30 minute, and the percentage removal optimum of Methylene Blue was 88

Keywords: Crab shell, Activated carbon, synthetic dye, Adsorption

¹⁻⁴ แผนกปิโตรเคมี วิทยาลัยเทคนิคระยอง

¹⁻⁴ Department of Petrochemical Technicrayong

*Corresponding Author, E-mail : 64301240035@technicrayong.ac.th

1. บทนำ

สีย้อมผ้าจากอุตสาหกรรมย้อมสีมีการเติบโตอย่างรวดเร็วส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ปัจจุบัน เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมย้อมผ้า และอุตสาหกรรมยานยนต์ ในกระบวนการย้อมมีการใช้โลหะหนักได้แก่ แคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่วปรอท และนิกเกิล ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ และโลหิตจาง ดังนั้นในการผลิตจำเป็นต้องกำจัดโลหะหนักซึ่งมีหลายวิธี เช่น การแลกเปลี่ยนไอออนการระเหย การแยกโดยวิธีเวิร์สออสโมซิสและการออกซิเดชัน-รีดักชัน ซึ่งวิธีดังกล่าว มีมูลค่าสูงดังนั้นการดูดซับโดยใช้วิธีการดูดซับจากถ่านกัมมันต์ที่เป็นวิธีที่มีต้นทุนต่ำจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการบำบัดน้ำเสียสีย้อม

เปลือกปูเป็นวัสดุเหลือใช้ในห้องถิ่นหาง่ายราคาถูก ซึ่งมีศักยภาพในการดูดซับเนื่องจากลักษณะของเปลือกปูมีรูพรุนค่อนข้างสูง จึงเหมาะกับการนำมาผลิตเป็นถ่านกัมมันต์เพื่อใช้ในการดูดซับ โดยปกติวิธีการผลิตตัวดูดซับจะใช้วิธีการตากแห้ง การเผา การบด การร่อนตะแกรง การใช้กรด ดังนั้นโครงงานนี้เลือกใช้วิธีการเผาที่อุณหภูมิสูงเพื่อให้ได้ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนกว้างและจำนวนรูพรุนจำนวนมากให้มีประสิทธิภาพการดูดซับได้ดี

งานวิจัยที่ผ่านมาของอริติ ฤทธิชัย [1] ได้ทำการทดลองการดูดซับสีจากถ่านกัมมันต์จากเปลือกปูพบว่า การคาร์บอนเซชันถ่านด้วยการเผาเปลือกปูที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที ปริมาณถ่านที่เหมาะสมในการดูดซับเท่ากับ 32 กรัมต่อลิตร และเมื่อนำถ่านกัมมันต์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้สำหรับการกำจัดสีย้อมในน้ำทิ้งจากโรงงานฟอกย้อม พบว่า สีย้อมในน้ำทิ้งตัวอย่างมีความเข้มข้นร้อยละ 63.5-75.6 ในการบำบัดเพียงครั้งแรกสุพัตรา รักษาพรต [2] ได้ทำการทดลองการกำจัดสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์จากเมล็ดสละ พันธุ์สุมาลีที่กระตุ้นด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์โดยสภาวะเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า ถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดเล็กมีปริมาณการดูดซับไอโอดีนเท่ากับ 532.32-59.08 มิลลิกรัมต่อกรัม วิจัยรอง แสงอรุณเลิศ [3] ได้ทดลองการดูดซับสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากเปลือกไข่และเปลือกหอยแครงเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที เวลาในการดูดซับ 60 นาที ร้อยละในการกำจัดสีย้อมได้ดีที่สุดคือ 64.79 มิลลิกรัมต่อกรัม สมใจ ขจรชีพพันธุ์งาม [4] ทดลองการศึกษาการผลิตถ่านกัมมันต์จากแกลบเผาที่อุณหภูมิอยู่ในช่วง 400-700 องศาเซลเซียส เวลาในการเผาอยู่ในช่วง 1-2 ชั่วโมง ปริมาณในการดูดซับของเหลวโพลีอินและไอละเหยของโพลีอินได้ร้อยละ 11.92 และ 7.94 ตามลำดับ กนกวรรณ ศรีม่วง [5] ทำการทดลองประสิทธิภาพการดูดซับจากน้ำเสียสีย้อมไหม โดยใช้ถ่านกัมมันต์เคลือบเพอร์ริคโลไรด์อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 14 ชั่วโมง ประสิทธิภาพในการดูดซับ ร้อยละ 97.53 และ 93.23

จากงานวิจัยข้างต้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้เปลือกปูเพื่อผลิตเป็นถ่านกัมมันต์ โดยทำวิจัยบนฐานร้อยละการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ และกลไกการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์

2. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวข้อง

ถ่านกัมมันต์ คือ ถ่านที่มีรูพรุนสำหรับดูดซับจำนวนมาก ประกอบไปด้วยอะตอมคาร์บอนที่ยึดเกาะกันเป็นโครงสร้างซับซ้อนรูพรุนจำนวนมากในถ่านกัมมันต์เกิดขึ้นจากการเรียงตัวกันของแผ่นโครงสร้างอะตอมคาร์บอน เรียงตัวระเกะระกะไม่เป็นระเบียบ แผ่นโครงสร้างเหล่านี้มีการยึดติดกันด้วยพันธะเคมี แต่เป็นไปแบบประปราย บางส่วนมีการยึดเกาะกัน บางส่วนก็ไม่ได้ยึดติดกัน จึงเกิดเป็นช่องว่างที่ห่างกันของแผ่นโครงสร้างเหล่านี้ เป็นช่องว่างเล็กบ้างใหญ่บ้าง ซอกเล็กซอกน้อยจำนวนมากมาย จึงกลายเป็นโครงสร้างของรูพรุนจำนวนมากมาย

เปลือกปุมิคุณสมบัติในการดูดซับเพราะในเปลือกมีรูพรุนจำนวนมาก ในเปลือกปุมิสารโคโตซานอยู่มากซึ่งสารโคโตซานมีความสามารถในการดักจับอนุภาคของเสียให้อยู่บนพื้นผิวของตัวดูดซับ อีกทั้งความพรุนของเปลือกปุมิยังช่วยในการดักจับอนุภาคของเสียให้อยู่ในรูพรุนได้ จึงมีความเหมาะสมต่อการใช้เป็นวัสดุดูดซับ

กลไกการดูดซับมี 2 แบบคือ 1) กลไกการดูดซับแบบ Langmuir isotherm ซึ่งมีสมมติฐานการดูดซับคือทุก ๆ ตำแหน่งดูดซับ (adsorption site) มีลักษณะเหมือน ๆ กัน (homogeneous) การดูดซับจะเกิดบนพื้นผิวที่มีพื้นที่ในการดูดซับที่แน่นอน และพื้นที่นั้น ๆ สามารถดูดซับโมเลกุลได้เพียงชั้นเดียว และโมเลกุลตัวถูกดูดซับจะไม่มีอันตรกิริยาซึ่งกันและกัน 2) กลไกการดูดซับ แบบ Freundlich isotherm เป็นการดูดซับแบบสองชั้น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมถ่านกัมมันต์

นำเปลือกปูที่ผ่านการแกะเนื้อออกแล้ว มาล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้ง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกออกให้หมด แล้วตากแดดให้แห้งสนิท แล้วนำมาบดให้เป็นผงละเอียด จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง

2. การศึกษาระยะเวลาและปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

นำเปลือกปู 5, 10 และ 15 กรัม และน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเมทิลีนบลู 0.50 กรัมต่อลิตรโดยวัดค่าการดูดซับน้ำเสียทุก ๆ 10 นาที จนถึงเวลา 50 นาที และนำมาพล็อตกราฟหาเวลาที่เหมาะสมและน้ำหนักของเปลือกปูที่ใช้ในการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

3. การศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

นำเปลือกปู 5, 10 และ 15 กรัม และน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเมทิลีนบลู 0.5 กรัมต่อลิตร โดยวัดค่าการดูดซับน้ำเสียทุก ๆ 10 นาที จนถึงเวลา 50 นาที โดยการศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมใช้สมการดังนี้

$$\% \text{Adsorption} = \log \left(\frac{C_0 - C_e}{C_0} \right) \times 100$$

โดยที่ C_0 คือ ความเข้มข้นเริ่มต้นของเมทิลีนบลู (มิลลิกรัมต่อลิตร)

C_e คือ ความเข้มข้นของของเมทิลีนบลู ณ สภาวะสมดุล (มิลลิกรัมต่อลิตร)

4. การศึกษาการดูดซับของน้ำเสียที่ปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมโดยใช้สมการโมเดลของ Freundlich isotherm

นำเปลือกปู 5, 10 และ 15 กรัม และน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเมทิลีนบลู 0.5 กรัมต่อลิตร โดยวัดค่าการดูดซับน้ำเสียทุก ๆ 10 นาที จนถึงเวลา 50 นาที และนำค่าการดูดซับน้ำเสียที่เวลาต่าง ๆ นำมาพล็อตกราฟผ่านสมการโมเดลของ Freundlich isotherm โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเข้าใกล้ 1 ซึ่งสมการมีดังต่อไปนี้

$$\log q_e = \log K + \frac{1}{n} \log C_e$$

เมื่อ C คือ ความเข้มข้นของตัวถูกดูดซับที่สมดุล (mg/L)

q คือ ปริมาณสารที่ถูกดูดซับ (mg) ต่อปริมาณของตัวดูดซับ (g) ที่ภาวะสมดุล

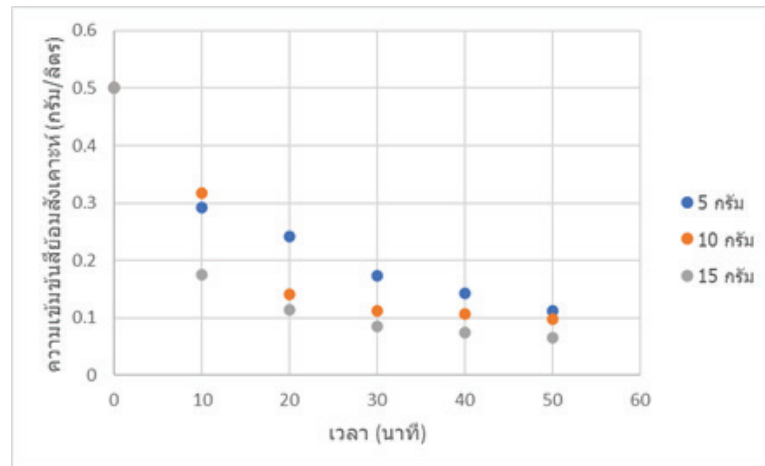
K คือ ค่าคงที่แสดงความสามารถในการดูดซับแบบหลายชั้น (mg/g)

n คือ ค่าคงที่สัมพันธ์กับพลังงานของการดูดซับ ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลาย

4. ผลการวิจัย

1. การศึกษาระยะเวลาและปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

จากรูปที่ 1 พบว่า เมื่อนำเปลือกปูที่ 5, 10 และ 15 กรัม ในน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.5 กรัมต่อลิตร มีเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับเท่ากับ 30 นาที เนื่องจากเป็นเวลาที่เข้าสู่สมดุลต่อการดูดซับ



รูปที่ 1 แสดงความสามารถในการดูดซับที่เวลาต่าง ๆ

2. การศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

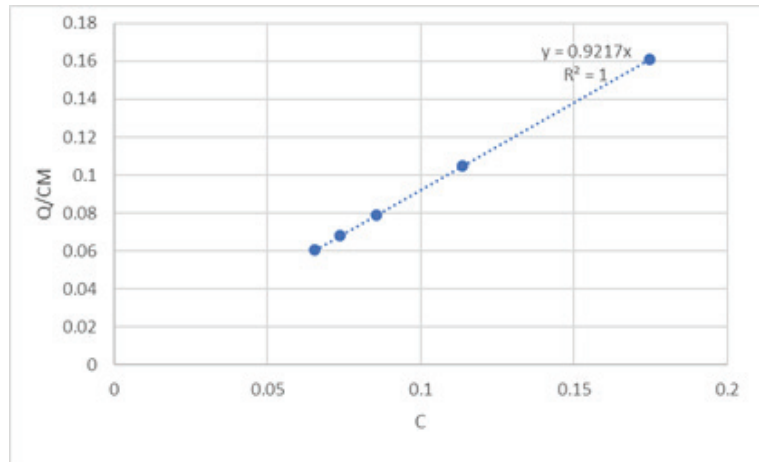
จากตารางที่ 1 พบว่า ปริมาณตัวดูดซับเท่ากับ 15 กรัมให้ค่าร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ 88 สอดคล้องกับงานวิจัยของอรดี ฤทธิชัย [1] กล่าวคือการใช้ตัวดูดซับที่มากขึ้นส่งผลต่อค่าร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์ที่สูงขึ้น และเมื่อนำผลค่าการดูดซับ พบว่า มีค่าการดูดซับที่สูงกว่างานวิจัยของอรดี และคณะทั้งนี้เนื่องจากผลของเวลาในการเผาทำให้รูพรุนในการดูดซับมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรารณ ปานต่อเหล่า [6]

ตารางที่ 1 ความสามารถในการดูดซับที่ปริมาณตัวดูดซับ 5, 10, 15 กรัม

ปริมาณตัวดูดซับ	ค่าร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์
5 กรัม	80
10 กรัม	82
15 กรัม	88

