

การใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

USING A STEM EDUCATION TEACHING MODEL ON THE PRODUCTION
OF BIOCHAR FROM DRY LEAVES TO PROMOTE ACHIEVEMENT
AND SATISFACTION IN SCIENCE LEARNING
OF MATHAYOM 1 STUDENTS

วุฒิชัย ไบตัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2567

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตด้านชีวภาพ จากใบไม้แห้งเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการ เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัย

วุฒิชัย ไบตัน

สาขาวิชา

การสอนวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์


อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

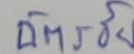
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เกรืออินทร์

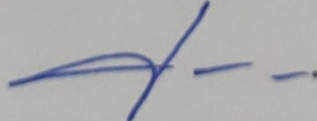
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

อาจารย์ ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์

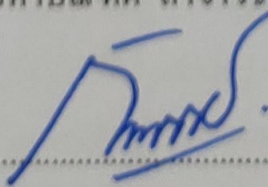
คณะกรรมการสอบ


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุทธิดา จำรัส)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉัตรชัย เกรืออินทร์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ทัตพร คุณประดิษฐ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาคามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์)

วันที่ 12 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2567

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

หัวข้อวิทยานิพนธ์ : การใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ผู้วิจัย : วุฒิชัย ไบตัน

สาขาวิชา : การสอนวิทยาศาสตร์

กลุ่มวิชา : วิทยาศาสตร์ทั่วไป

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

: อาจารย์ ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง โดยได้แบ่งการศึกษาออก 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็ม ส่วนที่สองเป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง และส่วนที่สามเป็นการศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง ผลการศึกษา พบว่าการวิเคราะห์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง โดยการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียน ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ระดับความพึงพอใจของนักเรียน

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ
สะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$,
S.D.= 0.075) จากการศึกษาสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา
วิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง
ให้แก่นักเรียนในปีถัดไปได้ และสามารถนำแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจาก
ใบไม้แห้งมาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้

คำสำคัญ : การสอนแบบสะเต็มศึกษา, การผลิตถ่านชีวภาพ, กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์



The Title : Using A Stem Education Teaching Model on The Production of Biochar from Dry Leaves to Promote Achievement and Satisfaction in Science Learning of Mathayom 1 Students

The Author : Wuttichai Baiton

Program : Science Teaching

Study Field : General Science

Thesis Advisors

: Assistant Professor Dr.Chatchai Kruea-in Advisor

: Dr.Tatporn Kunpradid Co – advisor

ABSTRACT

The purpose of this research was use a STEM teaching model to study the production of biochar from dry leaves, to study and compare the results of the science learning process of Mathayom 1 students before and after using the STEM teaching model on the subject of the production of biochar from dry leaves, to promote the science learning process of Mathayom 1 students, and to study the satisfaction of Mathayom 1 students with the science learning process using the STEM teaching model on the production of biochar from dry leaves. The study was divided into three parts. The first part was a study of organizing science learning activities for Mathayom 1 students using a STEM teaching model. The second part is a study of academic achievement using a STEM teaching model on the production of biochar from dry leaves. And the third part is a study of the level of satisfaction of Mathayom 1 students with the science learning process using the STEM teaching model on the production of biochar from dry leaves. The results of the achievement after study was significantly higher than before study at the .05 level. It was found that the level of satisfaction of Mathayom 1 students with the science learning process using the STEM teaching model on the subject of the production of biochar from dry leaves overall was at a high level ($\bar{x} = 4.06$, S.D. = 0.075). The results of the study can be used for teaching and learning in science subjects. Using a STEM teaching model, study the subject of the production of

biochar from dry leaves, which can be given to students in the next year. We can also implement science teaching plans for Mathayom 1 students using a STEM teaching model on the production of biochar from dry leaves. It can be used as a guideline for developing the academic achievement of Mathayom 1 students in the science subject.

Keywords : STEM Teaching, Biochar Production, Scientific Learning Process



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากการสนับสนุน และได้รับความช่วยเหลือแนะนำอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์ ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และรองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิดา จำรัส ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำวิจัย จนการวิจัยนี้ สำเร็จเรียบร้อยด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ทั้งนี้ ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณทางมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ที่เปิดโอกาสให้ได้ศึกษา ในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมทั้งบุคลากรทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจอันสำคัญ และให้การสนับสนุนผู้วิจัยในการศึกษา ผู้วิจัยตระหนักและซาบซึ้งในความรัก ความห่วงใยจาก ทุก ๆ ท่านเป็นอย่างยิ่ง คุณประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ ให้แก่คณาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา จนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง และ ขอมอบความกตัญญู กตเวทิตาคุณ แด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้ เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

วุฒิชัย ไบตัน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	๗
ABSTRACT	๘
กิตติกรรมประกาศ	๙
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง	๙
สารบัญภาพ	๑๑
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย	3
สมมติฐานการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดการวิจัย	6
2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	7
หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	
พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สำหรับชั้นมัธยมศึกษา	
ปีที่ 1	7
การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	12
ถ่านชีวภาพ	19
แผนการจัดการเรียนรู้	21
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	27
ความพึงพอใจของผู้เรียน	40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44

สารบัญ (ต่อ)

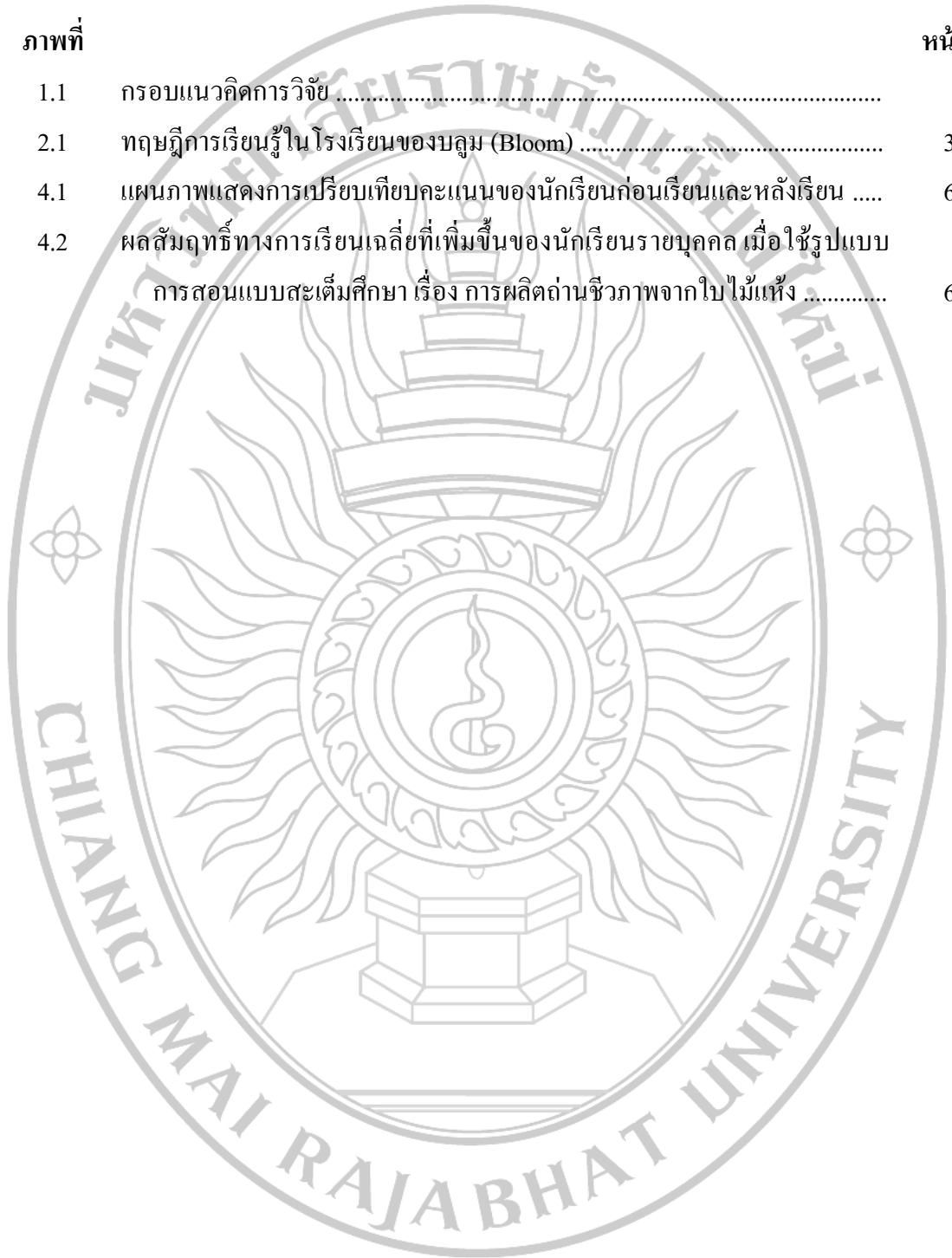
บทที่	หน้า
3	วิธีดำเนินการวิจัย
	กลุ่มเป้าหมาย
	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
	การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
	วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
	การวิเคราะห์ข้อมูล
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
5	สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ
	สรุปผลการวิจัย
	อภิปรายผล
	ข้อเสนอแนะ
บรรณานุกรม	71
ภาคผนวก	76
	ภาคผนวก ก แผนการจัดการเรียนรู้
	ภาคผนวก ข แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องมือ
	ภาคผนวก ค แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สิ่งแวดล้อมและพลังงานชีวมวล
	ภาคผนวก ง ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน
ประวัติผู้วิจัย	152

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	11
2.2	ตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	12
3.1	เกณฑ์การประเมินผลค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนการสอน	54
3.2	ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของแผนการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง	54
3.3	รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา	56
3.4	เกณฑ์การประเมินผลค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน	57
4.1	ค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง	62
4.2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง	63

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	6
2.1	ทฤษฎีการเรียนรู้ใน โรงเรียนของบลูม (Bloom)	39
4.1	แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	61
4.2	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคล เมื่อใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง	62



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ด้วยสถานการณ์ปัญหาหมอกพิษทางอากาศจากค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM 2.5) ที่สูงเกินมาตรฐานอย่างต่อเนื่องในประเทศไทย โดยมีแนวโน้มว่าจะมีความแห้งแล้งและเข้าสู่เอลนีโญ (El Nino) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะปัญหาหมอกพิษทางอากาศ โดยเฉพาะในช่วงเดือนธันวาคมถึงเมษายนของทุกปี ที่มีห่อหมกความกดอากาศสูง สภาพอากาศปิดและเข้าสู่ช่วงฤดูแล้ง ส่งผลต่อการหมุนเวียนและกระจายตัวของอากาศ ทำให้เกิดมลพิษจากฝุ่นละอองเกิดการสะสมในอากาศปกคลุมพื้นที่ต่าง ๆ จากการแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM 2.5) ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคเหนือ จากการเผาในที่โล่งและพื้นที่เกษตร ทั้งการเผาขยะ เผาเศษใบไม้ วัชพืช และการเผาเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำเกษตรกรรม ซึ่งเป็นการกระทำผิดกฎหมายตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการลดภาวะโลกร้อนและแก้ไขปัญหาหมอกพิษทางอากาศของประเทศ (สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2563)

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้หน่วยงานภาครัฐได้มีแนวทางการแก้ไขปัญหา โดยการส่งเสริมให้นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นเชื้อเพลิง ชีวมวลอัดแท่ง เช่น ทางมะพร้าว เปลือกทุเรียน ต้นไมยราบยักษ์ ชังและเปลือกข้าวโพด เป็นต้น ซึ่งถ่านชีวภาพ หรือไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากชีวมวล หรือสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้จากธรรมชาติ หรือวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ หญ้า ฟางข้าว เหง้ามันสำปะหลัง ชังและต้นข้าวโพด มูลสัตว์ กากตะกอนของเสีย เป็นต้น แม้กระทั่งมูลสัตว์ นำมาผ่านกระบวนการเผาไหม้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและอากาศ หรือจำกัดอากาศให้เข้าไปเผาไหม้น้อยที่สุด ซึ่งกระบวนการเผาไหม้นี้ เรียกว่า “การแยกสลายด้วยความร้อนหรือกระบวนการไพโรไลซิส” ในสถานะที่ไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อยมาก

การจัดเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนง ทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้าง และพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบันการเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทาง

เทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาในโลกอนาคตได้อย่างแท้จริง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 เป็นแนวทางให้ผู้เรียนและผู้สอนได้เรียนรู้ร่วมกัน ในภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน ผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้โดยวิธีที่หลากหลาย และเน้นการใช้วิธีที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรใช้สื่อต่าง ๆ และการลงมือปฏิบัติให้มากกว่าวิธีบรรยาย นอกจากนี้ผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง สามารถค้นคว้าหาความรู้ที่มีระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการบูรณาการเข้ากับสาระการเรียนรู้วิชาอื่น ๆ และเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาและหลักสูตรที่ผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้มีกระบวนการและวิธีที่หลากหลาย มีความน่าสนใจมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้แบบบูรณาการ สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะดังกล่าวได้นั้น แนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน คือ สะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ (โรสลินา อนันตบุญดวงศ์, 2562)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เหล่านี้เข้าด้วยกันผ่านกิจกรรม หรือ โครงการที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อฝึกประสบการณ์และให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี อีกทั้งยังสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนง รวมทั้งทักษะการคิด และทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการสร้างนวัตกรรมและพัฒนาความคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างแท้จริง ผู้เรียนที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางสะเต็มศึกษาจะสามารถตอบคำถาม และสามารถสำรวจตรวจสอบ ในประเด็นข้อสงสัยต่าง ๆ และพัฒนาไปสู่การแก้ปัญหาที่ท้าทาย หรือแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น มีคุณสมบัติของการเป็นนักคิด คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล และขณะเดียวกันสามารถเป็นผู้ที่มีความรอบรู้ทางเทคโนโลยี ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา จึงเหมาะกับการนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ฐิติวรดา พลเยี่ยม, 2561)

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการวิทยาศาสตร์ที่สามารถบูรณาการความรู้ได้ในหลาย ๆ ด้าน เข้าด้วยกัน ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยได้สนใจศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ในการพัฒนานักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนบ้านห้วยคอกหมู เนื่องจากชุมชนบริเวณโดยรอบโรงเรียนเป็นแหล่งพื้นที่ที่มีใบไม้แห้งเป็นจำนวนมาก ซึ่งโดยทั่วไปจะกำจัดโดยการเผา อันเป็นการก่อให้เกิดมลพิษ หมอกควัน สิ่งแวดล้อม

และปัญหาสุขภาพของผู้อยู่อาศัยบริเวณนั้น จากปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชน สามารถนำมาสอดคล้องแทรก
จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้แก่แก่นักเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้ รวมถึงการจัดทำกิจกรรม
การผลิตถ่านจากเศษใบไม้แห้งที่มีอยู่มากในชุมชน เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน และยังเป็น
การช่วยลดการกำจัดใบไม้ด้วยวิธีการเผา ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงได้จัดกิจกรรมการเรียน
การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง
เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบัน เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนานักเรียนให้สามารถ
เชื่อมโยงความรู้เพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในด้านวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี ได้ลงมือปฏิบัติจริง ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการในการคิดแก้ปัญหา
คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และผลิตชิ้นงานอย่างเป็นอิสระ สามารถแก้ปัญหาจากการเรียนรู้
ผ่านปัญหาที่พบ และต้องแก้ไข จนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 อย่างมีประสิทธิภาพได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่าน
ชีวภาพจากใบไม้แห้ง
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการ
เรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจาก
ใบไม้แห้ง

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์จากกระบวนการเรียนรู้ทาง
วิทยาศาสตร์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง
การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

3. ครูในโรงเรียนบ้านห้วยคอกหมูได้แนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

4. โรงเรียนบ้านห้วยคอกหมูได้แนวทางกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

สมมติฐานการวิจัย

การใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษาจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในตำบลแม่नावาง อำเภอแม่เอย จังหวัดเชียงใหม่

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านห้วยคอกหมู ตำบลแม่नावาง อำเภอแม่เอย จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเมื่อได้ทำการสำรวจปริมาณขยะประเภทใบไม้แห้งแล้ว พบว่า ในโรงเรียนบ้านห้วยคอกหมูปริมาณขยะประเภทนี้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้เหมาะสมกับการใช้เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนการสอน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง ได้นำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาจัดแผนการเรียนรู้ได้ลำดับแผนการจัดการเรียนรู้

ขอบเขตด้านเวลา

ผู้วิจัยทำการศึกษาวิจัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนบ้านห้วยคอกหมู ตำบลแม่नावาง อำเภอแม่เอย จังหวัดเชียงใหม่

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง
2. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

นิยามศัพท์เฉพาะ

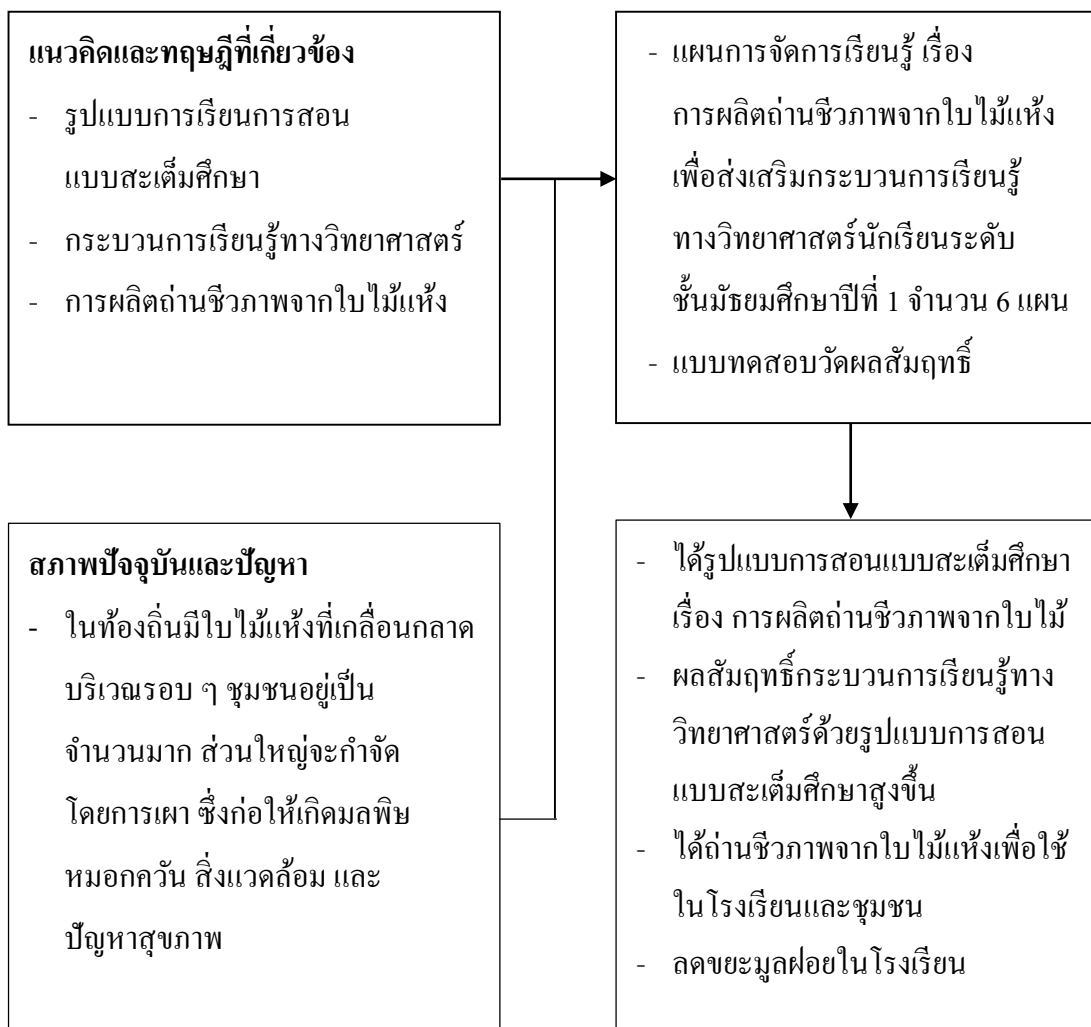
การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 วิชา ได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบทางวิศวกรรม โดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงตามแผนการสอน การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้จากกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การใช้ได้จริงตามแนวคิดของ Bloom (1982) มี 6 ระดับ ดังนี้

1. ความจำ คือ สามารถจำเรื่องต่าง ๆ ได้ เช่น คำจำกัดความสูตรต่าง ๆ วิธีการ เช่น นักเรียนสามารถบอกชื่อสารอาหาร 5 ชนิดได้ นักเรียนสามารถบอกชื่อธาตุที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีนได้ครบถ้วน
2. ความเข้าใจ คือ สามารถแปลความ ขยายความ และสรุปใจความสำคัญได้
3. การนำไปใช้ คือ สามารถนำความรู้ ซึ่งเป็นหลักการทฤษฎี เป็นต้น ไปใช้ในสภาพการณ์ที่ต่างออกไปได้
4. การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เช่น วิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการดำเนินการ
5. การสังเคราะห์ คือ สามารถนำองค์ประกอบ หรือส่วนต่าง ๆ เข้ามารวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย
6. การประเมินค่า คือ สามารถพิจารณาและตัดสินจากข้อมูล คุณค่าของหลักการโดยใช้มาตรการที่ผู้อื่นกำหนดไว้ หรือตัวเองกำหนดขึ้น

ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน อันเกิดจากการเรียนรู้ ทำให้เกิดการยอมรับ การตอบสนองในทางที่ดี โดยระดับความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันไป ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 : กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การงานวิจัย เรื่อง การใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพ จากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามหัวข้อ ดังนี้

1. หลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. ถ่านชีวภาพ
4. แผนการจัดการเรียนรู้
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. ความพึงพอใจของผู้เรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาวิธีการ ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge – based Society) ดังนั้น

ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและ เทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการ เชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพเรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2. วิทยาศาสตร์กายภาพเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

3. วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศเรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เทคโนโลยี

4.1 การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต

ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้าน วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.2 วิทยาการคำนวณเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คุณภาพผู้เรียน หลังจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์ และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสมหลักการ แยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิกและวัสดุผสม

3. เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงแล่งและผลของแรงแล่งกระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรงแรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรงแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์ ไน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้าการต่อวงจร ไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

4. เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อนการหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

5. เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

6. เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทน และการใช้ประโยชน์ลักษณะ โครงสร้างภายใน โลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นน้ำตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิด และผลกระทบของภัยธรรมชาติและธรณีพิบัติภัย

7. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

8. นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทัน และรับผิดชอบต่อสังคม

9. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ ออกแบบ และลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

10. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

11. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ทำให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบ เมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้น หรือโต้แย้งจากเดิม

12. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบ ทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการ หรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

13. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพ

ตัวชี้วัดของแต่ละสาระการเรียนรู้ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติ ของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของ	ม. 1/7 อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
<p>สิ่งมีชีวิต การลำเลียงสาร เข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบ ต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงาน สัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของ โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะ ต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>	<p>ม.1/8 ตระหนักในคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม โดยการร่วมกันปลูกและดูแลรักษา ต้นไม้ ในโรงเรียนและชุมชน</p>
<p>สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และ อวกาศ มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายใน โลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้ง ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม</p>	<p>ม. 2/3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงาน ทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูล และ นำเสนอแนวทาง การใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสม ในห้องเรียน</p>
<p>สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิด เชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบ ในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและ เป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และ มีจริยธรรม</p>	<p>ม. 1/3 รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ต ที่หลากหลาย</p>

ตารางที่ 2.2 ตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สาระการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของ การแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผล ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้	ม.1/3 เข้าใจ และประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION)

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาแนวคิดเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ส่งผลต่อกระบวนการที่สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงไป การจัดการศึกษาทุกระดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิด เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา เป็นต้น รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีให้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้การมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษา จึงจำเป็นต้องบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ผู้เรียนสามารถบูรณาการการเรียนรู้ได้ทั้งในห้องเรียนและในชีวิตจริง ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ตลอดจนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศให้มีความแข็งแกร่ง (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556)

สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) เป็นแนวทางการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มุ่งแก้ไขปัญหาค้นพบเห็นในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้นักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ สอดคล้องกับแนวคิดของ Dewey (1963) นักปรัชญาและนักการศึกษาชาวอเมริกันเป็นผู้วางรากฐานแนวคิดการศึกษาใหม่แก่ผู้เรียน โดยการนำความคิดไปสู่การกระทำ (Learning by Doing) จากแนวคิดนี้สามารถเชื่อมโยงกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะบูรณาการความรู้ เพราะการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนได้รับ

ประสบการณ์ตรงจากการคิดแก้ปัญหา เรียนรู้การทำงานร่วมกัน เกิดทักษะกระบวนการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ และสามารถสร้างผลผลิตที่มีคุณภาพจากการปฏิบัติงาน ดังนั้น วิธีสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาจึงเป็นเทคนิควิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จริงปฏิบัติจริง สามารถคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ผลงานใหม่ตามศักยภาพของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาเพื่อสร้างเสริมคุณลักษณะให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันให้เกิดประโยชน์

