การออกแบบกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำสบู่สมุนไพรโดยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

Designing Science Camp Activities on Herbal Soap Making Using STEM Education for Grade 12 Students

สุภาพร กิจวานิชชัย[1] ธนะวัฒน์ วรรณประภา[2] และ นภา ตั้งเตรียมจิตมั่น[1*]

Suphaphorn Kitwanitchai[1], Thanawat Wannaprapha[2] and Napa Tangtreamjitmun[1*]

Received: 18 February 2019, Revised: 16 May 2019, Accepted: 10 June 2019

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำสบู่สมุนไพรด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักเรียนได้ทดลองทำสบู่ขึ้นใช้เอง เป็นการเสริมความรู้ต่อยอดจากการทดลองในหนังสือเรียนมัธยมปลาย วิชาเคมี เรื่อง “ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสน้ำมันหรือไขมันด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์” ซึ่งทำให้ผู้เรียนเห็นประจักษ์ถึงการนำความรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ระยะที่ 2 การออกแบบการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ ระยะที่ 3 ดำเนินการจัดค่ายวิทยาศาสตร์กับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนอาสาสมัครจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวังตะเคียนวิทยาคม จำนวน 63 คน เครื่องมือที่ใช้คือ คู่มือกิจกรรม เรื่อง การทำสบู่สมุนไพร จำนวน 8 กิจกรรม ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของการสอนรายวิชาเคมี ด้านการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 4.42 อยู่ในระดับดี ด้านประโยชน์ที่นักเรียนได้รับ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย 4.53 นักเรียนเกิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอยู่ในระดับดีมาก มีร้อยละผลการประเมิน 92.2

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, สบู่สมุนไพร, กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

---

[1] ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ 169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

[1] Department of Chemistry, Faculty of Science, Burapha University, 169 Bang Saen Beach Road, Saen Suk, Mueang, Chonburi 20131, Thailand.

[2] ภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่ 169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131

[2] Department of Innovation and Educational Technology, Faculty of Education, Burapha University, 169 Bang Saen Beach Road, Saen Suk, Mueang, Chonburi 20131, Thailand.

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): napa@buu.ac.th

ABSTRACT

The objective of this research was to design science camp activities on herbal soap making using Science Technology Engineering Mathematics (STEM) education through the engineering design process. Students were assigned to make their own soap employing fundamental knowledge contained in the high-school chemistry book: "Hydrolysis reaction of oil or fat with sodium hydroxide". Students realized how knowledge from the classroom can be applied in daily life. The methodology was performed in 3 steps: Step 1 - Experiment in a science laboratory, Step 2 - Designing science camp activities, Step 3 - Conducting a science camp. The participants in this research were 63 grade 12 students from Wangtakian Witthayakhom school who volunteered to participate. The research involved 8 activities which took 12 hours to complete. The results showed good effectiveness of chemistry teaching with an average score of 4.42 and the students satisfied with the camp with an average score of 4.53. Students highly acquired the engineering design process with the evaluation result of 92.2 percent.

Key words: STEM education, science camp activities, herbal soap

บทนำ

ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (2560-2579) กำหนดให้มีการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนไทยด้วยการพัฒนาศักยภาพตลอดช่วงชีวิตและยกระดับการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพเท่าเทียมและทั่วถึง ให้สอดคล้องกับโลกเศรษฐกิจสมัยศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นการใช้แรงงานที่มีความรู้มีทักษะ แนวคิด สังเคราะห์ ประยุกต์ใช้เป็น มีจินตนาการ และสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี (วิจารณ์, 2555; พรทิพย์, 2556)

แนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะดังกล่าว คือ สะเต็มศึกษา (STEM Education) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558; สิรินภา, 2558) ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) คณิตศาสตร์ (Mathematics)

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design Process) หรือกระบวนการเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนเข้าใจสาระเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น และเกิดการถ่ายโอนความรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้การเรียนรู้มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถนำมาใช้ได้ในชีวิตจริง (อภิสิทธิ์, 2556)

ปัจจุบันได้มีการตื่นตัวในการนำสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเกือบทุกระดับชั้นของการศึกษาภาคบังคับ โดยในระดับประถมศึกษาได้มีการทำวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา (จำรัส และคณะ, 2558) ส่วนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีตัวอย่างการใช้กิจกรรมสะเต็ม