3. การศึกษากลไกการดูดซับที่ปริมาณตัวดูดซับ 15 กรัม บนสมการดูดซับของ Freundlich Isotherm

จากรูปที่ 2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมีค่าเท่ากับ 1 กล่าวคือ การดูดซับมีพฤติกรรมแบบวิวิธพันธุ์เนื่องจากการละลายของเมทิลีนบลูไม่ละลายหมดจึงทำให้มีการดูดซับแบบหลายชั้นผิว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พรชวรรณ อังศิริสวัสดิ์ [7]



รูปที่ 2 กราฟแสดงกลไกการดูดซับแบบ Freundlich Isotherm

5. การอภิปรายผลการวิจัย

1. การศึกษาประสิทธิภาพปริมาณตัวดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

ปริมาณตัวดูดซับที่เหมาะสมที่สุดบนฐานของค่าการดูดซับ พบว่าที่ปริมาณตัวดูดซับ 15 กรัม ให้ค่าร้อยละการดูดซับสูงที่สุด ทุกตัวดูดซับให้เวลาที่เหมาะสมในการดูดซับเท่ากับ 30 นาที เนื่องจากเป็นเวลาที่เกิดภาวะสมดุลในการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

2. การศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสีย้อมสังเคราะห์

ที่ปริมาณตัวดูดซับ 15 กรัม มีความสามารถในการดูดซับมากที่สุดเนื่องจากปริมาณตัวดูดซับที่มากขึ้นทำให้มีพื้นที่ผิวและปริมาณรูพรุนมาก จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการดูดซับสูงขึ้นสอดคล้องตามรูปที่ 1

3. ศึกษากลไกการดูดซับของ Freundlich Isotherm

การดูดซับแบบกลไกของ Freundlich Isotherm เป็นแบบวิวิธพันธุ์กล่าวคือเป็นการดูดซับแบบหลายชั้นโดยพิจารณาตามค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 1 ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นที่สูงของเมทิลีนบลูทำให้ความสามารถในการละลายไม่สมบูรณ์จึงเกิดการดูดซับแบบหลายชั้นสอดคล้องตามรูปที่ 2

6. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การหาความเร็วที่เหมาะสมในการกวนผสมเพิ่มเติม เพื่อศึกษาความเร็วที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำเสียที่ย้อมสังเคราะห์
2. การศึกษาระยะเวลาในการเผาของตัวดูดซับที่เพิ่มเติมเพื่อศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำวัสดุดูดซับ

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อรดี ฤทธิชัย (2557). การกำจัดสีย้อมในน้ำทิ้งอุตสาหกรรมสิ่งทอด้วยถ่านกัมมันต์จากเปลือกปู. วารสาร วิทยาศาสตร์บูรพา, 19(1), 131-140.
- [2] สุพัตรา รักษาพรต (2563). การกำจัดสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์จากเมล็ดสละพันธุ์สุมาลีที่กระตุ้นด้วยสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 14(2), 18-30.
- [3] วิริงรอง แสงอรุณเลิศ (2557-2558). การดูดซับสีย้อมผ้าด้วยถ่านกัมมันต์ที่ผลิตจากเปลือกไข่และเปลือกหอยแครง. วารสารวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 7(7), 97-110.
- [4] สมใจ ขจรชีพพันธุ์งาม (2545). การศึกษาผลิตถ่านกัมมันต์จากแกลบ. วิศวกรรมสาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 29(2), 87-100.
- [5] กนกวรรณ ศรีม่วง (2560). ประสิทธิภาพการดูดซับสีจากน้ำเสียย้อมไหมโดยใช้ถ่านกัมมันต์เคลือบเพอร์ริก คลอไรด์. วารสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 17(3), 53-63.
- [6] วราภรณ์ ปานต่อเหล่า (2562). ผลของอุณหภูมิการเผาต่อสมบัติการดูดซับของไบโชาร์แนฟ. Naresuan University Engineering Journal, 12(2), 35-40.
- [7] พรชวรรณ อังศิริสวัสดิ์ (2561). การดูดซับสีย้อมเมทิลีนบลูโดยใช้เปลือกหน่อไม้แห้ง. the national and international graduate research conference 2016 khon kaen university, 21(8), 343-350.

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยสำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษา ในศตวรรษที่ 21

THE DEVELOPMENT MODEL LEARNING MANAGEMENT PROGRESSIVE LEARNING APPROACH FOR VOCATIONAL LEARNERS IN THE 21ST CENTURY

ปาณิสรา จ่างจิตร์

Panissara Jangjit

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิย สำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับชั้นปวส.1 แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ แผนกวิชาเทคนิคเครื่องกล แผนกวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ แผนกวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จำนวนทั้งสิ้น 80 คน การสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิย สำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผลของการศึกษาความพึงพอใจ ทั้ง 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านวิชาการ ด้านครูผู้สอน ด้านวิธีการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิย และด้านความรู้ความเข้าใจการนำไปใช้ ผลปรากฏว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : รูปแบบการจัดการเรียนรู้พัฒนาการนิย ศตวรรษที่ 21 วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย

Abstract

This research is the development of learning management Progressive learning for vocational learners in the 21st century. The pattern of developmental popularity sample group High Vocational students .Department of Business Computing Department of Mechanical Engineering Department of Mechatronics and Robotics Industrial Technical Department Bankhai Technical College, a total of 80 students, purposive sampling. One of the tools used as an assessment was the satisfaction assessment form of learning

management, the Progressive Learning model. The results of the satisfaction study in all four areas consisted of academic aspect, teacher aspect. instructor in terms of teaching methods and activities of learning disability Progressive Learning and cognitive and applied The results showed that overall satisfaction was at the highest level.

keyword : model learning management Progressive Learning 21 stcentury Bankhai
Teachnical college

1. บทนำ

ปัจจุบันเป็นยุคที่โลกมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว อันสืบเนื่องมาจากกระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตและทำงานในระบบสังคมและเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นยุคแห่งการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมี วิจารย์ พานิช [1] ได้กล่าวถึงความสำคัญโดยสรุปไว้ว่า การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นการเตรียมคนไปเผชิญการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว รุนแรง พลิกผันและคาดไม่ถึง คนยุคใหม่จึงต้องมีทักษะที่สูงในการเรียนรู้และปรับตัวครูเพื่อศิษย์ต้องพัฒนาดตนเองให้มีทักษะของการเรียนรู้ด้วย และในขณะเดียวกันต้องมีทักษะในการทำหน้าที่ครูในศตวรรษที่ 21 ซึ่งไม่เหมือนการทำหน้าที่ครูในศตวรรษที่ 20 หรือ 19 จะเห็นได้ว่าโลกมีความเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูก็ต้องเปลี่ยนแปลงต้องคิดเทคนิควิธีการในการจัดการเรียนการสอนเช่นกัน

วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่ายเปิดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในรูปแบบทวิภาคี 100% เพื่อผลิตนักเรียนนักศึกษาที่เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน และตรงกับความต้องการของสถานประกอบการ ในการจัดการเรียนการสอนนั้นเน้นผู้เรียนให้มีสมรรถนะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ ทางด้านภาษาและเทคโนโลยีซึ่งการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เน้นที่องค์ความรู้ ทักษะ ความเชี่ยวชาญและสมรรถนะที่เกิดกับตัวผู้เรียนเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมแห่งความเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันการเรียนรู้จึงไม่หยุดนิ่ง เพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในสภาพเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน ครูจึงต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยส่งเสริมและเสริมแรงเพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ที่ไม่หยุดนิ่งนั่นคือหลักการและปรัชญาของจอห์น ดิวอี้ กิจกรรมแบบพิพฒนาการนิยม (Progressive Learning) ต่อยอดไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นภายใต้านิยามของปรัชญาพิพฒนาการนิยมอย่างแท้จริง โดยกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ ล้วนมุ่งให้ความสำคัญต่อตัวบุคคล ซึ่งเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น การศึกษาทั้งในระบบนอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยจึงเน้นการให้เรียนรู้วิธีเรียน วิธีแสวงหาความรู้ ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้มนุษย์มีทักษะในการแสวงหาความรู้และใช้ความรู้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตัวเองในทุก ๆ ช่วงของชีวิต

ซึ่งจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิตภายใต้นิยามของปรัชญาพัฒนาการนิยม ก็คือการปลูกฝังนิสัยและทักษะในการเรียนรู้ให้แก่บุคคล ให้สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลาและทุกโอกาส [2]

จากการศึกษารูปแบบพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) ของ เฉลิมลาภ ทองอาจ [3] ครูผู้สอนจึงได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เสริมกับการเรียนในห้องเรียนโดยให้นักศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติมในเว็บไซต์การเรียนออนไลน์เช่น เว็บไซต์ของกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน เว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยไซเบอร์ เสริมทักษะให้นักศึกษาทั้งทางด้านภาษาและเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาสมรรถนะนักเรียน นักศึกษาให้พร้อมกับความเปลี่ยนแปลงศตวรรษที่ 21 ตามสภาพสังคมและเศรษฐกิจ เพื่อเตรียมกำลังคนให้พร้อมในการฝึกอาชีพในสถานประกอบการในภาคอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพและได้ประสิทธิผล

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) สำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยม (Progressive Learning)

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากร

นักศึกษาระดับชั้นปวส.1 ประจำปีการศึกษา 1/2565 จำนวน 80 คน วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาระดับชั้นปวส.1 แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ แผนกวิชาเทคนิคเครื่องกล
แผนกวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ แผนกวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
จำนวนทั้งสิ้น 80 คน การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม 1 ชุด [4] ดังนี้ แบบสอบถามความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยมสำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยมสำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนในปีการศึกษาที่ 1/2565 จำนวนทั้งสิ้น 18 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาที่จัดการเรียนการสอนได้ทำหน้าที่ครูผู้สอนที่สอดแทรกเนื้อหาการเรียนรู้เพื่อเป็นการสอนเสริม

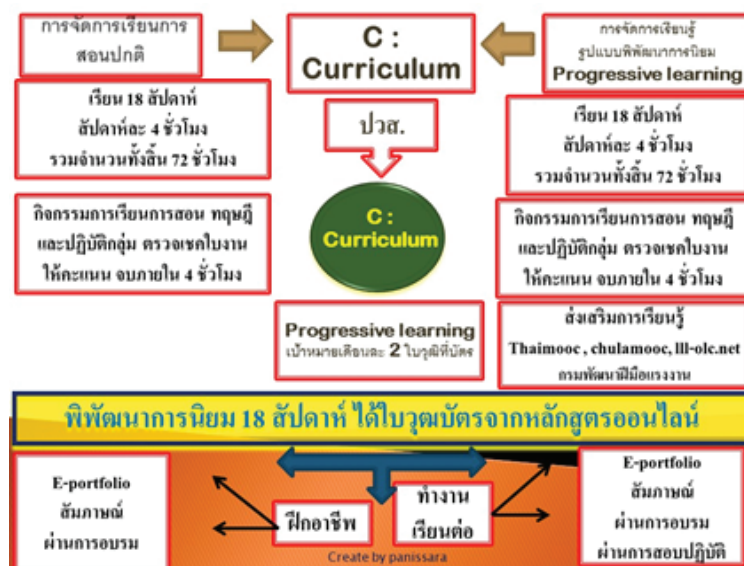
2. ขั้นตอนการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยมสำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษา
ในศตวรรษที่ 21

2.2 สัปดาห์ 11-16 ของการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนได้ทำหน้าที่เป็นโค้ชในการแนะนำ
ช่องทางการเรียนรู้ด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านการพัฒนาด้านภาษาต่างประเทศ
ของ ill-olc.net

2.4 ผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น นักศึกษาระดับชั้นปวส.1 แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ แผนกวิชาเทคนิคเครื่องกล แผนกวิชาเมคคาทรอนิกส์ และหุ่นยนต์ แผนกวิชาเทคนิคอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จำนวนทั้งสิ้น 80 คน

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามมาแจกแจงความถี่ของคำตอบแต่ละข้อ ด้วยการลงรหัสคำตอบในแต่ละข้อให้เป็นตัวเลขประจำแบบสอบถามทั้งหมด เพื่อเตรียมนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและนำข้อมูลที่ลงรหัสแล้วกรอกลงในแบบฟอร์มการลงรหัสทั่วไป (general coding form) ซึ่งเป็นการเตรียมข้อมูลเพื่อส่งไป บันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ และวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสถิติ SPSS [5]

1. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพิพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) สำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังแสดงตารางที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) สำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) สำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21 การจัดเรียนรู้แบบไม่หยุดนิ่ง ครูผู้สอนสนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาการเรียนรู้ทางด้านต่าง ๆ ในรูปแบบออนไลน์ เช่น เว็บไซต์มหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย thaimooc เว็บไซต์การเรียนรู้ออนไลน์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เว็บไซต์การเรียนรู้ตลอดชีวิต longlifelearning และเว็บไซต์ของกรมพัฒนาฝีมือออนไลน์ โดยครูผู้สอนตั้งเป้าหมายไว้เดือนละ 2 หลักสูตร [6] ผลของการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) สำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง

รายการ	ผลการวิเคราะห์		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{x}$	SD	
1. ด้านวิชาการ	4.63	0.53	มากที่สุด
2. ด้านครูผู้สอน	4.34	0.54	มาก
3. ด้านวิธีการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบพัฒนาการนิยม	4.78	0.53	มากที่สุด
4. ด้านความรู้ความเข้าใจการนำไปใช้	4.46	0.51	มาก
รวม	4.55	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลของการศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) สำหรับผู้เรียนอาชีวศึกษาในศตวรรษที่ 21 ทั้ง 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านวิชาการ ด้านครูผู้สอน ด้านวิธีการสอน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยม (Progressive Learning) และด้านความรู้ความเข้าใจการนำไปใช้ผลปรากฏว่ามีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

8. อภิปรายผล

ผลการศึกษาความพึงพอใจที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบพัฒนาการนิยม สำหรับผู้เรียนในวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบไม่หยุดนิ่ง โดยครูผู้สอนตั้งเป้าหมายไว้เดือนละ 2 หลักสูตร สอดคล้องกับทิศทางการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของ สุทธิธรรม ตันติรจนาวงศ์ [6] ซึ่งเป็นการเรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลายผ่านเว็บไซต์ต่าง ๆ เช่น เว็บไซต์มหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย thaimooc เว็บไซต์การเรียนรู้ออนไลน์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เว็บไซต์การเรียนรู้ตลอดชีวิต longlifelearning และเว็บไซต์ของกรมพัฒนาฝีมือออนไลน์

9. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. หลักสูตรเสริมที่ได้เรียนรู้ ควรเพิ่มรายวิชาหลักสูตรที่ตรงกับสาขาผู้เรียน
2. การเรียนหลักสูตรเสริมสมรรถนะควรมีครูอยู่ร่วมด้วย
3. ระยะเวลาควรยาวนานในการเรียนรู้ เพราะบางหลักสูตรมีหลายบทและมีแบบฝึกหัดท้ายบท

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] วิจารณ์ พานิช.(2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- [2] ชูเกียรติ ลิสุวรรณ.(2543), นโยบายส่งเสริมการศึกษาตลอดชีวิตของประเทศไทย.สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.นุชนาถ สุนทรพงษ์. แนวคิดเกี่ยวกับ การศึกษาตลอดชีวิต. http://km.ru.ac.th/hrd/Journal/vol_1No_1/nutchanart_1
- [3] เฉลิมลาภ ทองอาจ.(2544). การจัดการศึกษาตามปรัชญาพัฒนาการนิยม (Progressive Education). Website <https://www.kroobannok.com/54487>
- [4] บุญชม ศรีสะอาด.(2553). การวิจัยเบื้องต้น.พิมพ์ครั้งที่8. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- [5] ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. การใช้ SPSS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล. Website <http://www.watpon.com/spss/>
- [6] สุทธิธรรม ตันติรจนาวงศ์.(2560). ทิศทางการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช Website <https://sites.google.com/site/wathnthrrmpakhti3canghwad/home>

ศึกษาสมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผ่านการใช้งานแล้ว เมื่อเติมเถ้าแกลบเป็นสารเติมแต่ง ขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์

STUDY MECHANICAL PROPERTIES OF THE USED POLYMER RICE HUSK ASH WAS ADDED AS AN ADDITIVE BY INJECTION MOLDING PROCESS

พรหมวิวัฒน์ พรหมเลน¹ ชีรพงษ์ ดวงทองคำ² สุนทร วีระเดชลิกุล³ ณรงค์ชัย โอเจริญ⁴

Promvivat Provivat¹ Teerapong Dounghongkum² Soontorn Weeradeachlikul³ Narongchai O-Charoen⁴

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสมบัติทางกล เมื่อเติมเถ้าแกลบ (RHA) เป็นสารเติมแต่งลงในพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว (rHDPE)

จากการทำวิจัยได้ศึกษาเถ้าแกลบขนาด 300 และ 800 ไมโครเมตร ที่อัตราผสม 10 - 40% โดยน้ำหนักเป็นสารแต่งเติม เติมลงในพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้ว (rHDPE) ผสมด้วยวิธีการผสมแบบแห้ง (Dry blend) แล้วขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ จากผลทดสอบ พบว่า มีแนวโน้มที่จะมีสมบัติทางกลลดลงเมื่อมีการเติมเถ้าแกลบมากขึ้น แต่ก็พบว่าทำให้ค่ามอดูลัสของการต้านทานการดัดงอมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับระหว่างเม็ดพลาสติกใหม่ HDPE กับเม็ดพลาสติก rHDPE พลาสติกผสมระหว่าง rHDPE และเถ้าแกลบขนาด 300 ไมโครเมตร ที่ทุกอัตราส่วนผสมและพลาสติกผสมระหว่าง rHDPE และเถ้าแกลบขนาด 800 ไมโครเมตร ที่อัตราส่วนผสมเถ้าแกลบ 10% โดยน้ำหนัก เท่ากับ 1277, 764.3, 688.5, 728, 1916, 2541 และ 933.4 MPa ตามลำดับ ส่วนค่ามอดูลัสของการต้านทานการดึงเท่ากับ 255.42, 160.5, 241.1, 234.66, 517.34, 924.96 และ 242.6 MPa ตามลำดับ

ทำให้สามารถได้ข้อสรุปจากงานวิจัยนี้ว่า การเติมเถ้าแกลบลงใน rHDPE ไม่ได้เพิ่มความสามารถทางกลให้กับงานฉีดพลาสติก แต่สามารถเพิ่มมอดูลัสให้สูงขึ้นเมื่อมีการเติมเถ้าแกลบมากขึ้น ในขณะที่ขนาดของเถ้าแกลบที่มีขนาดใหญ่มากขึ้นถึง 800 ไมโครเมตร มีแนวโน้มทำให้สามารถขึ้นรูปได้ยากมากขึ้น

คำสำคัญ : เถ้าแกลบ, พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงรีไซเคิล, การขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์, การทดสอบสมบัติทางกล

¹ สาขาเทคโนโลยีแม่พิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี

² ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหะการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

*Corresponding Author, E-mail : promvivat.promlan@hotmail.com

Abstract

This study investigated mechanical properties using of rice husk ash (RHA) as the additive and recycled high density polyethylene (rHDPE) primary matrix.

In this research, rice husk ash of 300 and 800 μm at mix rates of 10 - 40% by weight as additive were added to used high density polyethylene (rHDPE), and it was mixed by a dry blending method, and then molded by an injection molding process. From the results of the indicated that there was a tendency to decrease mechanical properties when more rice husk ash was added. However, it showed that the modulus of bending resistance tended to increase compared to the new HDPE resin, rHDPE resin, rHDPE plastic composite and rice husk ash of 300 μm at all mix ratios and a plastic mixture of rHDPE and rice husk ash of 800 μm in size at 10% by weight of rice husk ash mixture ratio was 1277, 764.3, 688.5, 728, 1916, 1998 and 933.4 MPa, respectively. The modulus of tensile strength was 255.42, 160.5, 241.1, 234.66, 517.34, 924.96 and 242.6 MPa, respectively.

In conclusion, this study indicated that the addition of rice husk ash to rHDPE did not improve the mechanical properties in plastic injection molding but could increase the modulus with the addition of more rice husk ash. While the size of rice husk ash, as large as 800 μm , tends to make it more difficult to mold.

Keywords : Rice husk ash, Recycled high density polyethylene, Plastic injection molding, mechanical properties

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมและกำลังพัฒนาไปสู่ประเทศอุตสาหกรรม จึงมีสิ่งของที่เหลือใช้จากกระบวนการทางการเกษตรและอุตสาหกรรมที่ถูกทิ้งไว้จำนวนมาก ซึ่งเป็นมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมพลาสติกก็มีการนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายทั้งในวงการเกษตรและอุตสาหกรรม การนำของเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมที่ผ่านการใช้งานแล้ว นำกลับมาใช้ซ้ำอีกครั้ง หรือการรีไซเคิล (Recycle) เป็นวิธีที่ดีสำหรับการลดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมซึ่งประเทศไทยประสบปัญหาการจำกัดขยะพลาสติกที่เกิดจากขวดน้ำดื่มและของเหลือใช้จากกระบวนการสีข้าว จากสถิติการใช้ขวดพลาสติกสูงถึงปีละ 4,000 ล้านขวด ขวดน้ำดื่มที่วางขายอยู่ในประเทศแบ่งออกเป็นขวดใส (PET) 957 ล้านใบและขวดขุ่น (PE) 2,880 ล้านใบ โดยขวดน้ำดื่มหนึ่งขวดผ่าขวดจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ขวด ผาขวด ฉลาก และผาขวดมีปริมาณเท่ากับ 1 ใน 3 ของขวด ขยะที่เกิดจากขวดน้ำดื่มมีปริมาณที่เพิ่มขึ้นมากก่อให้เกิดมลภาวะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม [1] และค่าประเมินปริมาณขยะพลาสติกที่ประเทศไทยปล่อยลงสู่ทะเลสูงเป็นอันดับ 5 ของโลก มีพลาสติกเพียง 5% เท่านั้นที่ถูกนำมารีไซเคิลอย่างมีประสิทธิภาพราว 10% ถูกนำมาเผากำจัด อีก 40% ถูกฝังกลบ ในขณะที่อีกกว่า 30% หรือ หนึ่งในสามถูกทิ้งอยู่ในระบบนิเวศ โดยเฉพาะในทะเลและมหาสมุทร [2] อีกทั้งข้าวเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญมาก ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกข้าวมากที่สุด มีกำลังการผลิตข้าว ปีละประมาณ 25 ล้านตัน ในปีหนึ่ง ๆ ประเทศไทยได้กลบจากกระบวนการสีข้าวประมาณ 5 ล้านตัน และในแต่ละตัน (1,000 กิโลกรัม) ของข้าวเปลือกเมื่อสีแล้วจะมีกลบประมาณ 200 กิโลกรัม และเมื่อนำกลบไปเผาจะได้เถ้ากลบ (rice husk ash) ประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักของกลบหรือประมาณ 40 กิโลกรัม [3],[4]

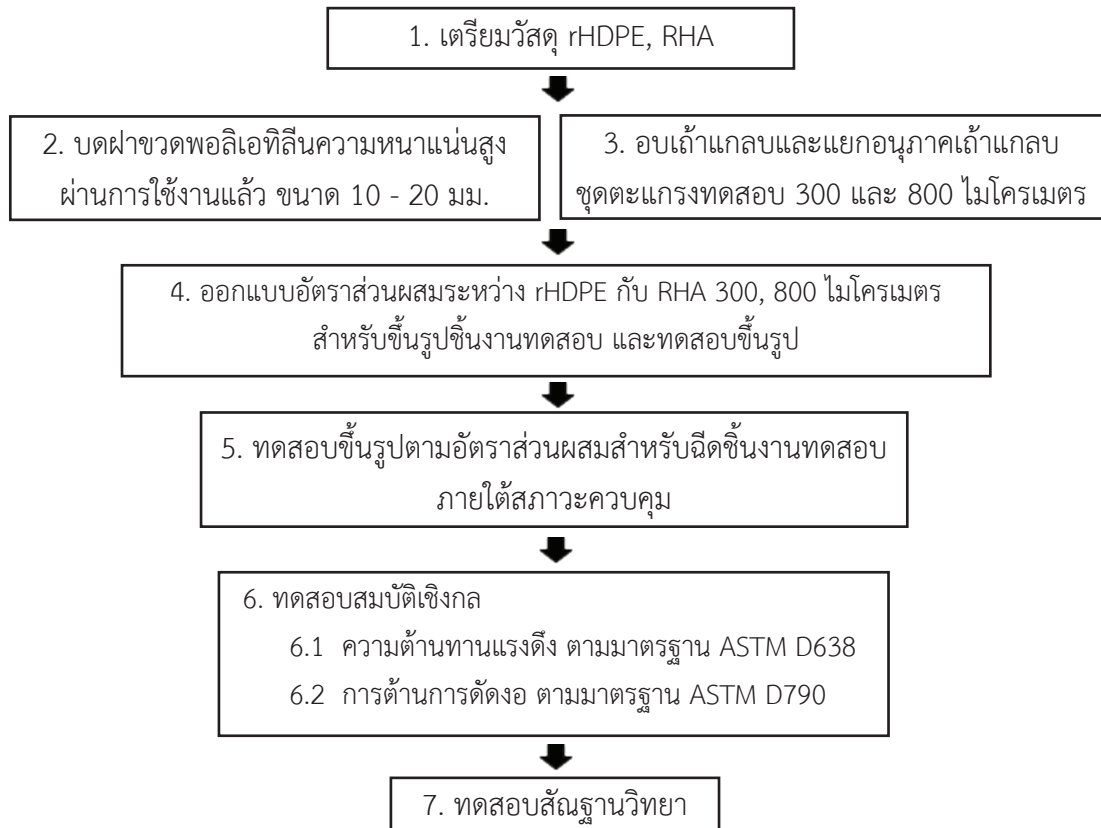
โดยในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นให้ความสนใจการศึกษาสมบัติทางกล ของผาขวดน้ำดื่มพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงผ่านการใช้งานแล้ว (Recycle High Density Polyethylene : rHDPE) ที่มีสัญลักษณ์รีไซเคิลหมายเลข 2 เมื่อนำเถ้ากลบมาผสม (Rice Husk Ash : RHA) ขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสมบัติทางกล เช่น การต้านทานการดัดงอ ความทนแรงดึง เพื่อเป็นแนวทางหรือเป็นทางเลือกการนำของเหลือใช้ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมที่ผ่านการใช้งานแล้ว นำกลับมาใช้ซ้ำอีกครั้งหรือการรีไซเคิล (Recycle) ให้ได้วัตถุดิบใหม่ที่มีสมบัติทางกลเหมาะกับการใช้งานภายในอุตสาหกรรมและครัวเรือน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการนำพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงใช้งาน ผสมกับเถ้ากลบเป็นสารเติมแต่ง แล้วขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์

