



การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
ร่วมกับการคิดเป็นภาพ

วิทยานิพนธ์
ของ
ชาญชัย คำมุงคุณ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
กันยายน 2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
ร่วมกับการคิดเป็นภาพ

วิทยานิพนธ์

ของ

ชาญชัย คำมุงคุณ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

กันยายน 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING OF MATHAYOMSUKSA 5
STUDENTSON THE UNIT OF THE STRUCTURE AND DEVELOPMENT
OF FLOWERING PLANTS USING STEAM EDUCATION
INTEGRATED WITH VISUAL THINKING

BY
CHANCHAI KHAMMUNGKHUN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the requirements for
The Master of Education Degree in science Teaching
At Sakon Nakhon Rajabhat University
September 2025

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ
ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ ชาญชัย คำมุงคุณ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาลี) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์
..... กรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(รองศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร) แต่งตั้งเพิ่มเติม (อาจารย์ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์
..... กรรมการสอบ
(อาจารย์ ดร.สกลรัตน์ สวัสดิ์มูล) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 10 เดือน กันยายน พ.ศ. 2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความกรุณาและช่วยเหลือมาโดยตลอดจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และความช่วยเหลือด้วยดี

ขอขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร คุณครูสมเพียร เจาจาลึก และคุณครูศรทอง รูปสม โรงเรียนนาแกพิทยาคม ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการศิริพงษ์ ทักษิณวิโรจน์ ผู้อำนวยการโรงเรียนนาแกพิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการทดลองเครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

ประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดา ผู้ซึ่งคอยเป็นกำลังใจและแรงใจอันสำคัญยิ่งในการทำการวิจัยนี้ ตลอดจนครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ชีวิตอันดีงามและเสริมสร้างสติปัญญาให้แก่ผู้วิจัย

ชาญชัย คำมุงคุณ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการ เรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
ผู้วิจัย	ชาญชัย คำมุงคุณ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2568

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาแกพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 22 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.16/84.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70

คำสำคัญ: สเต็มศึกษา การคิดเป็นภาพ ความคิดสร้างสรรค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

TITLE	Development of Creative Thinking of Mathayomsuksa 5 Students on the Unit of the Structure and Development of Flowering Plants Using STEAM Education Integrated with Visual Thinking
AUTHOR	Chanchai Khammungkhun
ADVISORS	Asst. Prof. Dr. Arunrat Khamhaengpol Dr. Kulwadee Suwannatrai
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2025

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) construct lesson plans based on STEAM Education integrated with visual thinking on the unit of the structure and development of flowering plants for Mathayomsuksa 5 students to meet the efficiency of 80/80, 2) compare students' creative thinking before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) examine students' satisfaction toward the developed instructional management. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 22 Mathayomsuksa 5 students at Nakaepittayakom School in the first semester of the 2025 academic year. The research instruments included 1) lesson plans, 2) a creative thinking test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and *t*-test for Dependent Samples.

The research findings were as follows:

1. The instructional management based on STEAM Education integrated with visual thinking on the unit of the structure and development of flowering plants achieved an efficiency of 81.16/84.14, which satisfied the established efficiency of 80/80.

2. The students' creative thinking after the intervention was higher than before the intervention at the .01 level of significance.

3. The students' learning achievement after the intervention was higher than before the intervention at the .01 level of significance.

4. The students' satisfaction with the developed instructional management was at a higher level, with a mean score of 4.70.

Keywords: STEAM Education, Visual Thinking, Creative Thinking

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
คำถามของการวิจัย	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย	5
สมมติฐานของการวิจัย	6
ความสำคัญของการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	7
กรอบแนวคิดของการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	15
วิสัยทัศน์	15
หลักการของหลักสูตร	15
จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	16
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	16
คุณลักษณะอันพึงประสงค์	17
การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	
พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	18
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์	18
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์	19
สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม	20