ศึกษาเพื่อสอนเรื่องระบบร่างกายของมนุษย์ (ภัสสร และคณะ, 2558) เรื่องพลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง (นิตยา, 2559) เรื่องการแยกสาร (อโนดาษ์ และคณะ, 2560) ส่วนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีตัวอย่างการวิจัยการจัดการเรียนการสอนด้วยสะเต็มศึกษา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต (นัสรินทร์, 2558) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีให้แก่นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (พลศักดิ์, 2558)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มาใช้ในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์เรื่อง การทำสบู่สมุนไพร ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเสริมความรู้ต่อยอดจาก “การทดลอง 13.4 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสน้ำมันหรือไขมันด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์” (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2556) ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเห็นประจักษ์ถึงการนำความรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การออกแบบกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำสบู่สมุนไพร โดยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 3 ระยะ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 การทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

วิธีทำสบู่เบื้องต้น

ศึกษาน้ำหนักสบู่ที่น้อยที่สุดที่สามารถเตรียมได้ด้วยวิธีนี้

1. กำหนดปริมาณน้ำมันเป็น 5 กรัม หาปริมาณน้ำ และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ใช้จากโปรแกรม SoapCalc (Botanie Natural Soap, Inc, 2000)

2. ชั่งน้ำมันบัว 5.00 กรัม แล้วเทลงในบีกเกอร์ อุ่นน้ำมันโดยใช้อ่างน้ำวางบนตะเกียงแอลกอฮอล์ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 40-45 องศาเซลเซียส (น้ำมันบัว เป็นน้ำมันสำหรับใช้ในการทอดอาหารจำพวกแป้ง สามารถหาซื้อได้ในตลาดสด)

3. ชั่ง NaOH 0.85 กรัม เทลงในน้ำดื่ม 1.90 กรัม (เป็นน้ำหนักที่ได้จากโปรแกรม Soap Calc) ใช้พายคนจน NaOH ละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิลดลงจนถึง 40-45 องศาเซลเซียส

4. ค่อยๆ เทสารละลาย NaOH ลงในน้ำมัน กวนส่วนผสมนานจนสารผสมที่ได้ค่อนข้างหนืด มีสีขาวขุ่นและเนื้อเนียนดี (ประมาณ 5-20 นาที)

5. เทสบู่ที่ได้ลงในแม่พิมพ์ ตั้งทิ้งไว้จนสบู่จับตัวเป็นก้อนแข็ง จึงเอาออกจากแม่พิมพ์

6. ทำการทดลองเช่นเดียวกันตั้งแต่ ข้อ 1-3 โดยเปลี่ยนปริมาณน้ำมัน เป็น 4 3 2 และ 1 กรัม

เปรียบเทียบวัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์

เตรียมสบู่ 100 กรัม ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น ใช้ฟิวเจอร์บอร์ด กระดาษกล่องสีน้ำตาล กระดาษวาดเขียน กระดาษ A4 ขนาด 120 แกรม และ 160 แกรม ทำแม่พิมพ์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 21 × 30 เซนติเมตร เทสบู่ลงในแม่พิมพ์ ทิ้งไว้ข้ามคืน สังเกตลักษณะสบู่ที่ได้

ทำสบู่จากสารสกัดจากสมุนไพร

ตัวอย่างสมุนไพร

เมล็ดมะรุม อัญชัน แครอท ขมิ้น กระเจี๊ยบแดง ใบเตย ใบมะกรูด ตะไคร้ ใบรางจืด กระชาย เก็บในพื้นที่ตำบลวังตะเคียน และตำบลวังท่าช้าง อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ส่วนอาโวกาโด มะขามป้อม หัวไชเท้า ซื้อจากตลาดสดอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรีศึกษาการสกัดสมุนไพรและนำมาทำสบู่

1. สมุนไพรที่ให้น้ำมัน นำอโวกาโด 75 กรัม ปั่นรวมกับน้ำมันบัว 100 กรัม แล้วนำไปให้ความร้อนเคี่ยวจนน้ำมันใสเป็นเนื้อเดียวกัน กรองน้ำมันที่ได้เพื่อไปทำสบู่ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น

2. สมุนไพรที่ให้สี นำอัญชันและกระเจี๊ยบแดงมาต้มกับน้ำเดือดนาน 10 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง ทิ้งไว้ให้เย็นใช้แทนน้ำในการละลาย NaOH เพื่อทำสบู่ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น

3. สมุนไพรที่ให้กลิ่น นำใบมะกรูด ใบเตยตะไคร้ ที่หั่นแล้วใส่ลงไปทอดในน้ำมันที่ร้อน 60-70 องศาเซลเซียส กรองเอาส่วนน้ำมันมาใช้ทำสบู่ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น

