

การวิเคราะห์ทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษา สาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

วารินดา ประทุมวัลย์*

คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา 90110

*อีเมลของผู้ประพันธ์บรรณกิจ: warinda.pr@psu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาแนวทางการสอนทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีแก่นักศึกษา งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพโดยการรวบรวมเอกสารการเตรียมสารละลายเคมีรายวิชาปฏิบัติการ 2 รายวิชา ระยะเวลา 6 ปีการศึกษา จำนวน 232 ฉบับ ดูแนวโน้มของข้อมูลโดยใช้กราฟเส้นแสดงเป็นร้อยละและจัดหมวดหมู่ปัจจัย ใช้สถิติเชิงพรรณนาด้วยการแจกแจงข้อมูลเพื่อหาค่าความถี่และร้อยละ พบว่า 1) ด้านการเลือกใช้สูตรคำนวณสารเคมีในการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้องมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 55.00 เป็นร้อยละ 44.12 2) ด้านการอธิบายวิธีการคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้องมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 62.50 เป็นร้อยละ 38.24 และ 3) ด้านการอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายเคมีและการเลือกใช้อุปกรณ์ถูกต้องมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 57.50 เป็นร้อยละ 50.00 จากแนวโน้มทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีลดลง นำมาวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลา สามารถแยกแยะปัจจัยได้แก่ 1) บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมสารละลายเคมี 2) วิธีการสอนการเตรียมสารละลายเคมี 3) การวัดผลทักษะการเตรียมสารละลายเคมี 4) ประสิทธิภาพเข้มข้นของสารละลายเคมีที่ต้องเตรียม 5) ประเภทและสถานะสารเคมีเริ่มต้น 6) ระยะเวลาในการปฏิบัติและการสอน จึงเสนอแนวทางในการปรับเปลี่ยนการสอนที่นักวิจัยสามารถพัฒนาได้ คือ การจัดทำสื่อมัลติมีเดียเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการ การคำนวณสารเคมีและการเตรียมสารละลายเคมี เพื่อให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และให้มีการวัดผลของทักษะการปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีเพื่อนักศึกษาจะได้สังเกตเห็นความสำคัญและเรียนรู้มากขึ้น

คำสำคัญ: การเตรียมสารละลายเคมี แผนผังก้างปลา การวิเคราะห์ข้อมูล ทักษะการทำปฏิบัติการ

Analysis of Laboratory skills and Chemical Preparation of Student of Packaging and Material Technology Program, Faculty of Agro-Industry

Warinda Pratumwan*

Faculty of Agro-Industry, Prince of Songkla University, Songkhla, 90110, Thailand

*Corresponding author's e-mail: warinda.pr@psu.ac.th

Abstract

This research is about the study of operating skills and preparation of chemical solutions of Packaging and Materials Technology students, Faculty of Agro-Industry at Prince of Songkla University, as well as the analysis of problem in teaching the practical laboratory skill and the preparation of chemical solution for students. The purpose of this research is a qualitative study by collecting the documents, which are the preparation of chemical solution in two laboratory subjects in amount of 232 documents on the duration period of 6 academic years. On the consideration of statistic data, the linear curve is represented as the percentage. On categorizing in the group of factors, it used Descriptive statistics with distributing data for finding the frequency and percentage. The result found that 1). For choosing the calculation of the chemical formulas for the preparation of the chemical solutions, it tended to decrease from 55.00% to 44.12%. 2) For explaining the method in the calculation of preparing the chemical solutions, it tended to decrease from 62.50% to 38.24%. And 3) For explaining the method in the preparation of the chemical solutions and selecting the equipment uses, it tended to decrease from 57.50% to 50.00%. From the decreased trend of skill in practical laboratory and the preparation of chemical solutions, the analysis of problem is used by fishbone diagram. The factors can be classified into 1) The Persons related the preparation of chemical solutions. 2) The method of teaching in preparing the chemical solutions. 3) The evaluation on skill in preparing the chemical solutions. 4) The type of concentration of chemical solutions which prepared. 5) The type and status of starting chemical agents. 6) The duration of the practical and teaching. Therefore, the researchers propose the guidelines for improvement of teaching which they can develop. That are the management of creating the multimedia materials about practical skills, chemical calculations and preparation of chemical solution. So that students can learn by themselves and to evaluate the practical skills and preparation of chemical solutions so that the students can consider as the important issue and need more learning.

Keywords: Chemical preparation, Fish bone diagram, Content analysis, Laboratory skill

บทนำ

การเรียนรู้ในระดับมหาวิทยาลัยนั้น นักศึกษาต้องขวนขวายเรียนรู้และต้องใส่ใจด้วยตนเองอย่างมาก ซึ่งการเรียนรู้นั้นมีผลต่อการเข้าใจในการเรียนและผลการเรียนในรายวิชา โดยเฉพาะการเรียนรู้ภาคปฏิบัติที่ต้องใช้ความเข้าใจร่วมกับการจดจำ การเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่ต้องใช้งานปฏิบัติเป็นสำคัญเพื่อสร้างความชำนาญในด้านนั้นๆ พฤติกรรมการเรียนรู้และเข้าใจในทักษะการปฏิบัติจึงมีความสำคัญอย่างสูงในการจะสำเร็จการศึกษาและนำไปใช้งานในการทำงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลากร อุดมกิจปรกรณ์ (2565) ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนิสิตสาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ในภาพรวม 10 ด้าน ประกอบด้วย ทศนคติในการเรียน แรงจูงใจในการเรียน การจัดการกับเวลาในการเรียน ความวิตกกังวลในการเรียน การมีสมาธิและการเอาใจใส่ต่อการเรียน กระบวนการรวบรวมข้อมูล การเลือกใจความสำคัญและการจดจำเนื้อหา การใช้เทคนิคและเครื่องมืออุปกรณ์ช่วยเหลือในการเรียน การทบทวนและการเตรียมตัวในการเรียน ยุทธวิธีในการสอบและการเตรียมตัวสอบ พบว่านิสิตมีพฤติกรรมการเรียนรู้โดยรวมในระดับปานกลาง คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีหลักสูตรการเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี 4 สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร สาขาวิชาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรมอาหาร และสาขาวิชาการกำหนดอาหารและโภชนาการเพื่อสุขภาพ ที่มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้วิชาการด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอาหาร การศึกษาและพัฒนาคุณสมบัติของวัสดุชีวภาพ วัสดุสังเคราะห์และวัสดุผสม รวมทั้งการบริหารจัดการโรงงานอุตสาหกรรม โดยสามารถบูรณาการและเชื่อมโยงความรู้ในสาขาต่าง ๆ เพื่อแก้ไขปัญหาของภาครัฐและอุตสาหกรรมอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ (คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2567) ในทุกสาขาวิชานั้นมีการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติทางด้านต่างๆ โดยพื้นฐานหลักในการทำปฏิบัติการ คือ ปฏิบัติการทางเคมี ปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ปฏิบัติการทางด้านกระบวนการแปรรูป

การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ นักศึกษาต้องมีความเข้าใจในพื้นฐานเกี่ยวกับสารเคมี โดยทักษะพื้นฐานที่สำคัญ คือ ทักษะการปฏิบัติการใช้อุปกรณ์และทักษะการเตรียมสารละลายเคมีที่เป็นหัวใจหลักในการทำการทดลองต่างๆ ดังเช่นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน รายวิชาเคมีเพิ่มเติม 2 (ว30222) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สารละลาย ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบทดลองปฏิบัติเรื่อง การเตรียมสารละลาย พบว่า นักเรียนมีประสบการณ์และความชำนาญเกี่ยวกับทักษะในการปฏิบัติการทดลองค่อนข้างต่ำ ซึ่งเห็นได้ชัดจากการประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลอง ครูผู้สอนได้ทำการประเมินการเรียนรู้พบว่า คะแนนทักษะการปฏิบัติการทดลองเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 มีค่าเท่ากับ 3.50 คะแนนจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับไม่ผ่านเกณฑ์ การจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องสารละลาย ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ด้วยการทดลองเป็นส่วนใหญ่และในหน่วยการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จึงจำเป็นต้องเตรียมพร้อมผู้เรียนสำหรับการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติการทดลองในแต่ละครั้งเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในการปฏิบัติการทดลองกับตัวผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (สุภาวรรณ ไหมพรม, 2563) ซึ่งการสอนเกี่ยวกับสารเคมีนั้น เป็นพื้นฐานทั้งการเรียนปฏิบัติการ การทำวิชาโครงงาน และไปจนถึงการไปทำงานที่เกี่ยวข้อง ในการเรียนวิชาปฏิบัติการทางเคมีนี้ นักศึกษาต้องรู้จักสารเคมีที่มีหลากหลายประเภท และต้องมีการเตรียมสารละลายเคมีเป็นความเข้มข้นต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการทดลองในบทปฏิบัติการต่างๆ ของแต่ละรายวิชา การฝึกให้นักศึกษามีการเตรียมสารละลายเคมีด้วยตนเอง โดยเริ่มจากการให้นักศึกษาได้คำนวณปริมาณสารเคมีโดยใช้สูตรการคำนวณต่างๆ ตามความเข้มข้นที่กำหนดในแต่ละบทปฏิบัติการ แต่จากการควบคุมดูแลการเตรียมสารละลายเคมีในแต่ละปีการศึกษาตลอดระยะเวลา 6 ปีที่ผ่านมา พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ขาดทักษะที่จะสามารถเตรียมสารละลายเคมีได้ถูกต้อง อาทิเช่น นักศึกษาไม่ทราบว่สารเคมีนั้นเป็นสารเคมีประเภทใด ไม่ทราบว่สารเคมีเริ่มต้นอยู่สถานะอะไร และต้องใช้สูตร

คำนวณแบบใด รวมไปถึงไม่ทราบว่า จะใช้อุปกรณ์ เครื่องแก้วแบบใดในการเตรียมสารละลายเคมี จากการที่นักศึกษาไม่เข้าใจและและเข้าใจคลาดเคลื่อน ทำให้การคำนวณปริมาณสารเคมีผิดพลาด และเมื่อขาดทักษะปฏิบัติการทำให้การลงมือปฏิบัติผิดพลาดไปด้วย ส่งผลต่อสารละลายเคมีที่ได้ไม่ถูกต้อง การทำปฏิบัติการในบทปฏิบัติการต่างๆ ก็ผิดพลาดไปด้วย และเกิดความไม่ปลอดภัยจากการปฏิบัติงานกับสารเคมีขึ้นได้ ซึ่งปัญหาเหล่านี้จะส่งผลต่อการเรียน การฝึกงาน การทำวิชาโครงงาน และการทำงานในอนาคตต่อไป

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการสอนและการเรียนรู้ทักษะการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ จึงได้รวบรวมเอกสารใบงานการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษา 2 รายวิชาปฏิบัติการ ตลอดระยะเวลา 6 ปีการศึกษา คือ ปีการศึกษา 2560-2566 (ยกเว้นช่วงสถานการณ์โควิดที่ไม่ได้ปฏิบัติจริง 1 ปี) เพื่อศึกษาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี และวิเคราะห์ปัญหาที่ส่งผลต่อการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษา และเสนอแนวทางในการพัฒนาการสอนนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี ของนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. วิเคราะห์ปัญหาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี เพื่อเสนอแนวทางในการสอนของนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาข้อมูลใบงานการเตรียมสารละลายเคมี และวิเคราะห์ผลของใบงานในรายวิชาปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมี ของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาการทำปฏิบัติการทางเคมีและการเตรียมสารละลายเคมี โดยผู้วิจัยมีหน้าที่ในการควบคุมดูแล ตรวจสอบความถูกต้องในการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ ข้อมูลใบงานการเตรียมสารละลายเคมีรายวิชาปฏิบัติการจำนวน 2 รายวิชา คือ วิชา 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Principle of Biomaterial Laboratory) และวิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber Technology Laboratory) ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 ของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ ตลอดระยะเวลา 6 ปีการศึกษา (ปีการศึกษา 2560-2566 ยกเว้นช่วงสถานการณ์โควิดที่ไม่ได้ปฏิบัติจริง 1 ปี) จำนวนใบงาน 232 ใบ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์เอกสารใบงานการเตรียมสารละลายเคมีในรายวิชาปฏิบัติการ จำนวน 2 รายวิชา คือ วิชา 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Principle of Biomaterial Laboratory) และวิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber Technology Laboratory) โดยก่อนเริ่มปฏิบัติการในวิชาปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมี ผู้วิจัยมีหน้าที่ในการดูแลการทำใบงานการเตรียมสารละลายเคมีต่างๆ ที่ใช้ในรายวิชานั้นๆ โดยในใบงานการเตรียมสารละลายเคมีจะประกอบด้วย การกำหนดความเข้มข้นของสารเคมีที่ต้องการ การคำนวณปริมาณสารเคมีที่ใช้ทั้งหมด การคำนวณหาปริมาณสารเคมีเริ่มต้นที่จะต้องใช้ในการเตรียมสารละลายเคมี โดยจะเลือกใช้สูตรคำนวณที่แตกต่างออกไปตามแต่ละชนิดที่ต้องการ และอธิบายขั้นตอนการเตรียมสารละลายเคมีรวมทั้งการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ใน

การเตรียมสารละลายเคมี ผู้วิจัยจะตรวจสอบความถูกต้องของใบงานและแก้ไขให้ถูกต้องก่อนนักศึกษาปฏิบัติจริง และควบคุมการปฏิบัติในการเตรียมสารละลายเคมี

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี

การศึกษาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี นำเสนอในรูปแบบตารางการวิเคราะห์ข้อมูล ใบงานการเตรียมสารละลายเคมี (Content analysis) และแนวโน้มของข้อมูลจากใบงานการเตรียมสารละลายเคมี โดยใช้กราฟเส้น (Line Diagram) โดยแสดงเป็นร้อยละ

2. วิเคราะห์ปัญหาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี

การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาแนวทางการสอนทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) กำหนดประเด็นที่เป็นสาเหตุหลัก และประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด 4M-1E (Man, Machine, Material, Method, Environment) (ปภาณภณ ปภังกรภุรินทร์, 2561) และจัดหมวดหมู่ใช้สถิติเชิงพรรณนาด้วยการแจกแจงข้อมูล (Frequency Distribution) (ศักดิ์ชัย จันทะแสง, 2566) เพื่อหาค่าความถี่และร้อยละ (วาสนา สีลาเกื้อ, 2566)