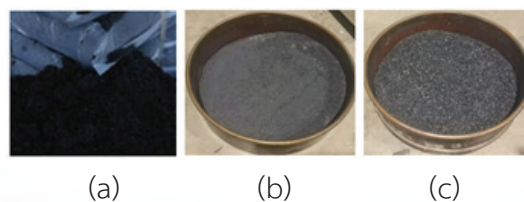
2.2 เพื่อศึกษาสมบัติทางกลบางประการของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงใช้งาน ผสมกับเถ้ากลบเป็นสารเติมแต่ง แล้วขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์

3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 เถ้าแกลบ (Rice Husk Ash ; RHA) ที่ผ่านการเผา นำเข้าเตาอบใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากที่มีความชื้นอยู่ในช่วง 1.2-1.7 เถ้าแกลบถูกแยกขนาดด้วยเครื่องคัดแยก ขนาด (Vibratory Sieve Shaker) โดยชุดตะแกรงทดสอบ (Sieve) ที่ 300, 800 ไมโครเมตร ดังแสดง ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 (a) เถ้าแกลบที่ยังไม่ได้บดไล่ความชื้น (b) เถ้าแกลบที่บดไล่ความชื้นขนาด 300 ไมครอน และ (c) เถ้าแกลบที่บดไล่ความชื้นขนาด 800 ไมครอน

4.2 ฝาขวดน้ำดื่มที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่มีสัญลักษณ์รีไซเคิล 2 นำไปบดลดขนาด ด้วยเครื่องบดแบบไม้อัดพลาสติกซึ่งมีใบมีดอยู่ด้านในจะได้พลาสติกที่มีขนาดเฉลี่ย 10 - 20 มิลลิเมตร พลาสติกจะถูกตัดจนสามารถผ่านตะแกรงความกว้างรูตะแกรงมีขนาด 10 - 20 มิลลิเมตร



รูปที่ 2 (a) ฝาขวดน้ำดื่มที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่มีสัญลักษณ์รีไซเคิล 2

(b) ฝาขวดน้ำดื่มที่ผ่านการใช้งานแล้ว ที่มีสัญลักษณ์รีไซเคิล 2 บดขนาดเฉลี่ย 10 - 20 มิลลิเมตร

4.3 การออกแบบอัตราส่วนผสมระหว่าง RHDPE กับ RHA (ตารางที่ 1) ผสมด้วยวิธีการผสมแบบแห้ง (Dry Blend) ต้องมีสถานะควบคุมที่ได้จากการทดลองขึ้นรูป ให้ทุกอัตราส่วนผสมอยู่ในสถานะควบคุมเดียวกันเพื่อการทดสอบสมบัติทางกล

อัตราส่วนผสม	RHDPE (%wt.)	RHA (%wt.)	ขนาด RHA (ไมครอน)
HOPE*	100	-	-
rHDPE	100	-	-
90:10:300	90	10	300
80:20:300	80	20	300
70:30:300	70	30	300
60:40:300	60	40	300
90:10:800	90	10	800

5. ผลการวิจัย

ชิ้นงานทดสอบ พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงรีไซเคิล (HDPE) พอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงรีไซเคิลผ่านการใช้งานแล้ว (rHDPE) เป็นวัสดุหลักและเถ้าแกลบ (RHA) เป็นสารเติมแต่ง คัดแยกขนาดด้วยชุดตะแกรงลดขนาด (Sieve) ที่ขนาด 300 และ 800 ไมโครเมตร ผสมด้วยวิธีการผสมแบบแห้ง (Dry blend) ขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ ตามอัตราส่วนผสม (ตารางที่ 1)



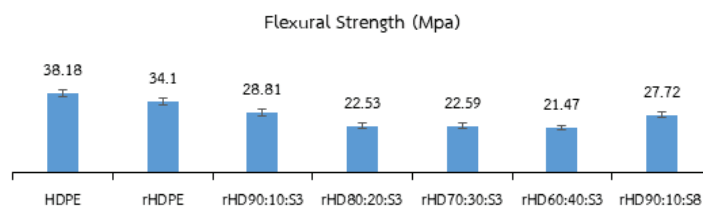
รูปที่ 3 ชิ้นงานทดสอบรูปดัมเบลล์ และตำแหน่งรอยเชื่อมขวางในชิ้นงาน

จากรูปที่ 3 พบว่า ชิ้นงานทดสอบ HDPE มีสีขาวขุ่น rHDPE มีสีเขียวอ่อนขุ่น และชิ้นงานทดสอบที่มีส่วนผสมของเถ้าแกลบจะมีสีดำเพราะเถ้าแกลบผ่านการเผา และมีสีดำเข้มหรือดำอ่อนตามปริมาณอัตราส่วนผสมของเถ้าแกลบ

5.1 สมบัติทางกล

ผลการทดสอบสมบัติเชิงกลประกอบไปด้วย แรงต้านทานการดัดงอโมดูลัสแรงต้านทานการดัดงอ ความทนแรงดึง โมดูลัสความทนแรงดึง ของ HDPE, rHDPE และ rHDPE ผสม RHA ที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ เพื่อศึกษาอิทธิพลของ RHA ที่มีผลกระทบต่อสมบัติเชิงกล [5,6]

5.1.1 ความต้านการดัดงอ (Flexural strength)

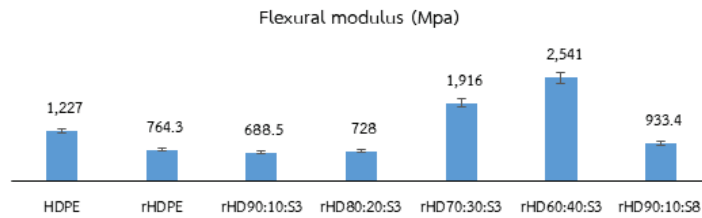


รูปที่ 4 กราฟสมบัติทางกล โดยวิธีการทดสอบความต้านทานการดัดงอ

จากรูปที่ 4 พบว่า การต้านการดัดงอของ HDPE มีค่าเท่ากับ 38.18 และ rHDPE 34.1 Mpa ค่าความต้านการดัดงอของ rHDPE ลดลงคิดเป็นร้อยละ 11% (เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ HDPE) เมื่อเติม RHA ส่งผลให้ค่ายังสัสมอดูลัสของ rHDPE ผสม RHA ขนาด 300, 800 ไมโครเมตร ยังสัสมอดูลัสมีค่าเท่ากับ 688.5, 728, 1,916, 2,541 และ 933.4 Mpa ตามลำดับ

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่า อัตราส่วนผสม 10% ขนาด 300 ไมโครเมตร ให้ค่าความต้านทานการดัดงอสูงสุด 28.81 Mpa เพิ่มขึ้นกว่าอัตราส่วนผสมอื่นระหว่าง 4-25 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากค่าความต้านทานการดัดงอเป็นค่าความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน ก่อนเสียรูปแบบถาวร เมื่อได้รับแรงกด จะเกิดการกระจายแรงจากวัสดุหลัก (rHDPE) ไปสู่ RHA การกระจายแรงไม่สามารถกระจายได้อย่างต่อเนื่อง เกิดจากผิวสัมผัส (Interphase) ระหว่าง rHDPE กับ RHA ไม่ดีทำให้เกิดช่องว่างหรือโพรงเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายและอีกประการปริมาณ RHA มากขึ้นส่งผลให้แรงยึดเกาะของวัสดุหลักลดลง [9-13]

5.1.2 ยั่งส์มอดุลัส (Young's modulus)

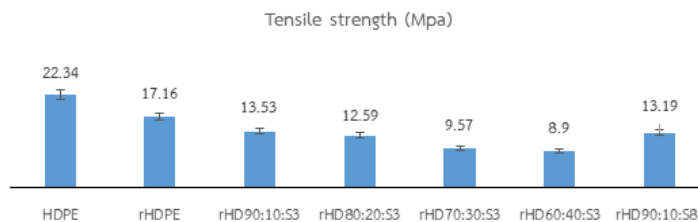


รูปที่ 5 กราฟสมบัติทางกล โดยวิธีการทดสอบยั่งส์มอดุลัส ของแรงต้านทานการดัดงอ

จากรูปที่ 5 พบว่า ยั่งส์มอดุลัสของ HDPE มีค่าเท่ากับ 1,227 และ rHDPE 764.3 Mpa ค่ายั่งส์มอดุลัสของ rHDPE ลดลงคิดเป็นร้อยละ 39% (เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ HDPE) เมื่อเติม RHA ส่งผลทำให้ค่าความทนแรงดึงของ rHDPE ผสม RHA ขนาด 300, 800 ไมโครเมตร เมื่อเติม RHA ส่งผลทำให้ค่าความทนแรงดึงของ rHDPE ผสม RHA ขนาด 300 ไมโครเมตร ปริมาณอัตราส่วนผสม 10, 20, 30 และ 40% โดยน้ำหนัก ความทนแรงดึงมีค่าเท่ากับ 13.53, 12.59, 9.57, 8.9 และ 13.19 ตามลำดับ

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่า อัตราส่วนผสม 40% ขนาด 300 ไมโครเมตร ให้ค่ายั่งส์มอดุลัสสูงสุด 2,541 Mpa เพิ่มขึ้นกว่าอัตราส่วนผสมอื่นระหว่าง 25-73 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากชิ้นงานทดสอบมี RHA จะเข้าไปแทรกตัวอยู่ และขัดขวางการไหลของ rHDPE จนกลายเป็นความบกพร่อง (Defect) ที่เกิดขึ้นภายในชิ้นงาน สอดคล้องกับค่าความต้านทานการดัดงอ [9-13]

5.1.3 ความทนแรงดึง (Tensile strength)

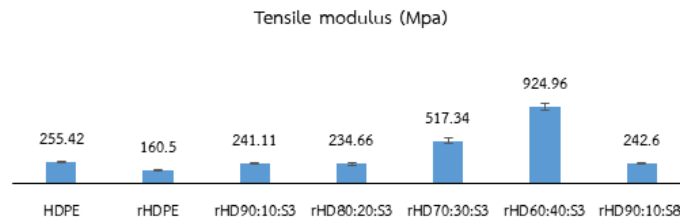


รูปที่ 6 กราฟสมบัติทางกล โดยวิธีการทดสอบความทนแรงดึง

จากรูปที่ 6 พบว่า ความทนแรงดึงของ HDPE มีค่าเท่ากับ 22.34 และ rHDPE 17.16 Mpa ความทนแรงดึงของ rHDPE ลดลงคิดเป็นร้อยละ 23% (เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ HDPE) เมื่อเติม RHA ขนาด 300, 800 ไมโครเมตร ใน rHDPE ยั่งส์มอดุลัสมีค่าเท่ากับ 241.11, 234.66, 517.34, 924.96 และ 242.6 Mpa ตามลำดับ

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่าอัตราส่วนผสม 10% ขนาด 300 ไมโครเมตร ให้ค่าความทนแรงดึงสูงสุด 13.53 Mpa เพิ่มขึ้นกว่าอัตราส่วนผสมอื่นระหว่าง 3 - 35 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากที่ผิวสัมผัส (Interphase) ของ RHA จะเข้าไปแทรกตัวอยู่และขัดขวางการไหลของ rHDPE จนกลายเป็นความบกพร่อง (Defect) ที่เกิดขึ้นภายในชิ้นงาน สอดคล้องกับค่าความต้านทานการดัดงอ [9-13]

5.1.4 ยั่งส์มอดุลัส (Young's modulus)



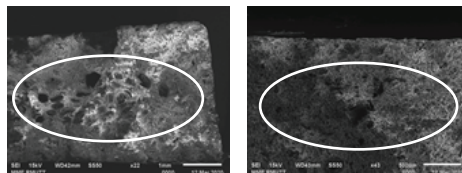
รูปที่ 7 กราฟสมบัติทางกล โดยวิธีการทดสอบยั่งส์มอดุลัส ของความทนแรงดึง

จากรูปที่ 7 พบว่า ยั่งส์มอดุลัสของ HDPE มีค่าเท่ากับ 255.42 และ rHDPE 160.5 Mpa ค่ายั่งส์มอดุลัสของ rHDPE ลดลงคิดเป็นร้อยละ 37% (เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ HDPE) เมื่อเติม RHA ขนาด 300, 800 ไมโครเมตร ใน rHDPE ยั่งส์มอดุลัสมีค่าเท่ากับ 241.11, 234.66, 517.34, 924.96 และ 242.6 Mpa ตามลำดับ

จากผลการทดสอบสรุปได้ว่า อัตราส่วนผสม 40% ขนาด 300 ไมโครเมตร ให้ค่ายั่งส์มอดุลัสสูงสุด 924.96 Mpa เพิ่มขึ้นกว่าอัตราส่วนผสมอื่นระหว่าง 44 - 75 เปอร์เซ็นต์

