

Research Article

The development of learning competencies entitled food rheology using the active learning in collaboration with food industry for 4th year undergraduate students in food science and technology

Naksit Panyoyai^{1,*}

¹ Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Mae-Rim Campus, Saluang Subdistrict
Mae-Rim District, Chiang Mai, 50330

*Email: naksit_pan@cmru.ac.th

Received <16 April 2023>; Revised <16 October 2023>; Accepted <21 November 2023>

Abstract

The objectives were to explore the food industry's requirements regarding food rheology (the science of flow), to design actively competency-based learning, and to measure and evaluate applications of food rheology in 3 steps, basic, practical and applied rheology. The target group comprised 24 undergraduate students in their fourth year of studying food science and technology during the academic year 2021. The research tools were: 1) survey questionnaires on food rheology for the food industry, 2) course details of food analysis and preparation for field experience in the food industry, and 3) 15-item competency assessment form for food rheology obtained from food industrial survey. The statistical data were analyzed using frequency, mean, standard deviation and compared with quality criteria stated by the food industry. The results revealed that the food industry emphasized a rheological performance in 3 areas: 1) food rheology, principles and measurement, 2) reading and interpretation of rheology measurement and 3) the application of rheological tools in work development. The competency-based learning, using the action research spiral model, was designed into 3 stages: 1) the fundamental stage, focusing on food analysis and emphasizing theory and rheological principles, 2) the practical stage, providing learners with rheological experience to apply in quality control of food products, and 3) the application stage, where students work on industrial projects involving rheological principles. Active learning management was developed for both basic and practical aspects of rheology, and the food industry evaluated the application of rheology in industrial projects at a B level (good), with the highest mean in basic rheology ($\bar{x}$ = 3.54), following by practical rheology ($\bar{x}$ = 3.44), and applied rheology ($\bar{x}$ = 3.82). Therefore, the competence of learning outcomes, specifically in food rheology, can be achieved by engaging undergraduate students in collaborative learning experiences between universities and industry establishments. This research collaboration encompasses theoretical and practical aspects of learning, involving the competency identification and assessment related to knowledge, skills, and ethical behaviour in the graduates' work. Research and development in enhancing these competencies, particularly in food science and technology, can lead to further advancements in learning outcomes and other food-related subjects.

Keywords: Actively competency-based learning management, Collaboration research,
Food Science and Technology, Food Rheology, Food Industry

บทความวิจัย

การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร
โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับอุตสาหกรรมอาหาร
ของนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

นักสิทธิ์ ปัญญาใหญ่^{1,*}¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ศูนย์แม่ริม ตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ 50330

*Email: naksit_pan@cmru.ac.th

รับบทความ: 16 เมษายน 2566 แก้ไขบทความ: 16 ตุลาคม 2566 ยอมรับตีพิมพ์: 21 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความต้องการสมรรถนะการเรียนรู้ของนักศึกษาปริญญาตรี เรื่อง รีโอโลยีอาหาร หรือ วิทยาศาสตร์การไหล จากสถานประกอบการแปรรูปอาหาร 12 แห่งในจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อนำผลสำรวจมาออกแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานสมรรถนะเชิงรุก และเพื่อวัดและประเมินสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นพื้นฐาน ชั้นฝึกปฏิบัติ และชั้นประยุกต์ กลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ปีการศึกษา 2564 จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบสอบถามความต้องการของอุตสาหกรรมอาหารเรื่อง รีโอโลยีอาหาร 2) รายละเอียด รายวิชาหลักการวิเคราะห์อาหาร รายวิชาการเตรียมฝึกสหกิจศึกษา และสหกิจศึกษา และ 3) แบบประเมินสมรรถนะการเรียนรู้เรื่อง รีโอโลยีอาหาร จำนวน 15 ข้อ สืบจากความต้องการอุตสาหกรรมอาหาร การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยความถี่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า อุตสาหกรรมอาหารต้องการสมรรถนะรีโอโลยี 3 ด้าน ได้แก่ 1) หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดรีโอโลยี 2) การอ่านผลและการแปลผลการวัดรีโอโลยี และ 3) การประยุกต์พัฒนางานอาหารด้วยรีโอโลยี ดังนั้น การออกแบบการจัดการเรียนรู้บนฐานสมรรถนะจากเกลิวยวิจัยเชิงปฏิบัติการจึงแบ่งเป็น 3 ชั้น ได้แก่ 1) ชั้นพื้นฐาน หลักการวิเคราะห์เน้นทฤษฎีและหลักการวัดรีโอโลยี 2) ชั้นฝึกทักษะ การเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพให้ผู้เรียนได้นำหลักการรีโอโลยีมาควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร และ 3) ชั้นประยุกต์ นักศึกษาทำโครงการในสถานประกอบการที่มีหลักการรีโอโลยีเกี่ยวข้อง สมรรถนะเชิงรุกของผู้เรียนรีโอโลยีในระดับชั้นพื้นฐานและชั้นฝึกฝนมีการพัฒนาขึ้น และสถานประกอบการประเมินการนำรีโอโลยีของนักศึกษาไปประยุกต์ใช้ในโครงการสถานประกอบการในระดับ B (ดี) โดยค่าเฉลี่ยคะแนนสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีชั้นพื้นฐาน ($\bar{X}$ = 3.54) ชั้นฝึกปฏิบัติ ($\bar{X}$ = 3.44) และชั้นประยุกต์ ($\bar{X}$ = 3.82) ดังนั้น สมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร ของนักศึกษาปริญญาตรีได้จากการออกแบบการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการ ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ การมีส่วนร่วมวิจัยกำหนดสมรรถนะและประเมินสมรรถนะด้านความรู้ ทักษะ และจรรยาบรรณการทำงานของบัณฑิต การวิจัยพัฒนาสมรรถนะเรื่องนี้จึงนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารประเด็นอื่น ๆ ได้

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ การวิจัยร่วม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร รีโอโลยีอาหาร
อุตสาหกรรมอาหาร

บทนำ

สมรรถนะการทำงาน (workplace competencies) ของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนต้องนำไปใช้ในการประกอบอาชีพ โดยเฉพาะผู้เรียนในระดับปริญญาตรีที่จะเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ ผู้ใช้บัณฑิตคาดหวังผู้ร่วมงานให้มีสมรรถนะ คือ ความสามารถในการทำบางสิ่งได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญที่มีในตัวบุคคลที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานและความสำเร็จของงาน ซึ่งเรียกว่า คนที่มีสมรรถนะในการทำงาน ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีฐานเศรษฐกิจขึ้นกับภาคการเกษตรเชื่อมต่อกับอุตสาหกรรมเกษตรใช้แรงงานทักษะเป็นจำนวนมาก อุตสาหกรรมเกษตรเป็นอุตสาหกรรมที่เน้นการแปรรูปวัตถุดิบทางการเกษตรให้เป็นทั้งอาหารและไม่ใช่อาหาร มูลค่ากว่าร้อยละ 20 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) ของภาคอุตสาหกรรม และมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออก 1 ใน 10 ของโลก (Thansettakij, 2020) ดังนั้น การพัฒนาสมรรถนะบัณฑิตให้พร้อมทำงานในบริบทองค์กรธุรกิจไทย พบว่าเกี่ยวข้องกับสมรรถนะ 3 กลุ่ม ได้แก่ สมรรถนะเพื่อการทำงานแบบมืออาชีพ (working professionally) เช่น การจัดการปัญหาบนฐานการคิด ตั้งใจใฝ่รู้เพื่อพัฒนางาน ฉลาดรู้ทางดิจิทัลและข้อมูล สมรรถนะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น (working with others) และสมรรถนะเพื่อการทำงานสู่ความสำเร็จตามเป้าหมายองค์กร (working to achieve goals) เช่น สร้างคุณค่าให้กับองค์กร การรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอน การปรับตัว และความรับผิดชอบต่อสังคม (Bangkokbiznew, 2020) แม้ว่าความคาดหวังจากผู้บัณฑิตต้องการให้ผู้สำเร็จการศึกษาจากอุดมศึกษาพร้อมทำงาน แต่ปัจจุบันกลับพบว่าบัณฑิตส่วนหนึ่งไม่ได้งานทำเนื่องจากมีสมรรถนะการทำงานที่ไม่ได้ตรงกับที่ผู้ใช้บัณฑิตต้องการเพราะองค์ความรู้และทักษะเฉพาะทางไม่เพียงพอกับการทำงาน ดังนั้น ทางกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) จึงได้วางแผนการพัฒนาทักษะ (reskill-upskill) ให้กับบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาใหม่ตามความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตให้ทำงานได้จริง (Prachachat, 2023) และสอดคล้องกับพระบรมราโชบายด้านการศึกษาในรัชกาลที่ 10 กล่าวถึงคุณลักษณะคนไทยที่พึงประสงค์ การศึกษาต้องสร้างให้คนไทยมีคุณสมบัติ ทศนครีฑ์ที่ดีและถูกต้อง พื้นฐานชีวิตที่มั่นคง เข้มแข็ง มีระเบียบวินัย มีงานทำ มีอาชีพ และเป็นพลเมืองที่ดี ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะจึงเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ในหลายสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะเชิงรุก ในระดับอุดมศึกษาจึงมีเป้าหมายของการพัฒนาทักษะ โดยให้ทักษะเป็นปัจจัยหลักที่มีความรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์แฝงไว้ให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่นำไปประยุกต์ใช้ได้จริง โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ในเชิงปฏิบัติที่ผู้เรียนมีความตื่นตัว (active learning) ในการทำงาน ดำเนินการเรียนรู้ ลงมือกระทำต่อสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ ความเข้าใจอย่างแท้จริง ซึ่งหลักการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะเชิงรุกมีหลักการเน้นการปฏิบัติ (Office of the Education Council, 2020) การจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และฝึกฝนมากขึ้นตามที่ผู้ใช้บัณฑิตต้องการ ดังนั้น หลักสูตรและรายวิชาจึงต้องวิเคราะห์สมรรถนะที่จำเป็นและจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะนั้น ๆ ให้มากที่สุด โดยมีความรู้ เจตคติ คุณลักษณะอย่างไร และต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ในการปฏิบัติจริงจนชำนาญกระทั่งเกิดเป็นสมรรถนะในระดับที่ต้องการในการทำงาน โดยใช้การป้อนข้อมูลกลับให้กับผู้เรียนอย่างต่อเนื่องจนเกิดสมรรถนะ แนวทางการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะเชิงรุกมีได้หลายรูปแบบ ได้แก่ แนวทางที่ 1 เสริมสมรรถนะจากงานเดิม โดยการสอดแทรกสมรรถนะที่สอดคล้องกับบทเรียนอย่างเข้มข้น เกิดสมรรถนะที่ต้องการพร้อมกับการเรียนเนื้อหา แนวทางที่ 2 เพิ่มเติมสมรรถนะจากงานเดิม ออกแบบงานหรือจัดสถานการณ์ถึงขั้นการฝึกฝนทักษะและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และแนวทางที่ 3 สมรรถนะเป็นฐาน ผสานตัวชี้วัด นำสมรรถนะที่ต้องการพัฒนามากำหนดและนำตัวชี้วัดที่สอดคล้องกันมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ในระหว่างการจัดการเรียนรู้พัฒนาสมรรถนะผู้เรียนต้องมีโน้ตสำคัญในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 4 รุก เพื่อให้เกิดการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เน้นสมรรถนะ ได้แก่ การตื่นตัวทางกาย (physically active) เน้นการปฏิบัติทั้งในห้องปฏิบัติการและสถานประกอบการให้ผู้เรียนได้มีกิจกรรมมากกว่านั่งฟังการบรรยายอย่างเดียว การตื่นตัวทางสติปัญญา (intellectually active) ฝึกใช้ความคิด สติปัญญาในเรื่องสนใจ ทำทาย การตื่นตัวทางอารมณ์ (emotionally active) การจัดการกับอารมณ์ในขณะทำงาน หรือการจัดการกับปัญหาการทำงาน และ การตื่นตัวทางสังคม (social active) มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นและสิ่งแวดล้อมรอบตัวได้เหมาะสม