ผลการวิจัย

1. การศึกษาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี

1.1 การศึกษาข้อมูลใบงานการเตรียมสารละลายเคมี

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลจากใบงานการเตรียมสารละลายเคมี จำนวน 2 รายวิชาปฏิบัติการ คือ วิชา 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Principle of Biomaterial Laboratory) และวิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber Technology Laboratory) ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ ตลอดระยะเวลา 6 ปีการศึกษา ที่ผ่านมา (ปีการศึกษา 2560-2566 ยกเว้นช่วงสถานการณ์โควิดที่ไม่ได้ปฏิบัติจริง 1 ปี) มีเอกสารใบงานจำนวน 232 ใบ ดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่า จำนวนสารเคมีที่ต้องเตรียมเพื่อใช้ในรายวิชาปฏิบัติการ เฉพาะ 2 รายวิชานี้ จากจำนวนบทปฏิบัติการที่ใช้สารเคมีรวมทั้งสิ้น 12 บทปฏิบัติการ ในแต่ละปีการศึกษามีสารละลายเคมีจำนวน 40 รายการ ทั้งนี้ในช่วง 2 ปีการศึกษาที่ผ่านมา จะมีบางรายการสารเคมีที่ความเข้มข้นสูง ซึ่งอาจมีอันตรายเกิดขึ้นในขณะเตรียมสารละลายได้ จึงไม่ได้มอบหมายให้นักศึกษาเป็นผู้ปฏิบัติ โดยแบ่งเป็นประเภทของความเข้มข้น ได้แก่ โมลาริตี (M, Molarity) ร้อยละ 10, นอร์มัลลิตี (N, Normality) ร้อยละ 20, ร้อยละ (น้ำหนักโดยน้ำหนัก, %w/v) ร้อยละ 65, และร้อยละ (น้ำหนักโดยปริมาตร, %w/v) ร้อยละ 5 ของจำนวนสารละลายเคมีที่ต้องเตรียมทั้งหมด ทั้งนี้สารเคมีมีหลายประเภทกรด ต่าง สารระเหย สารพิษ เป็นต้น โดยสารเคมีเริ่มต้นมีสถานะที่เป็นของแข็งและของเหลว เพื่อเตรียมให้ได้สารละลายเคมีที่มีความเข้มข้นที่แตกต่างกันตามการใช้งานในแต่ละบทปฏิบัติการ โดยในการเตรียมสารละลายเคมีนั้นบางชนิดจะมีวิธีการเตรียมสารละลายเคมีในคู่มือบทปฏิบัติการนั้นๆ แม้ว่าจะมีวิธีการเตรียมสารละลายเคมีในคู่มือบทปฏิบัติการแล้ว แต่จะไม่ทราบสูตรการคำนวณและปริมาณที่ต้องใช้จริงในปีการศึกษานั้นๆ ปริมาณการใช้และการเตรียมสารละลายเคมีจึงอาจจะไม่ตรงกับในคู่มือบทปฏิบัติการ โดยนักศึกษาต้องประยุกต์การคำนวณเพิ่มเติมจากคู่มือบทปฏิบัติการที่แสดงเป็นตัวอย่าง ส่วนสารเคมีบางชนิดที่ไม่มีวิธีการเตรียมสารละลายเคมีในคู่มือบทปฏิบัติการนั้น นักศึกษาต้องค้นคว้าหาวิธีการคำนวณและวิธีการเตรียมด้วยตนเอง ซึ่งจากการตรวจสอบใบงานการเตรียมสารละลายเคมี 6 ปีการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษามีทั้งถูกต้องและผิดพลาด รวมไปถึงการอธิบายการทำปฏิบัติการในการเตรียมสารละลายเคมีก็มีทั้งถูกต้องและผิดพลาดเช่นเดียวกัน รวมทั้งการอธิบายวิธีปฏิบัติในการเตรียมสารละลายเคมี การใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วในการเตรียมสารละลายเคมีด้วย อีกทั้งนักศึกษาไม่ทราบเกี่ยวกับการหาความเข้มข้นมาตรฐาน (Standardization)

ของสารละลายเคมีบางชนิด ที่เตรียมเพื่อจะนำความเข้มข้นจริงไปใช้ในบทปฏิบัติการ ซึ่งจากใบงานได้แยกรายละเอียดในหัวข้อต่างๆ ดังภาพที่ 1

สารละลายเคมีวิชา 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Biomaterial Laboratory)

ที่	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	หน่วยความเข้มข้น	สูตรเคมี	สถานะสารเคมีเริ่มต้น	วิธีเตรียมในหนังสือ
1	สารละลาย Acid detergent solution	1 นอร์มอล	Normality (นอร์มอล)		ของเหลว+ของแข็ง	มี
2	สารละลายกรดไฮโดรคลอริก	0.1 นอร์มอล	Normality (นอร์มอล)	HCl	ของเหลว	มี
3	เมทิลเรด อินดิเคเตอร์	ร้อยละ 0.5 (w/v)	ร้อยละ (%w/v)		ของแข็ง	มี
4	อินดิเคเตอร์ผสม	ร้อยละ 0.5 (w/v)	ร้อยละ (%w/v)		ของแข็ง	มี
5	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	0.1 นอร์มอล	Normality (นอร์มอล)	NaOH	ของแข็ง	มี
6	สารละลาย Reagent A ทดสอบโปรตีน		ร้อยละ (%w/v)		ของเหลว+ของแข็ง	มี
7	สารละลายโพแทสเซียมโซเดียมไตรโบรไมด์	ร้อยละ 1 (w/v)	ร้อยละ (%w/v)	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	ของแข็ง	มี
8	สารละลาย Reagent B ทดสอบโปรตีน		ร้อยละ (%w/v)		ของเหลว+ของแข็ง	มี
9	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	1 นอร์มอล	Normality (นอร์มอล)	NaOH	ของแข็ง	มี
10	สารละลายไอโอดีน	ร้อยละ 0.2 (w/v)	ร้อยละ (%w/v)	I_2	ของแข็ง	มี
11	สารละลายกรดซัลฟูริก	ร้อยละ 1.25 (w/v)	ร้อยละ (%w/v)	H_2SO_4	ของเหลว	ไม่มี
12	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	ร้อยละ 1.25 (w/v)	ร้อยละ (%w/v)	NaOH	ของแข็ง	ไม่มี
13	กรดซัลฟูริก	1 นอร์มอล	Normality (นอร์มอล)	H_2SO_4	ของเหลว	ไม่มี
14	สารละลายกรดซัลฟูริก	ร้อยละ 72 (v/v)	ร้อยละ (%v/v)	H_2SO_4	ของเหลว	ไม่มี
15	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	ร้อยละ 15 (w/v)	ร้อยละ (%w/v)	NaOH	ของแข็ง	ไม่มี
16	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	ร้อยละ 35 (w/v)	ร้อยละ (%w/v)	NaOH	ของแข็ง	ไม่มี
17	สารละลายกรดบอริก	ร้อยละ 4 (w/v)	ร้อยละ (%w/v)	H_3BO_3	ของแข็ง	ไม่มี
18	สารละลายกรดไฮโดรคลอริก	1 นอร์มอล	Normality (นอร์มอล)	HCl	ของเหลว	ไม่มี

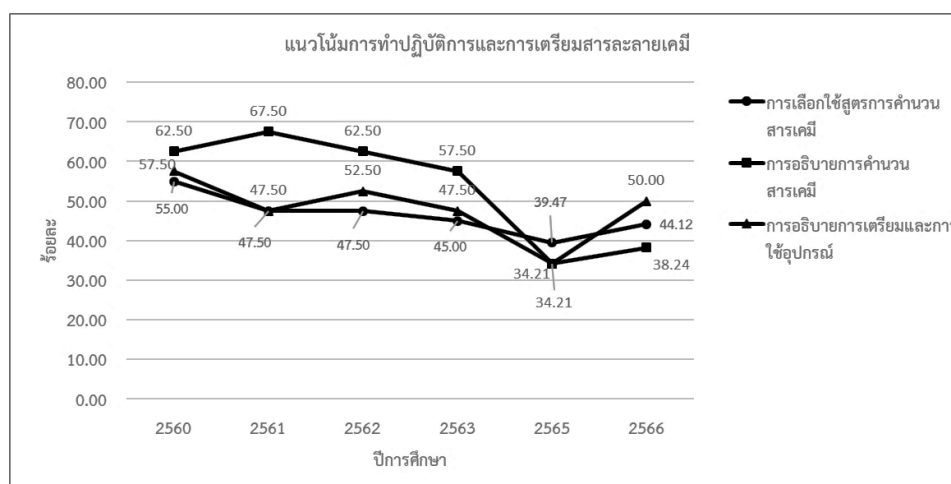
สารละลายเคมีวิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber technology Laboratory)