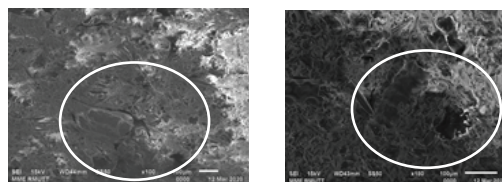
5.2 การวิเคราะห์สัณฐานวิทยา

ลักษณะชิ้นงานทดสอบโดยมี rHDPE เป็นวัสดุหลักและ RHA เป็นสารเติมแต่งผสมกัน ด้วยวิธีการผสมแบบแห้ง (Dry blend) ขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์ นำไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) เพื่อศึกษาลักษณะการไหลและการกระจายตัวของ RHA ในเมทริกซ์ rHDPE ของชิ้นงานทดสอบที่มีอิทธิพลต่อสมบัติทางกลของพลาสติก



รูปที่ 8 ลักษณะการไหลและการกระจายตัวของ

จากรูปที่ 8 พบว่า RHA เคลื่อนที่ตามแนวทิศทางการไหลของ rHDPE อยู่บริเวณแกนกลางชิ้นงาน และกระจายตัวเริ่มเกิดการเกาะกลุ่ม (Agglomerate) กระจายกันบริเวณแกนกลางเนื่องจากปริมาณ RHA เริ่มมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจึงทำให้การเคลื่อนที่ของ RHA บริเวณแกนกลางชิ้นงานเคลื่อนที่ได้ช้าลง และเคลื่อนที่ยากขึ้นทำให้ความสามารถในการกระจายตัวใน rHDPE ไม่ดีเท่าที่ควร จึงทำให้มีการเกาะกลุ่มเป็นกลุ่มก้อนขนาดเล็กที่บริเวณแกนกลางชิ้นงาน [7]



รูปที่ 9 ลักษณะการไหลและการกระจายตัวของ

จากรูปที่ 9 แสดงลักษณะพื้นฐานวิทยาของ rHDPE เมื่อเติม RHA พบว่า rHDPE เป็นวัสดุหลัก อยู่ในเฟสของเหลวและ RHA ซึ่งเป็นสารเติมแต่งอยู่ในเฟสของแข็ง จากกระบวนการข้างต้นแสดงให้เห็นว่า rHDPE กับ RHA มีความสามารถเข้ากันได้ไม่เท่าที่ควร เนื่องจาก rHDPE กับ RHA มีการหดและขยายตัวที่ไม่เท่ากัน จึงเกิดช่องว่างระหว่างผิวสัมผัส (Interphase) ระหว่าง rHDPE กับ RHA และการยึดเกาะที่ไม่ดียังทำให้ RHA หลุดออก [7]

6. การอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษานำพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงที่ผ่านการใช้งานแล้วเป็นวัสดุหลัก และเข้าเกลบเป็นสารเติมแต่ง แล้วศึกษาผลกระทบต่อสมบัติเชิงกลของชิ้นงานฉีดพลาสติก ผสมด้วยวิธีการผสมแบบแห้งแล้วขึ้นรูปด้วยกระบวนการฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์

จากการวิจัย พบว่า การเติมเข้าเกลบลงใน rHDPE ไม่ได้เพิ่มสมบัติทางกลในงานฉีดพลาสติก และสมบัติทางกลมีแนวโน้มลดลง แต่สามารถช่วยเพิ่มค่ามอดูลัสให้สูงขึ้นเมื่อมีการเติมเข้าเกลบมากขึ้น ขณะที่ขนาดและอัตราส่วนผสมของเข้าเกลบที่เพิ่มมากขึ้น และมีแนวโน้มทำให้สามารถขึ้นรูปได้ยากมากขึ้น เนื่องจากลักษณะการไหลของพลาสติกในแม่พิมพ์ [9-13] พฤติกรรมของเข้าเกลบที่มีแนวโน้มเกาะกลุ่มกันเมื่อมีปริมาณเข้าเกลบเพิ่มมากขึ้น [7,8] และช่องว่างระหว่างเข้าเกลบกับพลาสติกเกิดเป็นจุดบกพร่องในชิ้นงาน

7. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

7.1 จากงานวิจัย พบว่า การปรับปรุงสมบัติทางกลมีแนวโน้มลดลงเมื่อเติมเข้าเกลบในปริมาณเพิ่มมากขึ้น หากต้องการนำวิจัยนี้ไปใช้งานควรมีการพิจารณาเรื่องวิธีการผสม เนื่องจากวิธีการผสมแบบแห้ง (Dry blend) ส่งผลให้การกระจายตัวของเข้าเกลบไม่ดีและมีแนวโน้มเกาะกลุ่ม เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนเข้าเกลบ

7.2 จากงานวิจัยและการทบทวนวรรณกรรม พบว่าบริเวณผิวสัมผัส (Interphase) ระหว่างเข้าเกลบกับพลาสติกเกิดช่องว่างและโพรงอากาศ ในการศึกษาและวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพิจารณาเรื่องการปรับปรุงผิวของเข้าเกลบและการเติมสารประสาน (Coupling agent)

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ไทยพลาสติก รีไซเคิล : รับซื้อและจำหน่ายพลาสติกกรีไซเคิล สืบค้นจาก
<http://www.thaiplasticrecycle.com>
- [2] มูลนิธิโลกสีเขียว, สืบค้นจาก <http://www.greenworld.or.th>
- [3] ชัย จาตุรพิทักษ์กุล, จักรพันธ์ วงษ์พา และสุรพันธ์ สุคันธปรีย์. การพัฒนาเก้าอี้แบบเปลี่ยนสี
เพื่อใช้ในการงานคอนกรีต เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ
ครั้งที่ 8 พ.ศ. (2545).วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์,(หน้า163-172)
- [4] วิวรรณ ธรรมมงคล. [ออนไลน์]. ม.ป.ป. พลาสติกกรีไซเคิล. สืบค้นจาก <http://www.kanchanapisek.or.th/kp11/articles/article-2.th.html> (3 กรกฎาคม 2561)
- [5] นิรุบล เพื่อกบัวขาว. (2550). สมบัติเชิงกลและสัณฐานวิทยาของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูง
ที่ผ่านกระบวนการขึ้นรูปโดยมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารเติมแต่ง. วิทยานิพนธ์ ภาควิชา
เคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [6] เสาวรจน์ ช่วยจุลจิตร. วิทยาศาสตร์โพลิเมอร์ 1. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] ดวงแข บุตรกุล. การผลิตคอมพาวด์วัสดุผสมพอลิเมอร์กับเส้นใยธรรมชาติ, การประชุมศรีนคริน
ทรวิโรฒวิชาการครั้งที่ 5, วันที่ 17-18 มีนาคม (2554), SWU1188
- [8] วิโรจน์ เตชะวิญญูธรรม. (2553). วิศวกรรมการฉีดพลาสติก. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
(ไทย-ญี่ปุ่น)
- [9] ประสงค์ ก้านแก้ว. การศึกษาหาอิทธิพลความหนาของ Amorphous Thermoplastics
ที่ส่งผลกระทบต่อ ดัชนีการไหล. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. ปีที่ 7 ฉบับที่ 2
กรกฎาคม - ธันวาคม (2557)
- [10] John M. Dealy and Kurt F. Wissbrun. (1989). Melt rheology and its role in plastics
processing theory and applications. New York : VAN NOSTRAND REINHOLD.
- [11] Spencer, R. S. and Gilmore, G. D. Residual strains in Injection molded polystyrene.
(1950). Modern Plastics. (28, 97) (Dec.1950).
- [12] Tim A. Osswald, Lih-Sheng (Tom) Turng and Paul J.Gramann. (2002). Injection
molding handbook. Munich Hanser.
- [13] สถาพร ชาดาคม. การศึกษาหาอิทธิพลของความหนาที่ส่งผลกระทบต่อระยะทางการไหล
ของเทอร์โมพลาสติกกลุ่ม Polyolefin. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ปีที่ 2
ฉบับพิเศษ (ฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี) สิงหาคม (2549)

ผลการศึกษาไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย RESULTS OF STUDY OF PREFABRICATED FILTERS FOR WASTEWATER TREATMENT

ทิพรัตน์ ขุนรักษ์¹ ราชนัย ไชยภาค² บัณฑิตศักดิ์ ศรีโสภา³
Thiparat Khunruk¹ Rachan Chaiyakat² Bandidsak Srisopa³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัสดุและสารที่มีคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษตกค้างไม่พึงประสงค์ มีคุณสมบัติในการกรองสารแขวนลอย และคุณสมบัติในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำเพื่อนำมาเป็นวัสดุในการทำไส้กรองน้ำสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย วัสดุที่นำมาศึกษา ได้แก่ แมกนีสิโอไลต์ แอนทราไซด์ โพลีเอสเตอร์เรซิน ถ่านกัมมันต์ ถ่านไม้ อีเอ็มซีท และทรายทะเล มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำไส้กรองสำเร็จรูป และมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพน้ำที่ผ่านการกรองด้วยไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยศึกษาทั้งลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพซึ่งลักษณะทางกายภาพ ศึกษาจากความขุ่นของน้ำที่เกิดจากของแข็งที่แขวนลอยในน้ำ อุณหภูมิ และ ค่า pH ลักษณะทางเคมีศึกษาจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ด้วยวิธีการตรวจแบบ Azide Modification of Iodometric Method ลักษณะทางชีวภาพศึกษาจากปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ ผลการทดลองพบว่า วัสดุและสารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการกรองน้ำเสียแตกต่างกัน และเมื่อนำวัสดุที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติแล้ว มาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียพบว่า น้ำที่ผ่านการกรองด้วยไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียมีลักษณะที่ดีขึ้น ทั้งทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และลักษณะทางชีวภาพ

คำสำคัญ : น้ำเสีย ไส้กรอง ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

¹⁻³ วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย, สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

*Corresponding Author, E-mail : khwanburi@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to study materials and substances that have toxic adsorption properties. Has the ability to absorb unwanted odors in filtering suspended solids and the ability to eliminate microorganisms in the water to be used as materials for making ready-made water filters for wastewater treatment The materials used in the study were manganese zeolite, anthracite, polyester resin, activated carbon, wood charcoal, EM sheet and sea sand. The objective is to study the optimum ratio for making ready-made filter cartridges. And the objective is to study water efficiency. that is filtered by a pre-filtered wastewater treatment by studying both physical characteristics chemical nature and biological characteristics which physical Study from turbidity of water caused by suspended solids, temperature and pH. Chemical characteristics are studied from the amount of dissolved oxygen (DO) by Azide Modification of Iodometric Method. Be sure to study the amount of coliforms in the water to determine the mixture and the individual substances that have purification properties. Filter ready-made information on your website. Here comes the water that needs to be filtered with ready-made filter blocks. This will make both the analytical information provided. and have downloadable characteristics

Keywords : Wastewater Filter Dissolved oxygen

1. บทนำ

สภาพปัจจุบันปัญหาการปล่อยน้ำเสียจากครัวเรือนของแต่ละชุมชนยังเป็นปัญหาสำคัญ ในแต่ละชุมชนมีการใช้น้ำในการอุปโภค บริโภคภายในครัวเรือน มีการปล่อยน้ำเสีย จากการใช้ในชีวิตประจำวัน ลงสู่แม่น้ำลำคลอง โดยไม่มีการกรองหรือการบำบัดก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำ [1] การรายงานคุณภาพแหล่งน้ำในประเทศไทย ปี 2559 กรมควบคุมมลพิษได้รายงานการตรวจสอบแหล่งน้ำทั่วประเทศไทย 65 แห่ง จากจุดตรวจวัดคุณภาพน้ำ 366 จุด ในประเทศ ดำเนินการตรวจวัด 4 ครั้ง ตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม 2558 พบว่า คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี มีร้อยละ 34 คุณภาพน้ำพอใช้ มีร้อยละ 41 และคุณภาพน้ำอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม มีถึงร้อยละ 25 แต่ในรายงานของ ปี 2562 โดยกรมควบคุมมลพิษ ได้กล่าวถึงภาพรวมของแหล่งน้ำในประเทศไทยที่สำรวจปี 2561 อยู่ในเกณฑ์ที่ดีขึ้น มีแหล่งน้ำที่มีดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ร้อยละ 45 คุณภาพน้ำพอใช้ มีร้อยละ 43 และคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม มีร้อยละ 12 [2]

สาเหตุที่ทำให้แม่น้ำลำคลองกลายเป็นน้ำเน่าเสียมาจากน้ำเสีย 3 แหล่ง คือ น้ำเสียที่เกิดจากชุมชน (Domestic Wastewater) ได้แก่ การทิ้งขยะลงแม่น้ำลำคลองอยู่เป็นประจำจึงทำให้ออกซิเจนในอากาศไม่สามารถละลายน้ำได้ทำให้น้ำเสีย แหล่งน้ำเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater) ได้แก่ การปล่อยน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งปนเปื้อนสารเคมีต่าง ๆ เช่น กากน้ำตาล สารย้อมผ้า เป็นต้น และแหล่งน้ำเสียที่เกิดจากเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater) ได้แก่ การระบายน้ำจากไร่นาที่มีการปนเปื้อนเคมีจากการเกษตร เช่นยาฆ่าแมลง ยากำจัดศัตรูพืช และปุ๋ยเคมี ลงสู่แม่น้ำลำคลอง [3]