ความหมายของสะเต็มศึกษา

สถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) คือ แนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน

มนตรี จุฬาวัฒนทล (2556, น. 3) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” (STEM Education) เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงอุดมศึกษา อาชีวศึกษาและการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้คนไทยมีความรู้ และทักษะสำหรับสร้างสรรค์สิ่งใหม่ สามารถประกอบวิชาชีพวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนมีคุณภาพชีวิตที่ดีในยุคประชาคมอาเซียน

อภิสิทธิ์ ชงไชย (2556, น. 15) อธิบายว่า “สะเต็มศึกษา” STEM Education เป็นวิทยาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มีการนำวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกัน โดยผ่านการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556, น. 50) กล่าวว่า “สะเต็มศึกษา” STEM Education คือ การสอบแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขา

ร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้น ต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงาน ทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้ สะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์ หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

Capraro, Capraro, and Morgan (2013); Gonzalez and Kuenzi (2012); Zollman (2011) กล่าวว่า สะเต็ม (STEM) เป็นคำที่ย่อมาจากวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ส่วนสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยผู้สอนจะสอนแบบแยกเป็นรายวิชาเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ต่อมา มีการสอนแบบบูรณาการ โดยเพิ่มวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีเข้าไป จึงทำให้สะเต็มศึกษาเกี่ยวข้องกับ 4 วิชาดังกล่าว ในปัจจุบันสะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ดังนั้น ความหมายของสะเต็มศึกษาในปัจจุบันจะครอบคลุม การเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ การศึกษาและการแพทย์

จากความหมายดังกล่าวมาข้างต้นนี้ สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และใช้กระบวนการออกแบบทาง วิศวกรรมเข้าร่วมด้วย โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้มาบูรณาการเพื่อใช้ในการ แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะสามารถสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ ที่เกิดจากความคิด สร้างสรรค์ของตนเอง ทำให้ผู้เรียนมีทักษะสำคัญในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ ต่อตนเองและผู้อื่น อันเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

การบูรณาการสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ (2557) กล่าวถึง สะเต็มศึกษาไว้ในคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา Science Technology Engineering and Mathematics Education (STEM Education) ไว้ว่า เป็นแนวทางที่บูรณาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้าง นวัตกรรมในอนาคต

การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการ ที่บูรณาการการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับแนวทางการออกแบบเชิง วิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนของการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการมีขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป็นต้องหาวิธีการหรือการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Leads) คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีข้อด้อย และความเหมาะสมเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและการพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์ จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ การแก้ปัญหตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอาจมีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากนี้ โดยอาจมีการสลับขั้นตอนหรือย้อนกลับขั้นตอนได้ และโดยทั่วไปการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่อง จนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่า สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งการบูรณาการสามารถแบ่งไว้ได้ 4 ระดับ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะแต่ละวิชาแยกกันการจัดการเรียนรู้ แบบนี้ คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่าง ๆ จัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิชาการ (Multidisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาแยกกันแต่มีข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาด้วยกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชา เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกัน โดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเอง โดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัด

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยเชื่อมโยงความรู้จากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง ในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบหรือหัวข้อหลักของปัญหากว้าง ๆ แล้วให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหา ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้นครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน 3 ปัจจัยได้แก่

- 4.1 ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ
- 4.2 ตัวชี้วัดในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 4.3 ความรู้เดิมของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based Learning) หรือ โครงงานเป็นฐาน (Project – based Learning) เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางการบูรณาการแบบนี้ ตัวอย่างเช่น พิจารณาการใช้กระดืบข้าวเป็นหัวข้อในการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ครูสามารถจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา โดยกำหนดเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนา เช่น การใช้กระดืบข้าวในร้านอาหารที่มักมีการบรรจุข้าวในถุงพลาสติกก่อนบรรจุลงในกระดืบข้าว เพื่อป้องกันข้าวเหนียวติดค้างที่กระดืบ ซึ่งจะทำความสะอาดได้ยาก ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องออกแบบกระดืบข้าว หรือวิธีการที่จะทำให้กระดืบข้าวมีสมบัติลดการติดของข้าวเหนียวเพื่อลดการใช้ถุงพลาสติก หลังจากที่ผู้สอนนำเสนอปัญหาดังกล่าวแล้ว ผู้เรียนต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

ขั้นตอนวิธีสอนตามแนวสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) เสนอขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการมีขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้เอานำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป โดยการแก้ปัญหาคตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอาจมีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากนี้ โดยอาจมีการสลับขั้นตอนหรือย้อนกลับขั้นตอนได้ และโดยทั่วไปการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่อง จนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี (2558) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็ม ดังนี้

1. การระบุปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาหรือความต้องการ รวมทั้งเงื่อนไขต่าง ๆ จากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ไขปัญหา หรือสถานการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยวิเคราะห์ว่าจะใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้างในการแก้ไขปัญหาและต้องสรุปองค์ความรู้ตัวเอง รวมทั้งต้องทำการทดลองเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกสารเคมีและอุปกรณ์ (ซึ่งพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน) ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมบอกเหตุผลประกอบด้วยตัวของผู้เรียนเองทั้งหมด

3. การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนช่วยกันระดมความคิด วางแผนวาดรูป และแสดงชิ้นงานที่ออกแบบไว้ ซึ่งการที่ผู้เรียนสามารถวาดรูปออกแบบชิ้นงานออกมาได้ จะแสดงถึงได้ผ่านกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นมาก่อนแล้ว เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานและปฏิบัติจริง

4. การทดลอง ขั้นนี้ผู้เรียนต้องทำการทดลองตามที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบไว้ และนักเรียนจะต้องบันทึกข้อมูลทุกอย่างที่ได้ เพื่อนำไปพิจารณาผลการทดลองต่อไป

5. การประเมินและปรับปรุงแก้ไข ผู้เรียนจะได้ประเมินผลการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบอกปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง และบอกวิธีในการปรับปรุงแก้ไข หากยังไม่สามารถแก้ปัญหาตามเงื่อนไข หรืออาจแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไข และยังต้องการปรับปรุงให้ดีขึ้น พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบด้วย

การวัดและประเมินสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) มีแนวทางการวัดและประเมิน ดังนี้

1. การประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออกจากผลงาน ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นกระบวนการคิดขั้นสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินตามสภาพจริงจึงประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีการที่หลากหลายให้สอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนการพัฒนา และความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริง สามารถประเมินได้จากแหล่งข้อมูลและวิธีการ ดังนี้

- 1) สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
- 2) ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
- 3) การสัมภาษณ์
- 4) บันทึกของผู้เรียน
- 5) การประชุมปรึกษาหารือหรือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู

- 6) การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (Practical Assessment)
- 7) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment)
- 8) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (Portfolio Assessment)
- 9) การทดสอบ เป็นต้น

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment) เป็นการประเมินความสามารถผู้เรียนจากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือปฏิบัติงานได้ โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิดและผลงานที่ได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงานและมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจนการประเมินขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์และความสนใจของผู้เรียน เช่น การมอบหมายงานให้ทำการกำหนดชิ้นงาน การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานและปฏิบัติตามขั้นตอน

ถ่านชีวภาพ

ถ่านชีวภาพ หรือ ไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากชีวมวล หรือ สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้จากธรรมชาติ หรือวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ หญ้า ฟางข้าว เหง้ามันสำปะหลัง ชังและต้นข้าวโพด มูลสัตว์ กากตะกอนของเสีย เป็นต้น แม้กระทั่ง มูลสัตว์นำมาผ่านกระบวนการเผาไหม้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและอากาศ หรือจำกัดอากาศให้เข้าไปเผาไหม้น้อยที่สุด ซึ่งกระบวนการเผาไหม้ นี้ เรียกว่า “การแยกสลายด้วยความร้อน หรือ กระบวนการไพโรไลซิส” ในสถานะที่ไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อยมาก มีงานวิจัยที่ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ของถ่านชีวภาพมีหลายด้าน เช่น การปรับปรุงดิน และช่วยเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร รวมถึงลดระยะเวลาการปลูกได้อีกด้วย แล้วแต่ชนิดของพืชที่ปลูก มีงานวิจัยที่นำถ่านชีวภาพไปใช้กับพืชทางการเกษตร ใช้เป็นวัสดุปลูกร่วมกับวัสดุอื่น เพื่อผลิตผลผลิตทางการเกษตร การลดการดูดซับสารเคมีที่ใช้กำจัดวัชพืชและศัตรูพืช และโลหะหนักที่อยู่ในดินและน้ำของพืชที่ปลูก โดยถ่านชีวภาพจะตรึงสารเคมีกลุ่มนี้ไว้ ทำให้ลดผลกระทบต่อพืชที่ปลูกจากสารเคมีและโลหะหนักที่ปนเปื้อน ใช้ดูดซับน้ำมันปิโตรเลียม ใช้เป็นตัวเร่ง ในปฏิกิริยาในกระบวนการผลิตไบโอดีเซลและไบโอแก๊ส ใช้เป็นวัสดุเพื่อผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

ถ่านชีวภาพถูกนำมาใช้มาเป็นเวลาหลายพันปีมาแล้ว โดยชุมชนพื้นเมืองในแถบลุ่มน้ำอเมซอนของทวีปอเมริกาใต้ได้ใช้เศษพืชจากพื้นที่เพาะปลูกและมูลสัตว์ เผาให้กลายเป็นถ่าน

ชีวภาพ ซึ่งเรียกชื่อตามภาษาท้องถิ่นว่า Terra Preta มีความหมายว่าโลกดำ (Black Earth) หมายถึง สีของดินบริเวณนั้นมีสีคล้ำจนเกือบดำ เนื่องจากดินดังกล่าวมีปริมาณธาตุอาหารหรืออินทรีย์วัตถุ ในดินสูงกว่า พื้นที่ที่ไม่ใส่ถ่านชีวภาพ ปัจจุบันพบว่าพื้นที่ที่เคยมีการใช้ถ่านชีวภาพในพื้นที่ เกษตรกรรมในหลายพื้นที่ของอเมริกา ยุโรปและเอเชีย เช่น เอกวาดอร์และเปรูในอเมริกาใต้ เบนิน และไลบีเรียในแอฟริกาตะวันตก และทุ่งหญ้าสะวันนาในแอฟริกาใต้ จีนและออสเตรเลีย เป็นต้น อีกทั้งยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่เกี่ยวกับการผลิตและการประยุกต์ใช้ถ่านชีวภาพ

ถ่านชีวภาพ หรือไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากชีวมวล หรือ สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้จากธรรมชาติ หรือวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น ใบไม้ กิ่งไม้ หญ้า ฟางข้าว เหง้ามันสำปะหลัง ชังและต้นข้าวโพด มูลสัตว์ กากตะกอนของเสีย เป็นต้น แม้กระทั่ง มูลสัตว์นำมาผ่านกระบวนการเผาไหม้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและอากาศ หรือจำกัดอากาศให้ เข้าไปเผาไหม้น้อยที่สุด ซึ่งกระบวนการเผาไหม้ นี้ เรียกว่า “การแยกสลายด้วยความร้อน หรือ กระบวนการไพโรไลซิส” ในสถานะที่ไม่มีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อยมาก ซึ่งมีสองวิธีหลัก ๆ คือ

1. การแยกสลายด้วยความร้อนอย่างช้า (Slow Pyrolysis) อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 300 – 600 องศาเซลเซียส แต่จะใช้เวลาเป็นชั่วโมง หากใช้อุณหภูมิเฉลี่ยในการเผาไหม้ประมาณ 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของถ่านชีวภาพมากกว่าร้อยละ 20 – 50 ที่เหลือเป็นแก๊สที่จุดติดไฟได้ และมีของเหลวบางส่วนที่ควบแน่นได้
2. การแยกสลายด้วยความร้อนอย่างรวดเร็ว (Fast Pyrolysis) อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 700 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (Bio-oil) ส่วนใหญ่ และที่เหลือได้แก๊สสังเคราะห์ (Syngas) และถ่านชีวภาพ (Biochar)

ความแตกต่างระหว่างถ่านชีวภาพ (Biochar) และถ่าน (Char) ถ่านที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง ครอบงำ ดับกลิ่น ใช้อุณหภูมิสูงกว่า 700 องศาเซลเซียส ขณะที่ถ่านชีวภาพใช้อุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้ ถ่านชีวภาพมีสารที่เป็นประโยชน์กับพืช มีอาหารของกลุ่มสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก สามารถกักเก็บ คาร์บอนลงในดิน และช่วยปรับปรุงสภาพทางกายภาพของดิน และมีสมบัติอีกหลายอย่างที่ทำให้ ถ่านชีวภาพถูกนำมาใช้ในหลายด้าน

ความแตกต่างระหว่างถ่านชีวภาพและปุ๋ยหมัก ถ่านชีวภาพมีลักษณะเป็นรูพรong เมื่อนำ ถ่านมาผสมกับปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก รูพรongนี้เมื่ออยู่ในดินจะช่วยเก็บธาตุอาหารจากปุ๋ย และเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ ช่วยปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชได้นาน อีกทั้งยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนว่า ทำให้ลดระยะเวลาในการหมัก และลดการปลดปล่อยไนโตรเจน ทำให้ปุ๋ยหมักที่ผสมถ่านชีวภาพ จะมีปริมาณไนโตรเจนมากกว่า ช่วยให้ได้ปริมาณการใช้ปุ๋ยลงได้ (ชนศิษย์ วังศ์ศิริอำนวย, 2562)

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ และคนอื่น ๆ (2549, น. 58) กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ การกำหนดกิจกรรมไว้ล่วงหน้าในการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ มีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร รวบรวมข้อมูลให้บรรลุตามความคาดหวัง มีการกำหนดวัตถุประสงค์ ด้านสติปัญญา เจตคติ ทักษะ โดยจะบอกวิธีการในการจัดการเรียนการสอน การใช้สื่อ การใช้แหล่งเรียนรู้และการประเมินผลการจัดการเรียนรู้กับผู้เรียน

ชาลิต ชุกำแพง (2551, น. 93) ได้อธิบายว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนล่วงหน้าอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรของครูผู้สอน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง โดยใช้สื่อและอุปกรณ์การเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 216) ได้อธิบายไว้ว่า แผนการสอนมีความหมายเช่นเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้ กล่าวคือ เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้ และการวัดผล ประเมินผลที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ คือ แนวทางในการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนที่กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ล่วงหน้า ภายใต้กรอบเนื้อหาสาระที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมีการกำหนดจุดประสงค์ วิธีการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งครูสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ และพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย อีกทั้งยังมีวิธีวัดผล ประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้อีกด้วย

ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

ชาลิต ชุกำแพง (2553, น. 95 – 96) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้ครูมีความรู้ความเข้าใจในจุดมุ่งหมายของเรื่องที่จะจัดกิจกรรม และเลือกกิจกรรมได้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน มีคุณภาพตรงกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนและทันเวลา
2. ช่วยให้ครูมีความเชื่อมั่นในตนเองมากยิ่งขึ้น เมื่อได้เตรียมการสอนมาอย่างดีแล้ว การสอนก็จะเป็นไปอย่างเรียบร้อย
3. ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว เพราะเมื่อครูเตรียมการสอนดี ย่อมทำให้การจัดกิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอน นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจเร็วขึ้น

4. ทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อกลุ่มประสบการณ์ที่เรียน การที่ครูเตรียมการสอน ทำให้ครูมีความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และจัดกิจกรรมได้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน และเกิดเจตคติที่ดีต่อเรื่องที่เรียน

5. ทำให้นักเรียนเกิดความเลื่อมใสศรัทธาในตัวครู เพราะครูมีความมั่นใจ มีการเตรียมการเรียนการสอนอย่างดี กระบวนการเรียนการสอนเป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนก็เกิดความเลื่อมใสศรัทธาครูยิ่งขึ้น

6. ถ้าครูมีความจำใจไม่ได้สอนด้วยตนเอง ผู้มาสอนแทนก็จะมาสอนแทนได้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนด

7. ทำให้การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ช่วยให้ครูสามารถวินิจฉัยจุดอ่อนของนักเรียนที่จะได้รับการแก้ไข และทราบจุดเด่นที่ควรได้รับการส่งเสริมต่อไป นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูเห็นภาพการทำงานของตนเองได้เด่นชัดยิ่งขึ้น

8. ครูผู้สอนสามารถใช้เป็นข้อมูลที่ต้องเที่ยงตรง เพื่อเสนอแนะแก่บุคลากร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อปรับปรุงหลักสูตรให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

9. ช่วยให้ผู้บริหารหรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้ทราบขั้นตอนกระบวนการต่าง ๆ ในการสอนของครู เพื่อการนิเทศติดตามและประเมินผลสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10. เป็นการพัฒนาวิชาชีพครูที่แสดงว่าการสอนต้องได้รับการฝึกฝนที่มีความเชี่ยวชาญ โดยเฉพาะมีเครื่องมือและเอกสารที่จำเป็นสำหรับการประกอบอาชีพ

11. เป็นผลงานทางวิชาการอย่างหนึ่ง que แสดงให้เห็นถึงความชำนาญพิเศษหรือความเชี่ยวชาญของผู้จัดทำแผนการสอน ซึ่งสามารถนำไปพัฒนางานในหน้าที่และเสนอเลื่อนขั้นให้สูงขึ้น

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 20) ได้อธิบายไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญหลายประการ ดังนี้

1. ทำให้ผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจเมื่อเกิดความมั่นใจในการสอนย่อมจะสอนด้วยความคล่องแคล่ว เป็นไปตามลำดับขั้นตอนอย่างราบรื่น ไม่ติดขัด การสอนจะดำเนินไปสู่จุดหมายปลายทางอย่างสมบูรณ์

2. ทำให้เป็นการสอนที่มีคุณค่าคุ้มกับเวลาที่ผ่านไป เพราะผู้สอนอย่างมีแผนมีเป้าหมาย และมีทิศทางในการสอน มิใช่สอนอย่างเลื่อนลอย ผู้เรียนจะได้รับความรู้ ความคิด เกิดเจตคติ เกิดทักษะเกิดประสบการณ์ใหม่ตามที่ผู้สอนวางแผนไว้ ทำให้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีคุณค่า

3. ทำให้เป็นการสอนที่ตรงตามหลักสูตร ทั้งนี้ เพราะในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตร ทั้งด้านจุดประสงค์ เนื้อหาสาระที่จะสอน การจัดกิจกรรมการเรียน การสอน การใช้สื่อการสอน และการวัดผลและประเมินผล แล้วจัดทำออกมาเป็นแผนการจัดการเรียนรู้หลักสูตร

4. ทำให้การสอนบรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากผู้สอนต้องวางแผนการจัดการเรียนรู้อย่างรอบคอบในทุกองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งการจัดเวลาเวลา สถานที่ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ดังนั้น เมื่อมีการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่รอบคอบ และปฏิบัติตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ ผลของการสอนย่อมสำเร็จได้ดีกว่าการไม่ได้วางแผนการจัดการเรียนรู้

5. ทำให้ผู้สอนมีเอกสารเตือนความจำ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการสอนต่อไป ทำให้ไม่เกิดความซ้ำซ้อน และเป็นแนวทางในการทบทวนหรือการออกข้อสอบเพื่อวัดผลและประเมินผลผู้เรียนได้ นอกจากนี้ ทำให้ผู้สอนมีเอกสารไว้เป็นแนวทางแก่ผู้ที่เข้าสอนในกรณีจำเป็น เมื่อผู้สอนไม่สามารถเข้าสอนเองได้ ผู้เรียนจะได้รับความรู้และประสบการณ์ที่ต่อเนื่องกัน

6. ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน ทั้งนี้ เพราะผู้สอนสอนด้วยความพร้อม เป็นความพร้อมทั้งทางด้านจิตใจ คือ ความมั่นใจในการสอน และความพร้อมทางด้านวัตถุ คือ การที่ผู้สอนได้เตรียมเอกสาร หรือสิ่งการสอนไว้อย่างพร้อมเพียง เมื่อผู้สอนมีความพร้อมในการสอน ย่อมสอนด้วยความกระฉ่างแจ้ง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนในบทเรียน อันจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2558, น. 5) ได้กล่าวถึง ลักษณะที่ดีของแผนต้องมีขั้นตอน ดังนี้

1. เนื้อหาต้องเขียนเป็นรายคาบหรือรายชั่วโมงตารางสอน โดยเขียนให้สอดคล้องกับชื่อเรื่องให้อยู่ในโครงการสอน และเขียนเฉพาะเนื้อหาสาระสำคัญพอสังเขป (ไม่ควรบันทึกแผนการสอนอย่างละเอียดมาก ๆ เพราะจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย)

2. ความคิดรวบยอด (Concept) หรือหลักการสำคัญ ต้องเขียนให้ตรงกับเนื้อหาที่จะสอน ส่วนนี้ถือว่าเป็นหัวใจของเรื่องครูต้องทำความเข้าใจในเนื้อหาที่จะสอน จนสามารถเขียนความคิดรวบยอดได้อย่างมีคุณภาพ

3. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องเขียนให้สอดคล้อง กลมกลืนกับความคิดรวบยอด มิใช่เขียนตามอำเภอใจ มิใช่เขียนสอดคล้องเฉพาะเนื้อหาที่จะสอนเท่านั้น เพราะจะได้เฉพาะพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำสมอง หรือการพัฒนาของนักเรียนจะไม่ได้รับการพัฒนาเท่าที่ควร

4. กิจกรรมการเรียนการสอน โดยยึดเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

5. สื่อที่ใช้ควรเลือกให้สอดคล้องกับเนื้อหา สื่อดังกล่าวต้องช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในหลักการได้ง่าย

6. วัดผลโดยคำนึงถึงเนื้อหาความคิดรวบยอด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและช่วงที่ทำการวัด (ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน) เพื่อตรวจสอบว่า การสอนของครูบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าความสำคัญของการวางแผนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญอย่างมากต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้ครูผู้สอนสามารถสอนได้ด้วย ความมั่นใจ ทำให้การสอนมีความคุ้มค่าคุ้มกับเวลาที่ผ่านไปเป็นการสอนที่ตรงตามหลักสูตร บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนมีเอกสารเตือนความจำ และทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อ ผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน

ลักษณะที่ดีของแผนการจัดการเรียนรู้

อารมณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 3) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้มีลักษณะที่เด่นชัดอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งหมายความว่า การจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้นั้น ทั้งผู้สอนและผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์กันและเป็น ปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นไปตามลำดับขั้นตอน เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตาม จุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่

2.1 ด้านความรู้ ความคิด หรือด้านพุทธิพิสัย

2.2 ด้านทักษะกระบวนการ หรือด้านทักษะพิสัย

2.3 ด้านเจตคติ หรือด้านจิตพิสัย

3. การจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้ดีจำเป็นต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ ของผู้สอน ซึ่งหมายความว่า การจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้หรือไม่นั้น ต้องอาศัยความรู้ ความสามารถของผู้สอนทั้งด้านวิชาการ (ศาสตร์) ทักษะ และเทคนิคการจัดการเรียนรู้ (ศิลป์) เป็นสำคัญ

ชวลิต ชูกำแหง (2553, น. 93 – 94) ได้กล่าวว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี ต้องประกอบได้ด้วยลักษณะ ดังนี้

1. มีผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างชัดเจน
2. กิจกรรมการสอนชัดเจน นำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
3. บทบาทและพฤติกรรมของครูในการอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ชัดเจน

4. สื่อที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

5. วิธีการประเมินการเรียนรู้ที่ชัดเจนสอดคล้องและมีความหลากหลาย

สมนึก ภัททิยธนี (2558) ได้กล่าวถึง ลักษณะที่ดีของแผนต้องมีขั้นตอน และรายละเอียด แผนการเรียนรู้แผนการเรียนรู้ (Lesson Plan) ประกอบด้วย 9 หัวข้อ โดยการบูรณาการของหน่วยศึกษานิเทศน์ ดังนี้

1. สารสำคัญ (Concept) เป็นความคิดรวบยอด หรือหลักการของเรื่องหนึ่งที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน เมื่อเรียนตามแผนการสอนแล้ว
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objective) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อเรียนจบตามแผนการสอนแล้ว
3. เนื้อหา (Content) เป็นเนื้อหาที่จัดกิจกรรมและต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนการสอน (Instructional Activities) เป็นการสอนขั้นตอนหรือกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งนำไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนด
5. สื่อและอุปกรณ์ (Instructional Media) เป็นสื่อและอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ที่กำหนดไว้ในแผนการสอน
6. การวัดผลและประเมินผล (Measurement and Evaluation) เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการวัดและประเมินผลว่า นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ตามที่ระบุไว้ในกิจกรรมการเรียนการสอนแยกเป็นก่อนสอน ระหว่างสอน และหลังสอน
7. กิจกรรมเสนอแนะเป็นกิจกรรมที่บันทึกการตรวจแผนการสอน
8. ข้อเสนอแนะของผู้บังคับบัญชาเป็นการบันทึกตรวจแผนการสอนเพื่อเสนอแนะหลังจากได้ตรวจสอบความถูกต้อง การกำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่าง ๆ ในแผนการสอน
9. บันทึกการสอนเป็นการบันทึกของผู้สอนหลังจากนำแผนการสอนไปใช้แล้ว เพื่อเป็นการปรับปรุง และใช้ในคราวต่อไปมี 3 หัวข้อ คือ