ที่	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	หน่วยความเข้มข้น	สูตรเคมี	สถานะสารเคมีเริ่มต้น	วิธีเตรียมในหนังสือ
1	สารละลายโซเดียมดีออกซีโคเลต (DOC)	ร้อยละ 0.15 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)	$\text{C}_{24}\text{H}_{39}\text{NaO}_4$	ของแข็ง	มี
2	สารละลายกรดคลอโรอะซิติก (TCA)	ร้อยละ 35 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)	$\text{C}_2\text{HCl}_3\text{O}_2$	ของแข็ง	มี
3	สารละลายกรดฟอสฟอริก (PTA)	ร้อยละ 40 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)	$\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$	ของแข็ง	มี
4	สารละลาย Reagent A ทดสอบโปรตีน		ร้อยละ (%w/v)		ของเหลว+ของแข็ง	มี
5	โซเดียมซัลเฟต	ร้อยละ 3 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)	$\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_5\text{O}_7$	ของแข็ง	มี
6	สารละลาย Reagent B ทดสอบโปรตีน		ร้อยละ (%w/v)		ของเหลว+ของแข็ง	มี
7	สารละลายแคลเซียมไนเตรต + แอลกอฮอล์	ร้อยละ 10 (%w/v)+ร้อยละ 50 (%v/v)	ร้อยละ (%w/v)	$\text{CaNO}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	ของแข็ง+ของเหลว	มี
8	สารละลายกรดอะซิติก	ร้อยละ 6 (%v/v)	ร้อยละ (%v/v)	CH_3COOH	ของเหลว	ไม่มี
9	สารละลายแอมโมเนียมซัลเฟต	ร้อยละ 30 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	ของแข็ง	ไม่มี
10	สารละลายกรดซัลฟูริก	ร้อยละ 50 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)	H_2SO_4	ของเหลว	ไม่มี
11	ฟีนอล์ฟทาเลอินอินดิเคเตอร์	ร้อยละ 0.5 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)		ของแข็ง	ไม่มี
12	สารละลายมาตรฐานเบรียมไฮดรอกไซด์	0.005 โมล/ลิตร	Molarity (โมล/ลิตร)	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	ของแข็ง	ไม่มี
13	สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริก	0.1 นอร์มอล	Normality (นอร์มอล)	HCl	ของเหลว	ไม่มี
14	เมทิลเรด อินดิเคเตอร์	ร้อยละ 0.5 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)		ของแข็ง	ไม่มี
15	สารละลายบัฟเฟอร์ $\text{NH}_4\text{CL} \cdot 2\text{NH}_4\text{OH}$		ร้อยละ (%w/v)	$\text{NH}_4\text{CL} \cdot 2\text{NH}_4\text{OH}$	ของเหลว	ไม่มี
16	สารละลายโพแทสเซียมไซยาไนด์	ร้อยละ 4 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)	KCN	ของแข็ง	ไม่มี
17	สารละลายมาตรฐานกรดเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซิติก (EDTA)	0.005 โมล/ลิตร	Molarity (โมล/ลิตร)	EDTA	ของแข็ง	ไม่มี
18	สารละลายมาตรฐานแมกนีเซียมซัลเฟต	0.005 โมล/ลิตร	Molarity (โมล/ลิตร)	MgSO_4	ของแข็ง	ไม่มี
19	สารละลายกรดอะซิติก	ร้อยละ 25 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)	CH_3COOH	ของเหลว	ไม่มี
20	สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก	0.1 นอร์มอล	Normality (นอร์มอล)	H_2SO_4	ของเหลว	ไม่มี
21	สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์	0.2 โมล/ลิตร	Molarity (โมล/ลิตร)	NaOH	ของแข็ง	ไม่มี
22	สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์	ร้อยละ 10 (%w/v)	ร้อยละ (%w/v)	KOH	ของแข็ง	ไม่มี

ภาพที่ 1 รายการสารละลายเคมีที่นักศึกษาใช้ในรายวิชาปฏิบัติการ 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Biomaterial Laboratory) และ วิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber technology Laboratory) ของนักศึกษา

1.2 การศึกษาแนวโน้มความถูกต้องในการปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี

จากข้อมูลใบงานการเตรียมสารละลายเคมี จำนวน 2 รายวิชาปฏิบัติการ คือ วิชา 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Principle of Biomaterial Laboratory) และวิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber Technology Laboratory) ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ ตลอดระยะเวลา 6 ปีการศึกษา ที่ผ่านมา (ปีการศึกษา 2560-2566 ยกเว้นช่วงสถานการณ์โควิดที่ไม่ได้ปฏิบัติจริงในปี 2564) มีเอกสารใบงานจำนวน 232 ใบ ได้ศึกษาแนวโน้มในด้านต่างๆ โดยให้ปีการศึกษาในแกน X และร้อยละความถูกต้องในแกน Y ดังภาพที่ 2 แยกเป็นประเด็น ดังนี้ 1) ด้านการเลือกใช้สูตรคำนวณสารเคมีในการเตรียมสารละลายเคมี พบว่าการเลือกใช้สูตรคำนวณสารเคมีในการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้องมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 55.00 เป็นร้อยละ 44.12 ในช่วง 5 ปีหลัง โดยนักศึกษาไม่สามารถประยุกต์สูตรคำนวณที่เรียนทางทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติจริงได้ 2) ด้านการอธิบายวิธีการคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีจากข้อมูลใบงานการเตรียมสารละลายเคมี พบว่า การอธิบายวิธีการคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้องมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 62.50 เป็นร้อยละ 38.24 ในช่วง 4 ปีหลัง 3) ด้านการอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายเคมีและการเลือกใช้อุปกรณ์ จากข้อมูลใบงานการเตรียมสารละลายเคมี พบว่า การอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายเคมีและการเลือกใช้อุปกรณ์ถูกต้องมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 57.50 เป็นร้อยละ 50.00 จากการสังเกตการทำปฏิบัติการของนักศึกษา พบว่า นักศึกษาไม่รู้จักอุปกรณ์เครื่องแก้ว เลือกใช้งานอุปกรณ์เครื่องแก้วไม่ถูกต้องและอุปกรณ์เครื่องแก้วบางชนิดใช้งานไม่ถูกวิธี

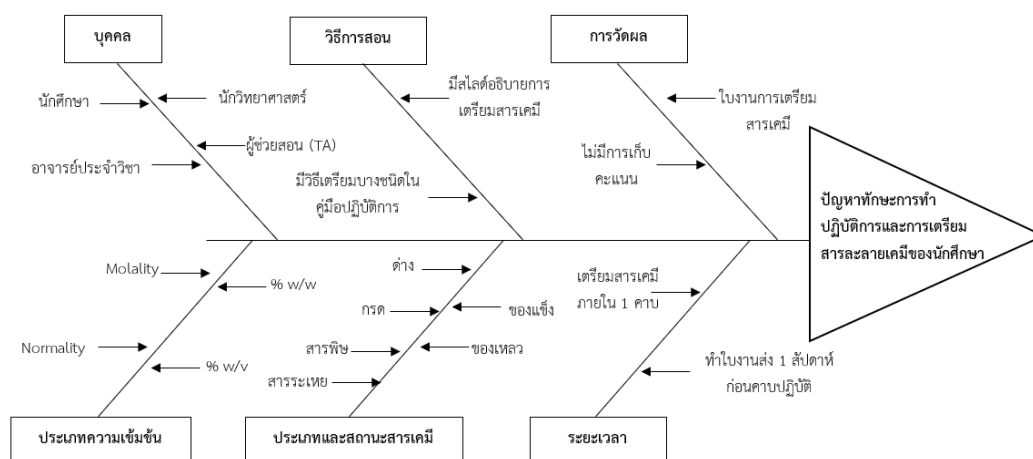


ภาพที่ 2 แนวโน้มร้อยละความถูกต้องในการปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีจากข้อมูลใบงานการเตรียมสารละลายเคมีในปีการศึกษาต่างๆ