4. สมุนไพรแบบสดมาคั้นน้ำ นำใบรางจืด หัวไชเท้า กระชาย และแครอท มาปั่นรวมกับน้ำ กรองด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายที่ได้มาใช้แทนน้ำในการละลาย NaOH เพื่อทำสบู่ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น

5. สมุนไพรแบบแห้งบดเป็นผง นำผงขมิ้น มะขามป้อมและเมล็ดมะรุม โรยใส่ในเนื้อสบู่ขั้นตอนก่อนจะเทสบู่ลงแม่พิมพ์ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น

ระยะที่ 2 การออกแบบการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

ได้สร้างคู่มือกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำสบู่สมุนไพร และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและหาคุณภาพเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมิน โดยใช้แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) จากนั้นนำเครื่องมือที่ได้รับการประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปราจีนกัลยาณี อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 40 คน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ

ระยะที่ 3 นำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่มีความสมัครใจในการร่วมวิจัย โดยรับสมัครจากนักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียน วังตะเคียนวิทยาคม อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 63 คน

การจัดค่ายและเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อม ก่อนการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

1. ผู้วิจัยส่งหนังสือขออนุญาตผู้ปกครองและขอให้ผู้ปกครองที่ยินยอมให้บุตรหลานของตนเข้าร่วมงานวิจัยลงนามในใบขอความยินยอม

2. นักเรียนจะได้รับการอธิบายเพื่อทบทวนความรู้ของ การทดลอง 13.4 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสน้ำมันหรือไขมันด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

3. นักเรียนจะได้รับคำแนะนำเรื่องข้อควรระวังระหว่างการทำกิจกรรม รวมทั้งขอความช่วยเหลือเบื้องต้นหากเกิดการบาดเจ็บ

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการสอนผ่านกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำสบู่สมุนไพร โดยจัดกลุ่มนักเรียน 12 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เข้าค่าย 2 วัน ระหว่างวันที่ 15-16 ธันวาคม 2561 ณ หอประชุมโรงเรียนวังตะเคียนวิทยาคม อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การทำสบู่สมุนไพร

ผู้วิจัยได้สูตรทำสบู่เบื้องต้นที่ต่อยอดจากการทดลอง 13.4 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสน้ำมันหรือไขมันด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยวิธีนี้ใช้ทำสบู่น้ำหนัก ตั้งแต่ 5 ลงไปถึง 1 กรัม ได้ นักเรียนจะเห็นสบู่เป็นก้อนสีขาวแม้จะทำการทดลองเตรียมสบู่ขึ้นมาแค่ 1 กรัม จากการใช้น้ำมัน 1 กรัม โดยใช้

น้ำมันบัวซึ่งประกอบด้วยน้ำมันจากเนื้อในเมล็ดปาล์ม (Palm Kernel Oil) 50% และน้ำมันมะพร้าว 50% ใช้วิธีทำสบู่แบบเย็น (Cold Process) คือไม่มีการใช้ความร้อนใช้แต่การกวน ซึ่งสูตรที่ใช้มีชนิดและอัตราส่วนของน้ำมันใกล้เคียงกับสูตรที่ 3 ในงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Mabrouk, 2005) ที่ได้นำเสนอวิธีทำสบู่แบบเย็นเป็นกิจกรรมสำหรับนักศึกษาปี 1 ในรายวิชาเคมีอินทรีย์ โดยมีสูตรสบู่ 8 สูตรที่มีชนิดและอัตราส่วนของน้ำมันต่างกัน และใช้เวลาในการกวนประมาณ 5-20 นาทีเช่นเดียวกัน นักเรียนสามารถเตรียมสบู่ 1 กรัม ด้วยวิธีทำสบู่แบบเย็นนี้เปรียบเทียบผลที่ได้กับการทดลอง 13.4 ซึ่งมีการให้ความร้อนและใช้เอทานอล

สำหรับวัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ของสบู่ น้ำหนัก 100 กรัม พบว่ากระดาษ A4 120 และ160 แกรม ฉีกขาดไม่เป็นทรง เนื่องมาจากน้ำที่อยู่ในสบู่ซึมออกมา แต่ฟิวเจอร์บอร์ด กระดาษกล่องสีน้ำตาล และกระดาษวาดเขียน เป็นวัสดุที่หนา แต่ระบายอากาศได้ดี ทำให้สบู่แข็งตัว สามารถแกะออกจากแม่พิมพ์ได้ในเวลาข้ามคืน จึงเหมาะกับกิจกรรมค่าย 2 วัน

