

การออกแบบกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำสบู่สมุนไพรโดยการ จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

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

สุภาพร กิจวานิชชัย¹ ธนะวัฒน์ วรรณประภา² และ นภา ตั้งเตรียมจิตมัน^{1*}

Suphaphorn Kitwanitchai¹, Thanawat Wannaprapha² and Napa Tangtreamjitmun^{1*}

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

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำสบู่สมุนไพรด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักเรียนได้ทดลองทำสบู่ขึ้นใช้เองเป็นการเสริมความรู้ต่อยอดจากการทดลองในหนังสือเรียนมัธยมปลาย วิชาเคมี เรื่อง “ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสไขมันหรือไขมันด้วยไฮดรอกไซด์” 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 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการสอนรายวิชาเคมี 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 มิติดนาร และสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ได้ด้วยตนเอง ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี (วิจารณ์, 2555; พรทิพย์, 2556)

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

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ 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 (อโนดาห์ และคณะ, 2560) ส่วนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีตัวอย่างการวิจัยการจัดการเรียนการสอนด้วยสะเต็มศึกษา เรื่องการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต (นัสรินทร์, 2558) เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีให้แก่นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (พลศักดิ์, 2558)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มาใช้ในการจัดค่ายวิทยาศาสตร์เรื่อง การทำสบู่สมุนไพร ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเสริมความรู้ต่อยอดจาก “การทดลอง 13.4 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส น้ำมันหรือไขมันด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์” (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) ที่ได้จากโปรแกรม SoapCalc (Botanie Natural Soap, Inc, 2000)

2. ชั่งน้ำมันบัว 5.00 กรัม แล้วเทลงในปิกเกอร์ 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 ลงในน้ำมันกวนส่วนผสมนานจนสารผสมที่ได้ค่อนข้างหนืด 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 ส่วนอาโวคาโด มะขามป้อม หัวไชเท้า ซื้อจากตลาดสดอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ศึกษาการสกัดสมุนไพรและนำมาทำสบู่

1. สมุนไพรที่ให้น้ำมัน นำโอคาโด 75 กรัม ปั่นรวมกับน้ำมันบัว 100 กรัม แล้วนำไปให้ความร้อน ด้วยจนน้ำมันใสเป็นเนื้อเดียวกัน กรองน้ำมันที่ได้ เพื่อไปทำสบู่ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น

2. สมุนไพรที่ให้สี นำอัญชันและกระเจี๊ยบแดง มาต้มกับน้ำเดือดนาน 10 นาที กรองด้วยผ้าขาวบาง ทิ้งไว้ให้เย็นใช้แทนน้ำในการละลาย NaOH เพื่อทำ สบู่ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น

3. สมุนไพรที่ให้กลิ่น นำใบมะกรูด ใบเตย ตะไคร้ ที่หั่นแล้วใส่ลงไปทอดในน้ำมันที่ร้อน 60-70 องศาเซลเซียส กรองเอาส่วนน้ำมันมาใช้ทำสบู่ตาม วิธีทำสบู่เบื้องต้น

4. สมุนไพรแบบสดมาคั้นน้ำ นำใบรางจืด หัวไชเท้า กระชาย และแครอท มาปั่นรวมกับน้ำ กรองด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายที่ได้มาใช้แทนน้ำ ในการละลาย NaOH เพื่อทำสบู่ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น

5. สมุนไพรแบบแห้งบดเป็นผง นำผงขมิ้น มะขามป้อมและเมล็ดมะรุม โรยใส่ในเนื้อสบู่ชั้นตอน ก่อนจะเทสบู่ลงแม่พิมพ์ตามวิธีทำสบู่เบื้องต้น

ระยะที่ 2 การออกแบบการจัดกิจกรรมค่าย วิทยาศาสตร์

ได้สร้างคู่มือกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำสบู่สมุนไพร และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการ เก็บรวบรวมข้อมูลและหาคุณภาพเครื่องมือที่สร้าง ขึ้นโดยส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมิน โดยใช้ แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) จากนั้นนำเครื่องมือที่ได้รับการ ประเมินไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนปราจีนกัลยาณี อำเภอเมือง จังหวัด ปราจีนบุรี จำนวน 40 คน เพื่อหาคุณภาพของ เครื่องมือ

ระยะที่ 3 นำกิจกรรมการเรียนรู้ค่ายวิทยาศาสตร์ไป ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่มีความสนใจในการร่วมวิจัย โดยรับ สมัครจากนักเรียนชั้นระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้องเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 โรงเรียน วัดตะเคียนวิทยาคม อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 63 คน

การจัดค่ายและเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อม ก่อนการจัด กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์

1. ผู้วิจัยส่งหนังสือขออนุญาตผู้ปกครองและ ขอให้ผู้ปกครองที่ยินยอมให้บุตรหลานของตนเข้าร่วมงานวิจัยลงนามในใบขอความยินยอม

2. นักเรียนจะได้รับการอธิบายเพื่อทบทวนความรู้ ของ การทดลอง 13.4 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสไขมันหรือ ไขมันด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

3. นักเรียนจะได้รับคำแนะนำเรื่องข้อควรระวัง ระหว่างการทำกิจกรรม รวมทั้งขอความช่วยเหลือ เบื้องต้นหากเกิดการบาดเจ็บ

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการสอนผ่านกิจกรรมค่าย วิทยาศาสตร์ เรื่องการทำสบู่สมุนไพร โดยจัดกลุ่ม นักเรียน 12 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เข้าค่าย 2 วัน ระหว่างวันที่ 15-16 ธันวาคม 2561 ณ หอประชุม โรงเรียนวัดตะเคียนวิทยาคม อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

การทำสบู่สมุนไพร

ผู้วิจัยได้สูตรทำสบู่เบื้องต้นที่ต่อยอดจาก การทดลอง 13.4 ปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสไขมันหรือ ไขมันด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยวิธีนี้ใช้ทำสบู่ น้ำหนัก ตั้งแต่ 5 ลงไปถึง 1 กรัม ได้ นักเรียนจะเห็น สบู่เป็นก้อนสีขาวแม้จะทำการทดลองเตรียมสบู่ ขึ้นมาแล้ว 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 ด้วยวิธีทำสบู่แบบเย็นนี้เปรียบเทียบกับผลที่ได้กับการทดลอง 13.4 ซึ่งมีการให้ความร้อนและใช้เอทานอล

สำหรับวัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ของสบู่ น้ำหนัก 100 กรัม พบว่ากระดาษ A4 120 และ 160 แกรม นิยชาดไม่เป็นทรง เนื่องมาจากน้ำที่อยู่ในสบู่ซึมออกมาแต่ฟิวเจอร์บอร์ด กระดาษกล่องสีน้ำตาล และกระดาษวาดเขียน เป็นวัสดุที่หนา แต่ระบายอากาศได้ดี ทำให้สบู่แข็งตัว สามารถแกะออกจากแม่พิมพ์ได้ในเวลาข้ามคืน จึงเหมาะกับกิจกรรมค่าย 2 วัน

ส่วนสมุนไพรที่ใช้เป็นส่วนผสมของสบู่พบว่าแบบให้น้ำมันซึ่งใช้วิธีปั่นรวมกันกับน้ำมันแล้วนำไปให้ความร้อน จะปลอดภัยกว่าวิธีสกัดด้วย

ตัวทำละลายเอทิลอะซิเตท ในกิจกรรมทำสบู่อาโวคาโด (Sutheimer *et al.*, 2015) สำหรับในคู่มือกิจกรรมได้เลือกใช้แบบผงและ แบบสดมาคั้นน้ำ เพราะมีความสะดวกและปลอดภัยสำหรับนักเรียนในการทำสบู่ไม่ต้องใช้ทั้งความร้อนและตัวทำละลายอินทรีย์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การออกแบบกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่องการทำสบู่สมุนไพร 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. โมเลกุล หรรษา	- ความรู้เคมีเรื่องไขมันและน้ำมัน	- ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสืบค้นข้อมูล	- จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการ	- นำความรู้เรื่องการวัดและ	หนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่ง
2. ปฏิกริยา ไฮโดรลิซิส	- การเกิดพันธะโคเวเลนต์ของ	- การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับ	ออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่	เราคิดไปใช้	เศรษฐกิจของประเทศ
3. แม่พิมพ์แสนสวย	ธาตุคาร์บอนไฮโดรเจน และ	รูปทรงของบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบ	ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน	แม่พิมพ์สบู่และกล่องบรรจุภัณฑ์	รายได้จากงานประจำ
4. สบู่สมุนไพร	ออกซิเจน			สบู่	ไม่เพียงพอในการดำรงชีพ จึงมีการทำอาชีพเสริมเพื่อเพิ่มรายได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

กิจกรรม	ขอบเขตเนื้อหาเพิ่มเติมศึกษา				สถานการณ์ที่กำหนดให้
	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรมศาสตร์	คณิตศาสตร์	
5. การออกแบบ บรรจุภัณฑ์	- ปฏิบัติสาธต นิพจน์ ในการ เตรียมสบู			- คำนวณต้นทุน กำไร	นักเรียนเป็นสมาชิก ชมรมเคมี จึงคิดที่จะ ผลิตสบู่สมุนไพรโดย สร้างยี่ห้อสบูเป็นของ ตนเอง
6. ต้นทุน-กำไร					
7. ทดสอบ สมบัติสบู่ สมุนไพร					
8. นำเสนอผล การทดลอง					

ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือโดย
ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าคู่มือมีความถูกต้องของ
เนื้อหา และแบบประเมินนำมาใช้เฉพาะข้อที่มีค่า
ดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย 0.67 และ 1

ผลประเมินประสิทธิภาพของการสอน

กิจกรรมสบู่สมุนไพรได้ใช้วิธีการออกแบบ
เชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนการสอนซึ่งสามารถ
ประเมินผลได้ตลอดช่วงเวลาของกิจกรรมโดยการ
สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน หรือประเมินหลังกิจกรรม

โดยพิจารณาจาก บันทึกผลการทดลอง ใบกิจกรรม ตัว
ชี้งาน รายงาน การสัมภาษณ์ (สถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ดังนั้นผู้วิจัย
ได้มีแบบประเมิน 3 แบบดังในข้อ 3 โดยผลการประเมิน
กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน
ระหว่างการจัดกิจกรรม พบว่า ร้อยละจำนวนกลุ่มที่
ปฏิบัติตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 5 ขั้นตอน
คือ 95 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมจากการสังเกตผู้เรียนในระหว่างการทำกิจกรรม

ข้อ	ขั้นตอนที่ประเมิน	จำนวนกลุ่ม ที่ปฏิบัติ	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	นำเสนอหรืออภิปรายข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและทดลองว่าสามารถนำมา ประยุกต์ในกิจกรรมการทำสบู่สมุนไพรได้อย่างไร	12	100

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อ	ขั้นตอนที่ประเมิน	จำนวนกลุ่ม ที่ปฏิบัติ	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 ได้ทำการประเมินหลังเรียนจากใบกิจกรรมและประเมินระหว่างเรียนจากการนำเสนอได้ผลในระดับดีมาก 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 กลุ่มที่เมื่อแกะสบู่ออกจากพิมพ์ สบู่ไม่เป็นก้อนแข็งจับแล้วละลาย มีปริมาณน้ำมันเหลือด้านบน อาจเนื่องมาจากการซังน้ำมันเกิน หรือมาจากการกวนที่ไม่สม่ำเสมอ ปฏิกริยาอาจเกิดไม่สมบูรณ์ นักเรียนไม่สามารถนำข้อผิดพลาดกลับมาแก้ไขชิ้นงานใหม่ได้ เพราะเป็นกิจกรรมที่ใช้เวลา 2 วันต่อเนื่องกัน แต่นักเรียนสามารถนำชิ้นงานกลับบ้านและทิ้งไว้เมื่อเวลาผ่านไปเป็นสัปดาห์ปฏิกริยาเกิดสมบูรณ์ สบู่จะแข็งตัวขึ้นเพราะน้ำจะระเหยไป และสบู่จะมีฟิเอชลดลง เพราะการทิ้งสบู่ไว้ให้สัมผัสกับอากาศหรือการกวน จะทำให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศได้โซเดียมคาร์บอเนตที่มีฟิเอชต่ำกว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์ ดังสมการ (Mabrouk, 2005)

สรุป

กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เรื่อง การทำสบู่สมุนไพรที่ออกแบบขึ้นมานี้ สามารถใช้เป็นแนวทางกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาเคมี เพื่อเป็นการนำร่องการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิศวกรรมและกระบวนการทางเทคโนโลยี มาผนวกเข้ากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่มอย่างอิสระ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสพการณ์ เกิดเป็นความรู้ ความเข้าใจ และมีความสามัคคีทำงานเป็นทีม ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 (Vasquez *et al.*, 2013)

กิตติกรรมประกาศ

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

เอกสารอ้างอิง

จรัส อินทลาภาพร, มารุต พัฒนา, วิชัย วงษ์ใหญ่ และ ศรีสมร พุ่มสะอาด. 2558. การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ Veridian

มหาวิทยาลัยศิลปากร (มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ) 8(1): 61-74.

นัสรินทร์ ปือชา. 2558. ผลจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิตยา ภูผาบาง. 2559. การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา.

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

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. 2558. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ภัตสร ดิดมา, มลิวรรณ นาคขุนทด และ สิริณภา กิจเกื้อกูล. 2558. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารราชพฤกษ์ 13(3): 71-76.

- วิจารณ์ พานิช. 2555. **วิธีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. 2556. **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6**. กรุงเทพมหานคร, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557. **คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา**. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558. **มาตรฐานสะเต็มศึกษา**. ชักเชสพับลิเคชัน, กรุงเทพฯ.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. 2558. สะเต็มศึกษา. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร** 17(2): 28-38.
- อโนดาต รัชเวทย์, จุฑินิปรณ์ สมแก้ว และ ปภาวี อุปธิ. 2560. การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 โดยชุดการเรียนรู้การสอนตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องการแยกสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทอร์น** 11(3): 226-238.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. 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.