2. การวิเคราะห์ปัญหาทักษะปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี

การวิเคราะห์ปัญหาทักษะปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี เพื่อหาแนวทางการสอนทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ในระหว่างปีการศึกษาปีการศึกษา 2560-2566 ยกเว้นช่วงสถานการณ์โควิดที่ไม่ได้ปฏิบัติจริงในปี 2564 ของรายวิชาปฏิบัติการ จำนวน 2 รายวิชา คือ วิชา 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Principle of Biomaterial Laboratory) และวิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber Technology Laboratory) จากการวิเคราะห์แยกแยะสาเหตุของปัญหาโดยจำแนกแยกแยะปัจจัยที่ส่งผลต่อทักษะปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี ด้วยการใช้แผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) ที่เป็นเครื่องมือในการหาสาเหตุของปัญหา ด้วยการไล่ประเด็นปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ กำหนดประเด็นที่เป็นสาเหตุหลัก และประยุกต์ใช้กรอบแนวคิด 4M-1E (Man, Machine, Material, Method, Environment) ดังภาพที่ 5 พบว่าสามารถแยกแยะปัจจัยหลัก ได้เป็น 3M ได้แก่

Man คือ บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมสารละลายเคมี Method คือ 1.วิธีการสอนการเตรียมสารละลายเคมี 2.การวัดผลทักษะการเตรียมสารละลายเคมี และ 3. ระยะเวลาในการปฏิบัติและการสอน สำหรับ Material คือ ประเภทความเข้มข้นของสารเคมีที่ต้องเตรียมและประเภทและสถานะสารเคมีเริ่มต้น



ภาพที่ 3 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุของปัญหาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษา

2.1 ปัจจัยทางด้านบุคคล

บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการสอนทักษะการปฏิบัติและการเตรียมสารละลายเคมีได้แก่ 1) อาจารย์ผู้จัดการวิชา มอบหมายให้นักศึกษาจัดทำใบงานส่งก่อนเริ่มปฏิบัติการการเตรียมสารละลายเคมี 2) นักศึกษา โดยจัดทำเป็นกลุ่ม 3-4 คน ขึ้นอยู่กับจำนวนนักศึกษาในแต่ละปี เพื่อทำใบงานเฉพาะรายการสารเคมีที่อาจารย์ผู้จัดการวิชามอบหมายในแต่ละกลุ่ม 3) นักวิทยาศาสตร์ มีหน้าที่ในการดูแลการทำใบงานการเตรียมสารละลายเคมีต่างๆ โดยตรวจสอบความถูกต้องของใบงาน การคำนวณปริมาณสารเคมีที่ใช้งานทั้งหมด การคำนวณหาปริมาณสารเคมีเริ่มต้นที่จะต้องใช้ในการเตรียมสารละลายเคมี การเลือกใช้สูตรคำนวณที่แตกต่างออกไปตามแต่ละชนิดที่ต้องการ การอธิบายขั้นตอนการเตรียมสารละลายเคมีรวมทั้งการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายเคมี แก้วให้ถูกต้องก่อนนักศึกษาปฏิบัติจริง รวมถึงเน้นย้ำถึงวิธีการเตรียมสารละลายเคมีที่เป็นอันตรายสูง เช่น กรด ต่าง ความเข้มข้นสูง และควบคุมการปฏิบัติในการเตรียมสารละลายเคมี 4) ผู้ช่วยสอนอาจารย์ เป็นผู้ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ อาจจะเป็นผู้ช่วยวิจัย นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ให้ช่วยดูแลการทำปฏิบัติการของนักศึกษา ภายใต้การกำกับดูแลของนักวิทยาศาสตร์

2.2 ปัจจัยทางด้านวิธีการสอนการเตรียมสารละลายเคมี

รายวิชาปฏิบัติการ คือ วิชา 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Principle of Biomaterial Laboratory) และ วิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber Technology Laboratory) ในคาบแรกของการเรียน นักวิทยาศาสตร์จะมีการอธิบายความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับสารเคมี การใช้งานอุปกรณ์เครื่องแก้ว การคำนวณสารเคมี แต่ไม่ได้มีการสาธิตการปฏิบัติ มีสไลด์เกี่ยวกับรายละเอียดดังกล่าวให้นักศึกษา และอาจารย์ผู้จัดการวิชาจะมอบหมายรายการสารเคมีให้แต่ละกลุ่มไปดำเนินการจัดทำใบงานการเตรียมสารละลายเคมี และส่งให้นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องก่อนคาบเรียนถัดไป 1 สัปดาห์ โดยสารเคมีบางรายการจะมีวิธีการเตรียมในคู่มือปฏิบัติการ แต่บางรายการนักศึกษาต้องไปค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งพบว่า การมีวิธีการเตรียมในคู่มือปฏิบัติการแล้วนั้น นักศึกษาบางส่วนก็ยังไม่สามารถทำการคำนวณสารเคมีได้ถูกต้องโดยมีค่าความถี่ในการคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้อง ต่ำกว่าร้อยละ 70 และรายการสารเคมีที่ไม่มีวิธีการเตรียมในคู่มือปฏิบัติการมีค่าความถี่ในการคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้อง ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนรายการสารเคมีในกลุ่มนั้น ในทุกปีการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลความถี่ของการคำนวณสารเคมีถูกต้องของรายการสารเคมีที่มีและไม่มีวิธีการเตรียมสารเคมีในคู่มือปฏิบัติการ

กลุ่มรายการสารเคมี	จำนวนรายการสารเคมี	แจกแจงความถี่	การคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้อง (ปีการศึกษา)					
			2560	2561	2562	2563	2565	2566*
มีวิธีการเตรียมสารเคมีใน คู่มือปฏิบัติการ	17	ความถี่	13	11	11	10	5	8
		ร้อยละ	76.5	64.7	64.7	58.8	29.4	57.1
ไม่มีวิธีการเตรียมสารเคมีในคู่มือปฏิบัติการ	23	ความถี่	9	8	8	8	10	7
		ร้อยละ	39.1	34.8	34.8	34.8	43.5	35.0

* หมายถึง ปีการศึกษา 2566 จำนวนรายการสารเคมีลดลง 6 รายการ (นักวิทยาศาสตร์ได้จัดเตรียมให้นักศึกษา)

2.3 ปัจจัยทางด้านการวัดผลทักษะการเตรียมสารละลายเคมี

การเตรียมสารละลายเคมี จำนวน 2 รายวิชาปฏิบัติการ คือ วิชา 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Biomaterial Laboratory) และวิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber Technology Laboratory) ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ ไม่ได้มีการวัดผลและเก็บคะแนนใบงาน หรือมีการสอบทักษะการปฏิบัติ แต่ในการเรียนบทปฏิบัติการต่างๆ จะให้คะแนนในส่วนของทักษะและเทคนิคความสนใจในการปฏิบัติตามบทปฏิบัติการนั้นๆ ต่อไป