ส่วนสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนผสมของสบู่ พบว่าแบบให้น้ำมันซึ่งใช้วิธีปั่นรวมกันกับน้ำมันแล้วนำไปให้ความร้อน จะปลอดภัยกว่าวิธีสกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท ในกิจกรรมทำสบู่อาโวกาโด (Sutheimer *et al*., 2015) สำหรับในคู่มือกิจกรรมได้เลือกใช้แบบผงและ แบบสดมาคั้นน้ำ เพราะมีความสะดวกและปลอดภัยสำหรับนักเรียนในการทำสบู่ไม่ต้องใช้ทั้งความร้อนและตัวทำละลายอินทรีย์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การออกแบบกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำสบู่สมุนไพร มีการสร้างเครื่องมือสำหรับใช้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย

1. คู่มือกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำสบู่สมุนไพร โดยการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จัดทำเป็นรูปเล่ม ขนาด A4 มีจำนวน 8 กิจกรรม ใช้เวลา 12 ชั่วโมง โดยตัวกิจกรรม มีเนื้อหาสะเต็มศึกษารายละเอียดดังในตาราง ที่ 1

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียนระหว่างการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ 2) แบบประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาหลังการจัดกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ 3) แบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 ขอบเขตเนื้อหาสะเต็มศึกษาในกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำสบู่สมุนไพร

กิจกรรม	ขอบเขตเนื้อหาสะเต็มศึกษา				สถานการณ์ที่กำหนดให้
	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	คณิตศาสตร์	
1.โมเลกุลหรรษา 2. ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส 3. แม่พิมพ์แสนสวย 4. สบู่สมุนไพร	- ความรู้เคมีเรื่องไขมันและน้ำมัน - การเกิดพันธะโคเวเลนต์ของธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน	- ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสืบค้นข้อมูล - การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบ	- จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน	- นำความรู้เรื่องการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในการออกแบบแม่พิมพ์สบู่และกล่องบรรจุภัณฑ์สบู่	หนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่งพาดหัวข่าวแนวโน้มเศรษฐกิจของประเทศไทย มีค่าครองชีพสูง รายได้จากงานประจำไม่เพียงพอในการดำรงชีพ จึงมีการทำอาชีพเสริมเพื่อเพิ่มรายได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิจกรรม	ขอบเขตเนื้อหาสะเต็มศึกษา				สถานการณ์ที่กำหนดให้
	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	คณิตศาสตร์	
5. การออกแบบบรรจุภัณฑ์ 6. ต้นทุน-กำไร 7. ทดสอบสมบัติสบู่สมุนไพร 8. นำเสนอผลการทดลอง	- ปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชัน ในการเตรียมสบู่			- คำนวณต้นทุนกำไร	นักเรียนเป็นสมาชิกชมรมเคมี จึงคิดที่จะผลิตสบู่สมุนไพรโดยสร้างยี่ห้อสบู่เป็นของตนเอง

ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าคู่มือมีความถูกต้องของเนื้อหา และแบบประเมินนำมาใช้เฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย 0.67 และ 1

ผลประเมินประสิทธิภาพของการสอน

กิจกรรมสบู่สมุนไพรได้ใช้วิธีการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนการสอนซึ่งสามารถประเมินผลได้ตลอดช่วงเวลาของกิจกรรมโดยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน หรือประเมินหลังกิจกรรมโดยพิจารณาจาก บันทึกผลการทดลอง ใบกิจกรรม ตัวชิ้นงาน รายงาน การสัมภาษณ์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแบบประเมิน 3 แบบดังในข้อ3 โดยผลการประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียนระหว่างการจัดกิจกรรม พบว่า ร้อยละจำนวนกลุ่มที่ปฏิบัติตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 5 ขั้น คือ 95 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจากการสังเกตผู้เรียนในระหว่างการทำกิจกรรม

ข้อ	ขั้นตอนที่ประเมิน	จำนวนกลุ่มที่ปฏิบัติ	ร้อยละ
1.	ระบุปัญหา		
1.1	มีการระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	12	100
1.2	มีการระบุเงื่อนไขและข้อกำหนดของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด	11	91
2.	ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง		
2.1	ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำสบู่สมุนไพร	12	100
2.2	ทำการทดลองเพื่อค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการทำสบู่สมุนไพร	10	83
2.3	นำเสนอหรืออภิปรายข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและทดลองว่าสามารถนำมาประยุกต์ในกิจกรรมการทำสบู่สมุนไพรได้อย่างไร	12	100