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นผู้จัดทำได้ตระหนักถึงปัญหาน้ำเน่าเสียและทำให้สูญเสียโอกาสที่จะได้ใช้ทรัพยากรน้ำที่มีคุณค่า ดังนั้นจึงจัดทำวิจัยเรื่อง ผลการศึกษาไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียขึ้นเพื่อศึกษาคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย เพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา น้ำเน่าเสียบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ และอนาคตเป็นการต่อยอดเชิงพาณิชย์ เป็นการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ต่อไป

2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัย เรื่อง“ผลการศึกษาไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย” คณะผู้จัดทำวิจัยได้ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยจำแนกเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. ไส้กรอง

ไส้กรองน้ำสำหรับเครื่องกรองน้ำ ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากที่สุด ด้วยไส้กรองนั้นเป็นอุปกรณ์สำคัญสำหรับการกรอง หากขาดไส้กรองแล้วเครื่องกรองน้ำจะไม่สามารถกรองน้ำให้สะอาดได้

1.1 คุณสมบัติของไส้กรองน้ำ

คุณสมบัติของไส้กรองน้ำจะแตกต่างกันไปตามรูปแบบของเครื่องกรองน้ำแต่ละประเภทแต่โดยปกติหลักการทำงานของไส้กรองจะมี 2 แบบด้วยกัน คือ ไส้กรองแบบปล่อยให้ น้ำไหลผ่านและไส้กรองแบบที่น้ำผสมทำปฏิกิริยากับสารกรอง

1.2 ประเภทของไส้กรองและความสามารถในการใช้งานได้ ดังนี้

1.2.1 ไส้กรองหยاب มีความสามารถในการกรองและขนาดที่ต้องการ เป็นไส้กรองเบื้องต้นที่เครื่องกรองน้ำทุกเครื่องต้องมี จึงมักอยู่ที่ขั้นตอนแรกเพื่อกรองฝุ่นผง สารแขวนลอย สนิมเหล็กโคลนและสิ่งสกปรกต่าง ๆ

1.2.2 ไส้กรองน้ำคาร์บอนบล็อก มีคุณสมบัติในการดูดซับกลิ่น สี สารเคมี คลอรีน และสิ่งสกปรกต่าง ๆ

1.2.3 ไส้กรองน้ำเรซิน ช่วยลดปริมาณหินปูน ช่วยให้น้ำไม่กระด้าง

1.2.4 ไส้กรองน้ำเซรามิก ช่วยลดและกรองเชื้อแบคทีเรียได้

1.2.5 ไส้กรองน้ำโพลีคาร์บอน ช่วยปรับสภาพน้ำ ปรับค่าพีเอช และปรับรสชาติของน้ำให้ดียิ่งขึ้น

2. แอนทราไซต์ (Anthracite)

มีประสิทธิภาพดีเนื่องจากความสามารถของถ่านแอนทราไซต์ในการเรียงตัวเป็นชั้นโครงสร้างที่แข็ง และความบริสุทธิ์สูงกว่าสารกรองชนิดอื่น สามารถใช้ร่วมกับสารกรองชนิดอื่นได้โดยเป็นชั้นกรองแรกก่อนถึงสารกรองชนิดอื่น ไม่ทำให้น้ำไหลช้าลง เนื่องจากมีช่องว่างระหว่างเม็ดถ่านที่มากกว่าสารกรองอื่น ๆ [4]

3. ถ่านกัมมันต์

เป็นสารดูดซับประเภทหนึ่งที่มีลักษณะเป็นของแข็งสีดำอาจอยู่ ในรูปผงหรือเม็ดก็ได้ โดยมีการสังเคราะห์ขึ้นเป็นพิเศษ เพื่อให้มีพื้นที่ผิวมากที่สุดซึ่งทำได้โดยการทำให้มีรูพรุนหรือโพรงภายในเนื้อคาร์บอนมากเท่าที่จะทำได้ เทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถทำให้ถ่านกัมมันต์ 1 กรัม มีพื้นที่ผิวได้ประมาณ 600 – 1,000 ตารางกิโลเมตร

4. แร่แมงกานีส

ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมถลุงแร่แมงกานีสและอุตสาหกรรมแยกแมงกานีส โดยกระบวนการทางไฟฟ้า เพื่อแยกเอาโลหะแมงกานีสสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในกระบวนการผลิตเหล็กกล้า ซึ่งทำให้เหล็กกล้ามีความแข็งแรงและความเหนียวเพิ่มมากขึ้น และเป็นตัวลดออกซิเจนและกำมะถันในอุตสาหกรรมการผลิตเหล็กกล้า

5. อีเอ็มบอล (EM Ball)

ย่อมาจากคำว่า Effective Microorganisms เป็นลูกบอล ที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ชนิดดี ประสิทธิภาพการทำงานของ EM Ball มีใช้การบำบัดน้ำเสียโดยตรง แต่ใช้หลักการนำเอาจุลินทรีย์ชนิดดี มีประสิทธิภาพไปแย่งอาหารจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติในน้ำที่กำลังจะเน่าหรือในน้ำเสีย สกัดกัน การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ธรรมชาติที่เป็นสาเหตุของน้ำเน่าเสีย

6. เรซินแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Resin)

เรซินแลกเปลี่ยนไอออน (Ion Exchange Resin) เป็นสารแลกเปลี่ยนไอออนที่สังเคราะห์ขึ้นโดยกระบวนการทางเคมี มีลักษณะเป็นเม็ดกลม ๆ ขนาดเล็ก (โดยทั่วไปขนาด 0.3-1.2 มม.) การทำให้เรซินที่หมดอำนาจไปแล้วกลับฟื้นตัวขึ้นมามีอำนาจในการแลกเปลี่ยนไอออนใหม่อีก การที่เรซินหมดอำนาจ

เป็นเพราะว่าไอออนอิสระส่วนใหญ่ในเรซิน ถูกนำไปแลกเปลี่ยนกับไอออนอื่นในน้ำจนหมดสิ้น การทำรีเจนเนอเรชันได้แก่การขับไล่ไอออนในเรซินที่แลกมาจากน้ำ และเติมไอออนอิสระให้กับเรซิน ทำให้เรซินกลับสู่สภาพเดิม และมีอำนาจในการแลกเปลี่ยนไอออนอีกครั้งหนึ่ง สารเคมีที่ใช้เติมไอออนอิสระให้กับเรซินที่เสื่อมอำนาจไปแล้วเรียกว่าสารรีเจนเนอเรนต์

7. การตรวจวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DISSOLVED OXYGEN : DO)

ในการตรวจวัดออกซิเจนละลายน้ำสามารถทำได้โดยวิธีการไตเตรต ซึ่งอาจเก็บน้ำตัวอย่างมาตรวจวัดทันทีในห้องปฏิบัติการ หรืออาจตรวจวัดในภาคสนามโดยชุดตรวจวัด ออกซิเจนที่ละลายในน้ำหรือใช้เครื่องวัด DO METER ในการตรวจซึ่งจะมีคู่มือแสดงขั้นตอนการตรวจวัดอย่างชัดเจน ซึ่งค่ามาตรฐานออกซิเจนในน้ำ dissolved oxygen โดยทั่วไป 0-2 มิลลิกรัม/ลิตร ออกซิเจนไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต 2-4 0-2 มิลลิกรัม/ลิตร ปลาและแมลงเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่สามารถอยู่รอดได้ 4-7 มิลลิกรัม/ลิตร ใช้ได้กับปลาน้ำอุ่น 7-11 มิลลิกรัม/ลิตร ดีมากสำหรับปลาส่วนใหญ่ สำหรับเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวต่ำกว่า 60% ขาดออกซิเจนเนื่องจากน้ำอุ่นเกินไปหรือมีปริมาณแบคทีเรียมาทำให้ออกซิเจนน้อย 60-79% ยอมรับได้สำหรับสิ่งมีชีวิตในน้ำส่วนใหญ่ 80-125% เหมาะสำหรับ สัตว์น้ำส่วนใหญ่ 112% ขึ้นไปสูงไปอาจเป็นอันตรายต่อปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ

8. การตรวจหาเชื้อโคลิฟอร์ม (Coliform)

เชื้อโคลิฟอร์มที่เป็นที่รู้จักมากที่สุด คือ เอสเชอริเชีย โคลิ (Escherichia coli, E. coli) เป็นเชื้อที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น แต่ก็สามารถพบได้ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและแพร่กระจายไปยังสถานที่ผลิตอาหารตลอดจนแหล่งน้ำดื่ม เชื้ออีโคไล (E. coli) ส่วนมากจะไม่มีอันตราย แต่บางสายพันธุ์อาจทำให้เกิดอาหารเป็นพิษและโรคที่รุนแรงได้

9. ทรายทะเล

ทราย หรือ ซิลิคอนไดออกไซด์ (SiO₂, ควอตซ์) สามารถที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ตัวอย่างเช่น ผลิตเป็นแก้ว โดยการเป่าแล้วขึ้นรูป (แก้วควอตซ์ที่ได้นั้นเป็นของแข็งที่ไม่เป็นผลึก หมายถึง อนุภาคที่เป็นองค์ประกอบภายในจัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบนั่นเอง) ผลิตเป็น Silica Alumina หรือ Silica Gel ซึ่งเป็น “สารดูดความชื้น” ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป เช่น ที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม มาบตาพุด จังหวัดระยอง

10. น้ำเสีย

น้ำเสีย หมายถึง ของเหลวซึ่งผ่านการใช้แล้วทั้งที่มีกากและไม่มีกาก หรือของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นของเหลวรวมทั้งมวลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนในของเหลวนั้น

ในปัจจุบันนี้ได้เกิดปัญหาการขาดแคลนแหล่งน้ำธรรมชาติที่จะนำมาใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคและแหล่งน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในปัจจุบันนี้ก็เกิดปัญหามลภาวะมลพิษต่าง ๆ ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เหมือนแต่ก่อน ซึ่งจำเป็นต้องนำมาบำบัดก่อนนำมาใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นประเภทการวิจัยสิ่งประดิษฐ์/ผลิตภัณฑ์ ที่ใช้วิธีวิจัยแบบทดลอง และมีการใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีโครงสร้างแน่นอน สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลและใช้วิเคราะห์ผลในการวิจัย

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ได้แก่ ผู้บริหาร ครู เจ้าหน้าที่ ที่พักอาศัยบ้านพักครูของวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จังหวัดระยอง จำนวนทั้งสิ้น 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบบันทึกการสังเกตผลการทดลอง มี 4 แบบ ดังนี้

2.1 แบบสังเกตการทดลองคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

2.2 แบบสังเกตการทดลองอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูป

2.3 แบบสังเกตการทดลองหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (DO) โดยวิธีการไทเทรต

2.4 แบบสังเกตการทดลองหาค่าปริมาณของเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในน้ำ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

1. ขั้นตอนการเก็บน้ำตัวอย่าง ใช้ขวด BOD ตักน้ำจากแหล่งน้ำเสีย โดยคว่ำขวด BOD ลงให้น้ำเข้าไปจนเต็มขวด ระวังไม่ให้มีฟองอากาศเข้าไปในขวดระหว่างการเก็บตัวอย่างน้ำ หลังจากนั้นปิดจุกขวด BOD ให้สนิทเพื่อป้องกันอากาศเข้าไปภายในขวด พักน้ำไว้ 48 ชั่วโมง

2. เตรียมวัสดุและสารที่จะนำมาใช้ในการทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ดังนี้

2.1 แมงกานีสซัลไฟด์ 100 กรัม

2.2 แอนทราไซด์ 100 กรัม

2.3 ถ่านกัมมันต์ 100 กรัม

2.4 ถ่านไม้ 100 กรัม

2.5 โพลีเอสเตอร์เรซิน 100 กรัม

2.6 ทรายทะเล 100 กรัม

2.7 อีเอ็มซีที 1 แผ่น ประกอบด้วย

2.7.1 น้ำอีเอ็ม 100 มิลลิลิตร

2.7.2 ถ่านกัมมันต์ 300 มิลลิลิตร

2.7.3 ทรายทะเล 300 กรัม

3. เหน้าที่เตรียมไว้จำนวน 500 มิลลิลิตร ผ่านวัสดุและสารที่เตรียมไว้ทีละชนิด เพื่อทดสอบคุณสมบัติของสาร

4. ศึกษาลักษณะทางกายภาพของน้ำ ได้แก่ กลิ่น ความขุ่น อุณหภูมิ และค่าพีเอช เพื่อเป็นการทดสอบคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษ ดูดกลิ่นไม่พึงประสงค์ คุณสมบัติในการกรองสารแขวนลอย ของวัสดุและสารที่ต้องการนำมาทำให้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยการกรองผ่านวัสดุต่าง ๆ ได้แก่ แอนทราไซด์ แมงกานีสซีโอไลท์ ถ่านไม้ ถ่านกัมมันต์โพลีเอสเตอร์เรซิน ทรายทะเล และอีเอ็มซีที

5. จัดบันทึกผลการทดลองลงในแบบฟอร์มคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำให้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำให้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