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
สาระและมาตรฐานการเรียนรู้เพิ่มเติม	20
คุณภาพผู้เรียน	23
ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม	
รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	27
การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	39
ความหมายของสเต็มศึกษา	39
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษา	40
ความสำคัญของศิลปะในสเต็มศึกษา	42
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา	43
การคิดเป็นภาพ	48
ความหมายของการคิดเป็นภาพ	48
ประโยชน์ของการคิดเป็นภาพ	57
วิธีการประเมินความสามารถในการคิดเป็นภาพ	58
การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้	
แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ	62
ความคิดสร้างสรรค์	64
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์	64
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์	64
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	66
พัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์	67
วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	69
วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์	71
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
นิยามและความหมาย	76
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	76
แนวทางและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	77
คุณลักษณะอันเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ...	79
หลักการเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	80
ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	81
ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	81
การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	81
วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย	82
ความพึงพอใจ	84
ความหมายของความพึงพอใจ	84
การวัดความพึงพอใจ	84
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	85
งานวิจัยในประเทศ	85
งานวิจัยต่างประเทศ	87
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	89
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	89
แบบแผนการวิจัย	90
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	91
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	91
การเก็บรวบรวมข้อมูล	105
การวิเคราะห์ข้อมูล	107
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	108

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	113
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	113
ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	114
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	115
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ	115
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ	126
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	137
ความมุ่งหมายของการวิจัย	137
สมมติฐานของการวิจัย	138
สรุปผลการวิจัย	138
อภิปรายผลการวิจัย	129
ข้อเสนอแนะ	144
บรรณานุกรม	145
ภาคผนวก	159
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ หนังสือขอความอนุเคราะห์ และรายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	161
ภาคผนวก ข ผลการประเมินและวิเคราะห์ผลคุณภาพเครื่องมือวิจัย	173
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	193
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	209
ประวัติย่อผู้วิจัย	373

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม สาระชีววิทยา	26
2 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568	38
3 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ตามรูปแบบ 6Ds Model	43
4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการคิดเป็นภาพ	59
5 การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ	62
6 เกณฑ์พิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์	75
7 เกณฑ์พิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์	75
8 แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group, Pre-test and Post-test Design)	90
9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีสอน/กิจกรรม การสอน การงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล	93
10 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับความคิดสร้างสรรค์	97
11 วิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์	100
12 เกณฑ์พิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์	101
13 เกณฑ์พิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์	101
14 วิเคราะห์โครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรม ด้านพุทธิพิสัยในแต่ละด้านของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	103

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ...	116
16 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	117
17 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	117
18 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ	118
19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน	119
20 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ	121
21 ผลการวิเคราะห์การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	123
22 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ	175

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
23 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพกับผลการเรียนรู้ (IOC) วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ	178
24 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์ (IOC) วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ	180
25 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน (IOC) วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและ การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ	181
26 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามความพึงพอใจ นักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ กับผลการเรียนรู้ (IOC) วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและ การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ	183
27 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ	186
28 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และ ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ	188
29 การเปรียบเทียบจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงตาม แนวคิดของบลูม 6 ชั้น ในแต่ละผลการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5	191

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
30 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและ การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	195
31 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียน	197
32 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังเรียน	199
33 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน	201
34 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน	203
35 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน	205

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
2 การเขียนภาพสัญลักษณ์	48
3 ผังความคิด	49
4 ผังมโนทัศน์	49
5 ผังต้นไม้	50
6 ผังก้างปลา	50
7 ผังใยแมงมุม	51
8 ผังลำดับ	51
9 ผังวัฏจักร	52
10 เวENNไดอะแกรม	52
11 ที่ชาร์ต	53
12 แผนภูมิรูปวงกลม	53
13 แผนภูมิแท่ง	54
14 ภาพจำลองรูปแท่ง	54
15 ตารางเปรียบเทียบ	55
16 การเขียนภาพเชิงอุปมาอุปมัย	55
17 การเขียนภาพเล่าเรื่อง	56
18 คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	119
19 คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน	121
20 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	120
21 คะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจรายด้านของนักเรียนที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ	125