รีโอโลยี (rheology) เป็นศาสตร์การไหลและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุตามแรงกระทำ การศึกษาเรื่องนี้มีเนื้อหาสอดแทรกในฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเกี่ยวกับ ของแข็งและของไหล ได้แก่ สภาพยืดหยุ่นของของแข็ง ความตึงผิวของของเหลว ความหนืดของของเหลว กฎของสโตกส์ (Stokes law) กฎของปาสคาล (Pascal law) หลักของอาร์คิมิดีส (Archimedes' principle) ในระดับอุดมศึกษารีโอโลยีเป็นศาสตร์ที่ประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย เช่น เคมีพอลิเมอร์ บีโตรเคมี เกสซ์ศาสตร์ เครื่องสำอาง และวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (Vernom, 1966) รีโอโลยีอาหารมีความสำคัญทั้งด้านผู้ผลิตอาหารและผู้บริโภคผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปในชีวิตประจำวัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รีโอโลยีในอุตสาหกรรมอาหารและชีวิตประจำวัน (Tattiyakul, 2014)

รีโอโลยีในอุตสาหกรรมอาหาร	รีโอโลยีในชีวิตประจำวัน
การเลือกบีมสุบอาหารเหลวให้ไหลในท่อ	การออกแรงบีบขวดซอส นมข้นหวาน น้ำผึ้ง
การเลือกเครื่องผสมของเหลว เครื่องนวดแป้งสาลี	การออกแรงปาดแยม สเปรด สังขยา
การเปลี่ยนวัตถุดิบ ส่วนผสมในการออกแบบสูตรอาหาร	การเคลือบช็อกโกแลต
การเลือกเครื่องบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารเหลว อาหารหนืด	การเก็บรักษาโยเกิร์ต ไอศกรีมที่อุณหภูมิต่ำ
การวิจัยบรรจุภัณฑ์อาหารที่ย่อยสลายได้ง่าย	การใช้น้ำยาล้างคราบสกปรกบนภาชนะใส่อาหาร

การศึกษาตั้งแต่มัธยมศึกษาจนถึงปริญญาในต่างประเทศ การเรียนรีโอโลยีของอาหารระดับบัณฑิตศึกษาเน้นการเรียนรู้แบบรายวิชา (subject-based learning) เน้นในภาคทฤษฎี การคำนวณและสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ ส่วนระดับปริญญาตรีเน้นให้ผู้เรียนเรียนหลักการในชั้นปีที่ 2 และแผ่เนื้อหาไว้ในรายวิชาต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมอาหาร การควบคุมคุณภาพอาหาร หน่วยปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหาร ส่วนผู้เรียนชั้นปีที่ 4 เน้นการใช้เครื่องมือวัดพื้นฐาน การวัดและการรายงานผล (Muller and Ward 1974; Muller, 1985) โดยยึดตามหลักการรีโอโลยีและตัวอย่างการคำนวณมากกว่าการนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมอาหาร หรือความต้องการในการทำงานเฉพาะด้านรีโอโลยีของผู้ใช้บัณฑิต

ปัญหาการวิจัยเรื่องนี้เกิดจากความคาดหวังของอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการให้บัณฑิตมีความรู้และทักษะการทำงานด้านรีโอโลยีทั้งในด้านทฤษฎีพื้นฐานและการปฏิบัติ ได้แก่ การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือวัดที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร การอ่าน การบันทึก และการรายงานผลการวัด การจัดการข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบตารางและกราฟ การอธิบายผลข้อมูลด้วยสถิติ ซึ่งเป็นทักษะจำเป็นในการทำงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร อย่างไรก็ตามสิ่งที่ปรากฏคือการจัดการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยเน้นภาคทฤษฎีรีโอโลยีมากกว่าการปฏิบัติ (Elsevier, 2021) ศึกษาเชิงโครงสร้างอาหารและการอธิบายปรากฏการณ์พฤติกรรมตามหลักฟิสิกส์ ดังนั้น การพัฒนาสมรรถนะรีโอโลยีอาหารโดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับอุตสาหกรรมอาหารเพื่อเป็นการประกันคุณภาพของบัณฑิตให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตและพร้อมพัฒนาอุตสาหกรรมอาหารในท้องถิ่นตามแผนยุทธศาสตร์ยกระดับคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ระยะ 6 ปี (พ.ศ. 2565-2570) ในต่างประเทศ งานวิจัยของ Vermant, Leuvon, and Macosko (2008) ได้จัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องรีโอโลยีให้นักศึกษาปริญญาโท เน้นให้ผู้เรียนทำกรณีศึกษาเชิงลึกโครงสร้างผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องสำอาง พอลิเมอร์ โดยใช้ทฤษฎีรีโอโลยีอธิบายพฤติกรรมการไหลของส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแล้วศึกษาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ส่วนในประเทศไทยยังไม่ปรากฏการวิจัยที่เกี่ยวข้องจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง รีโอโลยี รวมทั้งมีช่องว่างการวิจัยการจัดการเรียนรู้เฉพาะรีโอโลยีที่จำเป็นในอุตสาหกรรมอาหาร

ดังนั้น การวิจัยเรื่องนี้จึงสำรวจความต้องการสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร ซึ่งหมายถึง สมรรถนะการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการ เครื่องมือ ทักษะการใช้เครื่องมือ การคำนวณ การแปลผลและการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งจรรยาบรรณในการทำงานของนักศึกษาและบัณฑิต นำผลสำรวจมาออกแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกตามแนวทางเพิ่มเติมสมรรถนะจากการทำปฏิบัติการฟิสิกส์ นำมาออกแบบงานด้านรีโอโลยีหรือจัดสถานการณ์ตั้งขึ้นการฝึกฝนทักษะและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยให้ผู้เรียนมีความตื่นตัวทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ กาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม สอดคล้องกับโลกการทำงานอุตสาหกรรมอาหาร อาจารย์กับผู้ใช้บัณฑิตประเมินสมรรถนะผู้เรียนประกอบด้วยทักษะ ความรู้ และจรรยาบรรณในการทำงาน

วัตถุประสงค์การวิจัย

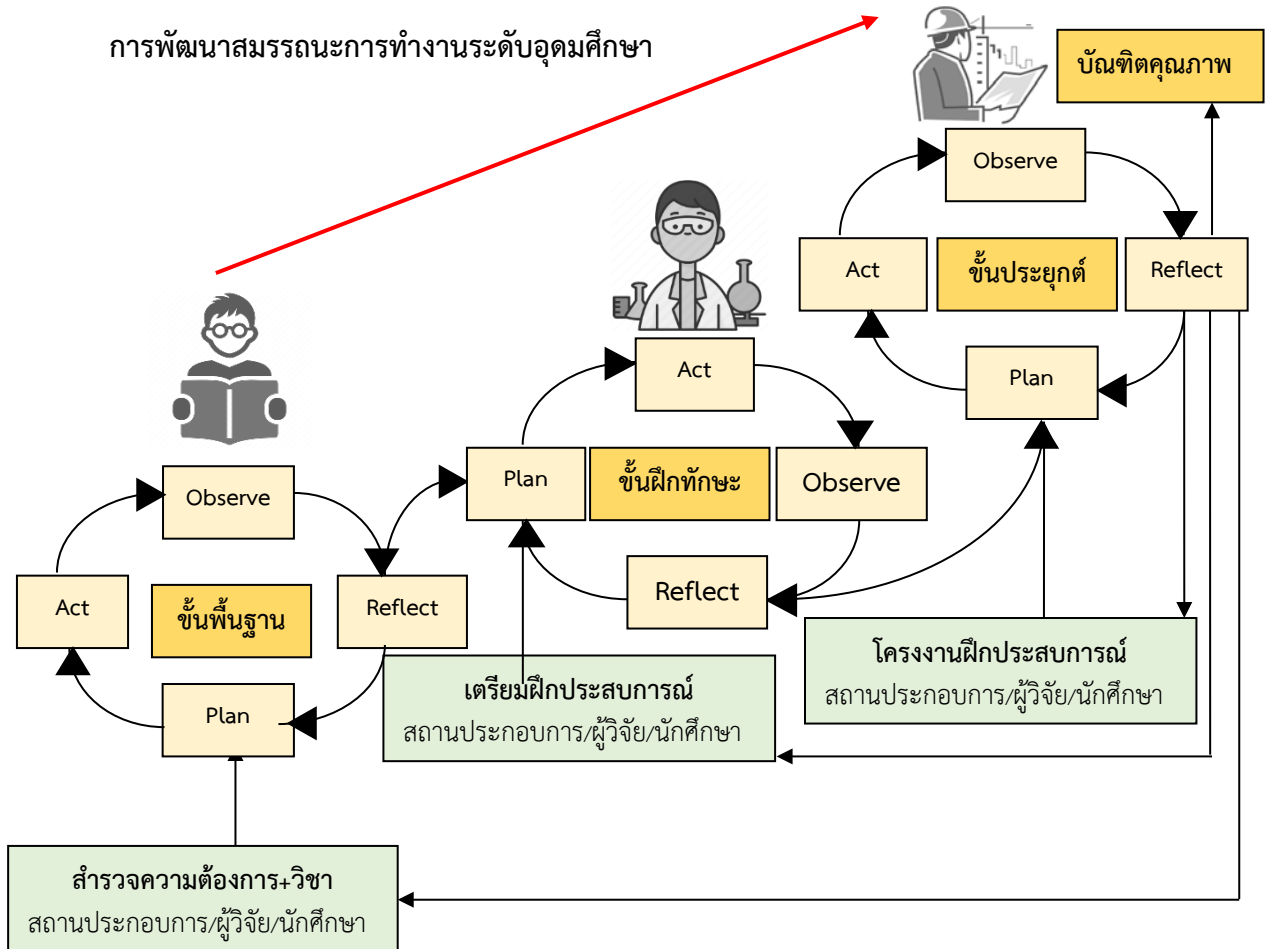
- 1. เพื่อสำรวจความต้องการของอุตสาหกรรมอาหารและนำมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ บนฐานสมรรถนะเชิงรุก เรื่อง รีโอโลยีอาหาร ของนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
- 2. เพื่อวัดและประเมินสมรรถนะ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร ของนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารโดยการมีส่วนร่วมกับอุตสาหกรรมอาหาร

วิธีดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะได้แก่ ระยะที่ 1 การวิจัยวิจัยสำรวจ (survey research) ความต้องการของอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อนำข้อมูลการสำรวจมาดำเนินการระยะที่ 2 การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (collaborative action research) ระหว่างนักศึกษา อาจารย์ สถานประกอบการผ่านการจัดการเรียนรู้เชิงรุกพัฒนาสมรรถนะนักศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ประยุกต์กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1. การวางแผน (Plan-P)

2. การปฏิบัติ (Act-A) 3. การสังเกต (Observe-O) และ 4. การสะท้อนกลับ (Reflect-R) (Phooddee, 2023; Wongwanich, 2011) การมีส่วนร่วมของสถานประกอบการในการตอบแบบสำรวจ ทีมสถานประกอบการที่ตอบแบบสำรวจ คือ พนักงานที่ปฏิบัติงานด้านการแปรรูป การควบคุมคุณภาพการผลิต และการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร จากนั้นผู้วิจัยรวบรวมผลการสำรวจแล้วสรุป นำผลการสำรวจมาดำเนินการวิจัยปฏิบัติการร่วมกับทีมสถานประกอบการ โดยในแต่ละสถานประกอบการมีผู้ร่วมทีมอย่างน้อย 2 คน ในการดำเนินการ 1. การออกแบบการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน 2. การกำหนดสมรรถนะการเรียนรู้เรื่อง รีโอโลยี 3. การประเมินสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยี และ 4. สรุปรวบยอดสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยี ด้านความรู้ ทักษะ และจรรยาบรรณการทำงานของบัณฑิต และ 5. ให้ข้อเสนอแนะการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ออกแบบการวิจัยโดยใช้แนวทางเกลียวการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research spiral) สอดแทรกกับการออกแบบจัดการเรียนรู้ตาม มคอ.3 ในการดำเนินการพัฒนาผู้เรียน 3 ชั้น ได้แก่ 1. ขั้นพื้นฐาน (คนอ่านหนังสือศึกษาหลักการทฤษฎี) กล่าวคือ (P) วางแผน จัดการเรียนรู้จากเนื้อหาที่สถานประกอบการและความต้องการนักศึกษากำหนด ออกแบบเนื้อหาและกิจกรรม จากนั้น (A) อาจารย์ฝึกนักศึกษาคำนวณและวิเคราะห์ผลตามโจทย์ที่รับมาจากสถานประกอบการ (O) อาจารย์สังเกตวิธีการคำนวณและให้เหตุผลของนักศึกษา และ (R) สถานประกอบการและอาจารย์สอบภาคทฤษฎี เผลยข้อสอบและปรับแก้ไขการคำนวณให้ถูกต้อง 2. ขั้นฝึกทักษะ (ฝึกในห้องปฏิบัติการ) (P) อาจารย์และสถานประกอบการนำผลจากการเรียนขั้นพื้นฐานมาออกแบบปฏิบัติการ (A) อาจารย์ฝึกทักษะในห้องปฏิบัติการของสถานประกอบการ (O) สถานประกอบการและอาจารย์สังเกตการปฏิบัติงานให้เรียบร้อย ปลอดภัย (R) สถานประกอบการและอาจารย์สอบการวัดสมรรถนะการปฏิบัติ และ 3. ขั้นประยุกต์ (นำหลักการ ทฤษฎี ทักษะ ไปใช้ทำงานในสถานประกอบการ) (P) สถานประกอบการและอาจารย์นำผลภาคทฤษฎีและปฏิบัติมาวางแผนโครงงานร่วมกับนักศึกษา (A) ผู้เรียนเสนอโครงงานและดำเนินการตามแผน อาจารย์และสถานประกอบการกำกับและปรับงานให้ได้ตามแผน (O) สถานประกอบการสังเกตการทำงานของนักศึกษาและรายงานให้อาจารย์ และ (R) อาจารย์ นักศึกษา สถานประกอบการสะท้อนการทำงานโครงงาน ทั้งนี้หากนักศึกษายังพัฒนาศักยภาพไม่ถึงขั้นที่สูงขึ้นต้องกลับไปทบทวนหลักการทฤษฎีหรือฝึกทักษะเพิ่มเติม ดังภาพที่ 1 ซึ่งเกลียวการวิจัยปฏิบัติการร่วมเป็นการเปิดโอกาสให้สถานประกอบการได้มีส่วนร่วมในการพัฒนานักศึกษา การกลั่นกรองคุณภาพนักศึกษาโดยถือเป็นความรับผิดชอบร่วมกันระหว่างมหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญในด้านวิชาการและการพัฒนาทักษะกับสถานประกอบการในการต่อยอดองค์ความรู้ไปสู่การใช้งานจริงในวิชาชีพของบัณฑิตมีคุณภาพ