2.4 ปัจจัยทางด้านประเภทหน่วยความเข้มข้นของสารละลายเคมี

การเตรียมสารละลายเคมี มีจำนวนสารเคมีที่ต้องเตรียมเพื่อใช้ในรายวิชาปฏิบัติการทั้ง 2 รายวิชา ในแต่ละปีจำนวน 40 รายการ จากจำนวนบทปฏิบัติการที่ใช้สารเคมีรวมทั้งสิ้น 12 บทปฏิบัติการ โดยแบ่งเป็นประเภทหน่วยความเข้มข้นของสารละลายเคมี ได้แก่ โมลาริตี (M, Molarity) นอร์แมลิตี (N, Normality) ร้อยละ (น้ำหนักโดยน้ำหนัก, % w/w) ร้อยละ (น้ำหนักโดยปริมาตร, % v/v) จากใบงานการเตรียมสารเคมี พบว่า 4 ปีที่ผ่านมา หน่วยความเข้มข้นที่นักศึกษาไม่สามารถทำได้ คือ หน่วยนอร์แมลิตี (N, Normality) นักศึกษาคำนวณสารเคมีในหน่วยนอร์แมลิตี (N, Normality) ได้ โดยมีค่าความถี่การคำนวณถูกต้องต่ำกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนรายการสารเคมีในหน่วยนี้ รองลงมาคือ โมลาริตี (M, Molarity) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลความถี่ของการคำนวณสารเคมีถูกต้องของหน่วยความเข้มข้นสารละลายเคมี

หน่วยความเข้มข้น	จำนวนรายการสารเคมี	แจกแจงความถี่	การคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้อง (ปีการศึกษา)					
			2560	2561	2562	2563	2565	2566*
นอร์แมลิตี (N, Normality)	8	ความถี่	5	4	3	1	1	1
		ร้อยละ	62.5	50	37.5	12.5	12.5	16.7*
ร้อยละ (น้ำหนักโดยน้ำหนัก, % w/w)	26	ความถี่	15	13	13	15	10	11
		ร้อยละ	57.7	50.0	50.0	57.7	38.5	50.0*
โมลาริตี (M, Molarity)	4	ความถี่	0	0	1	0	3	2
		ร้อยละ	0.0	0.0	25.0	0.0	75.0	50.0
ร้อยละ (น้ำหนักโดยปริมาตร, % v/v)	2	ความถี่	2	2	2	2	2	2
		ร้อยละ	100	100	100	100	100	100

* หมายถึง ปีการศึกษา 2566 จำนวนรายการสารเคมีลดลง 6 รายการ (นักวิทยาศาสตร์ได้จัดเตรียมให้นักศึกษา)

2.5 ปัจจัยทางด้านประเภทและสถานะสารเคมีเริ่มต้น

การเตรียมสารละลายเคมี มีจำนวนสารเคมีที่ต้องเตรียมเพื่อใช้ในรายวิชาปฏิบัติการทั้ง 2 รายวิชา ในแต่ละปีจำนวน 40 รายการ สารเคมีมีหลายประเภททั้งกรด ด่าง สารระเหย สารพิษ เป็นต้น โดยสารเริ่มต้นมีทั้งชนิดที่เป็นของแข็งและของเหลว เพื่อเตรียมให้ได้สารละลายที่มีหน่วยความเข้มข้นที่แตกต่างกันตามการใช้งานในแต่ละบทปฏิบัติการ ซึ่งนักศึกษาไม่ทราบว่าสารบางชนิดมีสถานะเริ่มต้นเป็นอะไร ทำให้มีการคำนวณสารเคมี และอธิบายการเตรียมผิดพลาด อาทิเช่น การเตรียมสารละลายกรด ซึ่งส่วนใหญ่สถานะเริ่มต้นเป็นของเหลว จากการคำนวณอาจใช้ปริมาณในหน่วยกรัม ซึ่งต้องชั่งน้ำหนัก แต่ด้วยสถานะที่เป็นกรดเข้มข้น ไม่สามารถชั่งน้ำหนักได้ นักศึกษาต้องแปลงหน่วยจากกรัมไปเป็นมิลลิลิตร แสดงให้เห็นว่านักศึกษารู้จักสารเคมี ไม่ทราบสถานะของสารเคมี ไม่ทราบความเป็นอันตรายของสารเคมี และไม่สามารถประยุกต์ใช้สูตรการคำนวณได้

2.6 ปัจจัยทางด้านระยะเวลาในการปฏิบัติและการสอน

รายวิชาปฏิบัติการทั้ง 2 รายวิชา อาจารย์ผู้จัดการวิชาจะมอบหมายรายการสารเคมีให้แต่ละกลุ่มไปดำเนินการจัดทำใบงานการเตรียมสารเคมี และส่งให้นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบความถูกต้องก่อนคาบเรียนถัดไป 1 สัปดาห์ และในคาบเรียนที่ 2 จะดำเนินการปฏิบัติการการเตรียมสารละลายเคมี ให้แล้วเสร็จภายใน 3 ชั่วโมง ซึ่งเวลาในการเรียนและการปฏิบัตินั้นค่อนข้างสั้น ทำให้นักศึกษามีเวลาในการทำความเข้าใจในคาบเรียน การจัดทำใบงาน และการเตรียมความพร้อมก่อนปฏิบัติน้อย

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลใบงานการเตรียมสารละลายเคมี จำนวน 2 รายวิชาปฏิบัติการ คือ วิชา 855-223 วัสดุชีวฐานพื้นฐาน (Biomaterial Laboratory) และวิชา 855-323 เทคโนโลยียาง (Rubber Technology Laboratory) ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์และวัสดุ ตลอดระยะเวลา 6 ปีการศึกษา ที่ผ่านมา (ปีการศึกษา 2560-2566 ยกเว้นช่วงสถานการณ์โควิดที่ไม่ได้ปฏิบัติจริง 1 ปี) นั้น มีแนวโน้มด้านต่างๆ 1) ด้านการเลือกใช้สูตรคำนวณสารเคมีในการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้องมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 55.00 เป็นร้อยละ 44.12 ในช่วง 5 ปีหลัง โดยนักศึกษาไม่สามารถประยุกต์สูตรคำนวณที่เรียนทางทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติจริงได้ 2) ด้านการอธิบายวิธีการคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีถูกต้องมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 62.50 เป็นร้อยละ 38.24 ในช่วง 4 ปีหลัง 3) ด้านการอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายเคมีและการเลือกใช้ถูกต้องมีแนวโน้มลดลงจากร้อยละ 57.50 เป็นร้อยละ 50.00 จากการสังเกตการทำปฏิบัติการของนักศึกษา พบว่า นักศึกษาไม่รู้จักรูปกรณ์เครื่องแก้ว เลือกใช้งานอุปกรณ์เครื่องแก้วไม่ถูกต้องและอุปกรณ์เครื่องแก้วบางชนิดใช้งานไม่ถูกวิธี