9.1 ผลการเรียน เป็นการบันทึกผลการเรียนด้านคุณภาพและปริมาณทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งกำหนดในขั้นกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมิน

9.2 ปัญหาและอุปสรรค เป็นการบันทึกปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะสอน ก่อนสอน และหลังทำการสอน

9.3 ข้อเสนอแนะหรือแนวทางแก้ไข เป็นการบันทึกข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไข ปรับปรุงการเรียนการสอนให้เกิดการเรียนรู้ บรรลุจุดประสงค์ของบทเรียนที่หลักสูตรกำหนด

สรุปได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีลักษณะที่ช่วยส่งเสริมเจตคติที่ดี ช่วยสะท้อนให้ผู้สอนเป็นนักคิดนักวางแผนเป็นเครื่องมือสื่อสารที่ดี มีความเฉพาะเจาะจงครอบคลุมมีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม ตลอดจนมีความชัดเจนทุกคนสามารถแปลความได้ตรงกัน มีการนำไปใช้และพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง

องค์ประกอบของแผน

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 213 – 216) กล่าวถึง องค์ประกอบของการแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้
2. สาระการเรียนรู้
3. กระบวนการในการจัดการเรียนรู้
4. การวัดผลและประเมินผลการจัดการเรียนรู้
5. แหล่งเรียนรู้
6. การบันทึกการจัดการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย สาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ การวัดการประเมินผล และการบันทึกผลหลังการสอน ซึ่งการบันทึกผลเป็นการบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้น ๆ

ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

ฉันทวุฒิ กิจรุ่งเรือง (2545, น. 53 – 54) ได้กล่าวว่า การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้มีประโยชน์ในการช่วยจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้เรียนตามความถนัด ความรู้ ความสามารถ และความต้องการของผู้เรียน ซึ่งในการเตรียมวัสดุเพื่อใช้ในการสอนจริง จะทำให้ครูผู้สอนมีความมั่นใจ เมื่อทำการสอนจริง พร้อมทั้งหากมีเหตุจำเป็นเมื่อครูผู้สอนท่านอื่น ๆ เข้าสอนแทนก็จะสามารถสอนได้ตามวัตถุประสงค์ และเป็นหลักฐานในการตรวจสอบคุณภาพการสอนด้วย

พันทิพา อุทัยสุข (2552, น. 17) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. สนองความต้องการของนักเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีความแตกต่างกันผู้สอนสามารถปรับปรุงเพื่อความเหมาะสมได้
2. เพื่อปรับกิจกรรมการเรียนการสอน เนื่องจากปัญหาจากการวิเคราะห์ข้อบกพร่องจากที่ผ่านมาได้
3. สร้างความมั่นใจให้ผู้สอนได้เตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมตามเนื้อหา
4. งานในภาคเรียนต่อไปมีน้อยลง ซึ่งอาจจะปรับเปลี่ยนจากเดิมเล็กน้อย
5. มีการเตรียมห้องเรียน จัดห้องเรียน เตรียมสื่อ ให้มีบรรยากาศที่ดี และส่งเสริมการสอนให้ได้ผลยิ่งขึ้น

กฤษดา บุญหมื่น (2555) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. เป็นคู่มือในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนด
2. เป็นคู่มือจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. เป็นคู่มืออธิบายรายละเอียดแนวคิดและขั้นตอนการวัดผลประเมินผลการจัดการเรียนรู้
4. เป็นเครื่องชี้วัดประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ และข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักฐานในการปฏิบัติการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้จะเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เพิ่มความมั่นใจให้กับครูผู้สอน ช่วยในการเตรียมสื่อ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีบรรยากาศที่ดี และช่วยให้กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ยังเป็นตัวช่วยในยามมีเหตุจำเป็นเมื่อครูผู้สอนท่านอื่นเข้าสอนแทน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้ วุฒิชัย ดานะ (2553, น. 32 อ้างถึงใน รัฐพรรัตน์ งามวงศ์, 2553, น. 9) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความรู้ ความสามารถและทักษะที่ได้รับและพัฒนามาจากการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ โดยอาศัยเครื่องมือในการวัดผลหลังจากการเรียนหรือจากการฝึกอบรม

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือ คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคล อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์

ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่า เรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไร ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ซึ่งสามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้แบบทดสอบทั้งภาคปฏิบัติและด้านเนื้อหา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สิทธิญา รัสสัยการ (2551, น. 25) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวัดความรู้จากการทำแบบทดสอบที่ครูในแต่ละวิชาสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐานสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ในการทำแบบทดสอบนี้จะเป็นการวัดผลการเรียนรู้เพียงด้านเดียว คือ ด้านความรู้และความเข้าใจ

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2556, น. 23) กล่าวว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีต หรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2553, น. 95) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้ว ว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่ใช้การวัดระดับความรู้ ความสามารถทางทักษะและวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด ซึ่งได้มาจากความสามารถในการเรียนรู้ในอดีต และในปัจจุบันของแต่ละบุคคล เป็นการวัดความรู้จากการทำแบบทดสอบที่ครูในแต่ละวิชาสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐานสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ในการทำแบบทดสอบนี้จะเป็นการวัดผลการเรียนรู้เพียงด้านเดียว คือ ด้านความรู้และความเข้าใจ

รูปแบบของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556) ได้จัดรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบ จะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่งที่ผู้เรียนได้รับ

จากการเรียนการสอน ซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ ความจำความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบ ผู้เรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ

1.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective Tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True – False) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short Answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple Choice)

1.2 แบบอัตนัย (Essay Tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Items) และแบบไม่จำกัดคำตอบ หรือตอบอย่างเสรี (Extended Response Items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) แบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Stanford Achievement Test และ The Metropolitan Achievement Tests เป็นต้น

สมนึก กัททิษณี (2558, น. 73 – 82) ได้กล่าวถึง รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือ เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง และมีหลายแบบแต่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก – ผิด (True – False Test) ลักษณะทั่วไป ถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก – ผิด คือ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมาย ตรงกันข้าม เช่น ถูก – ผิด, ใช่ – ไม่ใช่, จริง – ไม่จริง, เหมือนกัน – ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion Test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยค หรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำหรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ (Short Answer Test) ลักษณะทั่วไป ข้อสอบประเภทนี้คล้ายข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์

(ข้อสอบเติมคำ เป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัด ได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching Test) ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวย่น) จะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่ง ตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test) ลักษณะทั่วไป ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่ให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน คูณ ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

อพันธ์ พูลพุทธา (2558, น. 67 – 90) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่แพร่หลายในวงการศึกษาศาสตร์ สามารถนำไปใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในชั้นเรียนได้ ซึ่งรูปแบบของแบบทดสอบมีอยู่ 5 รูปแบบ ดังนี้

1. แบบทดสอบอัตนัยเป็นแบบทดสอบที่ผู้สอบเขียนเองแสดงความคิดเห็น วิพากษ์วิจารณ์ เรื่องราว ลักษณะคำถามจะเป็น โจทย์ที่กำหนดเป็นสถานการณ์ หรือปัญหาอย่างกว้าง ๆ
2. แบบทดสอบถูก – ผิด เป็นแบบทดสอบที่จำกัดการตอบของผู้ตอบเพื่อการตัดสินใจเลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่งใน 2 ตัวเลือกนี้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของ ถูก – ผิด, ใช่ – ไม่ใช่, จริง – เท็จ คำถามอาจอยู่ในรูปประโยคบอกเล่าหรือปฏิเสธ
3. แบบทดสอบเติมคำเป็นแบบทดสอบประเภทตอบสั้น ๆ มีขอบเขตให้หาคำตอบเองแล้วเติมคำในช่องที่กำหนดไว้ให้เกิดความสมบูรณ์
4. แบบทดสอบแบบจับคู่ เป็นแบบเลือกคำตอบชนิดพิเศษ จะมีชุดคำถามที่มีตัวเลือกหนึ่งร่วมกัน แล้วให้ผู้สอบจับคู่ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่ง
5. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่ผู้สอบเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเหมาะสมที่สุด

สรุปว่ารูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูผู้สอนสร้างขึ้นนั้นมีหลายรูปแบบ แต่ที่ครูผู้สอนนิยมใช้มีอยู่ 6 รูปแบบ คือ แบบทดสอบแบบความเรียงหรืออัตนัย แบบทดสอบแบบกาถูก – ผิด แบบทดสอบแบบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น ๆ แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

ชาวาล แพร์ตกุล (2552, น. 123 – 136) กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ไว้ดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่ทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามความมุ่งหมาย
 2. ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลาย ไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดาคำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเก็ยคร้านที่จะดูตารางแต่ตอบได้ดี
 3. ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ่งของวิทยาการตามแนวตั้งมากกว่าการวัดตามแนวกว้างว่า รู้มากน้อยเพียงใด
 4. ต้องช่วยเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวนให้คิด เด็กสอบแล้วมีความอยากรู้มากน้อยเพียงใด
 5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่า ครูถามถึงอะไร หรือให้คิดอะไร ไม่ถามคลุมเครือ
 6. ต้องเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ คือ
 - 6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำตอบ
 - 6.2 แจ่มชัดในวิธีตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน
 - 6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของข้อความ
 7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลาแรงงานและเงินน้อยที่สุดด้วย
 8. ต้องยากพอเหมาะ (Difficulty)
 9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทได้ทุกระดับ ตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด
 10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอน ไม่แปรผัน
- สุทธิวรรณ พิรศักดิ์ โสภณ (2557) กล่าวว่า แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพ ย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดี ย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้น ในการวัดผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องมือ ย่อมเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่าเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือเชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีกผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความแจ่มชัดของคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

- 3.1 ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร
- 3.2 การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม
- 3.3 คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน
- 3.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกหรือจำแนกบุคคลที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้
- 3.5 ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป
- 3.6 วัดอย่างลึกซึ้ง (Searching) หมายความว่า ลักษณะของคำถามวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่เป็นคำถามที่วัดแต่เพียงความรู้ความจำอย่างเดียว
- 3.7 ยุติธรรม (Fair) เป็นลักษณะของคำถามที่ไม่ถามเพื่อเปิดโอกาสให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง หรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้เปรียบในการตอบมากกว่าคนในกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลหนึ่ง
- 3.8 มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามหลายแง่หลายมุมในข้อเดียวกันควรถามคำถามเดียวในแต่ละข้อ
- 3.9 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) ในแง่ของการนำไปใช้ ประหยัดเวลาและงบประมาณ
- 3.10 มีการจูงใจให้ตอบ (Exemplary) อาจทำได้โดยเรียงข้อสอบข้อง่าย ๆ ไว้ก่อนแรกแล้วค่อย ๆ ยากขึ้นตามลำดับ หรืออาจใช้รูปภาพประกอบคำถามเพื่อดึงดูดความสนใจให้ผู้ตอบอยากตอบ นอกจากนี้รูปแบบการจัดพิมพ์ข้อสอบควรให้ดูสวยงาม น่าตอบ

สมนึก ภักดิ์ทิษณี (2558, น. 67 – 71) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น นับเป็นเครื่องมือวัดผลที่มีคุณค่าและสำคัญที่สุด แต่ทั้งนี้แบบทดสอบที่จะนำไปใช้ต้องมีคุณภาพ นั่นคือ แบบทดสอบต้องมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ
2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวา ไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะทำการสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบ เสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบโดยการเดาไม่ให้นักเรียนที่ขี้เกียจ หรือไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ ควรจะเป็นนักเรียนที่เรียนเก่งและขยันเท่านั้น

4. ความลึกของคำถาม (Searching) หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อนั้นจะไม่ถามอย่างผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดค้นแปลงแก้ปัญหา แล้วจึงตอบได้

5. ความช่วย (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุก เพลิดเพลินไม่ควรใช้คำถามซ้ำซาก ซึ่งน่าเบื่อหน่าย วิธีการที่จะทำให้แบบทดสอบมีความช่วยขุอยากตอบก็โดยเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยาก ใช้ข้อสอบรูปภาพบ้าง ถามข้อละปัญหาบ้าง รูปแบบของข้อสอบน่าสนใจ ถ้าเป็นข้อสอบแบบอัตนัยก็ให้บรรยายมีความยาวพอเหมาะ และไม่ถามหลายประเด็นในข้อเดียวกัน

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทาง การถาม การตอบชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดใให้นักเรียนสับสน

7. ความเป็นปรนัย (Objective) หมายถึง ข้อสอบที่มีลักษณะ 3 ประการ คือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายตรงกัน

7.2 ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือหลายคนก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอ ประมาณใช้เวลาสอบพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต ตรวจสอบให้คะแนนได้รวดเร็ว รวมถึงสถานการณ์ในการสอบที่ดี ได้แก่ สภาพห้องสอบเรียบร้อย ไม่มีสิ่งรบกวนผู้เข้าสอบ กรรมการคุมสอบรัดกุม เป็นต้น

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้เข้าสอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ข้อสอบที่ดีต้องมีอำนาจจำแนกสูงตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม

อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เข้าสอบออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง แสดงว่ากลุ่มเก่งทำข้อสอบข้อนั้นถูก แต่กลุ่มอ่อนทำไม่ถูก ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง ความสามารถของข้อสอบนั้นในการจำแนกผู้สอบ ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ ถ้าข้อสอบมีอำนาจจำแนกสูง แสดงว่าคนกลุ่มรอบรู้ทำข้อสอบนั้นถูก แต่คนกลุ่มไม่รอบรู้ทำไม่ถูก

ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนตอบข้อสอบได้ถูกมากน้อยเพียงใดหรือ อัตราส่วนของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบตามทฤษฎีการวัดผลแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดี คือข้อสอบที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป เรียกว่ามีความยากพอเหมาะสามารถจำแนกผู้เข้าสอบได้ว่าใครเก่งใครอ่อน

ส่วนทฤษฎีการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ถือว่าข้อสอบที่ดี คือ สามารถวัดว่าผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์หรือไม่ การที่ทุกคนทำข้อสอบได้ถูก แสดงว่าเขาบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

สรุปได้ว่า ในลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีนั้น ต้องผ่านการตรวจสอบความตรงความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะต้องเชื่อมั่นได้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นจึงมีคุณภาพ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2553, น. 97 – 99) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระ และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบ โดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่อง และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและวิธีการสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตร และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ข้อสอบที่จะใช้วัด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบต้องเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ให้ตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ
5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้การเขียนข้อสอบมีความถูกต้องตามหลักวิชาการ มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวน ตรวจสอบข้อสอบอีกครั้ง ก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้ว ให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด การจัดทำแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจง หรือคำอธิบายตอบแบบทดสอบและจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบ และวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการทดสอบจริง แล้วนำผลมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ

8. จัดทำแบบทดสอบ หากพบว่าข้อสอบใดไม่มีคุณภาพ หรือมีคุณภาพไม่ดี อาจจะต้องตัดทิ้ง หรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจัดทำแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

สมนึก กัททิษฺณิ (2558, น. 97) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า

1. ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจข้อสอบแต่ละชนิด และทุกครั้งที่ออกข้อสอบชนิดใดควรคำนึงถึงหลักการออกข้อสอบชนิดนั้น ๆ ด้วย

2. ข้อสอบชนิดใดก็ตาม หากมีคุณสมบัติเป็นไปตามคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีหลายประการก็เป็นข้อสอบที่ดีมากเท่านั้น

3. ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมากการพิมพ์ และการตรวจข้อสอบสามารถใช้เครื่องจักรกลแทนการตรวจด้วยคน จึงควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ

4. โดยทั่วไปในการสอบแต่ละครั้ง น่าจะใช้ข้อสอบเพียง 2 ชนิด ก็มีประสิทธิภาพเพียงพอแล้ว ได้แก่ ข้อสอบอัตนัย หรือความเรียง กับข้อสอบแบบเลือกตอบ ส่วนข้อสอบชนิดอื่น ๆ น่าจะใช้เป็นเพียงแบบฝึกหัด หรืออาจจะใช้งานทดสอบย่อย เพื่อช่วยจูงใจให้นักเรียนสนใจในวิชาที่กำลังสอน และสามารถพัฒนาให้เป็นข้อสอบ 2 ชนิดนี้ กล่าวคือ

4.1 ถ้าเป็นข้อสอบแบบกาถูก – ผิด ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

4.2 ถ้าเป็นข้อสอบแบบจับคู่ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดตัวเลือก
คงที่

4.3 ถ้าเป็นข้อสอบเติมคำหรือตอบสั้น ๆ ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (ถ้าให้ตอบสั้น ๆ) หรือแบบอัตนัย (ถ้าให้ตอบยาว ๆ)

ประสาธ เนืองเฉลิม (2560, น.187 – 188) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ แต่ละครั้งให้ชัดว่า จะสอบเพื่ออะไร สอบกับใคร และระดับชั้นไหน

2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่ต้องการจะวัด การสร้างแบบทดสอบจะต้องรู้ว่าต้องวัดสิ่งใด จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคืออะไร เนื้อหาจะช่วยให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมด้านใด พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไร

3. กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดพิจารณาได้จากคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการศึกษา โดยดูจากตารางวิเคราะห์หลักสูตร แบบทดสอบต้องการวัดพฤติกรรมใด กับใคร ที่ไหน เมื่อไหร่และอย่างไร

4. เขียนข้อสอบ การเขียนข้อสอบควรคำนึงถึงความชัดเจนของข้อคำถาม และความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามหลักวิชาการวัดผลทางการศึกษา

5. ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไข ผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล อย่างน้อย 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาสาระวิชา และด้านกรวัดผลทางการศึกษา โดยพิจารณาคำถามและคำตอบว่า ถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบเหมาะสม และวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่

6. การทดลองใช้แบบทดสอบ เมื่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบและแก้ไขแล้ว ก็นำแบบทดสอบไปทดลอง เพื่อใช้วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ และสามารถพัฒนาแบบทดสอบ โดยการนำไปทดลองหลายหลายครั้ง จนได้คุณภาพที่น่าพอใจ จึงนำไปใช้จริงต่อไป

7. สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนน การสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนเพื่อต้องการให้ทราบว่า ถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไร จะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

8. การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ การเขียนรายงานและคู่มือการใช้จะทำให้นำไปใช้ได้ โดยรู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การแปลความคะแนน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบ

สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือวัดผลทางการศึกษาที่สำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่ให้ข้อเท็จจริงแก่ครูผู้สอน ผู้เรียนและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาว่า การสอนบรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษามากน้อยเพียงใด และสะท้อนให้เห็นถึงการจัดการเรียนการสอนว่า มีคุณภาพมากน้อยเพียงใด จะต้องปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ เพราะฉะนั้นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้จะต้องมีคุณภาพในทุก ๆ ด้าน จึงจะสามารถใช้ผลการสอบ เพื่อตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2546, น. 15) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดผลได้ 2 แบบ ตามความมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน ดังนี้

1. การวัดผลด้านการปฏิบัติเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปแบบของการกระทำจริงเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษาและการช่าง เป็นต้น การวัดผลแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

2. การวัดผลด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถที่เกี่ยวกับเนื้อหา อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดผลได้โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน Bloom (1956, น. 201) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นของความรู้ที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้รวมถึงการระลึกถึงข้อมูล ข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้น ขั้นความรู้ความจำจึงจัดว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลข การสรุป การย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำ

2.3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ดังนั้น ในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอาทฤษฎีไปใช้ วิเคราะห์ การนำไปใช้การเรียนรู้ ในขั้นนี้ถือว่า นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อน จึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้น จึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

2.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เพื่อจะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

2.5 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก ๆ การเรียนรู้ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

2.6 การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวีหรือรายงานวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางแผนอยู่บน

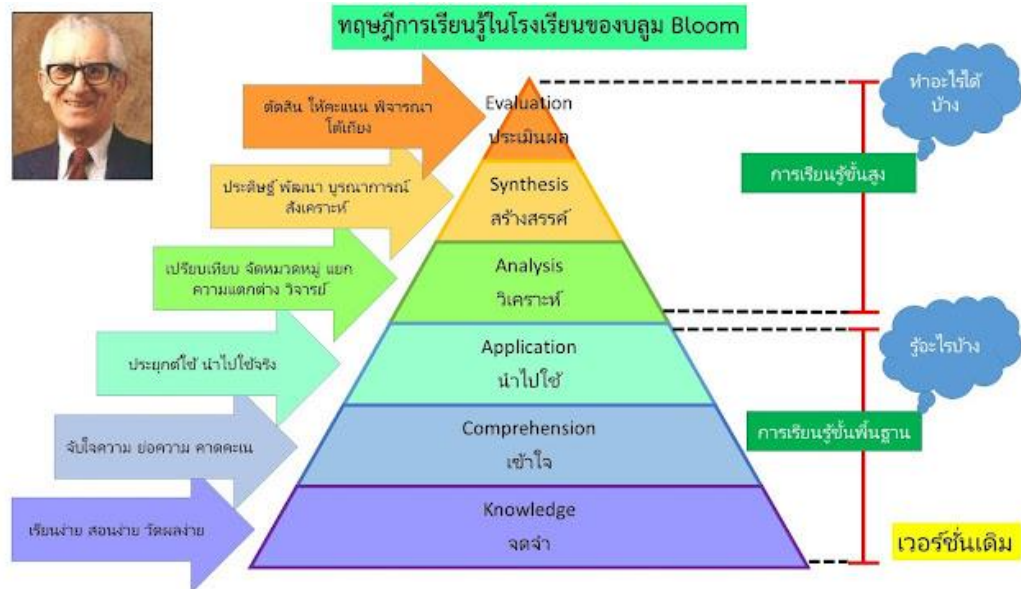
เกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความจำ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, น. 19) กล่าวว่า ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน ดังนี้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ ออกเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปะศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้ โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

บลูม (Bloom, 1964) กล่าวถึง การจำแนกการเรียนรู้ตามทฤษฎีของบลูม ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย โดยในแต่ละด้านจะมีการจำแนกระดับความสามารถจากต่ำสุดไปถึงสูงสุด เช่น ด้านพุทธิพิสัย เริ่มจากความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมิน นอกจากนี้ ยังนำเสนอระดับความสามารถที่มีการปรับปรุงใหม่ตามแนวคิดของ Anderson and Krathwohl (2001) เป็นการจำ (Remembering) การเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมินผล (Evaluating) และการสร้างสรรค์ (Creating) ด้านจิตพิสัย จำแนกเป็น การรับรู้ การตอบสนอง การสร้างค่านิยม การจัดระบบ และการสร้างคุณลักษณะจากค่านิยม ด้านทักษะพิสัย จำแนกเป็น ทักษะการเคลื่อนไหวของร่างกาย ทักษะการเคลื่อนไหวอวัยวะสองส่วน หรือมากกว่าพร้อม ๆ กัน ทักษะการสื่อสารโดยใช้ท่าทาง และทักษะการแสดงพฤติกรรมทางการพูด



ภาพที่ 2.1 : ทฤษฎีการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม (Bloom)

1. ความรู้ความจำ ความสามารถในการเก็บรักษามวลประสบการณ์ต่าง ๆ จากการเรียนรู้ไว้ และระลึกถึงนั้นได้ เมื่อต้องการเปรียบเทียบบันทึกเสียง หรือวีดิทัศน์ที่สามารถเก็บเสียง และภาพของเรื่องราวต่าง ๆ ได้ สามารถเปิดฟัง หรือดูภาพเหล่านั้นได้เมื่อต้องการ
2. ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญของสื่อ และสามารถแสดงออกมาในรูปของการแปลความ ตีความ คาดคะเน ขยายความ หรือ การกระทำอื่น ๆ
3. การนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ประสบการณ์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจ จึงจะสามารถนำไปใช้ได้
4. การวิเคราะห์ ผู้เรียนสามารถคิด หรือแยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถในการวิเคราะห์จะแตกต่างกันไป แล้วแต่ความคิดของแต่ละคน
5. การสังเคราะห์ ความสามารถในการที่ผสมผสานส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน อย่างมีระบบ เพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ที่สมบูรณ์และดีกว่าเดิม อาจเป็นการถ่ายทอดความคิดออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย การกำหนดวางแผนวิธีการดำเนินงานขึ้นใหม่ หรืออาจจะเกิดความคิดในอันที่จะสร้างความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นนามธรรมขึ้นมาในรูปแบบ หรือแนวคิดใหม่
6. การประเมินค่า เป็นความสามารถในการตัดสิน ตีราคา หรือสรุปเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ออกมาในรูปของคุณธรรมอย่างมีกฎเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นไปตามเนื้อหาสาระในเรื่องนั้น ๆ หรืออาจเป็นกฎเกณฑ์ที่สังคมยอมรับก็ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถประเมินได้ 3 แบบ คือ การวัดด้านเนื้อหา ด้านการปฏิบัติ และด้านความรู้สึก ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นพฤติกรรมหรือความสามารถที่เกิดจากการเรียนการสอนของบุคคล เป็นการตรวจสอบพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัย ประกอบด้วยพฤติกรรม 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