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นตอนที่ประเมิน	จำนวนกลุ่มที่ปฏิบัติ	ร้อยละ
2.4	นำเสนอหรืออภิปรายวิธีการเกี่ยวกับการทำสบู่สมุนไพรแนวคิด และเลือกวิธีการที่ดีที่สุดตามความเห็นของกลุ่ม	12	100
2.5	แนวคิดที่เลือกสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินการทำกิจกรรม	10	83
3.	วางแผนและพัฒนา		
3.1	ร่างแบบการทำสบู่สมุนไพร	12	100
3.2	ระบุวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ได้ถูกต้อง	12	100
3.3	ทำสบู่สมุนไพรตามที่ได้ออกแบบ	10	83
4.	ทดสอบและประเมินผล		
4.1	สบู่สมุนไพรที่ทำได้สามารถนำไปใช้งานได้จริง	12	100
4.2	ในกรณีที่สบู่สมุนไพรที่ทำไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง นักเรียนมีวิธีการแก้ไข ปรับปรุงอย่างไร	12	100
5.	นำเสนอผลลัพธ์		
5.1	นำเสนอแนวคิดวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการทำสบู่สมุนไพร	12	100
	เฉลี่ย		**95**

ในด้านคุณภาพกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียน ได้ทำการประเมินหลังเรียนจากใบกิจกรรมและประเมินระหว่างเรียนจากการนำเสนอ ได้ผลในระดับดีมาก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลประเมินกระบวนการออกแบบวิศวกรรม จากใบบันทึกกิจกรรม และการนำเสนอ

ด้านที่ประเมิน	x±sd	ร้อยละ	ระดับ
ระบุปัญหา	2.8±0.4	94.4	ดีมาก
ค้นหาแนวคิด	2.8±0.4	91.7	ดีมาก
วางแผนพัฒนา	2.8±0.5	91.7	ดีมาก
ทดสอบสมบัติสบู่	2.5±0.5	83.3	ดีมาก
นำเสนอผลลัพธ์	3.0±0.0	100	ดีมาก
เฉลี่ย	2.8±0.4	92.2	ดีมาก

หมายเหตุ เกณฑ์คะแนน 0 = ไม่เขียนตอบ 1 = เขียนตอบแต่ผิด 2 = ตอบถูกบางส่วน 3 = ตอบถูกต้องหมด

สำหรับการประเมินจากชิ้นงาน สบู่สมุนไพร ที่นักเรียนทำขึ้นมา จะพบว่า มี 2 กลุ่ม ที่เมื่อแกะสบู่ออกจากพิมพ์ สบู่ไม่เป็นก้อนแข็งจับแล้วเละ มีปริมาณน้ำมันเหลือด้านบน อาจเนื่องมาจากการชั่งน้ำมันเกิน หรือมาจากการกวนที่ไม่สม่ำเสมอ ปฏิกิริยาอาจเกิดไม่สมบูรณ์ นักเรียนไม่สามารถนำข้อผิดพลาดกลับมาแก้ไขชิ้นงานใหม่ได้ เพราะเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลา 2 วันต่อเนื่องกัน แต่นักเรียนสามารถนำชิ้นงานกลับบ้านและทิ้งไว้ เมื่อเวลาผ่านไปเป็นสัปดาห์ปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์ สบู่จะแข็งตัวขึ้นเพราะน้ำจะระเหยไป และสบู่จะมีพีเอชลดลง เพราะการทิ้งสบู่ไว้ให้สัมผัสกับอากาศหรือการกวน จะทำให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศได้โซเดียมคาร์บอเนตที่มีพีเอชต่ำกว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังสมการ (Mabrouk, 2005)

$2\ NaOH\ (aq) + CO_2\ (g) \longrightarrow Na_2CO_3\ (s) + H_2O\ (l)$

เมื่อพิจารณาถึงผลทดสอบพีเอชของสบู่ที่ได้ พบว่ามี 5 กลุ่ม (รวมสองกลุ่มที่สบู่ไม่แข็งตัว) ที่ได้พีเอช 10 ส่วนอีก 7 กลุ่มที่เหลือได้พีเอช 9 เป็นไปตามหลักเกณฑ์เฉพาะในการตรวจสอบเพื่ออนุญาตสำหรับผลิตภัณฑ์สบู่ถูตัว มาตรฐานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 29-2545