ภาพที่ 1 แบบแผนการวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมระหว่างมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการ เพื่อพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอไลย์อาหาร



ภาพที่ 2 นักศึกษาฝึกใช้งานเครื่องมือวัดรีโอไลย์พื้นฐาน (ก) นักศึกษาอ่านผลและการแปลผลการวัดรีโอไลย์ (ข) นักศึกษาฝึกทักษะการแปรรูปอาหารในสถานการณ์จำลอง (ค) นักศึกษาฝึกงานในสถานประกอบการ (ง)

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ปีการศึกษา 2564 ชั้นปีที่ 1-4 จำนวน 46 คน กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกเฉพาะนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จำนวน 24 คน แบ่งเป็นนักศึกษาหญิง 20 คน นักศึกษาชาย 4 คนที่เตรียมไปฝึกสหกิจศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย เครื่องมือมี 3 ประเภท ได้แก่

1. แบบสอบถามความต้องการสมรรถนะรีโอโลยี ข้อคำถามแบบเลือกตอบแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ วุฒิการศึกษา สายงานและประสบการณ์ทำงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร และ ส่วนที่ 2 สมรรถนะรีโอโลยีที่ต้องการให้เลือกระหว่างต้องการและไม่ต้องการ โดยแบ่งออกเป็น 5 ด้านตามผลการเรียนรู้ของ มคอ. 3 ดังนี้ 1. ความรู้ 2.ทักษะ 3.การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ 5. คุณธรรม จริยธรรม โดยแต่ละด้านมีข้อคำถามย่อย เช่น ด้านความรู้ มีข้อคำถามย่อย 3 ข้อ ได้แก่ 1. คำศัพท์รีโอโลยี และประโยชน์รีโอโลยีกับงานอาหาร 2. พฤติกรรมการไหลของอาหารเหลว และ 3. เครื่องมือวัดความหนืดที่ต้องใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน 3 คน ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิประจำคณะ อาจารย์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ผู้ใช้บัณฑิตจากเอกชน ตรวจสอบพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ข้อเสนอแนะในการแก้ไขข้อคำถามให้ตรงกับสภาพจริงและถูกต้องตามวัตถุประสงค์การวิจัย นำแบบทดสอบไปใช้กับสถานประกอบการ 5 ราย ที่มีสายงานด้านตรวจระบบประกันคุณภาพอาหาร 2 คน ด้านผู้ควบคุมกระบวนการผลิตอาหาร 2 คน และสายงานด้านพัฒนาสูตรและผลิตภัณฑ์อาหาร 1 คน วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ได้คะแนน IOC อยู่ระหว่าง 0.80 ขึ้นไป นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงข้อคำถาม ปรับแก้ไขก่อนนำไปสอบถามสถานประกอบการ

2. มคอ. 3 รายละเอียดรายวิชา แผนและการประเมินผลการเรียนรู้ จำนวน 3 รายวิชา โดยรายวิชา AGI 3301 หลักการวิเคราะห์อาหาร (วิเคราะห์ทางกายภาพ) จำนวน 3 หน่วยกิต และรายวิชา COOP 3801 เตรียมฝึกสหกิจศึกษา จำนวน 1 หน่วยกิตเรียนภาคเรียนที่ 1 ส่วน COOP 4801 สหกิจศึกษา เรียนภาคเรียนที่ 2 ทั้งนี้ผู้เรียนต้องเรียนหลักการและทฤษฎีปฏิบัติการในมหาวิทยาลัย ในรายวิชา AGI 3301 และเตรียมความพร้อมในการฝึกสหกิจโดยเข้าไปฝึกปฏิบัติการในสถานประกอบการเพื่อฝึกใช้เครื่องมือรีโอโลยี จากนั้นทำโครงการต่อเนื่องใน COOP 4801 สหกิจศึกษา ทั้งภาคเรียน แผนจัดการเรียนรู้จำนวนรวม 5 แผน รวม 578 ชั่วโมง แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2 โดยการวิจัยนี้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ได้แก่ กรณีตัวอย่าง การใช้คำถาม การแก้ปัญหา ทำปฏิบัติการ สถานการณ์จำลอง ทักษะศึกษา โครงการและการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลแบบนิรนัย (deductive analysis) เป็นการให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐานงานวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎีรีโอโลยีโดยใช้ข้อมูลจากการทดลองในสถานประกอบการมาวิเคราะห์ เพื่อเทียบเคียงสมรรถนะรีโอโลยีที่ต้องการของนักศึกษาและนำผลสะท้อนกลับไปวางแผนวงจรปฏิบัติการที่ช่วยพัฒนาสมรรถนะรีโอโลยีของนักศึกษาให้สูงขึ้น โดยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ใช้การสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรและสถานประกอบการ

3. แบบประเมินสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยี ข้อคำถามแบบเลือกตอบ จำนวน 15 ข้อ ให้คะแนนแบบรูปรีคส์แบบแยกย่อย (analytic scoring rubrics) เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะออกเป็น ส่วน ๆ โดยระบุรายการประเมิน 3 ชั้น ได้แก่ ขั้นพื้นฐาน ขั้นฝึกปฏิบัติ และขั้นประยุกต์ ชั้นละ 5 ข้อ กำหนดคะแนน 5 คะแนน (มากที่สุด) 4 คะแนน (มาก) 3 คะแนน (ปานกลาง) 2 คะแนน (น้อย) 1 คะแนน (น้อยที่สุด) ดังตารางที่ 3 การหาคุณภาพแบบประเมินสมรรถนะใช้วิธีการเดียวกับแบบสอบถามความต้องการสมรรถนะรีโอโลยี การผ่านสมรรถนะทั้ง 3 ชั้น ผู้เรียนและทั้งหมดเรียนต้องมีระดับสมรรถนะระดับ 3 (ปานกลางขึ้นไป) แบบประเมินสมรรถนะใช้ในเกลียวการวิจัยในขั้นตอนการสังเกต (O) โดยมีการประเมินขั้นพื้นฐานโดยอาจารย์ชั้นฝึกปฏิบัติ และ ขั้นประยุกต์ประเมินโดยอาจารย์และพี่เลี้ยงโครงการในสถานประกอบการ เช่น หัวหน้าฝ่ายผลิต หัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ หัวหน้าฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 70:30 และ 50:50 ตามลำดับ การประเมินมี 2 ครั้ง ครั้งที่ 1 ขั้นพื้นฐานและขั้นฝึกปฏิบัติทำในช่วงจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยผ่านภาคการคำนวณและทำปฏิบัติการ และการประเมินครั้งที่ 2 ดำเนินการหลังให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงภายใน 2 สัปดาห์แล้วผู้เรียนดำเนินการพัฒนาสมรรถนะแล้วทำซ้ำ ส่วนขั้นประยุกต์ประเมินตลอด 1 ภาคเรียน ครั้งที่ 1 ภายใน 2 เดือน และครั้งที่ 2 ประเมินเมื่อสิ้นสุดการฝึกสหกิจ 4 เดือน

ตารางที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้สมรรถนะเชิงรุกในรายวิชาต่าง ๆ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

รายวิชา	ลำดับขั้นการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร	กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร	เวลาชั่วโมง
AGI 3301	ขั้นพื้นฐาน		

รายวิชา	ลำดับขั้นการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร	กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร	เวลาชั่วโมง
หลักการวิเคราะห์อาหาร (วิเคราะห์ทางกายภาพ)	หลักการรีโอโลยี	นำโจทย์ปัญหาจากสถานประกอบการจริงมาให้วิเคราะห์และคำนวณ	3
	การใช้งานเครื่องมือวัดรีโอโลยี	นำคู่มือการใช้งานเครื่องวัดรีโอโลยีของสถานประกอบการมาให้นักศึกษาทดลองกับเครื่องมือแบบเดียวกันในมหาวิทยาลัย	6
	COOP 3801		
	เตรียมฝึกสหกิจศึกษา	ระดับฝึกทักษะ รีโอโลยีในการผลิตและควบคุมคุณภาพ การแก้ไขปัญหาอาหารด้วยรีโอโลยี	9
COOP 4801	สหกิจศึกษา	ขั้นประยุกต์ การทำโครงการสหกิจศึกษาที่มี การประยุกต์รีโอโลยี	560
		นักศึกษาเสนอหัวข้อวิจัยให้สถานประกอบการ อาจารย์ให้ข้อเสนอแนะการประยุกต์รีโอโลยีในโครงการแล้วร่วมกับสถานประกอบการ กำกับการทำงาน การนำเสนอ และประเมินสมรรถนะนักศึกษา	

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลจากอุตสาหกรรมอาหาร รวบรวมข้อมูลแบบสอบถามความต้องการสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยี ข้อมูลนี้ได้มาจากสถานประกอบการ 12 แห่งที่มีการใช้รีโอโลยีในการแปรรูปในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน และลำปาง ซึ่งได้จากการนำฐานข้อมูลที่ส่งนักศึกษาไปฝึกสหกิจในช่วง 5 ปีย้อนหลัง ดังนี้ การแปรรูปผักและผลไม้ 5 แห่ง การแปรรูปน้ำมันและผลิตภัณฑ์นม 2 แห่ง การแปรรูปขนมอบ 2 แห่ง การแปรรูปน้ำผึ้ง 2 แห่ง และการแปรรูปเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ 1 แห่ง การสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับ 1. ความรู้ 2. ทักษะ 3. การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ 5 คุณธรรม จริยธรรม นำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสมรรถนะจำเป็น แล้วจัดการประชุมออนไลน์กับตัวแทนสถานประกอบการ 6 แห่งเพื่อออกแบบเกณฑ์พิจารณาสมรรถนะตาม

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยี ของนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะ	เกณฑ์พิจารณา
1.ขั้นพื้นฐาน	5 (ดีมาก)	1. อธิบายความหมายของคำว่า ความหนืด การไหล รีโอโลยีได้ถูกต้อง 2. บอกความสำคัญของรีโอโลยีในอุตสาหกรรมอาหารได้ 3. จำแนกการไหลของอาหารนิวโตเนียน นอนนิวโตเนียนแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง 4. เลือกเครื่องมือวัดรีโอโลยีให้เหมาะสมกับชนิดอาหารได้ 5. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือวัดรีโอโลยีได้ถูกต้อง

รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะ	เกณฑ์พิจารณา
2. ขั้นฝึกทักษะ	4 (ดี)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 4 ข้อ
	3 (ปานกลาง)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 3 ข้อ
	2 (พอใช้)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 2 ข้อ
	1 (น้อย)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 1 ข้อ
	5 (ดีมาก)	1. เตรียมตัวอย่างอาหาร เครื่องมือวัดรีโอโลยีให้พร้อมกับการวัดได้ 2. วัดและอ่านผลการวัดถูกต้อง บำรุงรักษาเครื่องมือวัดรีโอโลยีและปฏิบัติงานได้สะอาด 3. ใช้ Excel สร้างสูตรการคำนวณเปลี่ยนหน่วยความหนืด และแรงดันคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ 4. ใช้ Excel สร้างเส้นกราฟความหนืดที่สัมพันธ์กับอัตราเฉือนได้ 5. รายงานผลการวัดความหนืดและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานด้วยสถิติได้
3. ขั้นประยุกต์	4 (ดี)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 4 ข้อ
	3 (ปานกลาง)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 3 ข้อ
	2 (พอใช้)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 2 ข้อ
	1 (น้อย)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 1 ข้อ
	5 (ดีมาก)	1. กำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ที่มีรีโอโลยีเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาได้ 2. วางแผนกระบวนการพัฒนางานวิจัย โครงการ และการศึกษารีโอโลยีได้ 3. ดำเนินการกระบวนการตามแผนงานได้ครบถ้วนในเวลาที่กำหนด 4. รายงานผลการศึกษา สรุปและให้ข้อเสนอแนะรูปแบบเอกสารและบรรยาย 5. ถ่ายทอดองค์ความรู้จากโครงการให้กับสถานประกอบการด้วยสื่อออนไลน์
	4 (ดี)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 4 ข้อ
	3 (ปานกลาง)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 3 ข้อ
	2 (พอใช้)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 2 ข้อ
	1 (น้อย)	ดำเนินการตามเกณฑ์พิจารณาระดับดีมากได้ 1 ข้อ

หมายเหตุ : 1. การประเมินขั้นพื้นฐานและขั้นฝึกทักษะ อาจารย์และสถานประกอบการมีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์พิจารณาและระดับสมรรถนะผ่านการประชุมร่วมกัน นำไปเขียนใน มคอ.3 และแจ้งนักศึกษา การประเมินขั้นพื้นฐานดำเนินการโดยอาจารย์เท่านั้น ส่วนการประเมินขั้นฝึกทักษะประเมินโดยอาจารย์และหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพในสถานประกอบการจำนวน 4 แห่ง โดยตกลงการสัดส่วนการประเมิน ผู้สอนและสถานประกอบการร้อยละ 70:30

2. การประเมินขั้นประยุกต์ อาจารย์กับหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพสถานประกอบการ 4 แห่งนำเกณฑ์การประเมินโครงการสหกิจศึกษา (มคอ.4) มาพิจารณาปรับเกณฑ์พิจารณาคุณภาพและระดับสมรรถนะให้สอดคล้องกับสมรรถนะการเรียนรู้เรื่อง รีโอโลยี โดยตกลงการสัดส่วนการประเมิน อาจารย์และหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพในสถานประกอบการร้อยละ 50:50การพัฒนา 3 ขั้น แต่ละขั้นมี 5 ข้อย่อย โดยถ้านักศึกษาทำครบ 5 ข้อมีสมรรถนะดีมาก ระดับสมรรถนะลดหลั่นกันไปตามจำนวนข้อที่นักศึกษาปฏิบัติได้ นำข้อเสนอแนะมาออกแบบวิจัยปฏิบัติการร่วม รวบรวมผลการประเมินสมรรถนะรีโอโลยีและข้อเสนอแนะโครงการสหกิจศึกษาจากสถานประกอบการมาสรุป

2. การวิจัยปฏิบัติการร่วม ผู้วิจัยนำผลการสำรวจมาดำเนินการวิจัยปฏิบัติการร่วมกับสถานประกอบการ โดยใช้การดำเนินการ Plan-Act-Observe-Reflect (PAOR) ไปเก็บผลจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกขั้นพื้นฐาน ขั้นฝึกทักษะและขั้นประยุกต์ขั้นพื้นฐาน ดังนี้

P- อาจารย์สรุปผลการสำรวจสมรรถนะการเรียนรู้เรื่อง รีโอโลยีที่สถานประกอบการต้องการ โดยอ้างอิงผลลัพธ์การเรียนรู้ 5 ด้าน ได้แก่ 1. ความรู้ 2. ทักษะ 3. การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ 5. คุณธรรม จริยธรรม แล้วนำสมรรถนะทั้ง 5 ไปแทรกไว้ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับอุตสาหกรรมอาหาร อาจารย์ร่วมกับสถานประกอบการกำหนดระดับขั้นสมรรถนะพื้นฐานและร่วมกันวางแผนการจัดการเรียนรู้เน้นหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับรีโอโลยีและฝึกปฏิบัติการตามคู่มือ อาจารย์ชี้แจงนักศึกษาตาม

มคอ. 3 รายละเอียดวิชาหลักการวิเคราะห์อาหารและปฏิบัติการ การวัดและประเมินผลจำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 วัดในระหว่างฝึกปฏิบัติการ และ ครั้งที่ 2 หลังจากการให้ข้อเสนอแนะแก่นักศึกษาไปฝึกหัดแล้วประเมินอีกครั้ง

A- อาจารย์ดำเนินการตามแผนจัดการเรียนรู้ในภาคบรรยายเนื้อหา นิยามความหนืด พฤติกรรม การไหล หน่วยความหนืด เครื่องมือวัดความหนืดและหลักการทํางาน การยกตัวอย่างเครื่องมือที่อุตสาหกรรมอาหารใช้ และภาคปฏิบัติการนักวิทยาศาสตร์สาธิตและให้นักศึกษาฝึกหัดวิเคราะห์ตัวอย่างนำมาจากภาคอุตสาหกรรมอาหาร โดยเลือกใช้เครื่องมือรีโอโลยีที่ให้บริการในห้องปฏิบัติการ

O- อาจารย์สังเกตการณ์มีส่วนร่วมของนักศึกษา เช่น การตอบคำถาม การร่วมกิจกรรมกลุ่มอภิปรายกรณีศึกษา การสอบเก็บคะแนนย่อย (quiz) และการสอบปฏิบัติการใช้เครื่องมือวัดเป็นรายบุคคล การทำรายงานปฏิบัติการส่งแล้วอาจารย์ประเมินสมรรถนะนักศึกษาเป็นรายบุคคลโดยใช้เกณฑ์ตามตารางที่ 2

R- อาจารย์ร่วมกับนักศึกษาให้ข้อเสนอแนะการทำปฏิบัติการ เสนอการสอบเก็บคะแนนย่อย และกรณีศึกษาในตารางที่ 1 ให้กับผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนไปทบทวนเนื้อหา ฝึกปฏิบัติใช้เครื่องมือ และแก้โจทย์ปัญหาส่งงานออนไลน์ อาจารย์สะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคล จากการทำกิจกรรมในขั้น A และ การประเมินสมรรถนะในขั้น O แล้วเปรียบเทียบกับความต้องการสมรรถนะที่สถานประกอบการต้องการเพื่อนำไปปรับการทำกิจกรรมในขั้นตอน A ใหม่แล้วประเมิน O ของผู้เรียนเป็นครั้งที่ 2

ขั้นฝึกทักษะ ดังนี้

P- อาจารย์และหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพนำข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการผลิต การควบคุมคุณภาพ หรือ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มาสร้างสถานการณ์จำลองให้กับนักศึกษา กำหนดระดับขั้นสมรรถนะฝึกทักษะตามผลลัพธ์การเรียนรู้ 5 ด้าน และร่วมกันวางแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยและในสถานประกอบการ เน้นการตั้งคำถามและการแก้ไขปัญหา วางแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้การทำโครงการส่ง รวมทั้งการใช้โปรแกรมการคำนวณ Excel และโปรแกรมสถิติวิเคราะห์ข้อมูล

A- จัดการเรียนรู้ตามแผน ให้นักศึกษาศึกษาโดยใช้ประสบการณ์พื้นฐานมาต่อยอดและบูรณาการกับองค์ความรู้อื่น ๆ เสนอแนวทางแก้ไขปัญหา ศึกษาทดลอง การให้นักศึกษาส่งผลงานให้ข้อเสนอแนะโดยหัวหน้าฝ่ายควบคุมคุณภาพ

O- นำนักศึกษาไปทัศนศึกษาดูงาน ณ สถานประกอบการ สังเกตการสอบถามวิทยากรจากสถานประกอบการ การมีส่วนร่วมในการเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์จำลอง สังเกตการรายงานผลโครงการ เช่น การคำนวณ การสร้างกราฟ การทดสอบสมมติฐาน และการสรุปแนวทางแก้ไขปัญหาตามวิธีที่นักศึกษาและสถานประกอบการแลกเปลี่ยนข้อมูล จากนั้นประเมินสมรรถนะจากการทำโครงการครั้งที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ตามตารางที่ 2

R- อาจารย์ร่วมกับสถานประกอบการ สะท้อนผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม การทำโครงการนักศึกษาและแนวทำปฏิบัติการที่ดี การใช้โปรแกรมคำนวณและโปรแกรมสถิติให้กับผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนไปทบทวนเนื้อหา ฝึกปฏิบัติใช้โปรแกรมที่เกี่ยวข้อง และแก้โจทย์ปัญหาส่งงานออนไลน์ ประเมินสมรรถนะจากการปรับแก้โครงการครั้งที่ 2

ขั้นประยุกต์ ดังนี้

P- ประสานสถานประกอบการในการรับนักศึกษาเข้าไปฝึกสหกิจศึกษา และคัดเลือกสถานประกอบการที่ทำโครงการเกี่ยวข้องกับรีโอโลยี นำข้อมูลมานำเสนอให้กับนักศึกษาที่สนใจไปเข้าฝึกงานและประสานพี่เลี้ยงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารจากสถานประกอบการในการติดตามโครงการและการประเมินโครงการ โดยอธิบายผลลัพธ์การเรียนรู้ 5 ด้านจากการสำรวจให้กับสถานประกอบการและนักศึกษา

A- นักศึกษากำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ วางแผนกระบวนการพัฒนางานวิจัยและการศึกษารีโอโลยีโดยใช้ความรู้พื้นฐานและทักษะที่ฝึกฝนมาก่อนหน้านี้ ศึกษาตามแผนและรายงานความก้าวหน้า สถานประกอบการร่วมกับอาจารย์ตรวจสอบโครงร่างงานวิจัย

O-สถานประกอบการ อาจารย์ นักศึกษานัดประชุมติดตามการทำโครงการโดยผ่านการนิเทศก์งาน การตรวจสอบข้อมูลและการเขียนอธิบาย โดยให้นักศึกษานำเสนองานในรูปแบบเอกสารและการบรรยาย ประเมินสมรรถนะครั้งที่ 1 ตามเกณฑ์ตารางที่ 2 แล้วให้นักศึกษาไปปรับแก้และพัฒนาผลงานเพิ่มเติม

R- สถานประกอบการและอาจารย์สะท้อนรายงานความก้าวหน้าโครงการสหกิจศึกษาครั้งที่ 1 ให้นักศึกษานำไปพัฒนาผลงานแล้วนำเสนอในรูปแบบอินโฟกราฟิกในการประเมินสมรรถนะครั้งที่ 2 สิ้นสุดการฝึกสหกิจศึกษาสรุปผลการจัดการเรียนรู้และการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำข้อมูลจากแบบสอบถามความต้องการสมรรถนะรีโอโลยีมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และนำเสนอในรูปแบบตาราง แล้วนำข้อมูลสำรวจมาวางแผนการจัดการเรียนรู้สมรรถนะเชิงรุกในรายวิชาต่าง ๆ ดังตารางที่ 1 และนำผลการประเมินสมรรถนะรีโอโลยีมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ และนำเสนอในรูปแบบตารางพร้อมอภิปรายผลการวิจัยเชิงปฏิบัติการร่วมกับอุตสาหกรรมอาหาร ส่วนการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสมรรถนะก่อนและหลังการจัดการการเรียนรู้เชิงรุกใช้การทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการทดสอบความแตกต่าง โดยวิธีจับคู่ (paired-difference test) ที่นัยสำคัญ 0.05 ด้วยโปรแกรม Statistix7 (U.S.A.)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย ผลการวิจัยปฏิบัติการร่วมพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร ได้ผลดังนี้