ความพึงพอใจของผู้เรียน

ความหมายของความพึงพอใจ

การจัดการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องคำนึงถึงความพึงพอใจของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะหากผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แล้ว ย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพในการเรียน และความสุขในการเรียนด้วย ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

สง่า ภูณรงค์ (2551) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับความสำเร็จตามความมุ่งหมาย หรือเป็นความรู้สึกขั้นสุดท้ายที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

วิมลพรรณ ดาวฉาย (2552) สรุปความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ คือ ความรู้สึกชอบ ประทับใจที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ได้สัมผัส และรับรู้จากประสาทสัมผัส ซึ่งองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ องค์ประกอบด้านความรู้หรือความเข้าใจ องค์ประกอบด้านความรู้สึก และองค์ประกอบทางด้านพฤติกรรม

กันน์ ทศานนท์ (2553) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากพื้นฐานของการรับรู้ ค่านิยม ประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้รับ และจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการให้แก่บุคคลนั้นได้ ซึ่งระดับความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันไป

จากการศึกษาความพึงพอใจข้างต้น สรุปได้ว่าความพึงพอใจเป็นความรู้สึกนึกคิดที่เกิดขึ้นในด้านบวก อันเกิดจากการเรียนรู้ ทำให้เกิดการยอมรับ ตอบสนองในทางที่ดี อันเกิดจากที่ผู้เรียนเกิดการปฏิบัติกิจกรรมจนสำเร็จตามความมุ่งหมาย ซึ่งระดับความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันไป

ทฤษฎีความพึงพอใจ

วิชัย เหลืองธรรมชาติ (2550) ให้ความหมายของแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความต้องการของมนุษย์ คือ พึงพอใจจะเกิดขึ้นได้เมื่อความต้องการของมนุษย์ได้รับการตอบสนอง ซึ่งมนุษย์ไม่ว่าอยู่ในที่ใดย่อมมีความต้องการขั้นพื้นฐานไม่ต่างกัน

ประภัสสร ศิริสวัสดิ์ (2550, น. 102) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Needs) อับราฮัม มาสโลว์ (Abraham Maslow) ได้ตั้งทฤษฎีนี้ โดยมีแนวคิดพื้นฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ (Hierarchy of Needs) ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์มี 5 ระดับ คือ

1. ความต้องการทางด้านกายภาพ (Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อการอยู่รอด เช่น ความต้องการในเรื่องของอาหาร ที่อยู่อาศัย และความต้องการทางเพศ ความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคน ก็ต่อเมื่อความต้องการทั้งหมดของตน ยังไม่ได้รับการตอบสนองเลย

2. ความต้องการทางด้านความปลอดภัย (Safety Needs) เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันจากอันตรายต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นกับร่างกาย ความเจ็บป่วย และความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ รวมถึงการรับประกันต่อความมั่นคงในหน้าที่การงานและการส่งเสริม เพื่อให้เกิดความมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจ

3. ความต้องการความรัก และความต้องการทางสังคม (Love and Belonging Needs) เป็นความต้องการที่เกี่ยวกับการอยู่ร่วมกัน และการได้รับการยอมรับจากบุคคลอื่น โดยมีความรู้สึกว่าคุณเองนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มทางสังคมอยู่เสมอ เมื่อความต้องการทางด้านกายภาพและความปลอดภัยได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการทางด้านสังคม ก็จะเริ่มเป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อพฤติกรรมของคน ทั้งนี้ เพราะคนมีนิสัยชอบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม

4. ความต้องการที่จะได้รับการยกย่อง (Esteem Needs) เป็นความต้องการระดับสูงที่เกี่ยวกับความมั่นใจตนเองในเรื่องความรู้ความสามารถ เป็นความต้องการที่จะให้ผู้อื่นยกย่องสรรเสริญเมื่อทำงานสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้สำเร็จ และความพึงพอใจในการที่มีฐานะเด่นทางสังคม

5. ความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จในชีวิต (Self-Actualization Needs) เป็นความต้องการที่พิจารณาถึงสมรรถนะที่เป็นไปได้ของตน และการบรรลุเป้าหมายที่ตนต้องการ เมื่อบุคคลมีการพิจารณาถึงบทบาทของในชีวิตว่าจะเป็นอย่างไรมาก่อน บุคคลนั้นจะผลักดันชีวิตของตนเองให้ไปในทางที่ดีที่สุดตามที่คาดหมายไว้ อย่างไรก็ตาม ย่อมขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของเขาเอง

สุเทพ พานิชพันธุ์ (2552) ได้ให้ความหมายของแนวความคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ หมายถึง สิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องมือกระตุ้นให้บุคคลเกิดความสุขความพึงพอใจ ไว้ดังนี้

1. สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ ได้แก่ เงิน สิ่งของ เป็นต้น
2. สภาพทางกายที่ปรารถนา คือ สิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง อันก่อให้เกิดความสุขทางกาย
3. ผลประโยชน์ทางอุดมคติ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่สนองความต้องการของบุคคล
4. ผลประโยชน์ทางสังคม คือ ความสัมพันธ์อันดีที่มีมิตรกับผู้ร่วมกิจกรรม อันจะทำให้เกิดความผูกพัน ความพึงพอใจและสภาพการอยู่ร่วมกัน อันเป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในสังคม ซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกัน และมีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม

ทิสนา แคมมณี (2559) ได้กล่าวถึง ความพึงพอใจว่า มนุษย์มีความต้องการเป็นธรรมชาติ มีการรู้จักตนเอง พัฒนาตนเอง เป็นประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เรียกว่า Peak Experience เป็นประสบการณ์จากการรู้จักตนเองตามสภาพความจริงของบุคคลนั้น ๆ มนุษย์มีความต้องการเสมอ เมื่อเกิดความต้องการตามคาดแล้ว ความต้องการด้านอื่น ๆ ก็จะเกิดขึ้นตามลำดับ ซึ่งความต้องการเดิมอาจยังไม่เกิด เมื่อความต้องการพื้นฐานของมนุษย์นั้นมีการตอบสนองเพียงพอ จะทำให้เกิดแรงจูงใจที่ต้องการให้สังคมยอมรับและพัฒนาคนสูงขึ้น และนำแนวคิดมาจัดการเรียนการสอนได้ ดังนี้

1. การเข้าใจความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ ช่วยให้เข้าใจในพฤติกรรมของบุคคลได้ เนื่องจากพฤติกรรมเป็นการแสดงออกจากความต้องการของบุคคล
2. การจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งจำเป็นกับการตอบสนองความต้องการพื้นฐานที่ต้องการเสียก่อน
3. ในกระบวนการเรียนการสอน หากผู้สอนสามารถหาได้ว่า ผู้เรียนแต่ละบุคคลนั้นมีความต้องการอยู่ระดับใดขั้นใด ผู้สอนสามารถนำความต้องการของผู้เรียนมาเป็นแรงจูงใจ จะช่วยให้ผู้เรียนรู้อะไรก็ได้
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองตามความต้องการพื้นฐานของตนเองเพียงพอให้มีอิสรภาพและเสรีภาพกับผู้เรียนในการเรียนรู้ การมีบรรยากาศเอื้อต่อการเรียนรู้จะสามารถช่วยเสริมให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์จากการรู้จักตนเองตามสภาพความเป็นจริง

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกในด้านบวกหรือด้านลบที่ทำให้ได้รับการตอบสนองความต้องการอย่างใดอย่างหนึ่ง หากได้รับความพึงพอใจในด้านบวกมากย่อมทำให้ผู้เรียนมีความสุข หรือถ้าหากไม่ได้รับความต้องการตรงตามความพึงพอใจ ย่อมเป็นผลลบ และอาจทำให้ส่งผลกระทบต่อผู้เรียนได้เช่นกัน เช่น การต่อต้าน หรือการปฏิเสธ เป็นต้น ดังนั้น

หากครูผู้สอนต้องการทำให้ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะต้องการเข้าใจความต้องการของผู้เรียน เพื่อนำความต้องการของผู้เรียนมาเป็นแรงจูงใจ และจะช่วยให้ผู้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

การวัดความพึงพอใจ

ปริญญา จรรัชต์ และคนอื่น ๆ (2551) ได้กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจ สามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การบริการการบริหารและเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น
2. การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้
3. การสังเกตเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจ โดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดหรือการกระทำทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

พัชรียา แก่นสา (2555, น. 46 – 48) กล่าวถึง การวัดความพึงพอใจ โดยสรุปได้ว่าการวัดความรู้สึกในทางที่ดีหรือไม่ดีหรือไม่พอใจ ซึ่งวิธีการวัดนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น วิธีการสังเกต วิธีการสัมภาษณ์ วิธีการใช้แบบสอบถาม เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการใช้ตรวจสอบบุคคลอื่นโดยการเฝ้ามอง และจดบันทึกอย่างมีแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่ และยังเป็นที่ยอมรับใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน แต่ก็เหมาะสมกับการศึกษากับข้อมูลจำนวนน้อยเท่านั้น
2. วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถาม โดยการพูดกับบุคคลนั้น ๆ โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้า
3. วิธีการใช้แบบสอบถาม วิธีการนี้จะเป็นการใช้แบบสอบถามที่มีข้อความอธิบายไว้อย่างชัดเจนเพื่อให้ผู้ตอบทุกคนมีความเข้าใจตรงกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ๆ วิธีนี้นับเป็นวิธีนิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่ง คือ มาตรการส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ต (Likert Scales) ประกอบด้วย ข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วมีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจนั้น ทำได้โดยการการใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ หรือการสังเกต โดยสามารถแยกการวัดระดับความพึงพอใจตามวัตถุประสงค์ หรือลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการวิจัยตามความเหมาะสม หรือนิยมใช้ในปัจจุบัน คือ มาตรการส่วนประมาณค่า

แบบลิเคิร์ต (Likert Scales) ประกอบด้วย ข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วมีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จันทร์ ตียะวงศ์ (2560) ได้ทำการศึกษาผลการใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อศึกษาการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปริมาตร 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษากลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนหนองนกเขียนสามัคคี ตำบลภูหลวง อำเภอปากช่องชัย จังหวัดนครราชสีมาที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปริมาตร แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีค่าความตรง (Validity) ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 และมีค่าความเที่ยงที่ใช้สูตรของ Lovett มีค่าเท่ากับ 0.82 แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) ของ Cronbach มีค่าเท่ากับ 0.86 แบบตรวจชิ้นงาน แบบสัมภาษณ์และแบบสังเกตชั้นเรียน แบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียววัดหลังสอนเทียบกับเกณฑ์ (One Group Posttest Design) สถิติที่ใช้ คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t – dependent) ผลการวิจัย พบว่า 1) กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปริมาตร 5 ชั้น คือ 1.1) นำเสนอปัญหาปลายเปิด 1.2) แก้ปัญหารายเดี่ยวและกลุ่ม 1.3) นำเสนอ 1.4) ประเมินชิ้นงานโดยเพื่อน และ 1.5) สรุปและสะท้อนผล 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปริมาตร ในระดับมากที่สุด

รัตนดาวัล วรรณปะเถาว์ (2560) ได้ทำการศึกษาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนดงใหญ่วิทยาคมรัชมังคลาภิเษก อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2559 จำนวน 13 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอน สะเต็มศึกษา จำนวน 8 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบสัมภาษณ์การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 69.38 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ คิดเป็นร้อยละ 69.58 เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ คิดเป็นร้อยละ 79.17

อับดุลยามีน หะยีซาเคร์ (2560) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ที่กำลังศึกษาในรายวิชาชีววิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 48 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Sample Random Sampling) โดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ใช้ระยะเวลาในการวิจัย 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ และแบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย สำหรับแบบแผนในการทดลองครั้งนี้ได้ใช้การทดลองแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One group Pretest – Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t – test Dependent Group) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

ณัฐชา พัฒนา (2561) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษากับของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษากับของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 3) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 78 คน แล้วจับฉลากห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบปกติ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ และ 3) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา และของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่แตกต่างกัน 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาสูงกว่าของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัชระ ประทุมรัตน์ (2561) ได้ทำการพัฒนาชุดการสอนการ์ตูนสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดการสอนการ์ตูนสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 2) เพื่อศึกษาลักษณะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดการสอนการ์ตูนสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย วิธีการดำเนินการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/5 จำนวน 50 คน จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการสอนการ์ตูนสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/6 จำนวน 50 คน เป็นกลุ่มเปรียบเทียบที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยผู้วิจัยทำการเลือกสุ่มแบบกลุ่ม และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดการสอนการ์ตูน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดลักษณะการทำงานเป็นทีม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t – test ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน

การค้นหาค่าสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ลักษณะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนการค้นหาค่าสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย ในภาพรวมมีระดับการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.47) เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน ผู้เรียนมีระดับการทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนี้ ระดับการทำงานเป็นทีม ด้านการมอบหมายการทำงาน ($\bar{X} = 4.81$, S.D. = 0.37) ด้านเสรีภาพในการแสดงความคิดเห็น ($\bar{X} = 4.71$, S.D. = 0.44) ด้านความขัดแย้งกันในกลุ่มโดยรวม ($\bar{X} = 4.63$, S.D. = 0.47) ด้านความไว้วางใจต่อกัน ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.75) และด้านการอภิปรายอย่างเปิดเผย ($\bar{X} = 4.03$, S.D. = 0.50) ตามลำดับ

นราภรณ์ ชัยบัวแดง (2561) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) และ 3) ศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา โดยมีกลุ่มประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 ที่กำลังศึกษาอยู่ในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย อำเภอเมืองนครพนม จังหวัดนครพนม กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 2 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนสอบหลังเรียน โดยเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 79.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสอยู่ในระดับมากที่สุด

กรวิทย์ เกื้อคลัง (2561) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่นของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนจากการประเมินตามสภาพจริง กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพิชัยรัตนาคาร ปีการศึกษา 2561 จำนวนนักเรียน 10 คน เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา วิชาฟิสิกส์ เรื่อง การออกแบบสร้างหอคอยรับน้ำหนักผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 1 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่น แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความเชื่อมั่น ผลวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สภาพสมดุลและสภาพยืดหยุ่นของนักเรียนจากการประเมินตามสภาพจริงผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละในแต่ละด้านตามลำดับ คือ ด้านความจำ ร้อยละ 75 ด้านความเข้าใจ ร้อยละ 75 ด้านการนำไปใช้ ร้อยละ 75 ด้านการวิเคราะห์ ร้อยละ 55 ด้านการสังเคราะห์ ร้อยละ 50 และด้านการประเมินผล ร้อยละ 50

ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ (2562) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 3) เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบางน้อย (แจ่มประชานุกูล) ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง ความร้อน 2) แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน 3) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ยค่า (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t – test) แบบ Dependent ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และมีพัฒนาการสูงขึ้น

3) ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานอยู่ในระดับดี

โสธรา บัวเนียม (2562) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” จำนวน 48 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจ มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 มีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.20 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .88 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้การทดสอบค่าที (t – test for Dependent) ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรวิชัย นาคเกษม (2563) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนและหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) ศึกษาการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนและหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) ศึกษาค่าขนาดของผลจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดประชาบำรุงกิจ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ได้มาจากวิธีการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบเจาะจง จำนวน 1 ห้องเรียน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้

การทดสอบค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าขนาดของผล ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 3) ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่า 5.39 อยู่ในระดับมาก 4) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 5) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 6) ขนาดของผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีค่า 2.21 อยู่ในระดับมาก

กฤษฎา วุฒิชัย (2564) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองปลาหมื่น การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยมีกลุ่มทดลองคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองปลาหมื่น อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และ t – test for Dependent ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) เจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัย เรื่อง การใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านห้วยคอกหมู ตำบลแม่ยาว อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งทางโรงเรียนมีนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ห้อง โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเมื่อได้ทำการสำรวจปริมาณขยะประเภทใบไม้แห้งแล้ว พบว่า ในโรงเรียนบ้านห้วยคอกหมูมีปริมาณขยะประเภทนี้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้เหมาะสมกับการใช้เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แผนการใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน เป็นเวลา 12 ชั่วโมง
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้งของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อรูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือเพื่อการใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา จำนวน 6 แผน รวมเวลาในการสอน 12 ชั่วโมง โดยดำเนินการจัดทำแผนการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.2 ศึกษาหลักสูตรสาระและตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช พ.ศ. 2551 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.3 กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ วิเคราะห์เนื้อหา คาบเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผล และสื่อการเรียนรู้

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนารูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีส่วนประกอบ ดังนี้

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ตัวชี้วัด

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.5 สาระการเรียนรู้

1.4.6 กิจกรรมการเรียนการสอนตามแบบสะเต็มศึกษา

1.4.7 สื่อการเรียนการสอนและแหล่งการเรียนรู้

1.4.8 การวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบ การสอน แล้วทำการแก้ไขปรับปรุงตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้ข้อเสนอแนะ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาถึงความเห็นเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ในด้านความสอดคล้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความครอบคลุมของเนื้อหา และความถูกต้อง ของสาระการเรียนรู้ กระบวนการวัดผล โดยใช้เกณฑ์การประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ดังตารางที่ 3.1 และผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ (IOC) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 เกณฑ์การประเมินผลค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียน การสอน

คะแนน	ความหมาย
+1	แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
0	ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
-1	แผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ตารางที่ 3.2 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของแผนการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การผลิต ถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	ความสอดคล้อง เหมาะสมกับหลักสูตร	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
2	ความสอดคล้อง เหมาะสมกับธรรมชาติ วิชา	+1	+1	+1	3	2	ใช้ได้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ข้อ	ประเด็นการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
3	ความสอดคล้อง เหมาะสมกับวัยผู้เรียน	+1	+1	+1	3	2	ใช้ได้
4	ความสอดคล้อง เหมาะสมกับสภาพ ปัจจุบันและปัญหา	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
5	ความเหมาะสมต่อ กระบวนการพัฒนา ผู้เรียน	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
6	ความเหมาะสมกับ เนื้อหา	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
7	ความเหมาะสม ของขนาดตัวอักษร	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
8	ความเหมาะสม ของการใช้ภาษา	+1	+1	+1	3	2	ใช้ได้
9	ความเหมาะสม กับความเข้าใจของ นักเรียน	+1	+1	+1	3	2	ใช้ได้
10	ความเหมาะสม ของรูปแบบ	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
เฉลี่ย		8	8	8	24	1.25	ใช้ได้

จากตารางที่ 3.2 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีความเห็นต่อความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับรูปแบบและเนื้อหาของการใช้ของแผนการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้งในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1.25

1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไปใช้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านห้วยคอกหมู อำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนรวม 20 คน

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง
การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา

แผนที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง/คาบ
1	สิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา	2
2	พลังงานจากชีวมวล	2
3	ถ่านชีวมวล (Biochar)	2
4	จากใบไม้เป็นใบไอชาร์ (Biochar) (1)	2
5	จากใบไม้เป็นใบไอชาร์ (Biochar) (2)	2
6	ประโยชน์ของถ่านชีวมวล	2

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน
แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ซึ่งมีวิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและหลักการเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ และการออกข้อสอบแบบอัตนัย

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกัน
เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการ

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยรูปแบบการสอนแบบ
สะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) จำนวน 30 ข้อ

2.4 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบ
ความตรงเชิงเนื้อหา และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้เกณฑ์การประเมินผล
ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์การประเมินผลค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียน

คะแนน	ความหมาย
+1	ข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
0	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
-1	ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ข้อสอบที่มีค่า IOC ของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าเป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) สามารถวัดได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

2.5 นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC ทำการเลือกข้อสอบปรนัยที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าชี้แจงสมบูรณ์และถูกต้องไปใช้เป็นเครื่องมือในการทำวิจัย

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยรูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3.1 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ โดยมีลักษณะเป็นข้อคำถามที่มุ่งวัดความพึงพอใจครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาตามหลักสูตร ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านการใช้สื่อการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้แบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก
ระดับ 3	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย
ระดับ 1	หมายถึง	มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยมาก

3.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.3 นำแบบสอบถามที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้จริงกับประชากร

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบแผนการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเรียน (One – group Pretest – Posttest Design) (อรัญ ชูยกระเดื่อง, 2557, น. 34) ดังนี้

O_{pre}

X

O_{post}

เมื่อ

x

เป็น

ตัวแปรสาเหตุที่จัดกระทำ (Treatment)

O_{pre}

เป็น

ผลการทดสอบก่อนทดลอง

O_{post}

เป็น

ผลการทดสอบหลังทดลอง

2. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 ขอนหนังสือจากทางมหาวิทยาลัยไปยังผู้อำนวยการ โรงเรียนบ้านห้วยคอกหมูดำบลแม่नावาง อำเภอแม่เอย จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 ชี้แจงกิจกรรมการเรียนการสอนกับนักเรียน

2.3 จัดกิจกรรมตามแผนที่กำหนดไว้

2.4 การทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โดยใช้การเปรียบเทียบ (t – test) ชนิด Dependent Samples (Pair Simple t – test)

2. วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยวิธี Normalize Gain $\langle g \rangle$ (Hake, 1998) ซึ่งเป็นวิธีการประเมินที่สามารถทำได้ด้วยการพิจารณาผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเปรียบเทียบกับโอกาสที่นักเรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้น มีค่าอยู่ในช่วง 0.0 – 1.0 เขียนเป็นสมการได้ ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{[(\%post - test) - (\%pre - test)]}{[(100\%) - (\%pre - test)]}$$

โดยที่ $\langle g \rangle$ คือ ค่า Normalize Gain
 $\%Post-test$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นร้อยละ
 $\%Pre-test$ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นร้อยละ

ซึ่งค่า Normalize Gain เป็นผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual Gain = $(\%post-test) - (\%Pre - test)$) คิดเป็นกึ่งเท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum Possible Gain = $(100\%) - (\%Pre - test)$) สามารถแบ่งระดับของค่า Normalize Gain ได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่

“High Gain”	เป็นชั้นเรียนที่มีค่า	$\langle g \rangle \geq 0.7$
“Medium Gain”	เป็นชั้นเรียนที่มีค่า	$0.7 > \langle g \rangle \geq 0.3$
“Low Gain”	เป็นชั้นเรียนที่มีค่า	$\langle g \rangle < 0.3$

3. วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อรูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 121)

4.51 – 5.00	หมายความว่า	มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายความว่า	มีระดับความพึงพอใจมาก
2.51 – 3.50	หมายความว่า	มีระดับความพึงพอใจปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายความว่า	มีระดับความพึงพอใจน้อย
1.00 – 1.50	หมายความว่า	มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษา เรื่อง การใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

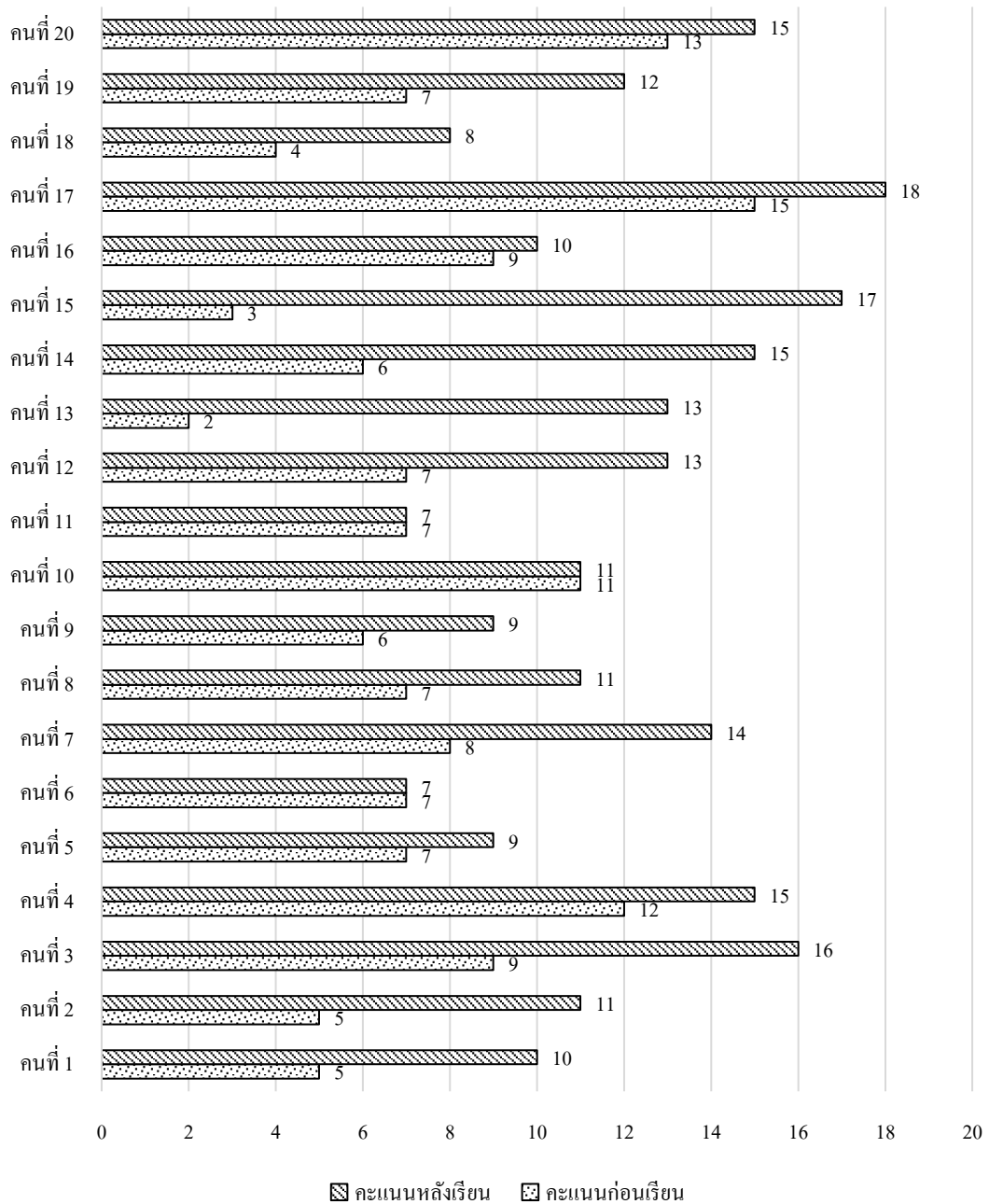
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าการทดสอบ (t – test)
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของแผนการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยมีความเห็นต่อความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับรูปแบบและเนื้อหาของการใช้ของแผนการจัดการเรียนการสอน ในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ โดยมีผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) เท่ากับ 1.25

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เมื่อใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด

4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน จัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน โดยจัดการเรียนการสอน ทั้งหมด 12 ชั่วโมง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้งหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ภาพที่ 4.1 : แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบคะแนนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

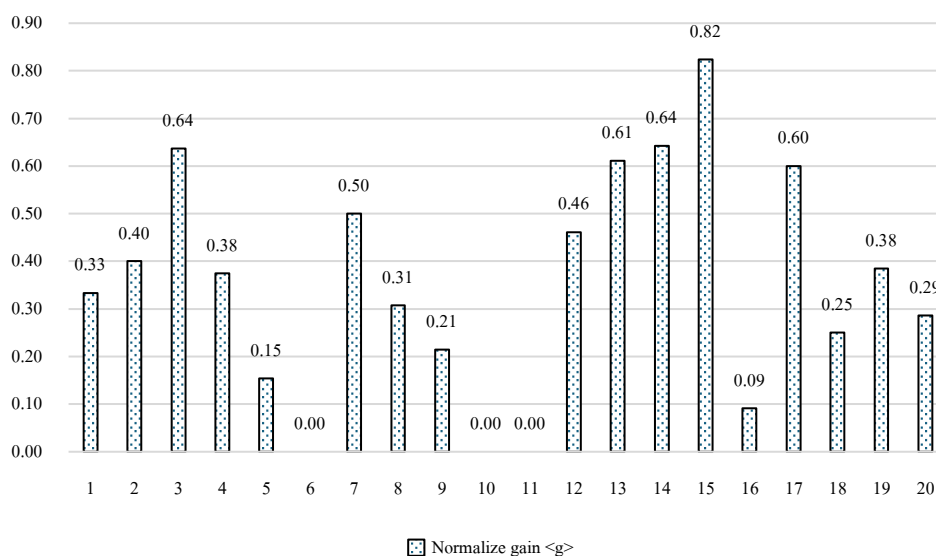
3. การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายชั้นเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ด้วยวิธี Normalize Gain ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

% Pre-test	% Post-test	Actual Gain	Maximum Possible Gain	Normalized Gain <g>
37.50	60.25	22.50	62.5	0.36

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่า เมื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง จากคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน กลุ่มเป้าหมาย จำนวน 20 คน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.36 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ Medium Gain

4. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายบุคคล โดยเป็นการวิเคราะห์พัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของแต่ละคน กลุ่มเป้าหมายจำนวน 20 คน มีค่า Normalize Gain ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคล เมื่อใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

จากภาพที่ 4.2 มีการแบ่งช่วงระดับค่า Normalized Gain <g> ที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ กลุ่มที่อยู่ในระดับสูง (High Gain) ระดับกลาง (Medium Gain) และระดับต่ำ (Low Gain) พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่

1) นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับสูง มีจำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 5 ซึ่งเป็นนักเรียนคนที่ 15 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 0.82

2) นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับกลาง มีจำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 55 โดยที่นักเรียนคนที่ 3 และ 14 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นสูงสุด คือ 0.64

3) นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับต่ำ มีจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 40

5. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{x}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	เนื้อหาที่น่าสนใจ	4.20	.41	มาก
2	กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.10	.45	มาก
3	เนื้อหาที่สอดคล้องกับบทเรียน เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง	4.20	.52	มาก
4	เนื้อหาที่ความทันสมัยและทันเหตุการณ์	4.25	.55	มาก
5	เนื้อหาที่เรียนมีความเข้าใจง่าย	4.10	.64	มาก
6	นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ	4.10	.64	มาก
7	นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง	4.10	.64	มาก

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
8	นักเรียนมีความตื่นตัวในการเรียน	3.90	.55	มาก
9	นักเรียนได้ใช้ความคิดด้วยตนเอง	3.95	.55	มาก
10	นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดร่วมกันกับเพื่อน ๆ	4.10	.51	มาก
11	นักเรียนได้ใช้สื่อต่าง ๆ อย่างทั่วถึงและสื่อเพียงพอ	3.85	.45	มาก
12	สื่อที่ใช้เรียนทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น	3.95	.59	มาก
13	สื่ออุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.10	.45	มาก
14	สื่อที่ใช้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	4.15	.39	มาก
15	สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ สามารถช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น	4.05	.59	มาก
16	ครูมีการสอบถามนักเรียนอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง	3.95	.22	มาก
17	ครูมีการวัดผลตามสภาพจริงของนักเรียน	4.15	.39	มาก
18	ครูมีการแจ้งให้นักเรียนทราบเกณฑ์การวัดและประเมินผลล่วงหน้า	4.20	.49	มาก
19	การวัดผลมีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้	3.90	.52	มาก
20	การวัดและประเมินผลมีความหลากหลายควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	3.90	.55	มาก
ผลการประเมิน		4.06	.08	มาก

จากตารางที่ 4.2 ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.08) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า

ข้อที่ “4. เนื้อหาที่มีความทันสมัยและทันเหตุการณ์” มีความพึงพอใจสูงสุด และข้อ “11. นักเรียนได้ใช้สื่อต่าง ๆ อย่างทั่วถึงและสื่อเพียงพอ” นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากอุปกรณ์ และสื่อที่จัดเตรียมให้นักเรียนมีน้อย จึงเกิดความไม่ทั่วถึงในการใช้สื่อและอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม



บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษารูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง ในการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผล อภิปรายและมีข้อเสนอแนะดังนี้

สรุปผล

1. จากการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง จำนวน 6 แผน โดยใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง แล้วนำไปประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence : IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยมีความเห็นต่อความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับรูปแบบและเนื้อหาของการใช้ของแผนการจัดการเรียนการสอน ในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) เท่ากับ 1.25 หมายความว่า แผนการจัดการเรียนการสอน เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง สามารถนำไปใช้ได้จริง
2. ผลการวิเคราะห์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง พบว่า โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$, S.D. = 0.08) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าข้อที่ “4. เนื้อหามีความทันสมัยและทันเหตุการณ์” มีความพึงพอใจสูงสุด และข้อ “11. นักเรียนได้ใช้สื่อต่าง ๆ อย่างทั่วถึงและดีเพียงพอ” นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากอุปกรณ์ และสื่อที่จัดเตรียมให้นักเรียนมีน้อย จึงเกิดความไม่ทั่วถึงในการใช้สื่อและอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้งที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถอภิปรายได้ ดังนี้

1. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

จากการศึกษาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.285 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 12.05 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.284 ซึ่งเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษามาเปรียบเทียบ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษานั้นเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำ แต่เน้นการปฏิบัติจริง การนำความรู้ไปแก้ไขปัญหาในชีวิต หรือการนำความรู้ไปช่วยในการทำงาน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เรียกได้ว่าเปลี่ยนจากการท่องจำเนื้อหาในแต่ละศาสตร์ไปเป็นการเข้าใจความรู้เหล่านั้นให้เห็นเป็นภาพจริง รวมถึงพัฒนาทักษะการคิด การตั้งคำถาม การค้นคว้าข้อมูล และการวิเคราะห์ต่าง ๆ ช่วยเพิ่มศักยภาพให้กับผู้เรียน และยังเห็นคุณค่าของทั้ง 4 ศาสตร์ และทำให้ศาสตร์ที่ดูยากเหล่านี้เป็นเรื่องใกล้ตัวที่นำมาใช้ได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษณาวุฒิ ไชยวุฒิ (2564) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองปลามัน ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรประทุมรัตน์ (2561) ได้ทำการพัฒนาชุดการสอนการ์ตูน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนการ์ตูนสำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการศึกษาที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ผ่านการทำกิจกรรมที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงการได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างมีความหมาย (Meaning Learning) ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี

กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีลักษณะเป็นการเรียนรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถพัฒนาทั้งทางด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2557)

2. ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.08 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบเป็นรายด้าน โดยเรียงจากมากไปน้อย พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในด้านเนื้อหามากที่สุด ในข้อ “เนื้อหามีความทันสมัยและทันเหตุการณ์” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 สอดคล้องกับงานวิจัยของอับดุลยามีน หะยีบาเดร์ (2560) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษา พบว่า ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทร์ ดิยะวงศ์ (2560) ได้ทำการศึกษาผลการใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษา พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ปริมาตร อยู่ในระดับมาก

ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เมื่อพิจารณาองค์ประกอบในแต่ละด้าน พบว่า ด้านเนื้อหา นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาหมอกพิษทางอากาศในปัจจุบันส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดมลพิษจากฝุ่นละออง ซึ่งเกิดจากการเผาในที่โล่งและพื้นที่เกษตร ทั้งการเผาขยะ เผาเศษใบไม้ วัชพืช และการเผาเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำเกษตรกรรม จึงเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้ตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

ด้านการปฏิบัติกิจกรรม พบว่า นักเรียนได้มีโอกาสสร้างผลิตภัณฑ์จากเศษใบไม้ ในชุมชน เพื่อที่จะลดปริมาณขยะใบไม้แห้งในชุมชน นักเรียนได้มีการบูรณาการความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การถ่ายโอนความร้อน ด้านเทคโนโลยี เช่น การค้นคว้าข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต ด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เช่น การออกแบบส่วนผสมของถ่านเพื่อทำให้ถ่านติดไฟได้นานที่สุด และด้านคณิตศาสตร์ เช่น การคำนวณอัตราส่วนของวัตถุดิบที่จะนำมาสร้างถ่านชีวภาพ โดยนำองค์ความรู้ต่าง ๆ เหล่านี้ มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านการปฏิบัติกิจกรรม โดยข้อคำถามที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ 1) นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ 2) นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง และ 3) นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดร่วมกับเพื่อน ๆ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.10

ด้านครูมีส่วนร่วม เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนจะมีบทบาทสำคัญในทุก ๆ ขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ ครูจะเป็นผู้ที่คอยชี้แนะ ตั้งคำถามให้คำแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนรู้สึกสนุก ทำทาบกับปัญหาที่ผู้สอนกำหนดขึ้น ซึ่งปัญหาที่ผู้สอนกำหนด คือ การแก้ปัญหามลพิษจากเศษใบไม้แห้งที่เกิดขึ้นในโรงเรียนและในชุมชน นับเป็นปัญหาที่ใกล้ตัวกับนักเรียน เมื่อผู้สอนเสนอปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับตนเองและชุมชน ทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักต่อปัญหาที่เกิดขึ้น เห็นความสำคัญของปัญหาที่จะต้องหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านการมีส่วนร่วมของครู โดยข้อคำถามที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ครูมีการแจ้งให้นักเรียนทราบเกณฑ์การวัดและประเมินผลล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนการทำงานต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

ด้านสื่อและเครื่องมือ สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ คือ เต่าเผาใบไม้แห้ง ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงจากการวางแผนร่วมกันในห้องเรียน โดยได้รับคำแนะนำการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจจากครูผู้สอน และก่อนจะเริ่มการทำกิจกรรมครูผู้สอนได้แจ้งให้นักเรียนทราบถึงเกณฑ์การวัดและประเมินผลล่วงหน้า ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจนักเรียนเกิดความเข้าใจในกระบวนการต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับระดับความพึงพอใจในด้านสื่อ

และเครื่องมือ ในหัวข้อสื่อที่ใช้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้มากที่สุด

ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเป็นเนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสิ่งแวดล้อม และเรื่องการถ่ายโอนความร้อน โดยครูผู้สอนได้นำทั้ง 2 เรื่องนี้มาบูรณาการร่วมกันกับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้และความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น โดยผลการประเมินความพึงพอใจในด้านนี้อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 คะแนน

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน และผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ได้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของอูซูเบล (Ausubel) ที่ให้ความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความหมาย การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ เมื่อผู้เรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ (จำรัส อินทลาภาพร, 2558)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

สามารถนำแผนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การผลิตถ่านชีวภาพจากใบไม้แห้ง มาเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษาในเนื้อหาสาระอื่น ๆ หรือในระดับชั้นอื่น ๆ ต่อไป

2.2 ควรมีการศึกษาการใช้กิจกรรมอื่น ๆ ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อสามารถนำมาเปรียบเทียบ และค้นหากิจกรรมที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้มากที่สุด

บรรณานุกรม

- กรวิทย์ เกื้อคลัง. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง
 สะเต็มศึกษา เรื่อง สภาพสมดุล และสภาพยึดหยุ่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.
วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, 18(2), 124 – 135.
- กฤษฎาวุฒิ ไชยวุฒิ. (2564). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองปลาหมื่น.
วารสารบัณฑิตศึกษามหาจุฬาลงกรณ์, 8(3) , 151 – 161.
- กฤษดา บุญหมื่น. (2555). *ประโยชน์ของบทเรียนสำเร็จรูป*. สืบค้นจาก
blogspot.com/2013/01/blog-post_6159.html
- กัณน์ ทศานนท์. (2553). ผลการจัดการเรียนรู้ผ่านเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระ
 เทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีและ
 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต,
 มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี).
- จรัส อินทลาภาพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับ
 ผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารวิชาการ Veridian E – Journal*, 8(1), 62 – 74.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2553). *การวิจัยหลักสูตรและการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2).
 มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ฐิติวรดา พลเยี่ยม. (2561). สะเต็มศึกษา : ความเข้าใจเบื้องต้นสู่ห้องเรียนบูรณาการ.
วารสารครูพิบูล, 5(2) , 122 – 135.
- ณัฐชา พัฒนา. (2561). การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนปากช่องจังหวัดนครราชสีมา.
วารสารศึกษาศาสตร์ มสช, 12(2), 118 – 135.
- ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง, วัชรินทร์ เสถียรยานนท์ และวัชณีย์ เชาว์ดำรงค์. (2545). *ผู้เรียนเป็นสำคัญและ
 การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ของครูมืออาชีพตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*.
 กรุงเทพฯ : เอลโล่การพิมพ์.
- ทิสนา เขมมณี. (2559). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
 ประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนศิษย์ วังศ์ศิริอำนวย. (2562). การผลิตผ่านชีวภาพและแนวทางการใช้ประโยชน์.

สืบค้นจาก <https://erp.mju.ac.th/articleDetail.aspx?qid=1072>

ชญารัตน์ รัตนหิรัญ. (2562). การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

นิรันรัตน์ สูงพล, สมนึก ภัททิยชนี, และมะลิวัลย์ ฤณาพรรณ. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดเรียงลำดับเนื้อหาสาระใหม่กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 20 (2), 165 – 178.

นราภรณ์ ชัยบัวแดง. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี).

ประภัสสร ศิริสวัสดิ์. (2550). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปประกอบภาพการ์ตูน เรื่อง อาหารและโภชนาการ กลุ่มสาระการเรียนรู้สุขศึกษาและพลศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2557). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.

มหาสารคาม : อภิชาติการพิมพ์.

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2560). การออกแบบและพัฒนาหลักสูตร. ขอนแก่น : คลังนานาวิทยา.

ปริญญา จรรย์ชัด, วิโรจน์ ฤทธิฤกษ์ชัย, อานุภาพ เสี่ยงสาย และแพรวพรรณ ชูช่วย. (2551).

รายงานวิจัย เรื่อง ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตและผู้ใช้เสปียงสัตว์ จังหวัดสุพรรณบุรี. สุพรรณบุรี : กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.

วารสารนักษิณบริหาร, 33(2), 49 – 56.

- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเคมีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม).
- พันทิพา อุทัยสุข. (2552). ระบบการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
กรุงเทพฯ : เดอะ มาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2553). การประเมินหลักสูตร : แนวคิดกระบวนการและการใช้ผลการประเมิน.
วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 8(1), 13 – 28.
- ไพโรจน์ ละเซนท์. (2556). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, สืบค้นจาก
[www.wattoongpel.com/Sarawichakam/wichakam/1-10 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน10.pdf](http://www.wattoongpel.com/Sarawichakam/wichakam/1-10%20การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน10.pdf)
- ไพศาล หวังพานิช. (2546). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มนตรี จุฬวัฒน์ทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors). สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 42(185), 14 – 18.
- เขวดี วิบูลย์ศรี. (2556). การประเมินโครงการ แนวคิดและแนวปฏิบัติ. (พิมพ์ครั้งที่ 8).
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตน์ดาวดี วรรณปะเลาว์ และประสาท เนื่องเฉลิม. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา. วารสารการบริหาร และ นิเทศการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 8(3), 137 – 147.
- โรสลินา อนันตบุญถาวร. (2562). การผลิตถ่านอัดแท่งจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร.
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร, 4(1), 47 – 53.
- วัชระ ประทุมรัตน์. (2561). พัฒนาชุดการสอนการ์ตูน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร.
วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 17(79), 62 – 73.
- วิชัย เหลืองธรรมชาติ. (2531). ความพึงพอใจและการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมใหม่ของประชากร ในหมู่บ้านอพยพ โครงการเขื่อนรัชชประภา (เขี้ยวหลาน) จังหวัดสุราษฎร์ธานี.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).

- วิมลพรรณ ดาวดาษ. (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง ข้าวลืมตอซัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบัวสุวรรณประดิษฐ์.
(สารนิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).
- วุฒิชัย ดานะ. (2553). ความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาในจังหวัดเลย.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย).
- ศิริชัย พงษ์วิชัย. (2551). การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.
(พิมพ์ครั้งที่ 19 ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สง่า ภูณรงค์. (2551). ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิผลในการปฏิบัติงานของศึกษานิเทศก์อำเภอตามอำนาจหน้าที่ของสำนักงานศึกษานิเทศก์อำเภอและความพึงพอใจของข้าราชการสำนักงานศึกษานิเทศก์ในเขตการศึกษา 7. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาบริหารสถานศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). คู่มือวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม.
กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สรวิชัย นาคเกษม. (2563). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารศึกษาศาสตร์ มมร., 8(2), 54 – 69.
- สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2563). การแก้ไขปัญหาการเผาในที่โล่งและพื้นที่การเกษตร เพื่อลดภาวะโลกร้อนและปัญหาหมอกพิษทางอากาศ.
สืบค้นจาก <https://www.opsmoac.go.th/news-preview-411991791516>
- สิทธิญา รัสสัยการ. (2551). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานกลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร).
- สุทธิวรรณ พิศศักดิ์โสภณ. (2557). การสร้างเครื่องมือวัดผลทางการเรียน.
สืบค้นจาก <http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/achiev-1.pdf>

- สุเทพ พานิชพันธ์. (2552). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับระดับความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของพนักงานบริษัท มิคูนิ (ประเทศไทย) จำกัด. (วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทั่วไป มหาวิทยาลัยพระนครศรีอยุธยา).
- โสธรา บัวเนียม. (2562). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สี่ลูกหวาดจวนอุปถัมภ์” ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education). *วารสารวิชาการครูศาสตร์สวนสุนันทา*, 3(2), 58 – 65.
- อพันธ์ พูลพุทธา. (2558). รูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการวิจัยในชั้นเรียนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 12(27), 61 – 74.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา. *นิตยสาร สสวท.*, 42(185), 35 – 37.
- อับดุลยามีน หะยีจาเดร์. (2560). การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 30(1), 170 – 180.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์.
- Bloom, B.S. (1964). *Taxonomy of Education Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: David Mekey.
- Capraro, R.M., Capraro, M.M., & Morgan, J. (2013). *STEM Project – based Learning: an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. (2nd ed.). New York: Sense Publishers.
- Dewey, J. (1963). *Experience and Education*. New York: Macmillan.
- Gonzalez, H.B., & Kuenzi, J.J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: a Primer*. New York: Congressional Research Service.
- Richard, R.H. (1998). Interactive – engagement Versus Traditional Methods: a Six – thousand Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Association of Physics Teachers*, 66(1), 64 – 74.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12 – 19.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ 1

โรงเรียน บ้านห้วยคอกหมู ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566
 ชื่อแผน สิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา เวลา 2 คาบ/ชั่วโมง
 ห้องที่สอน ห้องวิทยาศาสตร์ ผู้สอน นายวุฒิชัย ไบตัน

สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2. ตัวชี้วัด

ว 1.2 ม. 1/7 อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ว 1.2 ม. 1/8 ตระหนักในคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยการร่วมกันปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ในโรงเรียนและชุมชน

ว 4.2 ม. 1/3 รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนได้ (K)
2. นักเรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งแวดล้อมได้ (P)
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน (A)

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พืชสามารถสร้างอาหารด้วยตัวเองได้ เนื่องจากพืชมีคลอโรฟิลล์ โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงที่แตกต่างกัน จะส่งผลให้เกิดปริมาณของอาหารที่แตกต่างกัน พืชสร้างอาหารได้เองโดยใช้น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ และใช้คลอโรฟิลล์ดูดพลังงานจากแสง อาหารที่พืชสร้าง ได้แก่ น้ำตาล และแป้ง และยังได้แก๊สออกซิเจนและน้ำเกิดขึ้นด้วย กระบวนการสร้างอาหารเองของพืช เรียกว่า การสังเคราะห์ด้วยแสง

5. ผังมโนทัศน์การบูรณาการแบบ STEM



6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

8. สาระการเรียนรู้

1. การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต เพราะเป็นกระบวนการเดียวที่สามารถนำพลังงานแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปสารประกอบอินทรีย์ และเก็บสะสมในรูปแบบต่าง ๆ ในโครงสร้างของพืช พืชจึงเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตอื่น นอกจากนี้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงยังเป็นกระบวนการหลักในการสร้างแก๊สออกซิเจนให้กับบรรยากาศ เพื่อให้สิ่งมีชีวิตอื่นใช้ในกระบวนการหายใจ
2. การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล จะทำให้ได้สารสนเทศ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายในการรวบรวม ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล เสนอ จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

9. การจัดกระบวนการกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นระบุปัญหา (60 นาที)

1. ครูอธิบายถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนฟังอย่างคร่าว ๆ เพื่อให้ นักเรียนได้เตรียมตัวและเตรียมพร้อมสำหรับการเรียน

2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนก่อนดำเนินกิจกรรม
3. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม ดังนี้
 - เราจะรู้ได้อย่างไรว่าสิ่งไหนเป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่มีชีวิต (มีการเจริญเติบโต สืบพันธุ์ เคลื่อนไหว กินอาหาร เป็นต้น)
 - แล้วต้นไม้เป็นสิ่งมีชีวิตหรือไม่เพราะเหตุใด (มี เพราะต้นไม้มีการเจริญเติบโต มีการสืบพันธุ์ เป็นต้น)
 - แล้วต้นไม้มีการกินอาหารหรือไม่ (ตอบตามความคิดของนักเรียน)
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายว่าต้นไม้มีการเจริญเติบโตโดยการสร้างอาหารด้วยตนเองหรือที่ เรียกว่าการสังเคราะห์ด้วยแสง
5. ครูเปิดวิดีโอให้นักเรียนดูเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
6. ครูได้อธิบายถึงปัจจัยที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยอธิบายว่าปัจจัยสำคัญสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ได้แก่
 - แสง เป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการสร้างอาหารของพืช เนื่องจากมีการนำพลังงานแสงมาเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นพลังงานเคมีในรูปของสารประกอบอินทรีย์ หรือสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ
 - คลอโรฟิลล์ เป็นสารสีเขียวมีหน้าที่สำคัญในการดูดซับพลังงานแสงมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้น ส่วนที่มีสีเขียวของพืช เช่น ใบ กลิบลี้อย่าง ลำต้น ผลที่มีเปลือกสีเขียว หรือแม้แต่รากอากาศของกล้วยไม้ที่มีสีเขียวก็สามารถเกิดการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
 - แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
 - น้ำ
7. ครูให้นักเรียนทำใบงาน เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยให้นักเรียนได้สืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต
8. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียน 3 – 5 คน ออกมาพูดสรุปปัจจัยที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และช่วยกันเขียนสมการการสังเคราะห์ด้วยแสงหน้าชั้นเรียน