1. เตรียมวัสดุและสารที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติการเป็นตัวกรองของไส้กรองสำเร็จรูป บำบัดน้ำเสียในขั้นตอนการทดลองที่ 1 ได้แก่ แมงกานีสซีโอไลท์ แอนทราไซด์ ถ่านกัมมันต์โพลีเอสเตอร์เรซิน ทรายทะเล ถ่านไม้ และอีเอ็มซีที

2. เตรียมตัวประสาน (Polymethyl Carbamate) ไว้สำหรับขึ้นรูปไส้กรองสำเร็จรูป บำบัดน้ำเสีย

3. ทดลองเปลี่ยนอัตราส่วนของวัสดุและสารที่จะนำมาทำเป็นไส้กรองแต่ละชนิดปริมาณ ตัวประสาน (Polymethyl Carbamate) และปริมาตรของน้ำเปล่าไปจนได้สูตรที่เหมาะสม

4. จัดบันทึกการทดลองลงในแบบฟอร์มอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมา ทำให้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

1. การศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำของไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยใช้ปริมาณ ของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเป็นเกณฑ์ (Dissolved oxygen, DO) ในการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการตรวจ วิเคราะห์ออกซิเจนละลายโดยวิธี Azide Modification of Iodometric Method แบ่งขั้นตอน ออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1.1 ขั้นตอนการเตรียมสารเพื่อไทเทรตหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

1.1.1 เตรียมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต (Manganese sulfate solution) ชั่งแมงกานีสซัลเฟตเตตระไฮเดรต (Manganese sulfate tetrahydrate, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 480 กรัม ละลายในน้ำกลั่น จากนั้นนำไปกรองและปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร

1.1.2 เตรียมสารละลายอัลคาไลด์ไอโอไดด์เอไซด์ (Alkali-iodide Azide solution) ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide, NaOH) 500 กรัม และโซเดียมไอโอไดด์ (Sodium iodide, NaI) 135 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และเติมโซเดียมเอไซด์ (Sodium azide, NaN_3) ลงในสารละลายอัลคาไลด์ ไอโอไดด์ (Alkali-iodide) และปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร

1.1.3 เตรียมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต (Standard sodium thiosulfate titrant) ชั่งโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต (Sodium thiosulfate pentahydrate, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 6.205 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

1.1.4 เตรียมน้ำแป้ง (Starch solution) ชั่งแป้ง (Soluble starch) ชนิด laboratory grade 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่นร้อน 1,000 มิลลิลิตร

1.1.5 จัดเตรียมชุดอุปกรณ์สำหรับการไทเทรตเพื่อหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

1.2 ขั้นตอนการไทเทรตสารเพื่อหาค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved oxygen, DO) เติม Manganese Sulfate 1 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติม Alkali-Iodide-Azide 1 มิลลิลิตร และ เติมน้ำแป้ง 1 มิลลิลิตร

2. ผลการศึกษาใส่กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียโดยการหาปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในน้ำ

2.1 ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมอาหาร

2.1.1 นำหลอดทดลองอบฆ่าเชื้อ ในอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส

2.1.2 อาหารที่ใช้มี 2 สูตร Brilliant 14.24 มิลลิลิตร และ Luryl 10.20 มิลลิลิตร

2.1.3 ใช้น้ำกลั่นเป็นสารทำละลายในอาหาร ในอัตราส่วน 400 มิลลิลิตร

2.1.4 นำน้ำกลั่นและอาหารผสมรวมกัน คนให้ละลาย

2.1.5 ใช้ปิเปตแก้วในการตวงปริมาณ 10 มิลลิลิตร หยดใส่หลอดทดลอง

15 หลอด

2.1.6 นำเข้าเครื่องอบ ในอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที

2.2 ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการเลี้ยงเชื้อโคลิฟอร์มจากน้ำตัวอย่าง

2.2.1 ใส่ตะแกรงแฉะ 5 หลอด โดยกำหนด ประมาณ 10, 1 และ 0.1 มิลลิลิตร

2.2.2 นำขวดตัวอย่างน้ำสนไฟบริเวณปากขวดเพื่อฆ่าเชื้อ

2.2.3 ลนไฟบริเวณรอยต่อฝากระบอกเก็บปิเปต นำปิเปตที่ใช้มาลนไฟ

2.2.4 นำปิเปตน้ำตัวอย่างมาใส่ในอาหารในหลอดทดลองเขย่าให้เข้ากัน

ทำเหมือนกันทั้ง 3 ปริมาณ โดยใช้หลอดทดลองตามขนาด

2.2.5 บ่มอาหาร 48 ชั่วโมง เพื่ออ่านผลการเกิดก๊าซใน Durham tube

หากพบเชื้อโคลิฟอร์มจะเกิดฟองก๊าซในหลอด Durham tube

2.3 ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการยืนยันการพบเชื้อ (Confirmed test)

2.3.1 นำหลอดที่เกิดก๊าซ มาทำการวิเคราะห์ต่อ หลอดที่ไม่เกิดก๊าซไม่ต้องทำการวิเคราะห์

2.3.2 นำหลอดอาหารชนิด Brilliant green มาวิเคราะห์โดยการถ่ายเชื้อที่อยู่ในหลอด Durham tube ไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน

2.3.3 อ่านผล ผลบวก คือ มีก๊าซ อาหารเลี้ยงเชื้อขุ่น ผลลบคือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นสอบถามไปยังกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้บริหาร ครู เจ้าหน้าที่ที่พักอาศัยบ้านพักครูของวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย จำนวนทั้งสิ้น 30 คน

4.2 เก็บข้อมูลรวบรวม และเก็บแบบสอบถามคืนทุกฉบับ

4.3 ตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบสอบถามทุกฉบับ

5. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลจากแบบสอบถามตอนที่ 1 มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ

การวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 โดยนำข้อมูลความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์ โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย

4. ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยน้ำเสียมีค่า pH 5.4 และอุณหภูมิคงที่ 31 องศาเซลเซียส

ลักษณะทางกายภาพ ชนิดวัสดุ/สาร	ความชุ่ม	กลิ่น
ถ่านกัมมันต์ 	น้ำหลังผ่านไส้กรองมีลักษณะ ใสกว่าน้ำก่อนกรอง	กลิ่นฉุนลดน้อยลงกว่าน้ำ ก่อนการกรอง
ถ่านไม้ 	น้ำหลังผ่านไส้กรองมีลักษณะ ใสกว่าน้ำก่อนกรอง	กลิ่นฉุนลดน้อยลงกว่าน้ำ ก่อนการกรอง
ทรายทะเล 	น้ำหลังผ่านไส้กรองมีลักษณะ ใสกว่าน้ำก่อนกรอง	มีกลิ่นไม่พึงประสงค์
โพลีเอสเตอร์เรซิน 	น้ำหลังผ่านไส้กรองมีลักษณะ ใสกว่าน้ำก่อนกรอง	กลิ่นไม่พึงประสงค์ลดลง
อีเอ็มซีท 	น้ำหลังผ่านไส้กรอง ใสกว่าก่อนการกรองเล็กน้อย	มีกลิ่นหอมเปรี้ยวของอีเอ็ม กลิ่นไม่พึงประสงค์ลดลง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตารางที่ 1 พบว่า วัสดุและสารทุกชนิดที่นำมาทดสอบประสิทธิภาพในการนำมาทำไส้กรอง สามารถทำให้น้ำใสขึ้นได้ โดยทรายทะเลมีประสิทธิภาพทำให้น้ำใสมากที่สุด อีเอ็มซีทมีประสิทธิภาพทำให้น้ำใส่น้อยที่สุด และสารที่สามารถลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ ถ่านไม้ โพลีเอสเตอร์เรซิน และ อีเอ็มซีท

การทดลองที่ 2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 2 แสดงอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย โดยใช้ อัตราส่วนของปริมาณตัวประสาน 200 กรัม ต่อ อัตราส่วนของน้ำ 100 มิลลิลิตร มีผลดังนี้

วัสดุและสาร /ปริมาณ	ลักษณะไส้กรอง	หมายเหตุ
แอมทราไซด์ 700 กรัม		ไส้กรองมีสีดำสนิทมีความเงาที่เป็นลักษณะเฉพาะตัวของแอมทราไซด์ จับตัวกันเป็นก้อน มีรูพรุนของเหลวไหลผ่านได้
แมงกานีสซีโอไลท์ 1,000 กรัม		ไส้กรองมีสีดำทองขนาดของอนุภาค มีขนาดเล็กกว่าชั้นของแอมทราไซด์ ทำให้จับตัวกันเป็นก้อนมีความหนาแน่นมากกว่าชั้นของแอมทราไซด์ ของเหลวยังสามารถไหลผ่านได้
ถ่านกัมมันต์ 400 กรัม		ไส้กรองจับตัวกันได้หลวม ๆ แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของถ่านกัมมันต์มีน้อยกว่าชั้นแมงกานีส-ซีโอไลท์ และชั้นของแอมทราไซด์ ของเหลวไหลผ่านได้
อีเอ็มซีท 700 กรัม		ไส้กรองมีการจับตัวกันเป็นก้อนได้ดี แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารที่เป็นองค์ประกอบค่อนข้างมาก ของเหลวมีการไหลผ่านได้ แต่มีอัตราการไหลผ่านของน้ำช้ากว่าชั้นอื่น ๆ

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงอัตราส่วนที่เหมาะสมของวัสดุและสารที่นำมาทำไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

วัสดุและสาร /ปริมาณ	ปริมาณ ตัวประสาน	ปริมาตรน้ำ	ลักษณะ ไส้กรอง	หมายเหตุ
ทรายทะเล 1,000 กรัม	-	-		ไม่มีส่วนผสมของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) และน้ำ เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้
โพลีเอสเตอร์เรซิน 500 กรัม	-	-		ไม่มีส่วนผสมของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) และน้ำ เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้
ถ่านไม้ 500 กรัม	-	-		ไม่มีส่วนผสมของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) และน้ำ เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้

* หมายเหตุ อัตราส่วนของวัสดุและสารแต่ละชนิดขึ้นรูปไส้กรอง ขนาด $12 \times 12 \times 4 = 576$ ลูกบาศก์เซนติเมตร ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตารางที่ 2 พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมในการขึ้นรูปไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย จะใช้อัตราส่วนของน้ำ 100 มิลลิลิตรต่ออัตราส่วนของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) 200 กรัม โดยใช้อัตราส่วนของแอนทราไซด์ แมงกานีสซีโอไลต์ ถ่านกัมมันต์ อีเอ็มซีท ในอัตราส่วน 700 กรัม 1,000 กรัม 400 กรัม 700 กรัม ตามลำดับ โดยทรายทะเล โพลีเอสเตอร์เรซิน ถ่านไม้ ไม่มีส่วนผสมของตัวประสาน (Polymethyl Carbamide) และน้ำ เนื่องจากไม่สามารถขึ้นรูปเป็นแผ่นได้

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียในการเพิ่มค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

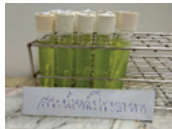
ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการกรอง			ผลการวิเคราะห์คุณภาพ	ตัวอย่างน้ำหลังผ่านไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย			ผลการวิเคราะห์คุณภาพ
ไทเทรตครั้งที่ 1	ไทเทรตครั้งที่ 2	ค่า Do	การแปรผล	ไทเทรตครั้งที่ 2	ไทเทรตครั้งที่ 2	ค่า Do	การแปรผล
2.70	3.40	3.05	น้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายต่ำ สิ่งมีชีวิตเพียงไม่กี่ชนิดที่สามารถดำรงชีวิตได้	5.50	4.70	5.10	น้ำมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอให้สิ่งมีชีวิตประเภทปลาอาศัยอยู่ได้

* หมายเหตุ สูตรการหาค่า $DO = \frac{B \times 0.025 \times 8 \times 1000}{200}$ มิลลิกรัมต่อลิตร

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตารางที่ 3 พบว่า จากการไทเทรตน้ำเพื่อวิเคราะห์หาค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen , DO) พบว่า ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการกรองมีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 3.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตัวอย่างน้ำหลังผ่านไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย มีค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 5.10 มิลลิกรัมต่อลิตร

การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4 แสดงประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ในการหาปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในน้ำ

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาณน้ำที่ใช้	หลอดทดลองที่	การเกิดเชื้อ	ภาพตัวอย่าง
น้ำก่อนการกรอง	0.1 มิลลิตร	1	ไม่เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	

ตารางที่ 4 แสดงประสิทธิภาพไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ในการหาปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในน้ำ (ต่อ)

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาณน้ำที่ใช้	หลอดทดลองที่	การเกิดเชื้อ	ภาพตัวอย่าง
น้ำก่อนการกรอง	1 มิลลิลิตร	1	ไม่เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	
	10 มิลลิลิตร	1	เกิด	
		2	เกิด	
		3	เกิด	
		4	เกิด	
		5	ไม่เกิด	
น้ำที่ผ่านไส้กรอง	0.1 มิลลิลิตร	1	ไม่เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	
	1 มิลลิลิตร	1	ไม่เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	
	10 มิลลิลิตร	1	เกิด	
		2	ไม่เกิด	
		3	ไม่เกิด	
		4	ไม่เกิด	
		5	ไม่เกิด	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากตารางที่ 4 พบว่า ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการกรอง และน้ำหลังผ่านไส้กรอง สำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย ที่ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร 1 มิลลิลิตร ไม่พบเชื้อโคลิฟอร์มปนเปื้อน แต่ที่ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ตัวอย่างน้ำเสียก่อนการกรองพบเชื้อโคลิฟอร์มปนเปื้อน 4 หลอด จากหลอดทดลองทั้งสิ้น 5 หลอด ส่วนตัวอย่างน้ำหลังผ่านไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสียพบเชื้อโคลิฟอร์มปนเปื้อน 1 หลอด จากหลอดทดลองทั้งสิ้น 5 หลอด