นอกจากการสังเกตนักเรียนระหว่างการทำกิจกรรมแล้ว ผู้วิจัยยังได้สอบถามนักเรียนแต่ละกลุ่มหลังจากทำกิจกรรมเสร็จแล้ว โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ พบว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ขั้นตอนการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังจะเห็นได้จากบันทึกคำพูดจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

"...หนูคิดว่าการเรียนวิชาเคมีไม่น่าเบื่อ ได้ทำชิ้นงานที่ทำจากการได้เรียนหลายๆ วิชา..." (กลุ่ม 3)

"...หนูชอบการสอนแบบนี้ค่ะครู ทำให้รู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ยาก สามารถนำเอาวิชาคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ มาใช้ด้วยกันได้..." (กลุ่ม 4)

"...ผมชอบนะครู ได้ทำงานร่วมกับเพื่อนๆ ได้ช่วยกันแก้ปัญหา สร้างชิ้นงาน..." (กลุ่ม 9)

"...ทำให้ผมเป็นนักวางแผน ไม่อย่างนั้น เวลาแค่นี้คงทำไม่ทันเวลาแน่ๆ ..." (กลุ่ม 4)

สำหรับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ นักเรียนเป็นผู้ตอบแบบประเมินหลังเสร็จกิจกรรมค่าย โดยเป็นการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อตัวกิจกรรม จัดเป็นประสิทธิภาพของการสอนรายวิชาเคมี ด้านการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 4.42 อยู่ในระดับดี และประเมินประโยชน์ที่นักเรียนได้รับจากการร่วมกิจกรรม โดยรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.53 และยังพบว่านักเรียนมีความสนุกกับการทำงานร่วมกันเป็นทีม โดยผู้วิจัยได้เก็บภาพระหว่างกิจกรรมบางส่วนมาแสดง ดังในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 ตัวอย่างกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

สรุป

กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำสบู่สมุนไพรที่ออกแบบขึ้นมานี้ สามารถใช้เป็นแนวทางกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาเคมี เพื่อเป็นการนำร่องการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิศวกรรมและกระบวนการทางเทคโนโลยี มาผนวกเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มอย่างอิสระ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์ เกิดเป็นความรู้ ความเข้าใจ และมีความสามัคคีทำงานเป็นทีม ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 (Vasquez *et al*., 2013)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัยตามโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) และได้รับการสนับสนุนจากหน่วยบริการนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (SIF-IN-620574)

เอกสารอ้างอิง

จำรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒผล, วิชัย วงษ์ใหญ่ และ ศรีสมร พุ่มสะอาด. 2558. การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. **วารสารอิเล็กทรอนิกส์ Veridian มหาวิทยาลัยศิลปากร (มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ)** 8(1): 61-74.

นัสรินทร์ บือซา. 2558. ผลจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิตยา ภูผาบาง. 2559. การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. 2556. STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. **วารสารนักบริหาร** 33(2): 49-56.

พลศักดิ์ แสงพรมศรี. 2558. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย, มหาสารคาม.

ภัสสร ติดมา, มลิวรรณ นาคขุนทด และ สิรินภา กิจเกื้อกูล. 2558. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. **วารสารราชพฤกษ์** 13(3): 71-76.

วิจารณ์ พานิช. 2555. **วิถีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21.** มูลนิธิสดศรี สฤษดิ์วงษ์, กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. 2556. **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6.** คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557. **คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา.** สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558. **มาตรฐานสะเต็มศึกษา.** ซัคเซสพับลิเคชัน, กรุงเทพฯ.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. 2558. สะเต็มศึกษา. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร** 17(2): 28-38.

อโนดาษ์ รัชเวทย์, ฐิชินีปกรณ์ สมแก้ว และ ปภาวี อุปธิ. 2560. การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนการสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง การแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น** 11(3): 226-238.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. 2556. เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไร ในสะเต็มศึกษา. **วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)** 42(185): 35-37.

Botanie Natural Soap, Inc. 2000. **Recipe Calculator for Soap Making.** Available Source: http://soapcalc.net/calc/SoapCalcWP.asp, May 27, 2018.

Mabrouk, S.T. 2005. Making Usable, Quality Opaque or Transparent Soap. **Journal of Chemical Education** 82(10): 1534-1537.

Sutheimer, S., Caster, J.M. and Smith S.H. 2015. Green Soap: An Extraction and Saponification of Avocado Oil. **Journal of Chemical Education** 92(10): 1763-1765.

Vasquez, J.A., Sneider, C. and Comer, M. 2013. **STEM Lesson Essentials: Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics.** Heinemann, New Hampshire.