จากการวิเคราะห์ปัญหาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษาโดยใช้แผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) พบว่ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี มีทั้งอาจารย์ นักวิทยาศาสตร์ และผู้ช่วยสอน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ควบคุมการปฏิบัติงานของนักศึกษาเป็นหลัก 2) วิธีการสอนการเตรียมสารละลายเคมี การสอนนักศึกษาในคาบเรียนมีเพียงสไลด์การสอนเท่านั้น นักศึกษาอาจไม่เข้าใจและมองภาพไม่ชัดเจน 3) การวัดผลทักษะการเตรียมสารละลายเคมี เสนอทางหลักสูตรให้มีการวัดผลของทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีเพื่อให้นักศึกษาจะได้เล็งเห็นความสำคัญและเรียนรู้มากขึ้น 4) ประเภทความเข้มข้นของสารเคมีที่ต้องเตรียม ที่มีหลายประเภท และมีวิธีคิดคำนวณที่ต่างกัน นักศึกษามีการสับสนในวิธีคำนวณที่อธิบายเพียงตัวหนังสือจากสไลด์ 5) ประเภทและสถานะสารเคมีเริ่มต้น นักศึกษามีการสับสนในวิธีคำนวณที่อธิบายเพียงตัวหนังสือจากสไลด์เช่นกัน 6) ระยะเวลาในการปฏิบัติและการสอน ด้วยเวลาในการเรียนการสอนหรือแนะนำการทำปฏิบัติการมีเวลาน้อย หากนักศึกษาขาดความเอาใจใส่ อาจทำให้ขาดความเข้าใจ ส่งผลต่อการทำใบงานผิดพลาดได้ ด้วยเหตุผลปัจจัยข้างต้นที่มีข้อจำกัดด้านเวลาและบุคลากร จึงเสนอแนวทาง

ในการปรับเปลี่ยนวิธีการสอนของนักวิทยาศาสตร์ คือ การจัดทำคู่มือการเตรียมสารละลายเคมีสำหรับวิชาปฏิบัติการ และการจัดทำสื่อมัลติมีเดียเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี โดยแยกเป็นหัวข้อต่างๆ เช่น การรู้จักอุปกรณ์ การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่างๆ เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา นำไปใช้ในการเรียนวิชาปฏิบัติการอื่นๆ การทำวิชาโครงงาน หรือการทำงานได้อีกด้วย

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีบรรณารักษ์และวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร พบว่านักศึกษามีทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมี มีความเข้าใจการทำปฏิบัติการลดลง การเลือกใช้สูตรคำนวณสารเคมีในการเตรียมสารละลายเคมี นักศึกษาไม่สามารถประยุกต์สูตรคำนวณที่เรียนทางทฤษฎีมาใช้ในการปฏิบัติจริงได้ การอธิบายวิธีการคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีที่ถูกต้อง นักศึกษาไม่สามารถอธิบายการคำนวณการเตรียมสารละลายเคมีได้ว่าที่มาที่ไปของการคำนวณเป็นอย่างไร และการอธิบายวิธีการเตรียมสารละลายเคมีและการเลือกใช้อุปกรณ์มีแนวโน้มที่ถูกต้องลดลง นักศึกษาไม่รู้จักอุปกรณ์เครื่องแก้ว เลือกใช้งานอุปกรณ์เครื่องแก้วไม่ถูกต้อง และอุปกรณ์เครื่องแก้วบางชนิดใช้งานผิดวิธี เช่นเดียวกับ เสนอ ชัยรัมย์ และคณะ (2561) มีการสำรวจความเข้าใจของนักเรียน เรื่องสารละลาย ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี โดยศึกษาความเข้าใจของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนการสอนเรื่องสารละลาย ผลปรากฏว่านักเรียนมีความเข้าใจเรื่องสารละลายอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และหลังจากได้จัดการเรียนรู้ด้วยภาพแทนการบรรยาย พบว่านักเรียนมีความเข้าใจอยู่ในระดับสูงขึ้น จากคะแนนเฉลี่ย 5 คะแนน เป็น 21 คะแนน งานวิจัยของพรรณพณัช จันทา และคณะ (2563) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยนิสิตได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและอุปสรรคในการเรียน โดยพบประเด็นสาเหตุที่นิสิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดี คือ นิสิตขาดความกระตือรือร้นทางการเรียน ขาดวินัย ไม่มีสมาธิในการเรียน ขาดการบริหารเวลาการทบทวนบทเรียน หลังเลิกเรียน อีกทั้งมีความเห็นด้านเนื้อหา/เวลาในการเรียนการสอนที่มีมากเกินไปจนจำและจำไม่ได้ไม่เหมาะสมกับระยะเวลาในการเรียนแต่ละครั้ง ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของณรัชย์ แก้วเจริญกุล (2563) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สรุปประเด็นปัญหา/อุปสรรค/ข้อเสนอแนะจากนักศึกษา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็น 6 ด้าน คือ 1) ด้านงบประมาณ 2) ด้านหลักสูตร 3) ด้านสภาพแวดล้อม 4) ด้านการจัดกระบวนการเรียนรู้ สื่อการสอน 5) ด้านสุขภาพ 6) ด้านอื่นๆ เช่นความพร้อมของตัวนักศึกษาเอง และประเด็นที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่นการปรับวิธีการสอนของคณาจารย์

จากการวิเคราะห์ปัญหาทักษะการทำปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 3 สาขาเทคโนโลยีบรรณารักษ์และวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) มีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ

1) ทางด้านบุคคล ในการดูแลการทำปฏิบัติการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษา บุคคลหลักคือนักวิทยาศาสตร์ และมีผู้ช่วยสอนของอาจารย์ประจำวิชาในการควบคุมการทำปฏิบัติการ ดังนั้นเพื่อให้การสอนหรือการเตรียมสารละลายเคมีไปในทิศทางเดียวกัน ควรจัดทำคู่มือการเตรียมสารละลายเคมีในรายวิชาต่างๆ ที่ประกอบด้วย สูตรคำนวณที่ใช้ การอธิบายการเตรียมสารละลายเคมี เป็นต้น เพื่อให้ นักศึกษาได้นำไปศึกษาอ้างอิงได้ และผู้ช่วยสอนช่วยถ่ายทอดทักษะที่ควรปฏิบัติได้ทั่วถึงนักศึกษาทุกคน ดังคู่มือปฏิบัติงานของ มัจฉรีย์ ชมรุ่ง (2565) ที่จัดทำคู่มือการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการเทคโนโลยีเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยครอบคลุมเนื้อหาต่างตั้งแต่ อธิบายวิธีการปฏิบัติงานในการเตรียมสารเคมี เทคนิคการใช้เครื่องมือและ

อุปกรณ์สำหรับการเตรียมสารละลาย การคำนวณความเข้มข้นของสารเพื่อเตรียมสารละลายในหน่วยต่างๆ เทคนิคในการทำการทดลอง เป็นต้น

2) วิธีการสอนการเตรียมสารละลายเคมี เนื่องจากเวลาในคาบเรียนน้อย และการสอนในคาบเรียนนั้น นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาค่อนข้างยาก มองภาพการทําปฏิบัติการไม่ชัดเจน และเวลาในการทําปฏิบัติการค่อนข้างสั้น นักศึกษาต้องไปเรียนรู้นอกเวลาเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้เข้าใจมากขึ้นก่อนมาทําปฏิบัติการจริง ซึ่งการจัดทำสื่อมัลติมีเดียในหัวข้อต่างๆ เช่น การใช้อุปกรณ์เครื่องแก้ว การรู้จักสารเคมี การคำนวณสารเคมี การปฏิบัติการเตรียมสารละลายเคมี ความปลอดภัยการใช้สารเคมี เป็นต้น จะช่วยให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองดียิ่งขึ้น นักศึกษาได้เห็นภาพจริงในการปฏิบัติ สามารถนำไปใช้ในการทํางานและการทําปฏิบัติการ นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา สอดคล้องกับงานวิจัยของปาริตา จันทรสว่าง (2564) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบว่า มีข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนปฏิบัติการ ที่เป็นประโยชน์ต่อการให้บริการการเรียนการสอนปฏิบัติการในการพัฒนาการใช้สื่อวีดิทัศน์ เพื่อการเรียนการสอนปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร โดยหัวข้อที่ต้องการเรียนรู้ผ่านสื่อวีดิทัศน์ 2 หัวข้อแรกคือ การสอนใช้งานเครื่องมือและวิธีการทดลอง โดยสื่อวีดิทัศน์ที่จัดทำควรมีระยะเวลาประมาณ 1- 5 นาที ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักศึกษา พบว่า การใช้สื่อออนไลน์ในการเรียนการสอน ทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้สูงกว่าการเรียนแบบไม่ใช้สื่อออนไลน์แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เช่นเดียวกับ ลลิต ขำวงศ์รัตนโยธิน (2565) ได้ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมในการเข้าเรียนรายวิชาภาคปฏิบัติการของนิสิตภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่พบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมในการเข้าเรียนรายวิชาปฏิบัติการของนิสิตมากที่สุด คือ รูปแบบการสอนของอาจารย์ผู้สอน (ร้อยละ 98) หากมีรูปแบบการสอนที่ต้องการให้นิสิตได้ศึกษาบทเรียนมาก่อน เช่น ขั้นตอนการทดลอง จะทำให้นิสิตมีการเตรียมความพร้อมก่อนเข้าเรียนที่ช่วยให้เข้าใจบทเรียนมากขึ้น