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นระบุปัญหา (60 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้ในชั่วโมงที่แล้วโดยใช้คำถาม ดังนี้
 - ปัจจัยสำคัญสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีอะไรบ้าง (แสง คลอโรฟิลล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ)
 - ปัจจัยเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมากที่สุด เพราะเหตุใด (แสง เพราะแสงเป็นตัวเปลี่ยนวัตถุดิบต่างๆ ให้เป็นพลังงานเคมีในรูปของสารประกอบอินทรีย์ หรือสารประกอบที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เพื่อเป็นอาหารให้กับพืช)
2. กระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยเปิดคลิปวิดีโอ เรื่อง 6 สิ่งที่คุณอาจไม่รู้ว่ามีพืชและต้นไม้ทำได้ เพื่อให้ให้นักเรียนรู้จักคุณค่าของต้นไม้มากยิ่งขึ้น



ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=1cPjXPdMUWE>

3. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงความสำคัญของต้นไม้
4. ครูเข้าสู่เนื้อหา โดยอธิบายว่า ต้นไม้มีความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้ 1) แหล่งอาหาร ยารักษาโรค และที่อยู่อาศัย 2) ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3) เป็นแหล่งผลิตออกซิเจน 4) ให้ความชุ่มชื้นในอากาศ 5) ดักจับฝุ่นควันและมลพิษทางอากาศ 6) ช่วยลดความรุนแรงของเมื่อดฝน 7) ช่วยทำให้ดินร่วนซุยและกักเก็บน้ำเอาไว้ในดินได้
5. แบ่งกลุ่มนักเรียน 3 – 5 คน ให้นักเรียนช่วยกันทำใบกิจกรรม เรื่อง สิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา โดยให้นักเรียนได้สำรวจและสืบค้นข้อมูลจากหนังสือ หรืออินเทอร์เน็ต

6. เมื่อนักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง สิ่งแวดล้อมรอบตัวเราเสร็จแล้ว ให้แต่ละกลุ่ม นำเสนอประโยชน์ของต้นไม้ที่ตัวเองได้สำรวจ และสืบค้นข้อมูลมาให้เพื่อนในห้องฟัง และร่วมกันสรุปผลการดำเนินกิจกรรม

10. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ใบกิจกรรม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
3. ใบกิจกรรม เรื่อง สิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา
4. ห้องคอมพิวเตอร์

11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
นักเรียนอธิบายขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	ใบกิจกรรม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน	ตรวจใบกิจกรรม เรื่อง สิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา	ใบกิจกรรม เรื่อง สิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
นักเรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้	การสังเกตพฤติกรรมการทำงาน	แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรมการทำงาน	แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	ค่านำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนตรงประเด็น (7 – 10 คะแนน)
	2	อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน (4 – 6 คะแนน)
	1	อธิบายได้เล็กน้อย (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบบันทึกกิจกรรมได้ถูกต้องครบถ้วน (7 – 10 คะแนน)
	2	ทำแบบบันทึกกิจกรรมได้แต่ไม่ถูกต้องครบถ้วน (4 – 6 คะแนน)
	1	ทำแบบบันทึกกิจกรรมไม่ถูกต้อง (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
ด้านคุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้าและเกิดข้อผิดพลาดบางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน 3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน 2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน 1	หมายถึง	ระดับพอใช้

ตารางประเมินการทำกิจกรรม

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้าน K P A ตามจุดประสงค์					ระดับ คุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
		ด้าน K (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน P (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน A (คะแนน เต็ม 3)	รวม 9 คะแนน			
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

สรุปผลการประเมิน

จากนักเรียนที่มาเรียนทั้งหมด.....คน

1. ด้านความรู้ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
2. ด้านกระบวนการ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
3. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน

บันทึกผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน.....คน

จำนวนนักเรียนที่ไม่มาเรียน.....คน

ผลการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน K ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน P ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน A ในระดับ

ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

การแก้ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

ผลการแก้ไข

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

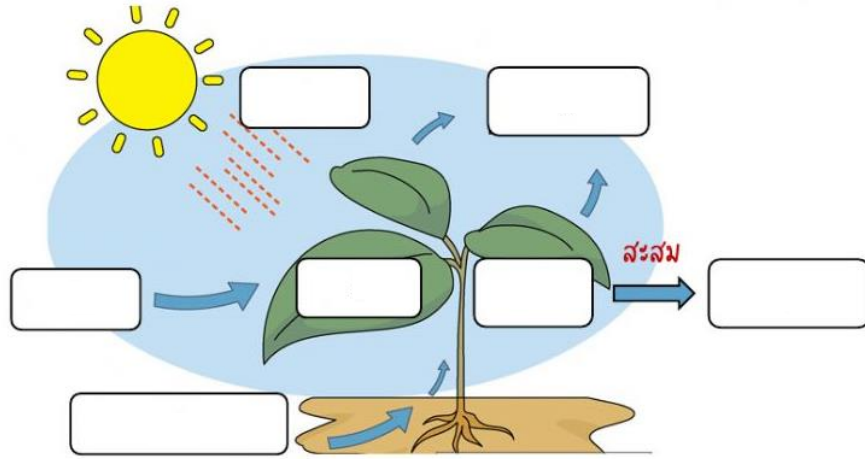
(นายวุฒิชัย ไบตัน)

ครูผู้สอน

ใบกิจกรรม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ตอนที่ 1 นำคำที่กำหนดให้เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

แป้ง น้ำตาล แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แสง คลอโรฟิลล์ น้ำ

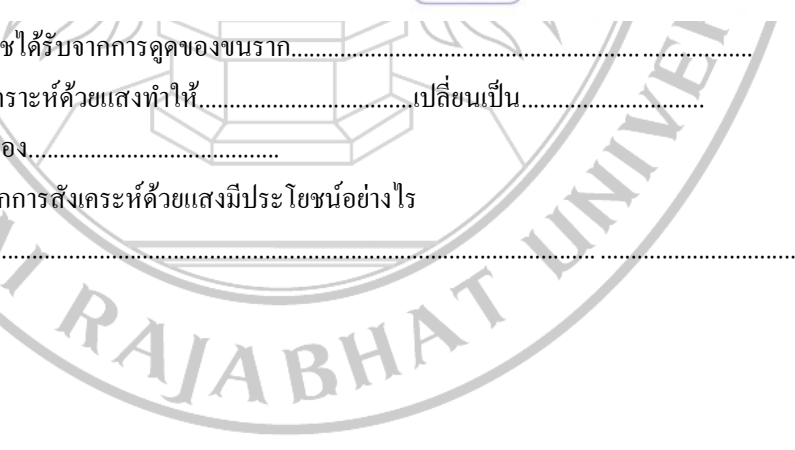


ตอนที่ 2 จงเติมคำลงในช่องว่างให้สมบูรณ์



1. สารใดสมการที่พืชได้รับจากการดูดของขนราก.....
2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้.....เปลี่ยนเป็น.....
เก็บสะสมในรูปของ.....
3. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงมีประโยชน์อย่างไร

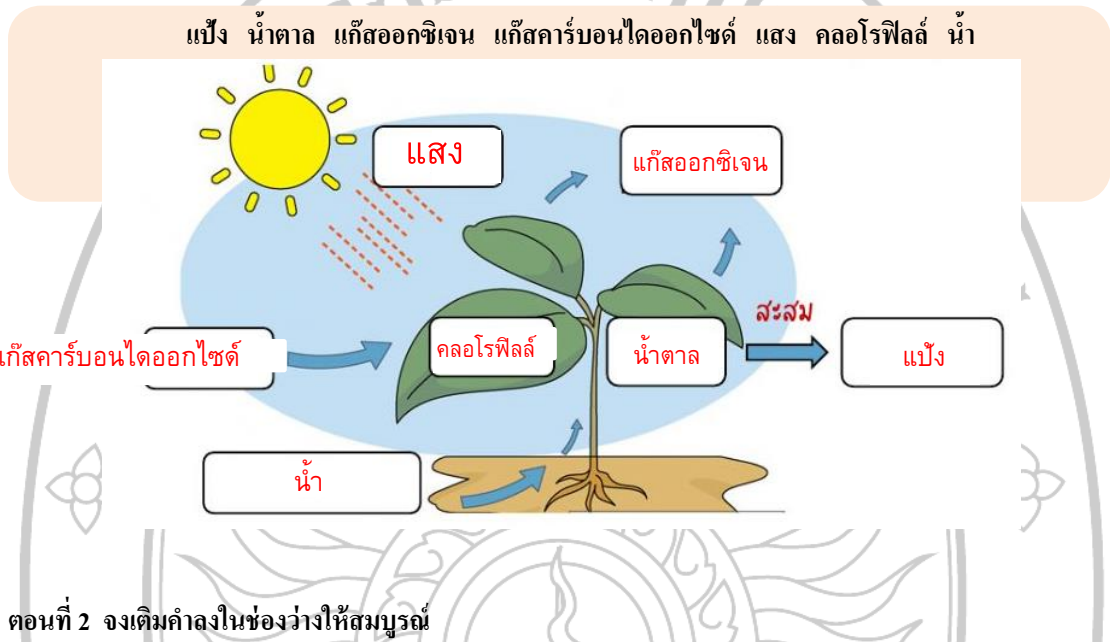
.....



ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบกิจกรรม เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ตอนที่ 1 นำคำที่กำหนดให้เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



1. สารใดสมการที่พืชได้รับจากการดูดของขบวนการ..... น้ำ
2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้ สารอินทรีย์..... เปลี่ยนเป็น สารอินทรีย์..... เก็บสะสมในรูปของ..... แป้ง
3. ผลดีที่พืชได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงมีประโยชน์อย่างไร

ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น พืชจะนำไปใช้ในกระบวนการหายใจเพื่อสร้างพลังงานให้กับพืช

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบกิจกรรม เรื่อง สิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจต้นไม้ในโรงเรียนพร้อมทั้งวาดรูปลักษณะใบและเขียนประโยชน์ของต้นไม้ชนิดนั้นๆ ให้ถูกต้อง

ชื่อ..... ประโยชน์.....	ชื่อ..... ประโยชน์.....
ชื่อ..... ประโยชน์.....	ชื่อ..... ประโยชน์.....
ชื่อ..... ประโยชน์.....	ชื่อ..... ประโยชน์.....

เฉลย

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ใบกิจกรรม เรื่อง สิ่งแวดล้อมรอบตัวเรา

คำชี้แจง ให้นักเรียนสำรวจต้นไม้ในโรงเรียนพร้อมทั้งวาดรูปลักษณะใบและเขียนประโยชน์ของต้นไม้ชนิดนั้นๆ ให้ถูกต้อง

- ขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของครู -

ชื่อ..... ประโยชน์.....	ชื่อ..... ประโยชน์.....
ชื่อ..... ประโยชน์.....	ชื่อ..... ประโยชน์.....
ชื่อ..... ประโยชน์.....	ชื่อ..... ประโยชน์.....

แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ 2

โรงเรียน บ้านห้วยคอกหมู ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

ชื่อแผน พลังงานจากชีวมวล

เวลา 2 คาบ/ชั่วโมง

ห้องที่สอน ห้องวิทยาศาสตร์

ผู้สอน นายวุฒิชัย ไบตัน

สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณ ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2. ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม. 2/3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น

ว 4.2 ม. 1/3 รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายข้อดีกับข้อจำกัดของพลังงานชีวมวลได้ (K)
2. นักเรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลพลังงานชีวมวลในรูปแบบแผนผังความคิดได้ (P)
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน (A)

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

พลังงานชีวมวล (Biomass Energy) คือ พลังงานที่ผลิตได้จากการนำวัสดุชีวมวลหรือสารอินทรีย์ทุกรูปแบบที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติ เช่น ขยะอินทรีย์ เศษวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร ถากจากกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม มูลสัตว์ ฟืชเชื้อเพลิง เช่น แกลบ ฟางข้าว

ชานอ้อย ใบและยอดอ้อย ไม้ เศษไม้ เส้นใยและกะลาปาล์ม กากมันสำปะหลัง ชังข้าวโพด กาบและกะลามะพร้าว มาผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น การหมัก (Fermentation) การเผา (Combustion) การผลิตก๊าซ (Gasification) หรือกรรมวิธีอื่น ๆ จนได้เป็นความร้อนหรือก๊าซ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือแปรรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า

5. ผังมโนทัศน์การบูรณาการแบบ STEM



6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

8. ตารางเรียนรู้

1) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณจำกัดและมักเพิ่มมลภาวะในบรรยากาศมากขึ้น จึงมีการใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น พลังงานความร้อนใต้พิภพพลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทนแต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

2) การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล จะทำให้ได้สารสนเทศเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายในการรวบรวม ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล เสนอ จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

9. การจัดกระบวนการกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (60 นาที)

- ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม ดังนี้
 - นักเรียนรู้จักชีวมวลหรือไม่ (ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน)
 - แล้วนักเรียนคิดว่าต้นไม้เป็นชีวมวลหรือไม่ อย่างไร (ตอบตามความคิดเห็นของนักเรียน)
- นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายว่า ชีวมวล คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ สารอินทรีย์เหล่านี้ได้มาจากพืชและสัตว์ต่าง ๆ เช่น เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
- ครูเข้าสู่บทเรียนโดยอธิบายถึงความหมายของชีวมวล และใช้โปรแกรม Power Point ช่วยในการอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น
- จากนั้นครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนกลุ่มละ 3 – 5 คน โดยให้แต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความหมายของชีวมวลจากหนังสือ หรืออินเทอร์เน็ต แล้วจดบันทึกข้อมูลที่ได้ลงสมุดเพื่อนำข้อมูลมาจัดทำแผนผังความคิดในชั่วโมงถัดไป
- ครูคอยให้คำแนะนำ คำปรึกษาแก่นักเรียนขณะที่ทำกิจกรรมอยู่

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (60 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้ในชั่วโมงที่แล้วโดยใช้คำถาม ดังนี้
 - ชีวมวลคืออะไร (สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ สารอินทรีย์เหล่านี้ได้มาจากพืชและสัตว์ต่าง ๆ เช่น เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร)
 - จากการสืบค้นข้อมูลในชั่วโมงที่แล้วนักเรียนพบว่าต้นไม้สามารถนำมาทำเป็นชีวมวลได้หรือไม่ (ได้ เนื่องจากพืชเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานได้)
 - พลังงานชีวมวลเหมือนหรือแตกต่างจากชีวมวลอย่างไร (พลังงานชีวมวล คือ พลังงานที่ได้จากชีวมวลชนิดต่าง ๆ โดยกระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ)
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของชีวมวลกับพลังงานชีวมวล โดยสรุปได้ว่า พลังงานชีวมวล คือ พลังงานที่ได้จากชีวมวลชนิดต่าง ๆ โดยกระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ
3. ครูเข้าสู่บทเรียน โดยอธิบายถึงความหมายของพลังงานชีวมวล ข้อดี ข้อจำกัดของพลังงานชีวมวล และความแตกต่างของพลังงานชีวมวลกับชีวมวล เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยใช้โปรแกรม Power Point ช่วยในการอธิบายเพิ่มเติม
4. จากนั้นครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มตามเดิมในชั่วโมงที่แล้ว โดยให้แต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับชีวมวล และพลังงานชีวมวลจากหนังสือ หรืออินเทอร์เน็ต เมื่อนักเรียนแล้วจับบันทึกข้อมูล
5. ที่ได้ลงสมุดเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดทำเป็นแผนผังความคิดเรื่อง พลังงานชีวมวล
6. ครูสุ่มตัวแทนออกมา 1 กลุ่ม เพื่อสรุปเรื่องพลังงานชีวมวลให้เพื่อนฟัง
7. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

10. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. สื่อ Power Point เรื่อง ชีวมวล
3. สื่อ Power Point เรื่อง พลังงานชีวมวล
4. ห้องคอมพิวเตอร์

11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
นักเรียนอธิบายข้อดีกับข้อจำกัดของพลังงานชีวมวลได้	ตรวจแผนผังความคิด เรื่อง พลังงานชีวมวล	แผนผังความคิด เรื่อง พลังงานชีวมวล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
นักเรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลพลังงานชีวมวลในรูปแบบแผนผังความคิดได้	- การสังเกต พฤติกรรม การทำงาน - ตรวจแผนผัง ความคิด เรื่อง พลังงานชีวมวล	- แบบสังเกต พฤติกรรมรายบุคคล - แผนผังความคิด เรื่อง พลังงาน ชีวมวล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรม การทำงาน	แบบสังเกตพฤติกรรม รายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนตรงประเด็น (7 – 10 คะแนน)
	2	อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน (4 – 6 คะแนน)
	1	อธิบายได้เล็กน้อย (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
ด้านกระบวนการ (P)	3	กำหนดหัวข้อในแผนผังความคิดได้ครบถ้วน 6 หัวข้อ ได้แก่ ความหมาย ข้อดี ข้อจำกัด ประโยชน์และการนำไปใช้ ความแตกต่างระหว่างพลังงานชีวมวลกับชีวมวล กระบวนการแปรรูปชีวมวล (7 – 10 คะแนน)
	2	กำหนดหัวข้อในแผนผังความคิดได้มากกว่า 3 หัวข้อ (4 – 6 คะแนน)

ประเด็นการ ประเมิน	ค่าน้ำหนัก คะแนน	แนวทางการให้คะแนน
	1	กำหนดหัวข้อในแผนผังความคิดได้น้อยกว่า 3 หัวข้อ (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
ด้าน คุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และ เรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาด บางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน 3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน 2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน 1	หมายถึง	ระดับพอใช้



ตารางประเมินการทำกิจกรรม

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้าน K P A ตามจุดประสงค์					ระดับ คุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
		ด้าน K (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน P (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน A (คะแนน เต็ม 3)	รวม 9 คะแนน			
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

สรุปผลการประเมิน

จากนักเรียนที่มาเรียนทั้งหมด.....คน

1. ด้านความรู้ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
2. ด้านกระบวนการ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
3. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน

บันทึกผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน.....คน

จำนวนนักเรียนที่ไม่มาเรียน.....คน

ผลการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน K ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน P ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน A ในระดับ

ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

การแก้ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

ผลการแก้ไข

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายวุฒิชัย ไบตัน)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ 3

โรงเรียน บ้านหัวขอกอกหมู ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

ชื่อแผน ถ่านชีวมวล (Biochar)

เวลา 2 คาบ/ชั่วโมง

ห้องที่สอน ห้องวิทยาศาสตร์

ผู้สอน นายวุฒิชัย ไบตัน

สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2. ตัวชี้วัด

ว 4.2 ม. 1/3 รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายขั้นตอนการทำถ่านชีวมวลได้ (K)
2. นักเรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลขั้นตอนการทำถ่านชีวมวลได้ (P)
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน (A)

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ถ่านชีวมวล หรือไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (Biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก เรียกกระบวนการนี้ว่าการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis) ซึ่งมีสองวิธีหลัก ๆ คือ การแยกสลายอย่างรวดเร็วและอย่างช้า การผลิตไบโอชาร์ด้วยวิธีการแยกสลายอย่างช้าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของไบโอชาร์มากกว่าร้อยละ 50 แต่จะใช้เวลาเป็นชั่วโมง ซึ่งต่างจากวิธีการแยกสลายอย่างรวดเร็ว

ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (Bio – oil) ร้อยละ 60 แก๊สสังเคราะห์ (Syngas) และไบโอชาร์ ร้อยละ 20

5. ผังมโนทัศน์การบูรณาการแบบ STEM



6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

8. สาระการเรียนรู้

- 1) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณจำกัดและมักเพิ่มมลภาวะในบรรยากาศมากขึ้น จึงมี

การใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น พลังงานความร้อนใต้พิภพพลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทนแต่ละชนิดจะมี ข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

2) การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล จะทำให้ได้สารสนเทศเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายในการรวบรวม ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล เสนอ จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

9. การจัดการกระบวนการเรียนรู้อัจฉริยะ

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (60 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่องชีวมวลกับพลังงานชีวมวลให้นักเรียนว่า ชีวมวล (Biomass) คือ สารอินทรีย์ที่เป็นแหล่งกักเก็บพลังงานจากธรรมชาติและสามารถนำมาใช้ผลิตพลังงานได้ สารอินทรีย์เหล่านี้ได้มาจากพืชและสัตว์ต่าง ๆ เช่น เศษไม้ ขยะ วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ส่วนพลังงานชีวมวล (Bio – energy) หมายถึง พลังงานที่ได้จากชีวมวลชนิดต่าง ๆ โดยกระบวนการแปรรูปชีวมวลไปเป็นพลังงานรูปแบบต่าง ๆ

2. ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง พลังงานชีวมวล เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น



ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=P41NuIsjnEQ>

3. ครูยกตัวอย่างพลังงานชีวมวลให้นักเรียนได้รู้จัก โดยยกตัวอย่างถ่านชีวมวล โดยอธิบายว่า ถ่านชีวมวล หรือไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (Biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก เรียกกระบวนการนี้ว่าการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis) ซึ่งมีสองวิธีหลัก ๆ คือ การแยกสลายอย่างรวดเร็วและอย่างช้า การผลิตไบโอชาร์ด้วยวิธีการแยกสลายอย่างช้าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของไบโอชาร์มากกว่าร้อยละ 50 แต่จะใช้เวลาเป็นชั่วโมง ซึ่งต่างจากวิธีการแยกสลายอย่างเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (Bio – oil) ร้อยละ 60 แก๊สสังเคราะห์ (Syngas) และ ไบโอชาร์ ร้อยละ 20

4. จากนั้นครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง ถ่านชีวมวล แล้วให้นักเรียนร่วมกันทำใบกิจกรรมในชั้นเรียน โดยครูคอยเป็นผู้แนะนำ ชี้แนะ ขณะที่นักเรียนกำลังทำใบกิจกรรม

5. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (60 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้ในชั่วโมงที่แล้วโดยใช้คำถาม ดังนี้
 - พลังงานชีวมวลที่ครูได้ยกตัวอย่างไป คืออะไร (ถ่านชีวมวล)
 - ผลิตจากถ่านชีวมวลจากด้วยวิธีการแยกสลายอย่างเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ผลผลิตที่ได้จะเป็นอะไรบ้าง (น้ำมันชีวภาพ (Bio – oil) แก๊สสังเคราะห์ (Syngas) และไบโอชาร์)
2. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของถ่านชีวมวลและกระบวนการผลิตถ่านชีวมวล โดยสรุปได้ว่าถ่านชีวมวล คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (Biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก มีสองวิธีหลัก ๆ ในการผลิต คือ การแยกสลายด้วยความร้อนอย่างรวดเร็วและอย่างช้า
3. ครูเข้าสู่บทเรียนอีกครั้ง โดยให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอ เรื่อง การทำถ่านชีวภาพไบโอชาร์ โดยครูจะให้นักเรียน ได้รู้จักขั้นตอนการผลิตถ่านชีวภาพในเบื้องต้น ก่อนที่ครูจะให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการผลิตถ่านชีวภาพในขั้นตอนต่อไป



ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=6lBtymIUilo>

4. หลังจากดูคลิปวิดีโอ เรื่อง การทำถ่านชีวภาพไบโอชาร์จบแล้ว ครูมอบหมายให้นักเรียน ไปสืบค้นข้อมูลขั้นตอนการผลิตถ่านชีวมวล แล้วสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเองลงในสมุด
5. จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคนนำเสนอขั้นตอนการผลิตถ่านชีวมวลที่ได้ไปสืบค้นข้อมูลมาหน้าชั้นเรียน ไม่เกินคนละ 2 นาที
6. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

10. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. คลิปวิดีโอ เรื่อง พลังงานชีวมวล
3. คลิปวิดีโอ เรื่อง การทำถ่านชีวภาพไบโอชาร์
4. ห้องคอมพิวเตอร์

11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
นักเรียนอธิบายขั้นตอนการทำถ่านชีวมวลได้	ตรวจสอบจดบันทึก	- แบบสังเกต พฤติกรรมรายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
นักเรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลขั้นตอนการทำถ่านชีวมวลได้	- การสังเกต พฤติกรรม การทำงาน - ตรวจสอบจดบันทึก	- แบบสังเกต พฤติกรรมรายบุคคล - สมุดจดบันทึก	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรม การทำงาน	แบบสังเกตพฤติกรรม รายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนตรงประเด็น (7 – 10 คะแนน)
	2	อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน (4 – 6 คะแนน)
	1	อธิบายได้เล็กน้อย (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
ด้านกระบวนการ (P)	3	จดบันทึกข้อมูลขั้นตอนการทำ รวมทั้งอุปกรณ์ในการทำถ่านชีวมวล ได้ครบถ้วน (7 – 10 คะแนน)
	2	จดบันทึกขั้นตอนการทำ รวมทั้งอุปกรณ์ในการทำถ่านชีวมวล ไม่ครบถ้วน ผิดพลาดบางส่วน (4 – 6 คะแนน)
	1	จดบันทึกเฉพาะขั้นตอนการทำ หรืออุปกรณ์ในการทำถ่านชีวมวล (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน

ด้าน คุณลักษณะ (A)	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งาน ยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาด บางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน 3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน 2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน 1	หมายถึง	ระดับพอใช้



ตารางประเมินการทำกิจกรรม

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้าน K P A ตามจุดประสงค์					ระดับ คุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
		ด้าน K (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน P (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน A (คะแนน เต็ม 3)	รวม 9 คะแนน			
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

สรุปผลการประเมิน

จากนักเรียนที่มาเรียนทั้งหมด.....คน

1. ด้านความรู้ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
2. ด้านกระบวนการ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
3. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน

บันทึกผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน.....คน

จำนวนนักเรียนที่ไม่มาเรียน.....คน

ผลการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน K ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน P ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน A ในระดับ

ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

การแก้ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

ผลการแก้ไข

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายวุฒิชัย ไบตัน)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ 4

โรงเรียน บ้านห้วยคอกหมู ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

ชื่อแผน จากไบโม่เป็นไบโอชาร์ (Biochar)(1)

เวลา 2 คาบ/ชั่วโมง

ห้องที่สอน ห้องวิทยาศาสตร์

ผู้สอน นายวุฒิชัย ไบตัน

สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ : คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ว 4.2 ม.1/3 รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย

ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายขั้นตอนการทำถ่านชีวมวลจากไบโม่แห้งได้ (K)
2. นักเรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล และออกแบบส่วนผสมสำหรับทำถ่านชีวมวลได้ (P)
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน (A)

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ถ่านชีวมวล หรือ ไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (Biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก เรียกกระบวนการนี้ว่าการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis) ซึ่งมีสองวิธีหลัก ๆ คือ การแยกสลายอย่างรวดเร็วและอย่างช้า การผลิตไบโอชาร์ด้วยวิธีการแยกสลายอย่างช้าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของไบโอชาร์มากกว่าร้อยละ 50 แต่จะใช้เวลาเป็นชั่วโมง ซึ่งต่างจากวิธีการแยกสลายอย่างเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (Bio-oil) ร้อยละ 60 แก๊สสังเคราะห์ (Syngas) และไบโอชาร์ ร้อยละ 20

5. ผังมโนทัศน์การบูรณาการแบบ STEM



6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

8. สารการเรียนรู้

- 1) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณจำกัดและมักเพิ่มมลภาวะในบรรยากาศมากขึ้น จึงมีการใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น พลังงานความร้อนใต้พิภพพลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทนแต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน
- 2) การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล จะทำให้ได้สารสนเทศเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 3) การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายในการรวบรวม ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล เสนอ จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ
- 4) อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน สัดส่วน การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา

9. การจัดกระบวนการกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (60 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่องถ่านชีวมวลให้นักเรียน โดยตั้งคำถามดังนี้
 - ถ่านชีวมวลคืออะไร (วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (Biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก)
 - กระบวนการผลิตถ่านชีวมวลคืออะไร และมีอะไรบ้าง (มีกระบวนการผลิตที่เรียกว่าการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis) มีสองวิธีหลัก ๆ คือ การแยกสลายอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส และอย่างช้าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส)
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เรื่อง ถ่านชีวมวลอีกครั้ง โดยสรุปได้ว่า ถ่านชีวมวลคือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (Biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจน

หรือใช้น้อยมาก ซึ่งมีกระบวนการผลิตนี้เรียกว่าการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis) มีสองวิธีหลัก ๆ คือการแยกสลายอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียสและอย่างช้าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส

3. ครูเข้าสู่บทเรียน โดยอธิบายว่าไบโอดีเซลในโรงเรียนก็สามารถนำมาใช้ผลิตเป็นถ่านชีวมวลได้ จากนั้นให้นักเรียนนำสมุดที่จดบันทึกขั้นตอนการทำถ่านชีวมวลออกมาเพื่อทบทวนขั้นตอนการทำเบื้องต้นร่วมกัน

4. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 – 5 คน คละตามความสามารถของนักเรียน โดยมีนักเรียนเรียนเก่ง เรียนได้ปานกลาง และเรียนอ่อนอยู่ร่วมกัน

5. ครูตั้งโจทย์ให้นักเรียน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มผลิตถ่านชีวมวลออกแบบส่วนผสมในการทำถ่านชีวมวลด้วยตนเอง และกำหนดวัสดุในการทำถ่านชีวมวลเป็นไบโอดีเซลในโรงเรียน

6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสืบค้นข้อมูล และออกแบบส่วนผสมว่าส่วนแบบใดจะช่วยให้ถ่านชีวมวลให้ความร้อนได้นานที่สุด

7. ครูตรวจสอบความก้าวหน้าของการสืบค้นข้อมูล และการออกแบบส่วนผสมการทำถ่านชีวมวล

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (60 นาที)

1. ครูเข้าสู่บทเรียนอีกครั้ง โดยทบทวนกิจกรรมที่ได้ทำไปในชั่วโมงที่แล้วเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน

2. ครูให้นักเรียนประจำกลุ่มของตัวเอง แล้วให้แต่ละกลุ่มช่วยกันคำนวณส่วนผสมของถ่านชีวมวลที่ได้ออกแบบไว้ในชั่วโมงที่แล้วว่าต้องใช้ส่วนผสมปริมาณเท่าใดจึงจะทำให้ถ่านชีวมวลให้ความร้อนได้นานที่สุด

3. หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มคำนวณส่วนผสมกันเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ การผลิตถ่านชีวมวลตามที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการผลิตถ่านชีวมวลในชั่วโมงถัดไป

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการออกแบบส่วนผสมถ่านชีวมวล

5. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

6. ครูประเมินพฤติกรรมของนักเรียนจากการทำงานกลุ่ม

7. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

10. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ห้องคอมพิวเตอร์

11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
นักเรียนอธิบายขั้นตอนการทำถ่านชีวมวลจากใบไม้แห้งได้	- สังเกตพฤติกรรมการทำงาน และการนำเสนอ - ตรวจสอบจุดดับบันทึก	- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
นักเรียนสังเกต รวบรวมข้อมูล และออกแบบส่วนผสมสำหรับทำถ่านชีวมวลได้	- สังเกตพฤติกรรมการทำงาน - ตรวจสอบจุดดับบันทึก	- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล - สมุดจุดดับบันทึก	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรมการทำงาน	แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนตรงประเด็น (7 – 10 คะแนน)
	2	อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน (4 – 6 คะแนน)
	1	อธิบายได้เล็กน้อย (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
	3	ออกแบบส่วนผสมการทำถ่านชีวมวลได้ครบถ้วน สมบูรณ์ (7 – 10 คะแนน)

ประเด็นการ ประเมิน	ค่าน้ำหนัก คะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้าน กระบวนการ (P)	2	ออกแบบส่วนผสมการทำถ่านชีวมวลได้ไม่ครบถ้วน ขาดบางส่วน (4 – 6 คะแนน)
	1	ออกแบบส่วนผสมการทำถ่านชีวมวลได้ไม่ครบถ้วน จนไม่สามารถผลิตถ่านชีวมวลได้ (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
ด้าน คุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และ เรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาด บางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน 3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน 2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน 1	หมายถึง	ระดับพอใช้

ตารางประเมินการทำกิจกรรม

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้าน K P A ตามจุดประสงค์					ระดับ คุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
		ด้าน K (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน P (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน A (คะแนน เต็ม 3)	รวม 9 คะแนน			
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

สรุปผลการประเมิน

จากนักเรียนที่มาเรียนทั้งหมด.....คน

1. ด้านความรู้ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
2. ด้านกระบวนการ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
3. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน

บันทึกผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน.....คน

จำนวนนักเรียนที่ไม่มาเรียน.....คน

ผลการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน K ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน P ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน A ในระดับ

ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

การแก้ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

ผลการแก้ไข

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายวุฒิชัย ไบตัน)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ 5

โรงเรียน บ้านห้วยคอกหมู ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

ชื่อแผน จากใบไม้เป็นไปโอชาร์ (Biochar)(2)

เวลา 2 คาบ/ชั่วโมง

ห้องที่สอน ห้องวิทยาศาสตร์

ผู้สอน นายวุฒิชัย ไบตัน

สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ : คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ว 4.2 ม. 1/3 รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย

ค 1.1 ม. 1/3 เข้าใจและประยุกต์ใช้อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสรุปขั้นตอนการทำถ่านชีวมวลจากใบไม้แห้งได้ (K)
2. นักเรียนลงมือทำถ่านชีวมวลจากใบไม้แห้งด้วยตนเองได้ (P)
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน (A)

4. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ถ่านชีวมวล หรือ ไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (Biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก เรียกกระบวนการนี้ว่าการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis) ซึ่งมีสองวิธีหลัก ๆ คือ การแยกสลายอย่างรวดเร็วและอย่างช้า การผลิตไบโอชาร์ด้วยวิธีการแยกสลายอย่างช้าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของไบโอชาร์มากกว่าร้อยละ 50 แต่จะใช้เวลาเป็นชั่วโมง ซึ่งต่างจากวิธีการแยกสลายอย่างเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (Bio-oil) ร้อยละ 60 แก๊สสังเคราะห์ (Syngas) และไบโอชาร์ ร้อยละ 20

5. ผังมโนทัศน์การบูรณาการแบบ STEM



6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

8. สาระการเรียนรู้

1) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณจำกัดและมักเพิ่มมลภาวะในบรรยากาศมากขึ้น จึงมีการใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น พลังงานความร้อนใต้พิภพพลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทนแต่ละชนิดจะมีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

2) การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล จะทำให้ได้สารสนเทศเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายในการรวบรวม ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล เสนอ จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

4) อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน สัดส่วน การนำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละไปใช้ในการแก้ปัญหา

9. การจัดกระบวนการกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (60 นาที)

1. ครูทบทวนขั้นตอนการทำถ่านชีวมวลเบื้องต้นให้กับนักเรียน พร้อมกับให้นักเรียนตรวจเช็คอุปกรณ์การทำถ่านชีวมวลของแต่ละกลุ่มให้เรียบร้อย

2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประชุมวางแผน เพื่อแบ่งหน้าที่การทำงานให้สมาชิกในกลุ่ม

3. ครูเข้าสู่บทเรียนโดยอธิบายข้อตกลง ขอบเขตของการทำกิจกรรมให้นักเรียนฟัง เพื่อทำความเข้าใจร่วมกัน

4. จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำถ่านชีวมวลตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ และทำตามหน้าที่ของตนเองที่ได้ประชุมกันในวันชั่วโมง

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มจะชั่งน้ำหนัก ตวงส่วนผสมตามที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อผลลัพธ์ว่าส่วนผสมไหนที่จะทำให้ถ่านชีวมวลให้ความร้อนได้นานที่สุด

6. ครูคอยให้คำปรึกษากับนักเรียนเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย หรือเกิดปัญหาขณะทำกิจกรรม

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (60 นาที)

1. ครูเข้าสู่บทเรียนอีกครั้ง โดยทบทวนกิจกรรมที่ได้ทำไปในชั่วโมงที่แล้วเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน
2. ครูพานักเรียนมาทดสอบผลการทำกิจกรรมบริเวณกลางแจ้ง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มก่อไฟแล้วใส่ถ่านชีวมวลของตัวเองลงไป จากนั้นจับเวลาการให้ความร้อนของถ่านชีวมวลเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปสรุปผลการดำเนินกิจกรรม
3. ครูให้แต่ละกลุ่มออกมาพูดสรุปขั้นตอนการทำถ่านชีวมวล รวมถึงผลการออกแบบส่วนผสมในการทำถ่านชีวมวลว่าได้ผลลัพธ์อย่างไรบ้างให้เพื่อน ๆ ในห้องฟัง
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการดำเนินกิจกรรมการทำถ่านชีวมวลร่วมกัน โดยให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
5. ครูประเมินพฤติกรรมของนักเรียนจากการทำงานกลุ่ม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

10. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. สมุดจดบันทึกขั้นตอนการทำถ่านชีวมวล
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ลานกลางแจ้ง

11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
นักเรียนสรุปขั้นตอนการทำงานจากใบไม้แห้งได้	- สังเกตพฤติกรรมการทำงาน และการนำเสนอ - ตรวจสอบจุดบันทึก	- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
นักเรียนลงมือทำผ่านชีวมวลจากใบไม้แห้งด้วยตนเองได้	- สังเกตพฤติกรรมการทำงาน - ตรวจสอบจุดบันทึก	- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล - สมุดจุดบันทึก	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรมการทำงาน	แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนตรงประเด็น (7 – 10 คะแนน)
	2	อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน (4 – 6 คะแนน)
	1	อธิบายได้เล็กน้อย (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
ด้านกระบวนการ (P)	3	มีความเข้าใจขั้นตอนการทำทุกขั้นตอน และสามารถลงมือทำได้อย่างถูกต้อง (7 – 10 คะแนน)
	2	มีความเข้าใจขั้นตอนการทำบางขั้นตอน และสามารถลงมือทำได้ (4 – 6 คะแนน)
	1	ขาดความเข้าใจในขั้นตอนการทำ ต้องให้สมาชิกในกลุ่มคอยบอกขั้นตอนการทำ (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และเรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน

ประเด็นการ ประเมิน	ค่าน้ำหนัก คะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้าน คุณลักษณะ (A)	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่ทำงานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาด บางส่วน

ระดับคะแนน

คะแนน 3	หมายถึง	ระดับดีมาก
คะแนน 2	หมายถึง	ระดับดี
คะแนน 1	หมายถึง	ระดับพอใช้



ตารางประเมินการทำกิจกรรม

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้าน K P A ตามจุดประสงค์					ระดับ คุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
		ด้าน K (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน P (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน A (คะแนน เต็ม 3)	รวม 9 คะแนน			
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

สรุปผลการประเมิน

จากนักเรียนที่มาเรียนทั้งหมด.....คน

1. ด้านความรู้ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
2. ด้านกระบวนการ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
3. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน

บันทึกผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน.....คน

จำนวนนักเรียนที่ไม่มาเรียน.....คน

ผลการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน K ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน P ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน A ในระดับ

ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

การแก้ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

ผลการแก้ไข

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายวุฒิชัย ไบตัน)

ครูผู้สอน

แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ 6

โรงเรียน บ้านหัวขอกอกหมู ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566

ชื่อแผน ประโยชน์ของถ่านชีวมวล

เวลา 2 คาบ/ชั่วโมง

ห้องที่สอน ห้องวิทยาศาสตร์

ผู้สอน นายวุฒิชัย ไบตัน

สาระการเรียนรู้ที่นำมาบูรณาการ : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐานการเรียนรู้ที่ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2. ตัวชี้วัด

ว 3.2 ม. 2/3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของพลังงานทดแทนแต่ละประเภทจากการรวบรวมข้อมูลและนำเสนอแนวทางการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมในท้องถิ่น

ว 4.2 ม. 1/3 รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ ตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายประโยชน์ของถ่านชีวมวลได้ (K)
2. นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับถ่านชีวมวล และลงมือทำแผนผังความคิด เรื่อง ถ่านชีวมวล ด้วยตนเองได้ (P)
3. นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน (A)

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ถ่านชีวมวล หรือไบโอชาร์ (Biochar) คือ วัสดุที่อุดมด้วยคาร์บอน ผลิตจากการให้ความร้อนมวลชีวภาพ (Biomass) โดยไม่ใช้ออกซิเจนหรือใช้น้อยมาก เรียกกระบวนการนี้ว่าการแยกสลายด้วยความร้อน (Pyrolysis) ซึ่งมีสองวิธีหลัก ๆ คือ การแยกสลายอย่างรวดเร็วและอย่างช้า การผลิตไบโอชาร์ด้วยวิธีการแยกสลายอย่างช้าที่อุณหภูมิเฉลี่ย 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิต

ของไบโอซาร์มากกว่าร้อยละ 50 แต่จะใช้เวลาเป็นชั่วโมง ซึ่งต่างจากวิธีการแยกสลายอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิเฉลี่ย 700 องศาเซลเซียส ซึ่งใช้เวลาเป็นวินาที ผลผลิตที่ได้จะเป็นน้ำมันชีวภาพ (Bio – oil) ร้อยละ 60 แก๊สสังเคราะห์ (Syngas) และไบโอซาร์ ร้อยละ 20

5. ผังมโนทัศน์การบูรณาการแบบ STEM



6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

8. สารการเรียนรู้

1) เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์มีปริมาณจำกัดและมักเพิ่มมลภาวะในบรรยากาศมากขึ้น จึงมี

การใช้พลังงานทดแทนมากขึ้น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล พลังงานคลื่น พลังงานความร้อนใต้พิภพพลังงานไฮโดรเจน ซึ่งพลังงานทดแทนแต่ละชนิดจะมี ข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

2) การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล จะทำให้ได้สารสนเทศเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) การใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลายในการรวบรวม ประมวลผล สร้างทางเลือก ประเมินผล เสนอ จะช่วยให้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

9. การจัดการกระบวนการกิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

แนะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (60 นาที)

1. ครูทบทวนกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยตั้งคำถาม ดังนี้
 - ถ่านชีวมวลที่ได้ทำร่วมกันในชั่วโมงที่แล้วมีส่วนผสมหลักคืออะไร (ใบไม้แห้ง)
 - หากไม่มีใบไม้แห้งแล้ว เราสามารถใช้ส่วนผสมอะไรทดแทนได้บ้าง (ยกตัวอย่าง เช่น เหน้กมันสำปะหลัง ฟางข้าว ชังข้าว โปด กิ่งไม้ แกลบ เป็นต้น)
 - นักเรียนคิดว่าขั้นตอนไหนสำคัญที่สุดในการทำถ่านชีวมวล เพราะอะไร (ครูให้อิสระในการตอบคำถาม พร้อมทั้งรับฟังเหตุผลของนักเรียน)
2. ครูและนักเรียนอภิปรายผลการทำถ่านชีวมวลจากใบไม้แห้งร่วมกัน โดยสรุปได้ว่าการทำถ่านชีวมวลนั้นสามารถนำเศษวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ มาใช้แทนใบไม้แห้งได้ เช่น เหน้กมันสำปะหลัง ฟางข้าว ชังข้าว โปด กิ่งไม้ แกลบ เป็นต้น สำหรับขั้นตอนการทำงานนั้นทุกขั้นตอนมีความสำคัญหากผิดพลาดขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งไปก็จะส่งผลให้ถ่านชีวมวลที่ทำขึ้นมามีคุณภาพที่ต่ำ ใช้งานได้ไม่ดี
3. ครูให้นักเรียนนั่งประจำกลุ่มของตัวเอง ตามกลุ่มที่ได้ทำถ่านชีวมวลร่วมกัน
4. ครูแจกอุปกรณ์การทำกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ได้แก่ กระดาษปรีฟ ปากกาเมจิก
5. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแผนผังความคิดสรุปความรู้ที่ได้รับจากการทำถ่านชีวมวล และผลการออกแบบส่วนผสมในการทำถ่านชีวมวล ประโยชน์ของถ่านชีวมวล ปัญหา

ที่พบขณะปฏิบัติกิจกรรม และแนวทางแก้ไขปัญหาที่พบ ลงในกระดาษปรีฟที่ครูแจกให้ โดยนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต หรือจากสมุดบันทึกที่นักเรียนได้บันทึกลงไป

6. ครูคอยให้คำปรึกษากับนักเรียนเมื่อนักเรียนเกิดความสงสัย หรือเกิดปัญหาขณะทำกิจกรรม
7. ครูตรวจสอบความก้าวหน้าการทำแผนผังความคิดของนักเรียน พร้อมทั้งประเมินพฤติกรรมของนักเรียนจากการทำงานกลุ่ม
8. ครูนัดหมายกิจกรรมในชั่วโมงถัดไป โดยให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานของตัวเอง กลุ่มละ 5 นาที เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เตรียมความพร้อมสำหรับการนำเสนอ

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (60 นาที)

1. ครูสอบถามความพร้อมของนักเรียนสำหรับการนำเสนอหน้าชั้นเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งประจำกลุ่มเพื่อเตรียมตัวสำหรับการนำเสนอแผนผังความคิดสรุปความรู้ที่ได้รับจากการทำด้านชีวมวล
3. ครูเริ่มบทเรียนจากการจับฉลากรายชื่อนักเรียน หากชื่อนักเรียนอยู่กลุ่มใดให้ออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียนก่อน โดยใช้เวลาแต่ละกลุ่มในการนำเสนอ 5 นาที
4. หลังจากการนำเสนอของกลุ่มแรกจบแล้วครูให้นักเรียนที่นั่งฟังเพื่อนได้ถามคำถามเป็นการถาม – ตอบ เพื่อทบทวนความรู้ความเข้าใจของผู้นำเสนอเป็นเวลา 2 นาที และให้ดำเนินการในลักษณะนี้วนไปจนครบทุกกลุ่ม
5. ครูคอยสังเกตและประเมินพฤติกรรมนักเรียนจากการถาม – ตอบคำถาม
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการดำเนินกิจกรรมที่ผ่านมาทั้งหมดร่วมกัน โดยให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ
7. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์
8. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนหลังการดำเนินกิจกรรม

10. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. แผนผังความคิด

11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K)			
นักเรียนอธิบายประโยชน์ของถ่านชีวมวลได้	- สังเกตพฤติกรรมการทำงาน และการนำเสนอ	- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านกระบวนการ (P)			
นักเรียนสืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับถ่านชีวมวล และลงมือทำแผนผังความคิดเรื่อง ถ่านชีวมวล ด้วยตนเองได้	- สังเกตพฤติกรรมการทำงาน - ตรวจแผนผังความคิด	- แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล - แผนผังความคิด	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะ (A)			
นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงาน	การสังเกตพฤติกรรมการทำงาน	แบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคล	ระดับคุณภาพดีขึ้นไปผ่านเกณฑ์

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของการทำกิจกรรม

ประเด็นการประเมิน	ค่าน้ำหนักคะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้านความรู้ (K)	3	อธิบายได้ถูกต้องครบถ้วนตรงประเด็น (7 – 10 คะแนน)
	2	อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน (4 – 6 คะแนน)
	1	อธิบายได้เล็กน้อย (ต่ำกว่า 3 คะแนน)
ด้านกระบวนการ (P)	3	ทำแบบบันทึกกิจกรรมได้ถูกต้องครบถ้วน (7 – 10 คะแนน)
	2	ทำแบบบันทึกกิจกรรมได้แต่ไม่ถูกต้องครบถ้วน (4 – 6 คะแนน)
	1	ทำแบบบันทึกกิจกรรมไม่ถูกต้อง (ต่ำกว่า 3 คะแนน)

ประเด็นการ ประเมิน	ค่าน้ำหนัก คะแนน	แนวทางการให้คะแนน
ด้าน คุณลักษณะ (A)	3	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด และ เรียบร้อยถูกต้องครบถ้วน
	2	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จภายในเวลาที่กำหนด แต่งานยังผิดพลาดบางส่วน
	1	ทำภาระงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ แต่ล่าช้าและเกิดข้อผิดพลาด บางส่วน



ตารางประเมินการทำกิจกรรม

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้าน K P A ตามจุดประสงค์					ระดับ คุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
		ด้าน K (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน P (คะแนน เต็ม 3)	ด้าน A (คะแนน เต็ม 3)	รวม 9 คะแนน			
1.								
2.								
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								

สรุปผลการประเมิน

จากนักเรียนที่มาเรียนทั้งหมด.....คน

1. ด้านความรู้ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
2. ด้านกระบวนการ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน
3. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน.....คน ไม่ผ่าน.....คน

บันทึกผลการจัดการเรียนการสอน

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนนักเรียน.....คน

จำนวนนักเรียนที่ไม่มาเรียน.....คน

ผลการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....
.....

ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน K ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน P ในระดับ

- นักเรียนจำนวน..... คน คิดเป็นร้อยละ..... มีผลการประเมินด้าน A ในระดับ

ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....
.....

การแก้ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....

ผลการแก้ไข

.....
.....

ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....
.....

ลงชื่อ.....

(นายวุฒิชัย ไบตัน)

ครูผู้สอน

ภาคผนวก ข

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเครื่องมือ

แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รหัสวิชา ว21101 รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

รายการขอความคิดเห็น	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับหลักสูตร				
2. ความสอดคล้องเหมาะสมกับธรรมชาติวิชา				
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน				
4. ความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันและปัญหา				
5. ความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน				
6. ความเหมาะสมของเนื้อหา				
7. ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร				
8. ความเหมาะสมของการใช้ภาษา				
9. ความเหมาะสมกับความสนใจของนักเรียน				
10. ความเหมาะสมของรูปแบบ				

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รหัสวิชา ว21101 รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้
 บูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็น
 ของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

ตัวชี้วัด/ผลการ เรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
ว 1.2 ม. 1/7 อธิบาย ความสำคัญของ การสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืช ต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	1. เม็ดสีหลักที่เกี่ยวข้องกับการ สังเคราะห์ด้วยแสงคืออะไร ก. คลอโรฟิลล์ ข. คลอโรพลาสต์ ค. แคลโรทีนอยด์ ง. ไฟโคบิลิน				✿
	2. สมการของการสังเคราะห์ ด้วยแสงคืออะไร ก. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{แสงแดด}$ $\rightarrow \text{น้ำตาล} + \text{H}_2\text{O}$ ข. $\text{น้ำตาล} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$ $+ \text{H}_2\text{O} + \text{แสงแดด}$ ค. $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{แสงแดด}$ $\rightarrow \text{O}_2 + \text{น้ำตาล}$ ง. $\text{O}_2 + \text{น้ำตาล} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $+ \text{แสงแดด}$				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	3. การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดที่บริเวณใด ก. ใบ ข. ราก ค. แคลโรทินอยด์ ง. ไฟโคบิลิน				
	4. เมื่อตัดกิ่งไม้ที่มีใบไม่วางไว้ในที่ร่มในตอนกลางวันจะยังมีการสังเคราะห์แสงในใบไม้หรือไม่ ถ้ากิ่งไม้นั้นยังสดอยู่ ก. ไม่มีเนื่องจากกิ่งไม้ถูกตัดขาด ข. ไม่มีเพราะเซลล์ของพืชจะตาย ค. มี เพราะเซลล์ของพืชยังมีชีวิต ง. ไม่มี เพราะไม่ถูกแสงแดดโดยตรง				
	5. ข้อใดไม่ใช่วัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ก. น้ำ ข. แสง ค. ก๊าซออกซิเจน ง. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์				
	6. น้ำตาลที่พืชสร้างขึ้นมาเป็นน้ำตาลชนิดใด ก. กลูโคส ข. ซูโครส ค. มอลโทส ง. กาแล็กโทส				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	7. การเก็บผักบุงไว้ในกล่องที่ปิด 1 คืน เพื่ออะไร ก. เพื่อให้ไม่ถูกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ข. เพื่อให้น้ำตาลเปลี่ยนไปเป็นแป้งก่อนจะนำมาทดสอบ ค. เพื่อให้แป้งสลายตัวไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ง. เพื่อให้แป้งในใบหมดไป เมื่อไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง				
	8. ข้อใดไม่ใช่ความสำคัญของต้นไม้มที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ก. ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ข. เป็นแหล่งผลิตก๊าซไนโตรเจน ค. ช่วยทำให้ดินร่วนซุยและกักเก็บน้ำเอาไว้ในดินได้ ง. ดักจับฝุ่นควันและมลพิษทางอากาศ				
ว 1.2 ม. 1/8 ตระหนักในคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมโดยการร่วมกันปลูกและดูแล	9. พืชชนิดใดนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตน้ำมันดีเซล ก. ปาล์ม ข. ข้าวโพด ค. เมล็ดทานตะวัน ง. ละหุ่ง				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
รักษาต้นไม้ ในโรงเรียนและ ชุมชน	10. พืชชนิดใดที่ฝักมีสารออก ฤทธิ์ที่ส่งผลต่อระบบประสาท ของแมลง ช่วยในการจับถ่าย จับเสมหะได้ เมล็ดมีฤทธิ์ ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล ก. ต้นราชพฤกษ์ ข. ต้นจามจุรี ค. ต้นขี้เหล็กโลก ง. ต้นมะขาม				
ว 2.3 ม. 1/7 ออกแบบ เลือกใช้ และ สร้างอุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหา ในชีวิต ประจำวัน โดยใช้ความรู้ เกี่ยวกับการถ่าย โอนความร้อน	11. พลังงานชีวมวลคืออะไร ก. พลังงานที่ผลิตได้จากการ เผาฟอสซิล ข. พลังงานที่ผลิตจากกังหันลม ค. พลังงานที่ผลิตจากดวง อาทิตย์ ง. พลังงานที่ผลิตจากวัสดุ อินทรีย์				
	12. ข้อใดต่อไปนี้เป็นแหล่ง พลังงานหมุนเวียน ก. ถ่านหิน ข. ก๊าซธรรมชาติ ค. ชีวมวล ง. น้ำมัน				
	13. กระบวนการเปลี่ยน ชีวมวลเป็นพลังงาน เรียกว่าอะไร ก. การเผาไหม้ ข. พลังงานแสงอาทิตย์ ค. ไฟฟ้าพลังน้ำ ง. พลังงานความร้อนใต้พิภพ				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	14. ข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของแหล่งพลังงานชีวมวล ก. แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ข. ถ่านหิน ค. กิ่งहनลม ง. เศษไม้				
	15. ข้อดีของการใช้พลังงานชีวมวลคืออะไร ก. เป็นทรัพยากรที่ไม่หมุนเวียน ข. มีราคาแพงในการผลิต ค. ก่อให้เกิดมลพิษน้อยกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล ง. ไม่มีอยู่ทั่วไป				
	16. สิ่งใดต่อไปนี้เป็นแหล่งชีวมวลที่ได้จากกากวัสดุเหลือใช้ทั้งหมด ก. แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย ข. ยอดอ้อย ไม้ เศษหิน ค. เส้นใย เศษดินเผา กากมันสำปะหลัง ง. น้ำ ชั่งข้าวโพด กะลามะพร้าว				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	<p>17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อจำกัดของพลังงานชีวมวล</p> <p>ก. เทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ใช้การผลิตที่มีคุณภาพสูงยังมีต้นทุนค่อนข้างสูง</p> <p>ข. พลังงานชีวมวลบางส่วนยังก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และควันในการผลิต</p> <p>ค. ผลิตได้จากวัสดุคูปที่หลากหลายและสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ</p> <p>ง. วัสดุคูปจากพืชผลทางการเกษตรบางชนิดมีอายุการเก็บรักษาสั้น</p>				
	<p>18. ข้อใดคือพลังงานสิ้นเปลือง</p> <p>ก. แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล</p> <p>ข. น้ำ ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์</p> <p>ค. ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์</p> <p>ง. ไฮโดรเจน ก๊าซธรรมชาติ หินน้ำมัน</p>				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	19. ถ่านชีวมวลคือถ่านที่ทำมาจากอะไร ก. ถ่านที่ทำจากมูลสัตว์ ข. ถ่านที่ทำจากวัสดุพืช ค. ถ่านที่ทำจากปิโตรเลียม ง. ถ่านที่ทำจากถ่านหิน				
	20. การใช้ถ่านชีวมวลมีประโยชน์อะไรบ้าง ก. เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน ข. ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าเมื่อเทียบกับถ่านประเภทอื่น ๆ ค. สามารถใช้ปรุงอาหารทำความร้อน และผลิตไฟฟ้าได้ ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา				
	21. กระบวนการผลิตถ่านชีวมวลมีขั้นตอนอย่างไร ก. เผาฟืนในหลุมไฟ ข. การให้ความร้อนแก่ฟืนในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีออกซิเจน ค. การผสมของเสียจากสัตว์กับสารเคมี ง. การแยกคาร์บอนออกจากถ่านหิน				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	<p>22. อะไรคือความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ถ่านชีวมวล</p> <p>ก. การผลิตอาจมีราคาแพง</p> <p>ข. ต้องใช้ที่ดินจำนวนมากเพื่อปลูกพืชที่จำเป็นสำหรับการผลิต</p> <p>ค. มันสามารถนำไปสู่การตัดไม้ทำลายป่าได้หากไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม</p> <p>ง. ถูกทุกข้อที่กล่าวมา</p>				
	<p>23. การใช้งานที่เป็นไปได้สำหรับถ่านชีวมวลคืออะไร</p> <p>ก. ปุ๋ยสำหรับพืช</p> <p>ข. เชื้อเพลิงสำหรับงานผลิตต่าง ๆ</p> <p>ค. วัสดุก่อสร้างสำหรับการก่อสร้าง</p> <p>ง. ไม่มีข้อใดเลย</p>				
	<p>24. ถ่านชีวมวลคือเชื้อเพลิงที่ได้จากสิ่งใด</p> <p>ก. ถ่านหินชนิดหนึ่งที่ทำจากมูลสัตว์</p> <p>ข. เชื้อเพลิงชนิดหนึ่งที่ทำจากพืช</p> <p>ค. ผลึกชนิดหนึ่งที่พบในถ้ำ</p> <p>ง. โลหะชนิดหนึ่งที่ใช้ในการก่อสร้าง</p>				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	<p>25. ข้อใดต่อไปนี่กล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับชีวมวล</p> <p>ก. การผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลจะทำให้เกิดมลภาวะและสร้างก๊าซเรือนกระจก</p> <p>ข. ชีวมวลประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน กำมะถัน และไนโตรเจน</p> <p>ค. ส่วนล้า เป็นกากที่เหลือจากกระบวนการผลิตแอลกอฮอล์ที่นำมาใช้เป็นชีวมวลได้</p> <p>ง. การนำชีวมวลมาใช้จะช่วยลดการนำเข้าเชื้อเพลิงและสร้างรายได้ให้กับคนในท้องถิ่น</p>				
	<p>26. ข้อใดต่อไปนี่ไม่ใช่ประโยชน์ของการใช้ถ่านชีวมวล</p> <p>ก. เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน</p> <p>ข. สร้างควีนและการปล่อยมลพิษที่เป็นอันตรายน้อยกว่าเมื่อเทียบกับถ่านแบบดั้งเดิม</p> <p>ค. มีราคาแพงกว่าถ่านแบบดั้งเดิม</p> <p>ง. สามารถทำจากชีวมวลได้หลายประเภท รวมถึงวัสดุเหลือใช้ทำการเกษตรและเศษไม้</p>				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	<p>27. ข้อจำกัดของการชีวมวลคืออะไร</p> <p>ก. มีการเก็บรักษาและการขนส่งที่ยาก</p> <p>ข. ในกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลก่อให้เกิดควันและการปล่อยมลพิษที่เป็นอันตราย</p> <p>ค. ทำให้ต้องเพิ่มการนำเข้าวัสดุในการผลิตพลังงานชีวมวลจากต่างประเทศ</p> <p>ง. ชีวมวลไม่ใช่แหล่งพลังงานที่ยั่งยืน</p>				
	<p>28. องค์ประกอบของชีวมวลแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ยกเว้น ข้อใดต่อไปนี้</p> <p>ก. ความชื้น (Moisture)</p> <p>ข. คาร์บอนคงที่ (Fixed Carbon)</p> <p>ค. ออกซิเจน (Oxygen)</p> <p>ง. ขี้เถ้า (Ash)</p>				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	<p>29. ถ่านชีวภาพมีกระบวนการผลิตแตกต่างจากถ่านกัมมันต์หรือไม่อย่างไร</p> <p>ก. ไม่แตกต่างกัน เพราะผลิตผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว (Fast Pyrolysis) เหมือนกัน</p> <p>ข. ไม่แตกต่างกัน เพราะผลิตผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า (Slow Pyrolysis) เหมือนกัน</p> <p>ค. แตกต่างกัน เพราะถ่านชีวภาพจะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว ส่วนถ่านกัมมันต์จะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า</p> <p>ง. แตกต่างกัน เพราะถ่านชีวภาพจะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า ส่วนถ่านกัมมันต์จะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว</p>				

ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	ข้อสอบ	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
		เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
	<p>30. นอกจากการนำชีวมวลมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงแล้ว เราสามารถนำถ่านชีวมวลมาใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย ยกเว้นข้อใด</p> <p>ก. ช่วยในการปรับปรุงเนื้อดินที่มีความแข็งดานให้ร่วนซุย</p> <p>ข. ช่วยให้ปรับสภาพเนื้อดินให้มีความเป็นด่างมากยิ่งขึ้น</p> <p>ค. เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนในดิน</p> <p>ง. สามารถนำไปเป็นปุ๋ยได้</p>				



ภาคผนวก ค

แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สิ่งแวดล้อมและพลังงานชีวมวล



แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สิ่งแวดล้อมและพลังงานชีวมวล

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที โดยให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบ

ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

- เมื่อดิสก์ที่เกี่ยวข้อกับการสังเคราะห์ด้วยแสงคืออะไร
 - คลอโรฟิลล์
 - คลอโรฟิลล์ b
 - แคโรทีนอยด์
 - ไฟโคบิลิน
- สมการของการสังเคราะห์ด้วยแสงคืออะไร
 - $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{แสงแดด} \rightarrow \text{น้ำตาล} + \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{น้ำตาล} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{แสงแดด}$
 - $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{แสงแดด} \rightarrow \text{O}_2 + \text{น้ำตาล}$
 - $\text{O}_2 + \text{น้ำตาล} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{แสงแดด}$
- การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดที่บริเวณใด
 - ใบ
 - ราก
 - ดอก
 - ทุกส่วนของพืชที่มีสีเขียว
- เมื่อตัดกิ่งไม้ที่มีใบมาวางไว้ในที่ร่มในตอนกลางวันจะยังมีการสังเคราะห์แสงในใบไม้หรือไม่ ถ้ากึ่งไม้ นั้นยังสดอยู่
 - ไม่มีเนื่องจากกิ่งไม้ถูกตัดขาด
 - ไม่มีเพราะเซลล์ของพืชจะตาย
 - มีเพราะเซลล์ของพืชยังมีชีวิต
 - ไม่มี เพราะไม่ถูกแสงแดดโดยตรง
- ข้อใด ไม่ใช่ วัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง
 - น้ำ
 - แสง
 - ก๊าซออกซิเจน
 - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- น้ำตาลที่พืชสร้างขึ้นมาเป็นน้ำตาลชนิดใด
 - กลูโคส
 - ซูโครส
 - มอลโทส
 - กาแล็กโทส
- การเก็บผักบุ้งไว้ในกล่องที่ปิด 1 คืน เพื่ออะไร
 - เพื่อให้ไม่ถูกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - เพื่อให้น้ำตาลเปลี่ยนไปเป็นแป้งก่อนจะนำมาทดสอบ
 - เพื่อให้แป้งสลายตัวไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ
 - เพื่อให้แป้งในใบหมดไปเมื่อไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง

8. ข้อใดไม่ใช่ความสำคัญของต้นไม้ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม
- ดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - เป็นแหล่งผลิตก๊าซไนโตรเจน
 - ช่วยให้ดินร่วนซุยและกักเก็บน้ำเอาไว้ในดินได้
 - ดักจับฝุ่นควันและมลพิษทางอากาศ
9. พืชชนิดใดนำมาใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตน้ำมันดีเซล
- ปาล์ม
 - ข้าวโพด
 - เมล็ดทานตะวัน
 - ละหุ่ง
10. พืชชนิดใดที่ฝักมีสารออกฤทธิ์ที่ส่งผลต่อระบบประสาทของแมลง ช่วยในการขับถ่าย ขับเสมหะได้ เมล็ดมีฤทธิ์ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล
- ต้นราชพฤกษ์
 - ต้นจามจุรี
 - ต้นขี้เหล็กโคก
 - ต้นมะขาม
11. พลังงานชีวมวลคืออะไร
- พลังงานที่ผลิตได้จากการเผาฟอสซิล
 - พลังงานที่ผลิตจากกังหันลม
 - พลังงานที่ผลิตจากดวงอาทิตย์
 - พลังงานที่ผลิตจากวัสดุอินทรีย์
12. ข้อใดต่อไปนี้เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน
- ถ่านหิน
 - ก๊าซธรรมชาติ
 - ชีวมวล
 - น้ำมัน
13. กระบวนการเปลี่ยนชีวมวลเป็นพลังงานเรียกว่าอะไร
- การเผาไหม้
 - พลังงานแสงอาทิตย์
 - ไฟฟ้าพลังน้ำ
 - พลังงานความร้อนใต้พิภพ
14. ข้อใดต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของแหล่งพลังงานชีวมวล
- แผงเซลล์แสงอาทิตย์
 - ถ่านหิน
 - กังหันลม
 - เศษไม้
15. ข้อดีของการใช้พลังงานชีวมวลคืออะไร
- เป็นทรัพยากรที่ไม่หมุนเวียน
 - มีราคาแพงในการผลิต
 - ก่อให้เกิดมลพิษน้อยกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิล
 - ไม่มีอยู่ทั่วไป
16. สิ่งใดต่อไปนี้เป็นชีวมวลที่ได้จากกากวัสดุเหลือใช้ทั้งหมด
- แกลบ ฟางข้าว ชานอ้อย
 - ยอดอ้อย ไม้เศษหิน
 - เส้นใย เศษดินเผา กากมันสำปะหลัง
 - น้ำ ช้างข้าวโพด กะลามะพร้าว

17. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อจำกัดของพลังงานชีวมวล
- เทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ใช้การผลิตที่มีคุณภาพสูงยังมีต้นทุนค่อนข้างสูง
 - พลังงานชีวมวลบางส่วนยังก่อให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และควันในการผลิต
 - ผลิตได้จากวัตถุดิบที่หลากหลายและสามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ
 - วัตถุดิบจากพืชผลทางการเกษตรบางชนิดมีอายุการเก็บรักษาสั้น
18. ข้อใดคือพลังงานสิ้นเปลือง
- แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล
 - น้ำ ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์
 - ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์
 - ไฮโดรเจน ก๊าซธรรมชาติ หินน้ำมัน
19. ถ่านชีวมวลคือถ่านที่ทำมาจากอะไร
- ถ่านที่ทำจากมูลสัตว์
 - ถ่านที่ทำจากวัสดุพืช
 - ถ่านที่ทำจากปิโตรเลียม
 - ถ่านที่ทำจากถ่านหิน
20. การใช้ถ่านชีวมวลมีประโยชน์อะไรบ้าง
- เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน
 - ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าเมื่อเทียบกับถ่านประเภทอื่น ๆ
 - สามารถใช้ปรุงอาหาร ทำความร้อน และผลิตไฟฟ้าได้
 - ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
21. กระบวนการผลิตถ่านชีวมวลมีขั้นตอนอย่างไร
- เผาฟืนในหลุมไฟ
 - การให้ความร้อนแก่ฟืนในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีออกซิเจน
 - การผสมของเสียจากสัตว์กับสารเคมี
 - การแยกคาร์บอนออกจากถ่านหิน
22. อะไรคือความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับการใช้ถ่านชีวมวล
- การผลิตอาจมีราคาแพง
 - ต้องใช้ที่ดินจำนวนมากเพื่อปลูกพืชที่จำเป็นสำหรับการผลิต
 - มันสามารถนำไปสู่การตัดไม้ทำลายป่าได้หากไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสม
 - ถูกทุกข้อที่กล่าวมา
23. การใช้งานที่เป็นไปได้สำหรับถ่านชีวมวลคืออะไร
- ปุ๋ยสำหรับพืช
 - เชื้อเพลิงสำหรับงานผลิตต่าง ๆ
 - วัสดุก่อสร้างสำหรับการก่อสร้าง
 - ไม่มีข้อใดเลย

29. ถ่านชีวภาพมีกระบวนการผลิตแตกต่างจากถ่านกัมมันต์หรือไม่ อย่างไร

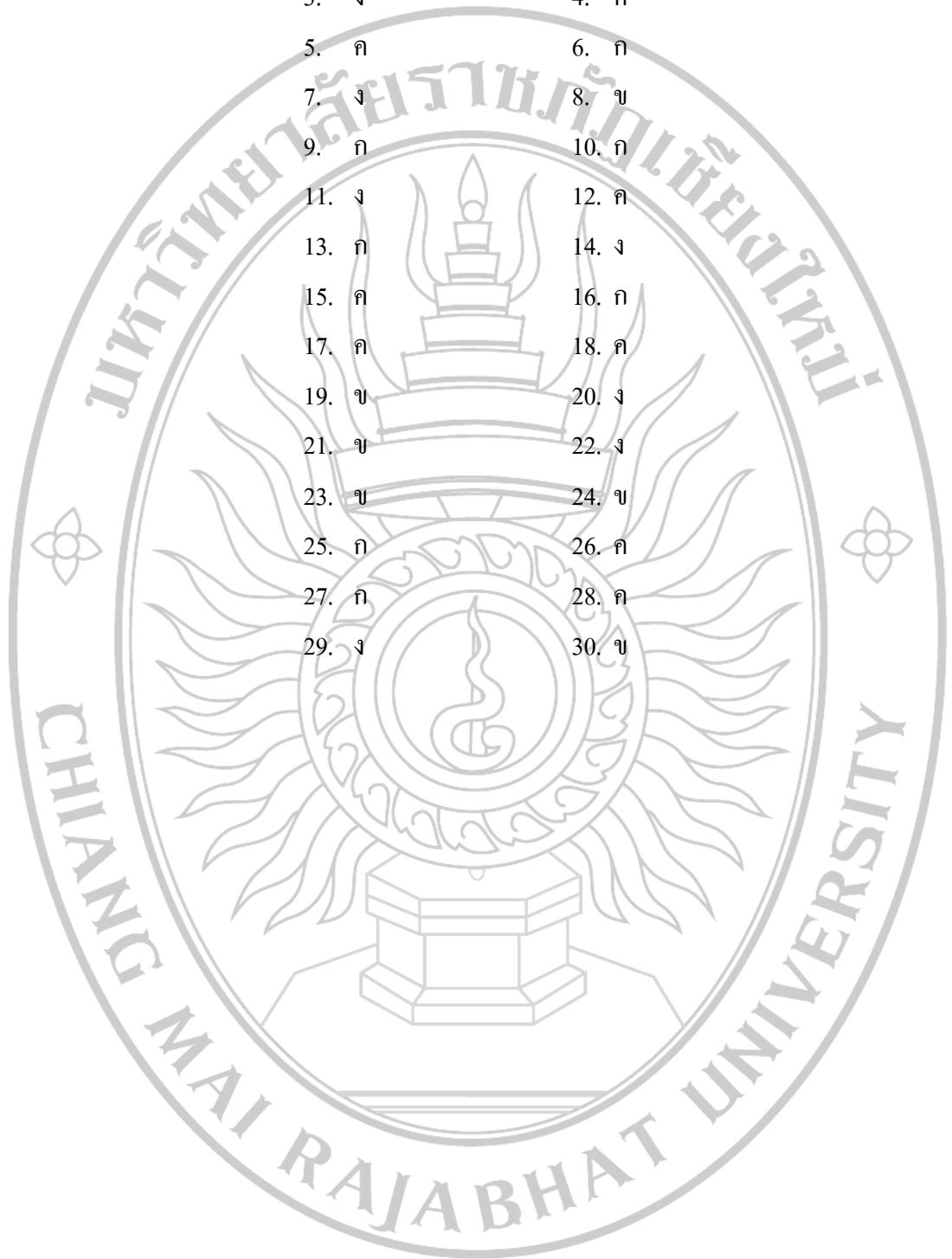
- ก. ไม่แตกต่างกัน เพราะ ผลิตผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว (Fast Pyrolysis) เหมือนกัน
- ข. ไม่แตกต่างกัน เพราะ ผลิตผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า (Slow Pyrolysis) เหมือนกัน
- ค. แตกต่างกัน เพราะ ถ่านชีวภาพจะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว ส่วนถ่านกัมมันต์จะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า
- ง. แตกต่างกัน เพราะ ถ่านชีวภาพจะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบช้า ส่วนถ่านกัมมันต์จะถูกผลิตโดยผ่านกระบวนการไพโรไลซิสแบบเร็ว

30. นอกจากการนำชีวมวลมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงแล้ว เราสามารถนำถ่านชีวมวลมาใช้ประโยชน์ได้อีกมากมาย ยกเว้นข้อใด

- ก. ช่วยในการปรับปรุงเนื้อดินที่มีความแข็งคานให้ร่วนซุย
- ข. ช่วยให้ปรับสภาพเนื้อดินให้มีความเป็นด่างมากยิ่งขึ้น
- ค. เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนในดิน
- ง. สามารถนำไปเป็นปุ๋ยได้

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สิ่งแวดล้อมและพลังงานชีวมวล

- | | |
|-------|-------|
| 1. ก | 2. ก |
| 3. ง | 4. ค |
| 5. ค | 6. ก |
| 7. ง | 8. ข |
| 9. ก | 10. ก |
| 11. ง | 12. ค |
| 13. ก | 14. ง |
| 15. ค | 16. ก |
| 17. ค | 18. ค |
| 19. ข | 20. ง |
| 21. ข | 22. ง |
| 23. ข | 24. ข |
| 25. ก | 26. ค |
| 27. ก | 28. ค |
| 29. ง | 30. ข |



ภาคผนวก ง

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล	นายวุฒิชัย ไบตัน
วัน เดือน ปีเกิด	25 ธันวาคม พ.ศ. 2530
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 664/50 หมู่ 3 ตำบลเวียง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50110
อีเมลล์แอดเดรส	63866809@g.cmru.ac.th
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพฝาง พ.ศ. 2551 มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนบ้านแม่ฮ้าง
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ. 2566 – ปัจจุบัน นักวิชาการคอมพิวเตอร์ ศูนย์ส่งเสริมการเรียนรู้อำเภอฝาง ตำบลท่าตอน อำเภอแม่ฮ้าง จังหวัดเชียงใหม่ พ.ศ. 2561 – 2564 เจ้าหน้าที่ธุรการ โรงเรียนบ้านสุขฤทัย ตำบลท่าตอน อำเภอแม่ฮ้าง จังหวัดเชียงใหม่