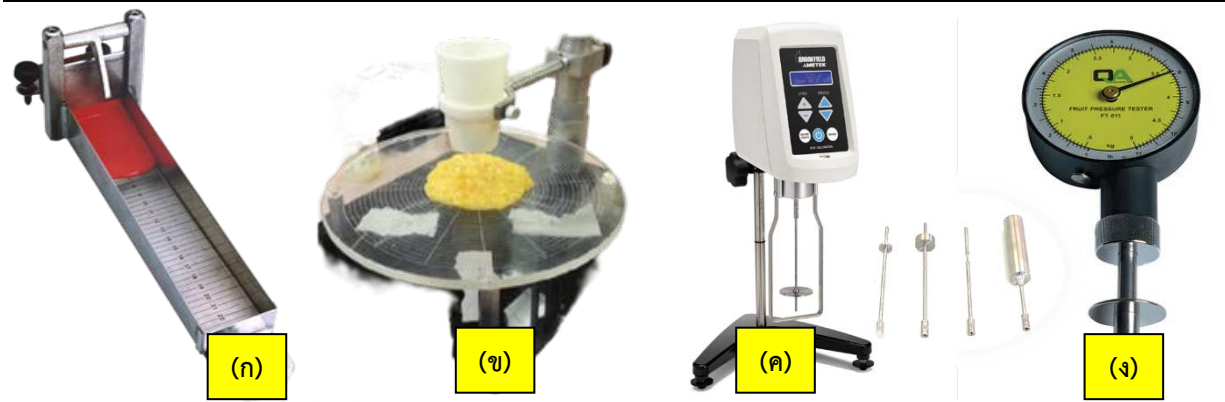
1. การสำรวจความต้องการสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร

การสำรวจความต้องการอุตสาหกรรมอาหาร 12 แห่งที่แปรรูปผักและผลไม้ แปรรูปน้ำมันและผลิตภัณฑ์นม แปรรูปขนมอบ แปรรูปน้ำผึ้ง และแปรรูปเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการสำรวจความต้องการสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร

รายการ	รายละเอียด	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานผู้ตอบแบบสอบถาม			
เพศ	ชาย	2	16.67
	หญิง	10	83.33
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี	8	66.67
	ปริญญาโท	3	25.00
	ปริญญาเอก	1	8.33
สายงานอุตสาหกรรมอาหาร	การผลิตอาหาร	5	41.67
	การควบคุมคุณภาพอาหาร	5	41.67
	การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร	2	16.66
ประสบการณ์ทำงานด้านอุตสาหกรรมอาหาร	น้อยกว่า 5 ปี	9	75.00
	5-10 ปี	1	12.50
	10-20 ปี	1	12.50
	25 ปีขึ้นไป	1	12.50
ส่วนที่ 2 สมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีที่อุตสาหกรรมอาหารต้องการ			
ความรู้	คำศัพท์รีโอโลยี และประโยชน์รีโอโลยีกับงานอาหาร	12	100.00
	พฤติกรรมกรไหลของอาหารเหลว	10	83.33
	เครื่องมือวัดความหนืดที่ต้องใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร	12	100.00
ทักษะ	การใช้เครื่องมือวัดความหนืด และอ่านค่า	12	100.00
	การคำนวณเปลี่ยนหน่วยความหนืด	10	83.33
	การแก้ไขโจทย์ปัญหาความหนืดจากสมการการไหล	8	66.67
	การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่เกี่ยวข้องกับความหนืด	8	66.67
การวิเคราะห์เชิงตัวเลข	การจัดทำตารางบันทึกข้อมูล การบันทึกข้อมูลความหนืด	10	83.33
การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	การใช้สไลด์รายงานข้อมูลความหนืด	11	91.67
	การสร้างกราฟ ตาราง อินโฟกราฟฟิกและคลิปวิดีโอรายงานผลการศึกษา	11	91.67
ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ	การทำงานเป็นกลุ่ม ช่วยกันทำปฏิบัติการ รายงาน อภิปราย	12	100.00
	ผลวิเคราะห์และสรุป		
ความรับผิดชอบ	การนำเสนอรายงานด้วยการบรรยายรายบุคคล	12	100.00
	ความรับผิดชอบในการส่งรายงานและการนำเสนองาน	12	100.00

รายการ	รายละเอียด	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
คุณธรรม จริยธรรม	ตรงเวลาและงานครบถ้วนตามที่กำหนด		
	การรายงานผลการศึกษามีเอกสารอ้างอิงข้อมูล ตรวจสอบได้	12	100.00
	การปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือทำงาน	12	100.00
	ไม่เกิดอันตรายกับผู้ร่วมงาน		
	การบำรุงรักษาเครื่องมือวัดและบริเวณทำงานให้สะอาด	12	100.00



ภาพที่ 3 ตัวอย่างเครื่องมือวัดทางรีโอโลยีในอุตสาหกรรมอาหาร

Bostwick consistometer (ก) Adam consistometer (ข) Brookfield consistometer (ค) Penetrometer (ง)

จากตารางที่ 4 ข้อมูลพื้นฐานผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 12 คน ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 83.33 วุฒิการศึกษาปริญญาตรีร้อยละ 66.67 รับผิดชอบงานด้านการผลิตและการควบคุมคุณภาพอาหารร้อยละ 93.34 มีประสบการณ์ในการทำงานในอุตสาหกรรมอาหารไม่เกิน 5 ปี ร้อยละ 75.00 ความต้องการสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีจำแนกเป็นประเด็นตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา ปริญญาตรี ในด้านความรู้และทักษะเกี่ยวข้อง ทุกสถานประกอบการเน้นพื้นฐานรีโอโลยี การใช้เครื่องมือวัดรีโอโลยีในอุตสาหกรรมอาหารที่ใช้กันทั่วไป เช่น Bostwick consistometer ใช้วัดความคงตัวของซอสพริก ซอสมะเขือเทศ น้ำจิ้ม Adam consistometer ใช้วัดความคงตัวของซุപ്പข้าวโพด Brookfield consistometer ใช้วัดความหนืดของ น้ำผึ้ง ส่วนผสมไอศกรีม โยเกิร์ต และ Penetrometer วัดความแน่นเนื้อ ไส้กรอก ลูกชิ้น หมูยอ ผู้ให้ข้อมูลเสนอให้หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารเน้นการใช้สถิติรายงานข้อมูลความหนืด การสร้างกราฟ ตาราง และเทคโนโลยีสื่อสาร เช่น คลิปวิดีโอรายงานผลการวัด การสื่อสารทั้งการนำเสนอการเขียนรายงานและการบรรยายให้กับสถานประกอบการ ส่วนคุณธรรมจริยธรรมผู้ให้ข้อมูลทุกแห่งให้ข้อมูลตรงกันเกี่ยวกับความรับผิดชอบในการส่งรายงานที่มีข้อมูลครบถ้วน ถูกต้อง รวมทั้งพฤติกรรมการใช้เครื่องมือ การบำรุงรักษาหลังการใช้งาน การรักษาความสะอาด ผลจากการสำรวจความต้องการจากสถานประกอบการนำไปออกแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วม การออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้นำแผนการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาต่าง ๆ ในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ไปวิเคราะห์กับสถานประกอบการที่ให้ข้อมูล โดยนำสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีจากการสำรวจมาจำแนกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1. หลักการและทฤษฎี 2. ปฏิบัติ และ 3. ประยุกต์ จากนั้นเลือกรายวิชาในหลักสูตรที่มีคำอธิบายรายวิชาเกี่ยวข้องกับสมรรถนะต่าง ๆ นำสมรรถนะในแต่ละกลุ่มมาจัดเรียงให้เป็นลำดับโดยเรียงจากความรู้ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้างสรรค์งานใหม่ หรือ Revised Bloom’s Taxonomy (Anderson and Krathwohl, 2001; Bloom et al., 1956) แล้วกำหนดเป็นสมรรถนะขั้นพื้นฐาน ขั้นฝึกปฏิบัติ และขั้นประยุกต์ การออกแบบกิจกรรมเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามลำดับขั้น Revised Bloom’s Taxonomy อย่างเด่นชัดจากตัวทฤษฎีและหลักการรีโอโลยี ความเข้าใจเครื่องมือวัดรีโอโลยี การนำเครื่องมือรีโอโลยีไปใช้วัดคุณภาพอาหาร การวิเคราะห์ผลการวัดรีโอโลยี การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารจากผลการวิเคราะห์ และการนำรีโอโลยีไปออกแบบสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์อาหารที่สถานประกอบการต้องการ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใหม่นี้จะเชื่อมโยงทฤษฎีและหลักการในมหาวิทยาลัยไปสู่โลกการทำงานในสถานประกอบการได้

2. การวิจัยปฏิบัติการร่วม

ผลการวิจัยในตารางที่ 5 แสดงผลการวิจัยปฏิบัติการร่วมระหว่างมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการเพื่อพัฒนาสมรรถนะรีโอโลยีของนักศึกษาโดยนำสมรรถนะที่อุตสาหกรรมอาหารต้องการมาวิเคราะห์และกำหนดเป็นสมรรถนะ 3 ระดับได้แก่ ขั้นพื้นฐาน ขั้นฝึกทักษะ และขั้นประยุกต์ โดยในแต่ละขั้นตอนมีการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ ด้วย

ตารางที่ 5 ผลการประเมินสมรรถนะการเรียนรู้เรื่อง รีโอโลยีในอุตสาหกรรมอาหารของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ประเด็น	รายละเอียดสมรรถนะ	ประเมินครั้งที่ 1		ประเมินครั้งที่ 2	
		คะแนน	คุณภาพ	คะแนน	คุณภาพ
ขั้นพื้นฐาน	1. อธิบายความหมายของคำว่า ความหนืด การไหล รีโอโลยีได้ถูกต้อง	2.29±0.51	พอใช้	4.33±0.48	ดี
	2. บอกความสำคัญของรีโอโลยีในอุตสาหกรรมอาหารได้	2.08±0.05	พอใช้	3.75±0.44	ดี
	3. จำแนกการไหลของอาหารนิวโตเนียน นอนนิวโตเนียนแบบต่าง ๆ ถูกต้อง	2.50±0.51	พอใช้	3.54±0.46	ดี
	4. เลือกเครื่องมือวัดรีโอโลยีให้เหมาะสมกับชนิดอาหารได้	3.54±0.46	ปานกลาง	3.96±0.46	ดี
	5. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือวัดรีโอโลยีได้ถูกต้อง	2.92±0.50	ปานกลาง	3.65±0.49	ดี
ค่าเฉลี่ยสมรรถนะขั้นพื้นฐาน		2.67±0.50	ปานกลาง	3.54±0.46	ดี
ขั้นฝึกปฏิบัติ	1. เตรียมตัวอย่างอาหาร เครื่องมือวัดรีโอโลยีให้พร้อมกับการวัดได้	3.75±0.44	ดี	4.38±0.48	ดี
	2. วัดและอ่านผลการวัดถูกต้อง บำรุงรักษาเครื่องมือวัดรีโอโลยีและปฏิบัติงานได้สะอาด ปลอดภัย	3.54±0.46	ดี	3.75±0.44	ดี
	3. ใช้ Excel สร้างสูตรการคำนวณเปลี่ยนหน่วยความหนืด และแรงได้ คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้	2.29±0.51	พอใช้	4.17±0.38	ดี
	4. ใช้ Excel สร้างกราฟความหนืดสัมพันธ์กับอัตราเฉือน	2.08±0.50	พอใช้	3.13±0.49	ปานกลาง
	5. รายงานผลการวัดความหนืดและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานด้วยสถิติได้	1.88±0.49	พอใช้	2.71±0.51	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยสมรรถนะขั้นฝึกปฏิบัติ		2.57±0.41	ปานกลาง	3.44±0.43	ดี
ขั้นประยุกต์	1. กำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์ที่มีรีโอโลยีเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาได้	1.67±0.52	พอใช้	4.17±0.41	ดี
	2. วางแผนกระบวนการพัฒนางานวิจัย โครงการงาน และการศึกษารีโอโลยีได้	2.50±0.55	พอใช้	4.33±0.52	ดี
	3. ดำเนินการกระบวนการตามแผนงานได้ครบถ้วนในเวลาที่กำหนด	3.33±0.52	ปานกลาง	5.00±0.00	ดีมาก
	4. รายงานผลการศึกษา สรุปและให้ข้อเสนอแนะรูปแบบเอกสารและบรรยาย	1.67±0.52	พอใช้	4.17±0.41	ดี
	5. ถ่ายทอดองค์ความรู้จากโครงการให้กับสถานประกอบการด้วยสื่อออนไลน์	0.83±0.41	ปรับปรุง	2.52±0.55	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยสมรรถนะขั้นประยุกต์		2.00±0.42	พอใช้	3.82±0.17	ดี

หมายเหตุ 1. ช่วงคะแนนคุณภาพ ดังนี้ 0-1.50 (ปรับปรุง) 1.51-2.50 (พอใช้) 2.51-3.50 (ปานกลาง) 3.51-4.50 (ดี) และ 4.51-5.00 (ดีมาก) 2. ขั้นพื้นฐานและฝึกปฏิบัติมีนักศึกษา 24 คน ขั้นประยุกต์มีนักศึกษา 6 คน (ทำโครงการเกี่ยวกับรีโอโลยี) วิธีการเชิงรุกที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้พัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีใกล้เคียงกับการนำไปใช้ในการทำงาน และใช้กระบวนการวิจัยปฏิบัติการตามการพัฒนาของนักศึกษาควบคู่ไปกับการให้ข้อเสนอแนะมุ่งสู่คุณภาพ

2.1 ขั้นพื้นฐาน กำหนดสมรรถนะตามนิยามและหลักการรีโอโลยี อธิบายความสำคัญ เครื่องมือวัดเกี่ยวกับการทำงานและการเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหาร การจัดการเรียนรู้ใช้บรรยายหลักการประกอบกรณีตัวอย่างใน

อุตสาหกรรมอาหาร การจัดการใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ กับผลิตภัณฑ์อาหาร และการทำปฏิบัติการวิเคราะห์รีโอโลยีของตัวอย่างที่ได้จากอุตสาหกรรมอาหาร จากตารางที่ 6 การประเมินครั้งที่ 1 สมรรถนะขั้นพื้นฐานจำนวน 5 ข้อ พบว่ามีคุณภาพในระดับพอใช้ถึงปานกลาง และสมรรถนะการประเมินครั้งที่ 2 คุณภาพโดยรวมในระดับดี

2.2 ขั้นฝึกทักษะ กำหนดสมรรถนะการวัด การอ่านผล การทำรายงาน และการบำรุงรักษาเครื่องมือและทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน รักษาความปลอดภัยในการทำงาน กิจกรรมการเรียนรู้ใช้สถานการณ์จำลอง การนำนักศึกษาทัศนศึกษาที่สถานประกอบการเพื่อปฏิบัติการใช้เครื่องมือรีโอโลยี การใช้คำถามให้นักศึกษาได้แลกเปลี่ยนกันในกลุ่ม การแก้ปัญหาจากสถานประกอบการ จากตารางที่ 6 การประเมินครั้งที่ 1 สมรรถนะขั้นพื้นฐานจำนวน 5 ข้อ พบว่ามีคุณภาพในระดับพอใช้ถึงดี และสมรรถนะการประเมินครั้งที่ 2 คุณภาพโดยรวมในระดับปานกลางถึงดี

2.3 ขั้นประยุกต์ กำหนดสมรรถนะการทำโครงการร่วมกับอุตสาหกรรมอาหารโดยนำพื้นฐานและทักษะไปประยุกต์ใช้ รวมทั้งกระบวนการวิจัย และมีการนำเสนอผลงาน จากตารางที่ 6 การประเมินครั้งที่ 1 สมรรถนะขั้นพื้นฐานจำนวน 5 ข้อ พบว่ามีคุณภาพในระดับปรับปรุงถึงปานกลาง สมรรถนะการประเมินครั้งที่ 2 คุณภาพโดยรวมในระดับปานกลางถึงดีมาก

ตารางที่ 6 ผลประเมินพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร โดยภาพรวมของนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

สมรรถนะ รีโอโลยี	ค่าเฉลี่ย คะแนน ประเมิน ครั้งที่ 1	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน คะแนน ประเมิน ครั้งที่ 1	ค่าเฉลี่ย คะแนน ประเมิน ครั้งที่ 2	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน คะแนน ประเมิน ครั้งที่ 2	t-test	ระดับ ความเป็น อิสระ	ค่านัยสำคัญ (ทางเดียว)
ขั้นพื้นฐาน	2.67	0.50	3.54	0.46	3.31	23	0.0015*
ขั้นฝึกปฏิบัติ	2.57	0.41	3.44	0.43	4.31	23	0.0001*
ขั้นประยุกต์	2.00	0.42	3.82	0.17	3.38	5	0.0099*

หมายเหตุ : 1. การทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการทดสอบความแตกต่างโดยวิธีจับคู่ (paired-difference test) ที่นัยสำคัญ 0.05
2. ช่วงสมรรถนะโดยรวม ดังนี้ 0-1.99 คะแนน (ไม่ได้สมรรถนะ, F) 2.50-2.99 คะแนน (สมรรถนะพอใช้, C) 3.00-3.49 คะแนน (สมรรถนะปานกลาง, C⁺) 3.50-3.99 คะแนน (สมรรถนะดี, B) 4.00-4.50 คะแนน (สมรรถนะดีมาก, B⁺) และ 4.51-5.00 คะแนน (สมรรถนะดีเยี่ยม, A) ขั้นพื้นฐานและฝึกปฏิบัติมีนักศึกษา 24 คน ขั้นประยุกต์มีนักศึกษา 6 คน

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหารโดยภาพรวม พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินครั้งที่ 1 ขั้นพื้นฐานและขั้นฝึกปฏิบัติ คือ 2.67 คะแนน และ 2.57 คะแนน ตามลำดับ คุณภาพจัดอยู่ในระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ยครั้งที่ 2 ขั้นพื้นฐานและขั้นฝึกปฏิบัติ คือ 3.54 คะแนน และ 3.44 คะแนน ตามลำดับ คุณภาพจัดอยู่ในระดับดี ส่วนสมรรถนะรีโอโลยีขั้นประยุกต์มีคะแนนเฉลี่ย ประเมินครั้งที่ 1 คือ 2.00 คะแนน ระดับคุณภาพพอใช้ และคะแนนการพัฒนาสมรรถนะเพิ่มเป็น 3.82 คะแนน ในระดับคุณภาพ ดี การทดสอบสถิติเปรียบเทียบคะแนนจากการประเมินสมรรถนะครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่นัยสำคัญ 0.05 สมรรถนะที่ผู้เรียนพัฒนาโดยรวมทั้ง 3 ขั้นจัดอยู่ระดับสมรรถนะดี

การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยี ทั้ง 3 ขั้น อย่างต่อเนื่อง โดยการประเมินครั้งที่ 1 พบว่า อาจารย์ประเมินสมรรถนะผู้เรียนขั้นพื้นฐานหลังการบรรยายแล้วให้ตัวอย่างการคำนวณ นักศึกษายังมีข้อผิดพลาดในการคำนวณ เช่น การเลือกใช้สมการ การเปลี่ยนหน่วย ภายหลังจากนักศึกษาได้รับโจทย์คำนวณจากอาจารย์ให้นักศึกษานำไปฝึกฝนในชั้นเรียนเพิ่มเติม และนำโจทย์ปัญหาจากสถานประกอบการที่คล้ายกับชั้นเรียนมาให้ นักศึกษาลองเปรียบเทียบ แล้วเชื่อมโยงวิธีการจากทฤษฎีไปสู่สถานการณ์จริง ประเมินครั้งที่ 2 พบว่า นักศึกษาแก้ไขปัญหา จัดการข้อมูลและเลือกใช้สมการ พร้อมทั้งตรวจสอบวิธีคำนวณและคำตอบกับอาจารย์และสถานประกอบการแล้วถูกต้อง ทำให้เกิดทักษะคำนวณมากขึ้น ขั้นฝึกปฏิบัติ การประเมินครั้งที่ 1 พบว่า นักศึกษาได้ฝึกหัดการใช้งานเครื่องมือในสถานประกอบการจากเจ้าหน้าที่ควบคุมคุณภาพมาสาธิต การบันทึกข้อมูล การคำนวณและรายงานผลในระยะเวลาสั้น ๆ เกิดประสบการณ์เบื้องต้น การที่นักศึกษาได้กลับมาฝึกฝนการใช้งานเครื่องมือเพิ่มเติมในห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัย เพื่อให้เกิดทักษะความชำนาญมากขึ้น เรียนรู้การใช้และรายงานผลการวัด ส่งผลทำให้ผลการประเมินครั้งที่ 2 เพิ่มขึ้น และขั้นประยุกต์ การร่วมมือกันระหว่างนักศึกษา อาจารย์ สถานประกอบการ วางแผนโครงการสหกิจ กำหนดโครงการ ให้นักศึกษาได้นำเสนอการทำงานครั้งที่ 1 แล้วประเมินการทำงาน การสะท้อนคิดของนักศึกษา

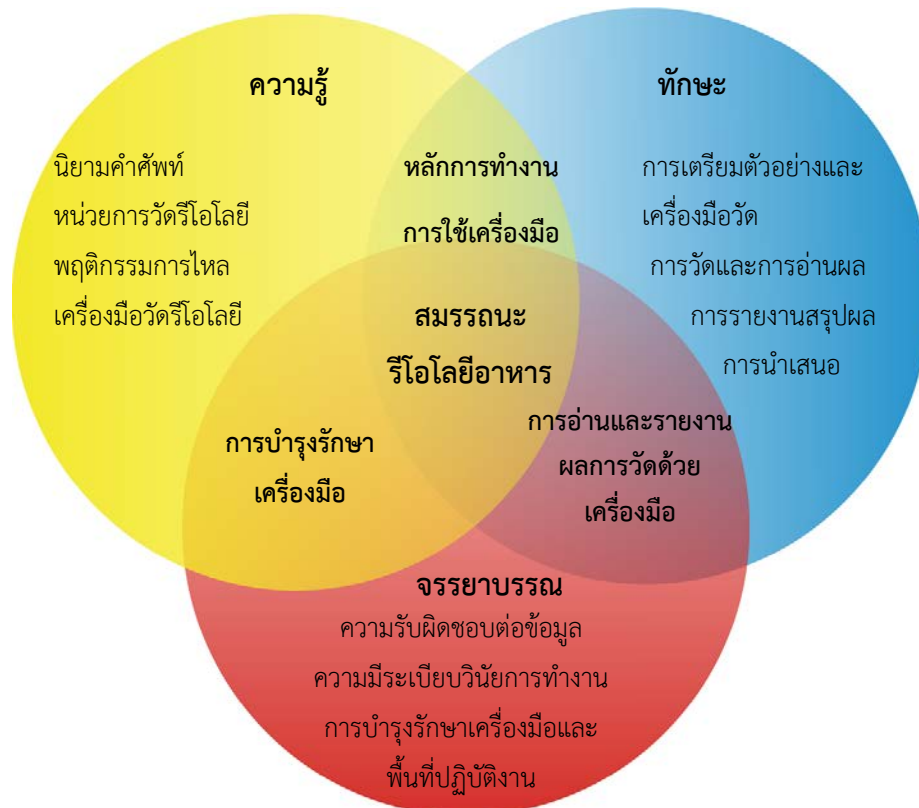
เพื่อพัฒนาการทำงานครั้งต่อไป อาจารย์และสถานประกอบการติดตามการทำงานนักศึกษาให้มีความรู้และทักษะในขั้นพื้นฐาน และขั้นฝึกปฏิบัติมาปรับใช้ การตรวจสอบรายงานและนำเสนองานต่อเนื่องจนนักศึกษาและสถานประกอบการบรรลุวัตถุประสงค์การทำโครงการสหกิจแล้วประเมินครั้งที่ 2 ทำให้ผู้เรียนได้สมรรถนะการทำงานที่เข้ากับบริบทภาคอุตสาหกรรมได้

อภิปรายผล

ผลการศึกษาเรื่องนี้นำมาสู่การอภิปรายใน 2 ประเด็นสำคัญ คือ สมรรถนะการเรียนรู้เชิงรุกด้านรีโอโลยี และการจัดการเรียนรู้และวิจัยระหว่างอุตสาหกรรมอาหารและมหาวิทยาลัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลจากการจัดการเรียนรู้สมรรถนะเชิงรุก เรื่อง รีโอโลยีอาหาร ของนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร หลักการเน้นการปฏิบัติการจนชำนาญกระทั่งเกิดเป็นสมรรถนะในการทำงานระดับที่ต้องการ โดยการวิจัยนี้ได้พัฒนาสมรรถนะจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นฝึกทักษะให้เกิดความชำนาญ และขั้นนำไปประยุกต์ได้ โดยในแต่ละขั้นสมรรถนะต้องวัดได้โดยการแบ่งสมรรถนะแต่ละขั้นออกเป็นส่วนย่อย ๆ เช่น สมรรถนะขั้นพื้นฐานรีโอโลยีแต่ละขั้นมี 5 รายการ และจัดการพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล (Wattanarong, 2013) ซึ่งผู้เรียนได้พัฒนาสมรรถนะทั้งจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่หลากหลาย เช่น การบรรยายความรู้และการยกตัวอย่าง การทำปฏิบัติการฝึกทักษะความชำนาญ การใช้เครื่องมือและพัฒนาไปสู่ระดับที่สูงขึ้นในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์จำลองที่มักพบในอุตสาหกรรมอาหาร สอดคล้องกับ Kumpang and Wattanachai (2021) ที่เห็นว่าผู้เรียนสัตวแพทย์ต้องพัฒนาทักษะการแก้ไขปัญหาโดยใช้สถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงเหตุการณ์จริงมาฝึกฝนผู้เรียนให้ตัดสินใจได้ถูกต้อง ผู้เรียนสามารถพัฒนาโครงการร่วมกับสถานประกอบการได้ใกล้เคียงกับความรู้ที่พบเจอและจรรยาบรรณในวิชาชีพ

สมรรถนะรีโอโลยีอาหารของผู้เรียนจากการเรียนรู้เชิงรุกอย่างต่อเนื่องหลากหลายวิชาผสมผสานระหว่างภาคทฤษฎีและปฏิบัติการ 3 ชั้น จากขั้นพื้นฐาน ขั้นฝึกปฏิบัติ และขั้นประยุกต์โดยมีการประเมิน 2 ครั้งก่อนและหลังการพัฒนาสมรรถนะดังตารางที่ 6 หากนำองค์ประกอบย่อยรายระดับสมรรถนะมาวิเคราะห์จำแนกได้ 3 ส่วน ได้แก่ องค์ความรู้พื้นฐาน คือทฤษฎีหลักการรีโอโลยี การฝึกทักษะเฉพาะรีโอโลยี และจรรยาบรรณกำกับการทำงานของผู้เรียน ดังแสดงในภาพที่ 4 ทั้งนี้ในแต่ละองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนมีส่วนเกี่ยวข้องกันเช่น ความรู้เกี่ยวกับหลักการการทำงานของเครื่องมือวัดจะนำไปสู่การใช้งานและรายงานผลที่ถูกต้องรวมทั้งจรรยาบรรณในการทำงานกับเครื่องมือให้เป็นระเบียบ สะอาด และปลอดภัยทั้งต่อตนเองและผู้อื่น



ภาพที่ 4 ภาพรวมสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร ของปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

ภาพรวมสมรรถนะรีโอโลยีเกี่ยวข้องกับ ความรู้ ทักษะ และจรรยาบรรณ ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญ 2 ปัจจัยที่ช่วยให้เกิดสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยี ได้แก่ 1) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาในการพัฒนาสมรรถนะทั้งด้านความรู้และทักษะอย่างต่อเนื่อง โดยการจัดแนวทางส่งเสริมสมรรถนะ เช่น การศึกษาด้วยตนเองผ่านระบบออนไลน์ การเตรียมอุปกรณ์และสถานที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะปฏิบัติการและคุ้นเคยกับเครื่องมือวัดรีโอโลยี (Tacettin and Mustafa Cem, 2021) และบทบาทของอาจารย์ที่ต้องเปลี่ยนจากผู้สอนมาเป็นผู้กระตุ้นให้คิด จัดสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับสมรรถนะและผลลัพธ์การเรียนรู้ที่วิชาชีพต้องการ โดยผ่านกิจกรรมภาคทฤษฎีและปฏิบัติที่สอดคล้องกัน (Barman and Konwar, 2011; Kulik *et al.*, 2020) อาจารย์ให้ข้อเสนอแนะผู้เรียนเป็นรายบุคคลนำไปพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนประเมินพัฒนาการตนเองทั้งองค์ความรู้และทักษะเพื่อปรับปรุงการเรียนรู้ (Assessment for Learning: AfL) (Jangsawang *et al.*, 2022) รวมทั้งการติดตามผลการเปลี่ยนแปลงและประเมินสมรรถนะที่เพียงพอจนนำไปใช้ในอาชีพได้โดยใช้การออกแบบโครงสร้างรายวิชาที่เกี่ยวข้องเข้าไว้ด้วยกันเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาฝึกฝนได้อย่างเต็มที่ เช่น การศึกษาครั้งนี้มีการบูรณาการรายวิชาทฤษฎี เตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ และการฝึกสหกิจศึกษาเข้าไว้ด้วยกัน (Chelli, 2011)

ผลการวิจัยเชิงวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีระหว่างอุตสาหกรรมอาหารและมหาวิทยาลัย หลักการสำคัญคือ การมีส่วนร่วมในการแลกเปลี่ยนคุณค่าการจัดการศึกษาระหว่างวิชาการและธุรกิจ (Elsevier, 2021) โดยการศึกษาความต้องการสมรรถนะของนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารในด้านการผลิตและการควบคุมคุณภาพอาหารในเขตภาคเหนือ ประเทศไทย ต้องการความรู้และทักษะเฉพาะทางเช่น การแปรรูปผักและผลไม้เนยแปรรูปซอส น้ำจิ้ม น้ำสลัด แยม ต้องเพิ่มทักษะใช้เครื่องมือวัดที่ใช้ในการผลิตและตรวจคุณภาพเป็นประจำ เช่น Bostwick consistometer และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่หรือปรับเปลี่ยนส่วนผสมความหนืดของผลิตภัณฑ์หากมีการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ (Panyoyai, 2023) ดังนั้น ผลการวิจัยเรื่องนี้จึงสรุปบทบาทของการวิจัยร่วมกับระหว่างมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการคือข้อมูลพื้นฐานที่อุตสาหกรรมอาหารต้องการมาร่วมกันวิเคราะห์และระบุระดับสมรรถนะให้เหมาะสม การร่วมออกแบบกิจกรรมขั้นพื้นฐานและการฝึกปฏิบัติที่เป็นลำดับขั้นเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการประยุกต์ การกำหนดหัวข้อโครงงานร่วมกับอาจารย์ การติดต่อประสานในระหว่างการวิจัย การเก็บข้อมูลพัฒนาสมรรถนะผู้เรียน การแก้ไขปัญหาพร้อมทั้งผู้เรียน อาจารย์ และสถานประกอบการ การกำหนดรูปแบบการประเมินในสภาพงานจริง การให้ข้อเสนอแนะและประเมินเป้าหมายสมรรถนะผู้เรียนแต่ละคนอย่างต่อเนื่อง การสะท้อนผลจากการประเมินนักศึกษาเพื่อหาจุดพัฒนาทั้งตัวนักศึกษาและกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวทางของ Platteel *et al.* (2010) การวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Sanno *et al.* (2019) ในสวีเดนที่พบว่าการจัดการศึกษาร่วมกันระหว่างอุดมศึกษาในการสนับสนุนองค์ความรู้และทักษะวิจัยให้กับนักศึกษาในสถานประกอบการจริงช่วยให้นักศึกษาปริญญาตรีนำองค์ความรู้ที่มีในตนเองมาแสดงศักยภาพการทำงาน ใช้จรรยาบรรณในการทำงานร่วมกับผู้อื่นมากขึ้นโดยทั้งมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการเสริมสมรรถนะที่ถนัดให้กับนักศึกษาเกิดการพัฒนางานให้สถานประกอบการ และ มหาวิทยาลัยได้บริการวิชาการแก่สังคม อย่างไรก็ตามผู้เรียนต้องตระหนักถึงการพัฒนาสมรรถนะตนเองอย่างต่อเนื่องและเพิ่มเติมสมรรถนะที่ไม่เพียงพอในการทำงาน โดยเฉพาะสมรรถนะด้านดิจิทัลและสารสนเทศ (Wang *et al.*, 2012) เช่น การใช้สื่อออนไลน์ในการสื่อสารผลการศึกษาวិทยาศาสตร์ให้กับสถานประกอบการ ซึ่งในการวิจัยนี้ยังอยู่ในระดับปานกลาง ผู้เรียนต้องไปศึกษาและพัฒนาสมรรถนะด้านนี้หลังสำเร็จการศึกษาต่อไป

ข้อค้นพบจากการวิจัยเรื่องนี้ที่สำคัญคือ สมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีที่เกิดจากการให้ข้อมูลระหว่างมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการ การวิเคราะห์ศักยภาพการเรียนรู้เนื้อหาและฝึกปฏิบัติผู้เรียนเพื่อนำไปออกแบบลำดับขั้นการเรียนรู้จากพื้นฐานไปสู่ประยุกต์ได้ โดยมีการประเมินผลการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะปริญญาตรีตรงความต้องการผู้ใช้งานจริง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ใหม่นี้แตกต่างการวิจัยการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีที่มีรายงานก่อนหน้านี้ซึ่งมุ่งเน้นภาคทฤษฎีและทำปฏิบัติการในมหาวิทยาลัยเท่านั้น โดยขาดการมีส่วนร่วมของภาคอุตสาหกรรมอาหาร การวิจัยเรื่องนี้สร้างรูปแบบการพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนให้เปิดกว้างขึ้นโดยผู้มีส่วนได้เสียมีโอกาสจัดการเรียนรู้มุ่งสู่คุณภาพบัณฑิตโดยตรง รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อสมรรถนะในระดับปริญญาตรีอย่างมีส่วนร่วมนี้จึงเป็นแนวทางพัฒนาสมรรถนะเฉพาะทางในด้านอุตสาหกรรมอาหารในประเด็นอื่น ๆ ได้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้รีโอโลยีอาหาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับสถานประกอบการอาหารของนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร โดยสำรวจจากผลลัพธ์การเรียนรู้ 5 ด้านที่อุตสาหกรรมอาหารต้องการ ได้แก่ 1. ความรู้ 2. ทักษะ 3. การวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ 4. ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และ 5. คุณธรรม จริยธรรม นำสมรรถนะเหล่านี้มาวิเคราะห์และกำหนด

เป็นสมรรถนะการเรียนรู้ทฤษฎี หลักการ เครื่องมือ ทักษะการใช้เครื่องมือ การคำนวณ การแปลผลและการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งจรรยาบรรณในการทำงานของนักศึกษาและบัณฑิตสอดคล้องตรงกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 3 ชั้น ได้แก่

1. ขั้นพื้นฐาน เกี่ยวข้องกับหลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดรีโอโลยี ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก ผู้เรียน 20 คน จาก 24 คน (ร้อยละ 83.33) อธิบายความหมายของคำว่า ความหนืด การไหล รีโอโลยีได้ จำแนกประเภทพฤติกรรมของการไหลของอาหาร เลือกเครื่องมือวัดความหนืดให้เหมาะสมกับชนิดอาหาร เตรียมตัวอย่าง อุปกรณ์วัดรีโอโลยีและดำเนินการตามขั้นตอนการวัดได้ และจัดเก็บอุปกรณ์วัดรีโอโลยีและการบำรุงรักษาได้ถูกต้อง

2. ขั้นฝึกทักษะ เกี่ยวข้องกับการอ่านผลและการแปลผลการวัดรีโอโลยี ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ผู้เรียน 19 คน จาก 24 คน (ร้อยละ 79.16) อ่านค่าจากเครื่องมือวัดรีโอโลยี เช่น Bostwick consistometer, Adam consistometer, Brookfield viscometer และเปลี่ยนหน่วยความหนืดได้ คำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วรายงานผลการวัดได้ถูกต้อง รวมทั้งใช้ Excel สร้างสูตรการคำนวณและเส้นกราฟความหนืดที่สัมพันธ์กับอัตราเฉือนได้ การเขียนรายงานผลการวัดความหนืดและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้วทดสอบความแตกต่างทางสถิติได้

3. ขั้นประยุกต์ เกี่ยวข้องกับการประยุกต์พัฒนางานอาหารด้วยรีโอโลยี ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ผู้เรียนที่ทำโครงการสหกิจศึกษากับสถานประกอบการ จำนวน 5 คน จาก 6 คน (ร้อยละ 83.33) กำหนดวัตถุประสงค์โครงการให้มีการใช้รีโอโลยีเป็นส่วนหนึ่งของงาน การวางแผนกระบวนการพัฒนางาน การรายงานและนำเสนอผลการพัฒนางาน การให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนางาน และการถ่ายทอดองค์ความรู้จากโครงการให้กับสถานประกอบการ

การดำเนินการจัดการเรียนเชิงรุกของมหาวิทยาลัยร่วมกับอุตสาหกรรมอาหารดำเนินการตั้งแต่การเรียนรู้หลักการทฤษฎีรีโอโลยีและตัวอย่างการใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร การฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือวัดรีโอโลยี การศึกษาฐานรีโอโลยีในสถานประกอบการ การทำโครงการวิจัยร่วมกับสถานประกอบการเพื่อเชื่อมโยงการเรียนรู้ในมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาอุดมศึกษาเน้นเชิงประสบการณ์บนฐานสมรรถนะ (competencies-based education)