3) การวัดผลทักษะการเตรียมสารละลายเคมี เสนอแนะไปยังผู้จัดการวิชาขอให้มีการวัดผลของทักษะการปฏิบัติการและการเตรียมสารละลายเคมีเป็นอีก 1 บทปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาจะได้เล็งเห็นความสำคัญและเรียนรู้มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของปาริตา จันทรสว่าง (2564) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีข้อเสนอแนะในการเรียนการสอนปฏิบัติการว่าควรมีการทดสอบความรู้ก่อนการเรียนปฏิบัติการจริง

4) ประเภทความเข้มข้นของสารเคมีที่ต้องเตรียม ที่มีหลายประเภท และมีวิธีคิดคำนวณที่ต่างกัน นักศึกษามีการสับสนในวิธีคำนวณที่อธิบายเพียงตัวหนังสือจากสไลด์ ซึ่งการจัดทำสื่อมัลติมีเดียในหัวข้อต่างๆ เช่นการรู้จักสารเคมี การคำนวณสารเคมี หน่วยความเข้มข้นต่างๆ เป็นต้น จะช่วยให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองดียิ่งขึ้น

5) ประเภทและสถานะสารเคมีเริ่มต้น เช่นเดียวกับประเภทความเข้มข้นของสารเคมี นักศึกษามีการสับสนในวิธีคำนวณที่อธิบายเพียงตัวหนังสือจากสไลด์เช่นกัน

6) ระยะเวลาในการปฏิบัติและการสอน ด้วยระยะเวลาจำกัด ทำให้ไม่สามารถปรับเปลี่ยนเวลาได้ เพราะนักศึกษาต้องเตรียมสารละลายเคมีให้แล้วเสร็จก่อนการเรียนบทปฏิบัติการอื่นๆ ทำให้ระยะเวลาการสอนและอธิบายมีเพียง 3 ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งการจัดทำสื่อมัลติมีเดีย จะช่วยให้นักศึกษาไปศึกษาด้วยตนเองในเวลาว่างได้ เช่นเดียวกับ เพ็ญญา ทองประไพ และ อมรรัตน์ หวลกะสิน (2565) ได้ศึกษาทัศนคติและความพึงพอใจของการเรียนแบบออนไลน์ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีสำหรับวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งพบว่านักศึกษามีความเห็นด้วยที่มีการใส่วิดีโออธิบายทฤษฎีสำหรับแต่ละปฏิบัติการไว้ในโปรแกรม Microsoft teams รวมทั้งเห็นด้วยที่มีการส่งวิดีโอสาธิตการทําปฏิบัติการ และ Flow chart สาธิตการทําปฏิบัติการไว้ใน

โปรแกรม Microsoft teams เนื่องจากวิดีโออธิบายทฤษฎีสำหรับแต่ละปฏิบัติการจะสามารถช่วยให้นักศึกษาเข้าใจทฤษฎีและความสำคัญของแต่ละปฏิบัติการได้

กิตติกรรมประกาศ

งานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ รศ.ดร.เกรียง วิทยา และ รศ.ดร.ธรรมบุญ โปรดปราน อาจารย์ผู้จัดการรายวิชาปฏิบัติการที่มอบหมายให้ดูแลรับผิดชอบการเตรียมสารละลายเคมีของนักศึกษา ขอขอบคุณ ผศ. ดร. วชิร สีห์ขำนาญธุรกิจ ช่วยอ่านผลงาน ขอขอบคุณคุณปาริดา จันทร์สว่าง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำผลงานชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

- คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2567). *หลักสูตรที่เปิดสอนคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*. สืบค้นจาก <https://agro.psu.ac.th/agro5/degree.html>
- ณชัย แจ้วเจริญกุล. (2563). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 10(1), 69–78.
- ภาณุภณ ปภังกรภูรินทร์. (2561). การวิเคราะห์ปัญหาเพื่อการพัฒนางานประจำอย่างต่อเนื่อง. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 7(3), 1–7.
- ปาริดา จันทร์สว่าง. (2564). ความพึงพอใจของนักศึกษาและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 10(3), 74–82.
- พรรณพนัช จันทา, สมเกียรติ ไทยปรีชา, กิตติพนธ์ เพิ่มพูน, และ ศุภชัย เหมือนโพธิ. (2563). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 9(1), 125–140.
- พลากร อุดมกิจปรกรณ์. (2565). การศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนิสิตสาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. *วารสาร Mahidol R2R e-Journal*, 9(1), 69–79.
- เพ็ญภา ทองประไพ, และ อมรรัตน์ หวลกะสิน. (2565). ทศนคติและความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนออนไลน์ในภาคปฏิบัติการเคมีสำหรับวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 11(3), 129–139.
- มัจฉริย์ ชมรุ่ง. (2565). *คู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการเทคโนโลยีเภสัชกรรม* (131 หน้า). คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. สืบค้นจาก [https://pharm.tu.ac.th/uploads/pharm/pdf/Manual/%20Edit%20\(%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%88%E0%B8%89%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B9%8C\).pdf](https://pharm.tu.ac.th/uploads/pharm/pdf/Manual/%20Edit%20(%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%88%E0%B8%89%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B9%8C).pdf)
- ลลิต ขำวงศ์รัตนโยธิน. (2565). การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมในการเข้าเรียนรายวิชาภาคปฏิบัติการของนิสิตภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 12(3), 1–11.
- วาสนา สีลาภเกื้อ. (2566). การวิเคราะห์ข้อเสนอแนะของคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ทำหน้าที่ประเมินผลงานทางวิชาการ กรณีการเสนอขอตำแหน่งทางวิชาการอาจารย์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสาร Mahidol R2R e-Journal*, 10(2), 115–129.
- ศักดิ์ชัย จันทะแสง. (2566). การเลือกใช้สถิติเพื่อการวิจัยในการทำผลงานทางวิชาการของบุคลากรสายสนับสนุน. *วารสารวิชาการ ปชมท.*, 12(2), 1–10.

- สุภาวรรณ ไหมพรม. (2563). การพัฒนาทักษะการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้แผนผังขั้นตอนการทดลอง (flowchart) ในการปฏิบัติการทดลอง เรื่องการเตรียมสารละลาย วิชเคมีเพิ่มเติม 2 (ว30222) กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนเตรียมบัณฑิตพิชชาลัย จังหวัดสงขลา. ใน *การประชุมหาดีใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 11* (หน้า 1446-1458).
- เสนอ ชัยรัมย์, ปุริม จารุจรัส, และ มะลิวรรณ อมตงไชย. (2561). การสำรวจความเข้าใจของนักเรียน เรื่องสารละลาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 1(2), 152-161.