5. การอภิปรายผลการวิจัย

ไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย จากองค์ประกอบของสารทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ แอนทราไซด์ทรายทะเล เมงกานีสซีโอไลท์ ถ่านกัมมันต์ อีเอ็มซีพี โพลีเอสเตอร์เรซิน ผงถ่าน มีคุณสมบัติในการบำบัดน้ำเสีย ได้โดยแอนทราไซด์มีโครงสร้างที่แข็งแรงแต่น้ำหนักเบา ไม่เกาะตัวจับกันแน่นมากเกินไป จึงเปิดช่องว่างให้น้ำซึมผ่านได้ง่ายและรวดเร็ว ดักรองสารแขวนลอยต่าง ๆ เป็นคุณสมบัติของตัวกรองที่ดี โพลีเอสเตอร์เรซิน มีคุณสมบัติเป็นเรซินแลกเปลี่ยนไอออน กำจัดสารละลายต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปของไอออน ลดความกระด้างของน้ำ กำจัดเกลือแร่ และดูดกลืนไม่พึงประสงค์ ผ่านกัมมันต์ และถ่านไม้ มีรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมาก ทำให้มีคุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ได้ดี ในส่วนของอีเอ็มซีพีใช้หลักการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดดี ทำลายจุลินทรีย์ในธรรมชาติที่เป็นสาเหตุของน้ำเสียโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในชั้นของอีเอ็มจะสามารถลดปริมาณของแบคทีเรียต่าง ๆ ในน้ำเสีย รวมถึงแบคทีเรียในกลุ่มของโคลิฟอร์ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย “ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย” : กรณีศึกษาโรงลำเลียงน้ำเสียของมูลนิธิสิริกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง ของ วรมน สุนทรภัก [5] ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย จึงมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมีและลักษณะทางชีวภาพ

6. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรมีการพัฒนาเครื่องกรองน้ำที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัย สามารถนำมาใช้ควบคู่กับไส้กรองสำเร็จรูปบำบัดน้ำเสีย เพื่อเป็นการพัฒนาและต่อยอดเชิงพาณิชย์

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุเมธ อวสกุลสุทธิ. “ปัญหาน้ำเน่าเสียในประเทศไทย,” วารสาร อพวช. 11(3): 23-50 ; 18 กรกฎาคม 2564. Assist-impact.com. (2 กรกฎาคม 2565). การตรวจโคลิฟอร์มแบคทีเรีย <https://www.assist-impact.net/th/articles/>.
- [2] กรมควบคุมมลพิษ. (1 กรกฎาคม 2565).สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย. http://www.pcd.go.th/file/Thailand%20Pollution%20Report%202018_Thai.pdf.
- [3] Scienceanalys. (2 กรกฎาคม 2565). ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการวัดค่าออกซิเจนในน้ำ. <http://www.scienceanalys.com/index.php?lite=article&qid=41934738>.
- [4] โรสลีนา จาราแวง และคณะ. “วารสารวิทยาศาสตร์” การศึกษาคุณภาพทางกายภาพของน้ำบาดาลที่ผ่านเครื่องกรองน้ำแบบง่าย. 14(1) : 1-12 ; 1 มกราคม-มิถุนายน 2560.
- [5] วรมน สุนทรภักค. 2550. ประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพในการบำบัดน้ำเสีย : กรณีศึกษารางลำเลียงน้ำเสียของมูลนิธิ กสิกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์



วารสารวิชาการ

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2565

Vol.1 No.2 July - December 2022

“มุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ

และคุณธรรมในระดับนานาชาติ”

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

สารสังเขปของวารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก จัดทำโดยสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก รับบทความจากผู้เขียนทั้งในและนอกสถาบันฯ บทความที่เสนอเพื่อขอรับการพิจารณาอาจเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ บทความต้องมีสองภาษา เอกสารอ้างอิงและแบบฟอร์มตามที่วารสารกำหนด ใช้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกสถาบันที่เก็ข้องจำนวน 3 ท่านในการพิจารณาบทความ กำหนดตีพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม)

วัตถุประสงค์ (Aim and Scope)

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก มีนโยบายเพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและนวัตกรรม ผลงานวิชาการที่นำไปสู่การพัฒนาการอาชีวศึกษาหรือนำองค์ความรู้ด้านการอาชีวศึกษาที่ผ่านกระบวนการวิจัยและนวัตกรรม แล้วนำไปสู่การพัฒนาการจัดการศึกษา สถานประกอบการ ชุมชน เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วยขอบเขตเนื้อหาด้านเทคโนโลยี อุตสาหกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศ บริหารธุรกิจ สาขาวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการอาชีวศึกษา

การเตรียมต้นฉบับ

บทความมีความยาวประมาณ 10-15 หน้ากระดาษ A4 ส่วนการตั้งค่าหน้ากระดาษ รายละเอียดตัวอักษร แบบอักษร การกำหนดหัวข้อ รายละเอียดการพิมพ์ รูปภาพ ตาราง และเอกสารอ้างอิง ให้ศึกษาจากคำแนะนำตามที่วารสารกำหนด

บทความวิจัยประกอบด้วยหัวข้อ

ชื่อเรื่อง (Title) ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อน ได้ลงมาเป็นภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษแต่ละคำให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของคำ (TH SarabunPSK 18 pt. หนา) จัดไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ ชื่อผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย ให้ระบุทั้งชื่อตัวและชื่อสกุลเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้หมายเลขกำกับตามลำดับ พร้อมระบุรายละเอียดของผู้เขียน ชื่อหน่วยงานที่สังกัด ชื่อสถานศึกษา ชื่อสถาบัน อีเมล (TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)

บทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Abstract) เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้นได้เนื้อหาสาระครบถ้วน ควรเขียนแบบสั้น และตรงประเด็น ระบุเฉพาะสาระสำคัญเท่านั้น โดยให้ลำดับบทคัดย่อภาษาไทยขึ้นก่อนตามด้วยบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

บทนำ (Introduction) ระบุความเป็นมาและความสำคัญของการทำวิจัย เหตุผลการทำวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

วัตถุประสงค์การวิจัย (Objectives) เป็นความเรียงเฉพาะประเด็นสำคัญของวัตถุประสงค์การวิจัยที่ครอบคลุมแนวทางการทำวิจัยทั้งหมด

สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis) เป็นความเรียงสมมติฐานเชิงพรรณนาหรือระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัย (Research Methodology) นำเสนอเกี่ยวกับประชากรและกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย เกณฑ์การเลือกคุณสมบัติ วิธีการเลือก สถานที่ที่เก็บข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการคำแนะนำสำหรับผู้เขียนเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการดำเนินการ ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย (Results) รายงานผลการวิจัยให้ได้ใจความชัดเจนและตรงประเด็น โดยยึดแนวทางตามวัตถุประสงค์การวิจัยเป็นหลัก ควรอธิบายผลการวิจัยด้วยคำบรรยายเป็นหลัก ถ้ามีตัวแปรที่ศึกษาหรือตัวเลขมากให้นำเสนอเป็นตาราง (Table) รูปภาพ (Picture) แผนภาพเส้น (Figure) แผนภาพ (Diagram) และกราฟ (Graph) ชื่อตารางให้อยู่ด้านบนของตาราง ส่วนชื่อรูปภาพ แผนภาพ และกราฟให้อยู่ด้านล่าง



วารสารวิชาการ

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2565

Vol.1 No.2 July - December 2022

“มุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ

และคุณธรรมในระดับนานาชาติ”

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ (Conclusion Discussion and Suggestion) เป็นการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญที่เกิดจากการทำวิจัยโดยให้จบด้วยข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์และประเด็นที่เป็นแนวทางการทำวิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง ให้ใช้การอ้างอิงในบทความแบบตัวเลขตามมาตรฐานสากล โดยใช้หมายเลขในเครื่องหมายวงเล็บสี่เหลี่ยมตามลำดับการอ้างอิงในเนื้อหา แสดงไว้ในส่วนท้ายข้อความหรือชื่อบุคคลที่อ้างอิง โดยเรียงลำดับตัวเลขที่อ้างอิง [1],[2],[3],[4]...ไปจนจบบท โดยไม่ต้องเรียงตามตัวอักษร ไม่ต้องแยกภาษาและประเภทเอกสาร ในกรณีที่มีการอ้างอิงซ้ำให้ใช้ตัวเลขเดิมที่เคยใช้อ้างมาก่อนแล้ว

บทความวิชาการ

ชื่อเรื่อง (Title) ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อน ได้ลงมาเป็นภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษแต่ละคำให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของคำ

ชื่อเจ้าของบทความ ให้ระบุทั้งชื่อตัวและชื่อสกุลเต็มเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมระบุรายละเอียดของผู้เขียน ชื่อหน่วยงานที่สังกัด ชื่อสถานศึกษา ชื่อสถาบัน อีเมล (TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)

เนื้อหา (Main Texts) ในบทความวิชาการมีองค์ประกอบดังนี้

บทคัดย่อ (Abstract) กล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่น่าเสนอก่อนเข้าสู่เนื้อหา

เนื้อความ (Content) ควรนำเสนอพัฒนาการของเรื่องได้อย่างน่าสนใจและมีเนื้อหาทันสมัย เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันสำหรับการอ้างอิงในเนื้อหา เป็นการระบุแหล่งที่มาของข้อมูลในเนื้อความให้ใช้วิธีการอ้างอิงแบบตัวเลข

ตาราง รูปภาพ แผนภาพ และกราฟ ที่แทรกในเนื้อหา อธิบายให้ได้สาระครบถ้วนอย่างสั้น ๆ โดยทั้งชื่อและคำอธิบายให้แสดงในทุกองค์ประกอบทั้งของ ตาราง (Table) รูปภาพ (Picture) แผนภาพเส้น (Figure) แผนภาพ (Diagram) และกราฟ (Graph) ชื่อตารางให้อยู่ด้านบนของตาราง ส่วนชื่อรูปภาพ แผนภาพ และกราฟ ให้อยู่ด้านล่าง



วารสารวิชาการ

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2565

Vol.1 No.2 July - December 2022

“มุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ

และคุณธรรมในระดับนานาชาติ”

เอกสารอ้างอิง

ให้ใช้การอ้างอิงในบทความแบบตัวเลขตามมาตรฐานสากล โดยใช้หมายเลขในเครื่องหมายวงเล็บสี่เหลี่ยมตามลำดับการอ้างอิงในเนื้อหา แสดงไว้ในส่วนท้ายข้อความหรือชื่อบุคคลที่อ้างอิง โดยเรียงลำดับตัวเลขที่อ้างอิง [1],[2],[3],[4]...ไปจนจบบท โดยไม่ต้องเรียงตามตัวอักษร ไม่ต้องแยกภาษาและประเภทเอกสาร ในกรณีที่มีการอ้างอิงซ้ำให้ใช้ตัวเลขเดิมที่เคยใช้อ้างมาก่อนแล้ว





วารสารวิชาการ

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม - ธันวาคม 2565

Vol.1 No.2 July - December 2022

“มุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ

และคุณธรรมในระดับนานาชาติ”

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก เป็นวารสารที่จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและนวัตกรรมในทุกสาขาวิชา ของครู อาจารย์ นักวิชาการ และนักวิจัยทั้งภายในและภายนอกสถาบัน และเป็นศูนย์รวมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและผลงานต่าง ๆ ของนักเทคโนโลยีด้านอาชีวศึกษา เป็นวารสารราย 6 เดือน จัดพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ

หากท่านประสงค์จะสมัครเป็นสมาชิก โปรดกรอกรายละเอียดในใบสมัครสมาชิกและส่งมาที่สำนักงาน สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก เลขที่ 86/13 ถนนตากสินมหาราช ตำบลท่าประดู่ อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง รหัสไปรษณีย์ 21000 โทร. 038-616434 Fax. 038-616435 E-mail ivec@tachnicrayong.ac.th website : www.ivee.ac.th

แหล่งสืบค้นวารสารวิชาการสถาบัน <https://so10.tci-thaijo.org/index.php/ivee/index>

ใบสมัครสมาชิก

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

☐ สมาชิกใหม่ ☐ ต่ออายุ ☐ สมาชิกอุปถัมภ์ให้กับหน่วยงาน สถานศึกษา

ชื่อ.....นามสกุล.....

ที่อยู่.....

.....

.....

.....

รหัสไปรษณีย์ □□□□□ โทร..... E-mail.



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียง

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

ที่อยู่ 86/13 ถ.ตากสินมหาราช อ.เมืองระยอง จ.ระยอง

โทร 038-616434 เว็บไซต์ <http://www.ivee.ac.th>

Facebook : สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียง