



**การพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีเรื่องการหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษ
ร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี**

**Development of Chemistry Laboratory on the Determination of Sugar by Using Microfluidic
Paper-Based Analysis Devices with Colorimetric Method for the Enhancement of for
Undergraduate Students' Learning and Innovation Skills**

จันทาลังสอน กองกา* และ ปิยรัตน์ ครอบขันธ์

Chanthalangsonge Kongka* and Piyyarat Donbandit

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Department of Chemistry Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author, E-mail: chanthalangsone.kongka@g.swu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการพัฒนาบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี โดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นิสิตหลักสูตรการศึกษาด้านเคมี ชั้นปีที่ 4 สาขาเคมี ภาควิชาเคมี ปีการศึกษา 2562 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร จำนวน 22 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสีและแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผลวิจัยพบว่า นิสิตมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษ ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม นิสิตระดับปริญญาตรี

Abstract

The research aimed to develop of chemistry laboratory on the determination of sugar by using microfluidic paper-based analysis devices with the colorimetric method for the enhancement of undergraduate students' learning



and innovation skills by comparing between pretest and posttest scores. By purposive sampling, the research samples were 22 senior undergraduate students majoring in chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, and enrolling in the second semester of the academic year 2019. The research instruments consisted of chemistry laboratory on the determination of sugar by using microfluidic paper-based analysis devices with the colorimetric method and creativity and innovation skills assessment form. The result revealed that the average posttest score was higher than the average pretest score with a significant level of .05.

Keywords: Microfluidic paper-based analysis devices, Creativity and Innovation skills, Undergraduate students

1. บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 การเปลี่ยนแปลงของโลกส่งผลกระทบต่อทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการเมืองของทุกประเทศอย่างรวดเร็ว (สำนักนโยบายและแผนการศึกษา & สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2557) ด้วยเหตุผลนี้ทำให้การศึกษาในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนา ทำให้รูปแบบการเรียนรู้ก็ต้องเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน การจัดการศึกษาต้องได้รับการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (บัวทอง ศศิธร, 2017) ซึ่งทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเป็นทักษะพื้นฐานสำคัญที่ทุกคนต้องเรียน และมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต ซึ่งประกอบด้วย 1) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และนวัตกรรม (Innovation) 2) ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical thinking) และการแก้ไขปัญหา (Problem Solving) 3) ทักษะการสื่อสาร (Communication) และความร่วมมือ (Collaboration) (วิจารณ์ พานิช, 2555) โดยเฉพาะด้านความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม โดยนิสิตจะต้องมีการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ คือ กระบวนการคิด ความสามารถในการคิดได้หลากหลายและแปลกใหม่จากเดิมโดยสามารถนำไปประยุกต์ การคิดค้นและสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ จนก้าวไปสู่การสร้างเป็นนวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์เป็นรากฐานที่สำคัญประการหนึ่งของกระบวนการจัดการ นวัตกรรม (กัลยา แก้วมา, 2015) ดังนั้น ความคิดสร้างสรรค์จึงมีความสำคัญในการขับเคลื่อนและการพัฒนาประเทศ ปฏิบัติการทดลองเป็นการจัดการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่ทำให้ประสบการณ์ตรงแก่นิสิต ซึ่งนิสิตจะต้องได้ผ่านกระบวนการ พิสูจน์ ตรวจสอบ และเห็นผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้นิสิตได้ปฏิบัติจริงด้วยตัวเอง ได้ฝึกทักษะการ ทดลอง และยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นิสิตได้เรียนรู้ และส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์แก่นิสิตอีกด้วย ดังนั้นการจัดการการเรียนรู้จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาปฏิบัติการให้มีความหลากหลาย (ยศวดี จิตติวร, 2557) โดยทั่วไปปฏิบัติการเคมีเกี่ยวกับการตรวจสอบน้ำตาลมีหลายวิธี เช่น การตรวจวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพ ได้แก่ การ ทดสอบโมลิช (Molisch's test) การทดสอบเฟลิง (Fehling's test) ทดสอบเบนดิกต์ (Benedict's test) การทดสอบเซลลิ วานอฟฟ์ (Selivanoff's test) การทดสอบบาร์โฟด์ (Barfoed's test) เป็นต้น (Katoch, 2011; สมจิต คำวิหิอนันต์, 2557) ในการตรวจสอบน้ำตาลกลูโคสและซูโครสในเชิงคุณภาพโดยศึกษาผลของความร้อนที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาของ น้ำตาลเพื่อตรวจวัดสารเจือปนทั่วไปในนมโดยการทดสอบน้ำตาลกลูโคสด้วยสารละลายบาร์โฟด์ และทดสอบน้ำตาล ซูโครสด้วยสารละลายเซลลิวานอฟ (Rameshbhai et al, 2017) นอกจากนี้การวิเคราะห์น้ำตาลในเชิงปริมาณมีหลายวิธี



ได้แก่ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ซึ่งเป็นวิธีที่จะต้องใช้เทคนิคเฉพาะและผู้ปฏิบัติงานต้องมีความเชี่ยวชาญ (Salim, 2010) และวิธี Enzymatic method เป็นวิธีที่มีความจำเพาะต่อสารและต้องควบคุมสภาวะการทำงานของเอนไซม์ เช่น วิเคราะห์น้ำตาลซูโครส ฟรุกโตสและกลูโคส ด้วยเอนไซม์ อินเวอร์เทส (Invertase) กลูโคสออกซิเดส (Glucose oxidase) ฟรุกโตสดีไฮโดรจีเนส (Fructose dehydrogenase) ที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพในอุตสาหกรรมน้ำตาล (Aksorn, 2019) ดังนั้นในปัจจุบันได้นำอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษ (Microfluidic paper-based analytical devices, μ PADs) มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นเทคนิคที่เตรียมง่ายและราคาถูก อุปกรณ์ μ PADs เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ชนิดหนึ่งที่ประดิษฐ์มาจากกระดาษโดยอาศัยการไหลของสารด้วยแรงกัปิลารี (Capillary action) และใช้สารในปริมาณน้อยในหน่วยไมโครลิตร ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ขอบเขตที่ขอบน้ำเป็นบริเวณที่เกิดปฏิกิริยา (Detection zone) และขอบเขตที่ไม่ละลายน้ำเป็นสิ่งกีดขวาง (Hydrophobic barrier) เพื่อไม่ให้สารรั่วออก (Whitesides, 2007) การประดิษฐ์ μ PADs มีหลายวิธี เช่น การพิมพ์ลายโดยใช้วัสดุพอลิเมอร์ (Polydimethylsiloxane, PDMS) (Waghwan, 2019) การพิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ (Ink-jet printing) การสกรีนด้วยขี้ผึ้ง (Wax screen printing) (เบญจวรรณ นิลวงศ์, 2559) การวาดด้วยปากกา (Wang, 2015) ในปัจจุบันอุปกรณ์ μ PADs ได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้หลายด้าน เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในน้ำ ด้วยวิธีการประดิษฐ์อุปกรณ์ μ PADs ด้วยปากกา (Wang, 2015) และการพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบแคลเซียมในตัวอย่างน้ำแร่ ด้วยวิธีการประดิษฐ์อุปกรณ์ μ PADs ด้วยการวาดรูปสี่เหลี่ยมเป็นวงกลมแล้วนำไปให้ความร้อนในเตาฮอทดเลท (Hot plate) (ไตรรงค์ เปลี่ยนแสง, 2019) เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสีโดยใช้ปฏิกิริยาเซลิแวนอฟฟ์ (Selivanoff's test) และประดิษฐ์อุปกรณ์ μ PADs ด้วยวิธีการวาดด้วยปากกา วิเคราะห์หาได้โดยการหาช่วงที่สามารถตรวจวัดปริมาณน้ำตาลจากการสร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลฟรุกโตสมาตรฐานกับค่าความเข้มสีจากโปรแกรม Image j แล้วนำบทปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ในด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรม โดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

3. อุปกรณ์และวิธีการ / วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นิสิตระดับปริญญาตรีหลักสูตรการศึกษาด้านจิต ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)



3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลประกอบด้วย 1) บทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี 2) แบบประเมินชิ้นงานด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งขั้นตอนการสร้างเครื่องมือมีดังนี้

3.2.1 บทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี

การสร้างบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการตรวจวัดแบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ได้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การประดิษฐ์อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษและการทดลองที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างที่เตรียมขึ้น โดยศึกษาโครงสร้างหลักสูตร รายวิชาและการพัฒนาผลการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ในสาขาวิชาเคมี ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ผู้วิจัยได้ลงมือทำการทดลองและนำผลการทดลองเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดขอบเขตการดำเนินการทดลองการพัฒนาบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี โดยกำหนดโครงสร้างและองค์ประกอบของบทปฏิบัติการเคมี โดยบทปฏิบัติการมีองค์ประกอบ คือ ชื่อบทปฏิบัติการเคมี วัตถุประสงค์ หลักการ เครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมีและสารตัวอย่าง วิธีการทดลอง แบบบันทึกผลการทดลอง จากนั้นนำบทปฏิบัติการเคมีที่สร้างขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นนักวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน และครูผู้สอนวิชาเคมี 1 ท่าน รวมทั้งสิ้น 3 ท่าน เพื่อประเมินและการสื่อความหมายของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำเอาบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเล็กจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำไปทำการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 22 คน



ตารางที่ 1 แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการพัฒนาทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาษร่วมกับการตรวจวัดแบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีในด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ลำดับ	เนื้อหา	ชิ้นงานที่ต้องปฏิบัติ
1	- ชี้แจงรายละเอียดการจัดการเรียนรู้ด้วยการพัฒนาทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี - การทดลองที่ 1 การประดิษฐ์อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาษขั้นตอน - ออกแบบอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาษ - ประดิษฐ์อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาษ - การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของอุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาษที่ได้พัฒนาขึ้น	อุปกรณ์ตรวจ วิเคราะห์หั่น กระดาษ
2	- การทดลองที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างที่ครูเตรียมขึ้นขั้นตอน - นำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง - วิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรม Image j - สร้างกราฟมาตรฐานระหว่างความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลฟรุคโตสมาตรฐานกับค่าความเข้มข้นที่ได้จากการวิเคราะห์ ในโปรแกรม Image j	อุปกรณ์ตรวจ วิเคราะห์น้ำตาลบน กระดาษ

3.3.2 แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรม

ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมโดยดัดแปลงเกณฑ์การประเมินมาจาก Creativity for 21st Century Skills (Piirto, 2011) การประเมินจะประเมินด้านการใช้นวัตกรรม จากนั้นนำเอาแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา 2 ท่าน และอาจารย์ สาขาวิชาเคมี 1 ท่าน รวมทั้งสิ้น 3 ท่าน เพื่อประเมินและการสื่อความหมายของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำเอาแบบประเมินทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรมมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเล็กจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม จากนั้นนำมาปรับปรุงอีกครั้งหนึ่งแล้วนำไปทำการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริงจำนวน 22 คน

เกณฑ์การประเมินระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรมจากการประเมินชิ้นงาน ซึ่งมีหัวข้อการประเมินย่อยทั้งหมด 5 หัวข้อ คิดเป็นคะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยแบ่งระดับทักษะเป็นช่วงคะแนน ดังนี้



ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรม

ระดับทักษะ	ปรับปรุง	พอใช้	ดี	ดีมาก
คะแนน	5-8	9-12	13-16	17-20

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) กลุ่มตัวอย่างคือนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเคมี ชั้นปี 4 โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 22 คน โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม

2) ทำการประเมินก่อนการจัดการเรียนรู้เรียน (Pretest) ด้วยการให้คะแนนชิ้นงานที่นิสิตประดิษฐ์ขึ้นมาครั้งแรก โดยใช้แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรม จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 20 ใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในการประเมิน

3) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ผลิตด้วยการพัฒนาบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์วิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ซึ่งประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การประดิษฐ์อุปกรณ์ μ PADs ใช้ระยะเวลา 2 ชั่วโมงและการทดลองที่ 2 การหาปริมาณน้ำตาลในตัวอย่างที่ครูเตรียมขึ้น ใช้ระยะเวลา 3 ชั่วโมง

4) ทำการประเมินหลังการจัดการเรียนรู้ (Posttest) ด้วยการให้คะแนนชิ้นงานที่นิสิตประดิษฐ์ขึ้นมาครั้งที่สอง โดยใช้แบบประเมินทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรม จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 20 ใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในการประเมิน

5) เปรียบเทียบผลการพัฒนาบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ในด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรม แล้วนำแบบประเมินที่ได้จากการทดสอบทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาตรวจให้คะแนนและนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ T-test for dependent sample

4. ผลการวิจัย

ตารางที่ 3 แสดงผลการพัฒนาบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีในด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรมโดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ระดับทักษะ	S.D	t	p
ก่อนเรียน	22	20	13.77	ดี	0.75	23.11*	P < .0005
หลังเรียน			19.59	ดีมาก	0.503		

* P < 0.05



จากตารางที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาศร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีในด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรมโดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยประเมินจากชิ้นงานของนิสิตที่ประดิษฐ์ขึ้น ก่อนการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.77 อยู่ในระดับดี หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการพัฒนาทปฏิบัติการ เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์การวิเคราะห์หั่นกระดาศร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี นิสิตมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.59 อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. การอภิปรายผล

ผลการพัฒนาทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาศร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ในด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรมโดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน นิสิตหลักสูตรการศึกษาด้านจิต ชั้นปีที่ 4 สาขาเคมี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผลการวิจัยพบว่า นิสิตที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการพัฒนาทปฏิบัติการเคมีที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากว่านิสิตมีความสนใจ และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เปิดโอกาสให้นิสิตร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม มีการอธิบาย ทำให้นิสิตมีความเข้าใจมากขึ้นในการแก้ไขปัญหาอย่างละเอียดและวางแผนอย่างรอบคอบ การแสดงออกดังกล่าวจึงส่งเสริมการสร้างความรู้ผ่านการลงมือแก้ปัญหาจริงโดยผ่านการประดิษฐ์ชิ้นงานขึ้นมา นอกจากนี้การพัฒนาทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาศร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรีได้ถูกออกแบบให้เชื่อมโยงกับทปฏิบัติการเคมีเดิมในเอกสารการจัดการเรียนรู้ทำให้นิสิตมีความเข้าใจมากขึ้นจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ผ่านการทำกิจกรรมจึงทำให้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ไตรรงค์ เปลี่ยนแสง (2019) ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้อุปกรณ์การตรวจวิเคราะห์หั่นกระดาศโดยให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริงจึงทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ได้สอดคล้องกับงานการวิจัยของ ธนสาร เพ็งพุ่ม (2560) ที่จัดการเรียนรู้โดยการพัฒนาชุดปฏิบัติการเคมีใช้หลักการของไหลจุลภาคแบบกระดาศสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาชุดปฏิบัติการเคมี มีคุณภาพช่วยเพิ่มความกระตือรือร้นในการเรียนและแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจการเรียนมากขึ้น และได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศกร พรหมทา (2561) ที่ได้จัดการเรียนสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยให้ผู้เรียนประดิษฐ์ชิ้นงาน เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผลวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน



6. บทสรุป

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า การพัฒนาทบทปฏิบัติการเคมี เรื่อง การหาปริมาณน้ำตาลโดยใช้อุปกรณ์ตรวจวิเคราะห์บนกระดาษร่วมกับการวิเคราะห์แบบเทียบสี เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ในด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านการใช้นวัตกรรมโดยการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการประเมินจากชิ้นงานที่ประดิษฐ์ขึ้นพบว่านิสิตมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกรมความร่วมมือระหว่างประเทศ (Thailand International Cooperation Agency, TICA)

8. เอกสารอ้างอิง

- กัลยา แก้วมา. (2015). ผู้บริหารกับบทบาทการส่งเสริมการสร้างสรรค์องค์ความรู้ในองค์กร. *วารสารวิชาการ การตลาด และการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*, 2, 1-11.
- ไทรรงค์ เปลี่ยนแสง. (2019). การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจสอบแคลเซียมในตัวอย่างน้ำแร่สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู. *The Golden Teak: Humanity and Social Science Journal*, 25(2), 66-77.
- ธนสาร เพ็งพุ่ม. (2560). การพัฒนาชุดปฏิบัติการเคมีใช้หลักการของไหลจุลภาคแบบกระดาษ. *Paper presented at the รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4, มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.*
- บัวทอง ศศิธร. (2017). การวัดและประเมินทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *Veridian e-Journal ฉบับภาษาไทย สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ และฉบับ International Humanities, Social Sciences and arts .*, 1906 - 3431.
- เบญจวรรณ นิลวงศ์. (2559). การพัฒนาวิธีวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยอุปกรณ์ของไหลจุลภาคบนกระดาษ.
- พงศกร พรหมทา. (2561). การพัฒนากิจกรรมสติศึกษาเรื่องพันธะเคมี : ฝ่าฝายก้นน้ำเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. *ปริญญานิพนธ์ , วท.ม.เคมี, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.*
- ยศวดี จิตวิธ. (2557). การพัฒนาทบทปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่องเทคนิคโครมาโทกราฟีและเทคนิคอิเล็กโทรโฟรีซิส เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเรียนรู้สำหรับนิสิตปริญญาตรี. *ปริญญานิพนธ์ , กศ.ม.เคมี , บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.*
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ. มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.



- สมจิต คำรื๋อหนันต์. (2557). ปฏิบัติการชีวเคมี Biochemistry laboratory (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สำนักนโยบายและแผนการศึกษา & สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2557). บทวิเคราะห์การศึกษาไทยในโลกศตวรรษที่ 21. *วารสารวิจัยการศึกษา สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา*, 2.
- Aksorn, J. (2019). Development of the simultaneous colorimetric enzymatic detection of sucrose, fructose and glucose using a microfluidic paper-based analytical device. *Talanta*, 207, 120302. doi:10.1016/j.talanta.2019.120302
- Katoch, R. (2011). Carbohydrate Estimations. In: *Analytical Techniques in Biochemistry and Molecular Biology*. Springer: New York, NY. doi:10.1007/978-1-4419-9785-2_5
- Piirto, J. (2011). Creativity for 21st Century Skills: How to Embed Creativity Into the Classroom. Department of Education, Ashland University: Sense Publishers. doi:10.1007/978-94-6091-463-8
- Rameshbhai, C. P., Vilasrao, K. P., Dharin, J., Patel, S. I., Shaikh, A. I., & Aparnathi, K. D. (2017). Effect of Intensity of Heating on Qualitative Tests for the Detection of Common Adulterants in Milk. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8), 2864-2871. doi:10.20546/ijcmas.2017.608.342
- Salim, O. (2010). HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry*, 121(2), 561-568. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.047
- Waghvani, B. (2019). Development of Microfluidic Paper Based Analytical Device for Detection of Phosphate in water. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8., 2278-3075.
- Wang, M. (2015). Fabrication of a Paper-Based Microfluidic Device To Readily Determine Nitrite Ion Concentration by Simple Colorimetric Assay. *Journal of Chemical Education*, 92(4), 733-736. doi:10.1021/ed500644m
- Whitesides, G. M. (2007). Patterned paper as a platform for inexpensive, low-volume, portable bioassays. *Angewandte Chemie (International ed. in English)*, 46(8), 1318-1320. doi:10.1002/anie.200603817