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. จากการวิจัยสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร ผู้วิจัยพบว่า สมรรถนะการอ่านผลและแปลผลการวัดรีโอโลยีมีบางข้อที่จัดอยู่ในระดับคะแนนปานกลาง เช่น การสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนืดและอัตราเฉือน และการคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการวัด มีข้อเสนอแนะให้นักศึกษาฝึกโปรแกรมคำนวณ เช่น Excel ในการพิมพ์สูตรเปลี่ยนหน่วย การใช้ฟังก์ชันคำนวณ และการสร้างกราฟเส้น โดยตรวจสอบการคำนวณและความสมบูรณ์ของกราฟกับอาจารย์

2. จากการวิจัยสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร สถานประกอบการอาหารรายงานว่า มีบางข้อที่จัดอยู่ในระดับคะแนนปานกลาง เช่น การวางแผนการศึกษาเพื่อพัฒนางานตามวัตถุประสงค์ และการวิจารณ์ผลการศึกษา โดย มีข้อเสนอแนะว่านักศึกษาควรศึกษางานวิจัยตัวอย่างแล้วสรุปเป็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาในที่ประชุมระหว่างพี่เลี้ยงในสถานประกอบการและอาจารย์นิเทศก์ และควรศึกษางานวิจัยตัวอย่างในการวิจารณ์ผลการศึกษาเปรียบเทียบกับข้อมูลในสถานประกอบการ หรือ งานวิจัย มาตรฐานอาหารในรูปแบบที่กระชับ สามารถรายงานให้กับผู้บริหารสถานประกอบการได้ถูกต้องและรวดเร็ว รวมทั้งการพัฒนาทักษะดิจิทัลและโปรแกรมอินโฟกราฟิกในการใช้สรุปภาพรวมโครงการ

3. จากการวิจัยสมรรถนะ เรื่อง รีโอโลยีอาหาร ผู้วิจัยพบว่า เกณฑ์การประเมินระดับสมรรถนะเน้นความรู้ ทักษะ เป็นสำคัญ ส่วนจรรยาบรรณในวิชาชีพ เกี่ยวข้องกับคุณธรรม จริยธรรม เช่น การรายงานผลการศึกษามีเอกสารอ้างอิงข้อมูลตรวจสอบได้ การปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือทำงาน ไม่เกิดอันตรายกับผู้ร่วมงาน การบำรุงรักษาเครื่องมือวัดและบริเวณทำงานให้สะอาด อาจทำเป็นเป็นเกณฑ์การประเมินในเชิงคุณภาพประกอบ การร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยและสถานประกอบการในการประเมินตามสมรรถนะรีโอโลยีตามภาพที่ 4 ทำให้ประเมินผู้เรียนทุกมิติใกล้เคียงการทำงานจริง

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง รีโอโลยีอาหารได้เชื่อมโยงความรู้ ทักษะ และจรรยาบรรณในตัวผู้เรียนจากมหาวิทยาลัยไปสู่การทำงานในสถานประกอบการ ดังนั้นอาจารย์ควรร่วมกับสถานประกอบการกำหนดสมรรถนะเฉพาะด้านที่จำเป็นในตัวผู้เรียนก่อน ศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในระดับอุดมศึกษาว่ามีรูปแบบผสมผสานภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติอย่างไร สร้างสถานการณ์จำลองให้นักศึกษาได้เตรียมพร้อมกับการบรรยากาศการผลิตอาหารโดยใช้โรงงานต้นแบบ การบูรณาการรีโอโลยีในรายวิชาสำคัญอื่น ๆ เช่น การแปรรูปอาหาร การควบคุมคุณภาพ การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้สอดคล้องกับการนำไปประกอบอาชีพในอุตสาหกรรมอาหาร และประยุกต์รีโอโลยีไปใช้กับโครงการจากสถานประกอบการอาหารให้เหมาะสม

2. อาจารย์ควรจัดทำสื่อการเรียนรู้ออนไลน์รีโอโลยี เช่น เนื้อหาภาคบรรยายและการสาธิตปฏิบัติการเพื่อให้นักศึกษาเข้ามาศึกษาเพิ่มเติมหรือทบทวนได้ รวมทั้งศิษย์เก่า และสถานประกอบการที่ทำงานในภาคอุตสาหกรรมอาหารจากการสำรวจ

ในงานวิจัยนี้มีความต้องการเพิ่มเติมหลักการและทฤษฎี รวมทั้งการฝึกทักษะเครื่องมือ การวัดและแปลผลการวิจัยจึงอาจทำสื่อหรือเปิดหลักสูตรรีโอโลยีระยะสั้นส่งเสริมการเรียนรู้รีโอโลยีอาหาร

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งถัดไป

1. การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า ความต้องการของผู้ใช้งานบัณฑิตมีส่วนเกี่ยวข้องกับการนำไปออกแบบการจัดการเรียนรู้เฉพาะทาง ดังนั้นหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารควรมีการสำรวจผู้ใช้งานบัณฑิตเพื่อปรับปรุงหลักสูตร เนื้อหารายวิชาใน มคอ. 3 การนำผลการประเมินและข้อเสนอแนะจากสถานประกอบการที่ส่งนักศึกษาไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพมาวิเคราะห์สมรรถนะอื่น ๆ ที่อุตสาหกรรมอาหารกำหนดให้บัณฑิตจำเป็นต้องมีก่อนเข้าไปทำงาน โดยนำข้อมูลมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ภาคทฤษฎีและปฏิบัติการ

2. หลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ควรวิจัยสมรรถนะรีโอโลยีเชิงลึกในการพิสูจน์และพัฒนาทฤษฎี หลักการวัดรีโอโลยี เช่น การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำนายปรากฏการณ์วัตถุพฤติกรรมไหลของวัสดุอาหารที่นักศึกษาควรพัฒนาไปต่อยอดการวิจัยและสร้างนวัตกรรมอาหารแห่งอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่สนับสนุนทุนวัสดุฝึกและ ผู้ใช้บัณฑิตจากบริษัทและโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ผู้ประกอบการอาหารในเขตภาคเหนือที่ให้ข้อมูลพื้นฐานความต้องการสมรรถนะการทำงานเฉพาะด้าน เรื่อง รีโอโลยีพื้นฐานและรับนักศึกษาเข้าไปทำโครงงานสหกิจและประเมินผลการปฏิบัติงาน โครงการ และให้ข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์

จริยธรรมการวิจัย

ผู้เขียนเข้ารับการอบรมจริยธรรมการวิจัยจากสำนักมาตรฐานการวิจัยในคน สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และดำเนินการวิจัยที่ไม่ขัดต่อจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ได้แก่ การได้ลงนามเอกสารความยินยอมให้สำรวจข้อมูล การศึกษาดูงาน การทำโครงงานสหกิจศึกษา การให้บุคลากรจากสถานประกอบการมีส่วนร่วมในการออกแบบและประเมินผลการเรียนรู้จากสถานประกอบการ การปกปิดข้อมูลเกี่ยวกับสถานประกอบการโดยใช้เอกสารจากผู้เข้าร่วมวิจัยอย่างถูกต้องตามหลักจริยธรรมการทำงาน หลักความเคารพในบุคคลที่ให้นักศึกษาเข้าร่วมกระบวนการวิจัยปฏิบัติกรอย่างมีส่วนร่วมโดยไม่เปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล หลักคุณประโยชน์ไม่ก่ออันตรายในการทดลองใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และหลักความยุติธรรมในการเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้พัฒนาสมรรถนะรีโอโลยีโดยไม่แบ่งเพศ เชื้อชาติ ศาสนา การเมือง ซึ่งการผลการศึกษครั้งนี้ไม่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนในรายวิชาต่าง ๆ ที่ใช้จัดการเรียนการสอนและการวิจัย เพราะทุกรายวิชาจัดผู้สอนสอนร่วมกันหลายคนจึงมีการแบ่งสัดส่วนการให้คะแนนให้กับผู้สอนแต่ละคนเฉพาะหัวข้อไม่เกินร้อยละ 25 ของคะแนนทั้งรายวิชา มีการประชุมคณะผู้สอน (และสถานประกอบการ ศูนย์สหกิจศึกษา) พิจารณาให้ผลการเรียนร่วมกัน ดังนั้น ผู้สอน (หรือผู้วิจัย) จึงไม่มีส่วนรับผิดชอบในการให้ผลการเรียนกับนักศึกษาแต่ละคนโดยตรงจึงลดผลประโยชน์ทับซ้อนในการวิจัยครั้งนี้ได้

References

- Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R. (Eds.) (2001). **A taxonomy for Learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. New York: Addison Wesley Longman.
- Bangkokbiznews. (2020). 10 Essential competencies that workers must have (in Thai). Retrieved 11 March 2023, from **Bangkokbiznews**: <https://www.bangkokbiznews.com/social/906516>
- Barman, A. and Konwar, J., (2011) Competency based curriculum in higher education: A necessity grounded by globalization. **Romanian Journal for Multidimensional Education**, 3(6), 7-15.
- Bloom, B. S. (Ed.), Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H. and Krathwohl, D.R. (1956). **Taxonomy of educational objectives: Handbook I: Cognitive domain**. New York: David McKay.
- Chelli, S. (2011). The competency-based approach in higher education. **Revue des Sciences Humanities**, 22, 21-31.
- Elsevier. (2021). University-industry collaboration: a closer look for research leader. Retrieved 11 March 2023, from **Elsevier**: <https://www.elsevier.com/research-intelligence/university-industry-collaboration>

- Jangsawang, P., Pongsophon, P., Jantarakantee, E. and Tanak, A. (2022). Assessment for learning and assessment as learning: Revised assessment in science learning model (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 5(2), 332-340.
- Kumpang, P. and Wattanachai, S. (2021). The validation of constructivist learning environments model cooperate simulation to enhance problem solving for veterinary students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 4(2), 231 – 243.
- Kulik, A. A., Lazareva, P. V., Ippolitova, N. V., Egorova, A. E. and Nedorezova, O. Yu. (2020). Competency-based approach and competencies in higher education: a theoretical review. **Propósitos y Representaciones**, 8(2), 38.
- Muller, H. G. and Ward, A. G. (1974). The teaching of food rheology. **Journal of Texture Studies**, 5(3), 263-266.
- Muller, H. G. (1985). Undergraduate teaching of food rheology at the University of Leeds. **Rheology Acta**, 24, 438-440.
- Office of the Education Council. (2020). **Actively competency-based learning management** (in Thai). Bangkok: Ministry of Education.
- Panyoyai, N. (2023). Work competencies of bachelors in food science and technology and higher education development guidelines for the needs of graduate users in northern Thailand (in Thai). **Journal of the Association of Researchers**, 28(1), 90-118.
- Phooddee, W. (2023). The development teamwork and collaboration competence of learners using the 6E model in STEM education merge with the BCG economic model for grade-7 students in Chumchon Bankampok Thadokkeaw school (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 6(1), 105-119.
- Platteel, T., Hulshof, H., Ponle, P., Van Driel, J. and Verloop, N. (2010). Forming a collaborative research partnership. **Educational Action Research**, 18(4), 429-451.
- Prachachat. (2020). Fast mission of Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation to solve the problem of unemployed graduates-towards the internationalization of research (in Thai). Retrieved 11 March 2023, from **Prachachat** <https://www.prachachat.net/education/news-516744>
- Sanno, A., Oberg, A. F., Flores-Garcia, E. and Jackson, M. (2019). Increasing the impact of industry-academia collaboration through co-education. **Technology Innovation Management Review**, 9(4), 37-47.
- Tacettin, A. and Mustafa Cem, B. (2021). Competency-based education: theory and practice. **Psycho-Educational Research Reviews**, 10(3), 67-95.
- Tattiyakul, J. (2014). **Food rheology** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Thansettakij. (2020). Food Industry in a new context after COVID-19 (in Thai). Retrieved 11 March 2023, from **Thansettakij**: <https://www.thansettakij.com/columnist/435604>
- Vermant, J., Leuvon, K. U. and Macosko, C. (2008). Teaching rheology using product design. **Rheology Bulletin**, 77(2), 8-13.
- Vernon, J. H. C. (1966). The teaching of rheology: An account of a symposium held by the British Society of Rheology. **Rheology Acta**, 5(1), 61-63.
- Wang, C., Ke, Y., Wu, J. and Hsu, W. (2012). Collaborative action research on technology integration for science learning. **Journal of Science Education and Technology**, 21, 125-132.
- Wattananarong, K. (2013). **Vocational competency** (in Thai). Retrieved 12 March 2023, from Kroobannok <https://www.moe.go.th/สมรรถนะวิชาชีพ-vocational-competency/>
- Wongwanich, S. (2011). **Classroom action research** (in Thai). 5th edition Bangkok: Chulalongkorn University Press.