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
22 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช (สีเทียนปลอดสารพิษ)	128
23 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (หุ่นจำลองจากรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)	128
24 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (Art Toy จากรากพืชใบเลี้ยงคู่)	129
25 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (ต่างหูจากฟางข้าว)	129
26 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (เข็มกลัดจากซี่เถ้าลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่)	130
27 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ (จานรองแก้วจากใบไม้)	130
28 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช (สีเทียนปลอดสารพิษ)	131
29 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (หุ่นจำลองจากรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)	132

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
30 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (Art Toy จากรากพืชใบเลี้ยงคู่)	133
31 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (ต่างหูจากฟางข้าว)	134
32 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (เข็มกลัดจากซี่ไถลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่)	135
33 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน แผนการจัดการ เรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ (จานรองแก้วจากใบไม้)	136

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความสามารถทางสมองที่มีอยู่ในตัวบุคคล เกิดจากจินตนาการและการคิดอย่างหลากหลาย มีลักษณะการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) เพื่อใช้แก้ปัญหา สร้างสรรค์ความคิด ผลงาน และนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ล้ำหน้าจากเดิมที่มีอยู่ (ปัญญานาฏ วรวิวัฒนชัย, 2565, หน้า 28) ความคิดสร้างสรรค์จึงจัดเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่มีองค์ประกอบซับซ้อนทั้งด้านวิธีการและขั้นตอน การใช้ทักษะหลายประการร่วมกัน (แคทรียา แสงใส, 2566, หน้า 40) อันสอดคล้องกับแนวทางการจัดการศึกษาในปัจจุบันที่มุ่งเน้นให้นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีความรู้ ทักษะการดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย (สมศักดิ์ ดลประสิทธิ์, 2564, หน้า 13) โดยสามารถจำแนกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดลออ (Elaboration) (สุจิตา การิมี, 2560, หน้า 26) ซึ่งมนุษย์ทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์ติดตัวมาแต่กำเนิด หากจะมีมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ การเลี้ยงดู สภาพแวดล้อม การเรียนรู้ สังคม วัฒนธรรม และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล (ณัฐกานต์ ภูมิคอนสาร, 2565, หน้า 1) ดังนั้น บริบทเชิงสังคมจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของคนในสังคม (สมาน อัครภูมิ, 2558, หน้า 15)

กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดนโยบายในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ ทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2) ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิต มีการคิดอย่างมีเหตุผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21 และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1) จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) พบว่า มีการกำหนดเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่หลากหลาย โดยเฉพาะสาระชีววิทยา หน่วยการเรียนรู้ โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีและการทดลองเกี่ยวกับการจัดระบบโครงสร้างของพืชดอก (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 147-148) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ที่มุ่งเน้นการสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ พันธุกรรมพืชและทรัพยากรชีวภาพให้กับนักเรียนและบุคคลที่เกี่ยวข้อง (โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.), 2560, หน้า 42) หน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวจึงเหมาะสมกับการพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยเน้นเชื่อมโยงเนื้อหาสาระของวิทยาศาสตร์กับความรู้ของธรรมชาติวิทยาอย่างเหมาะสม (สาวิตรี สิทธิชัยกานต์, 2559, หน้า 21)

แม้ว่าหลักสูตรการศึกษาจะกำหนดแนวทางการพัฒนานักเรียนที่ชัดเจน แต่ยังคงพบว่าเยาวชนไทยในยุคปัจจุบันยังขาดการฝึกฝนทักษะทางด้านการคิด ไม่ว่าจะเป็น การคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาหรือการคิดสังเคราะห์จากสถานการณ์ปัญหาที่พบ สาเหตุประการหนึ่งคือการจัดการเรียนรู้อย่างรูปแบบที่ไม่ได้เน้นให้นักเรียนฝึกการคิดอย่างเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนไม่มีแรงกระตุ้นในการคิด ไม่สามารถคิดค้นประดิษฐ์ สิ่งใหม่ หรือคิดหาวิธีการมาแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ (สุธิดา การิณี, 2560, หน้า 26) และจากผลการประเมิน PISA 2022 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า คะแนนเฉลี่ยประเทศสมาชิก OECD ทุกด้าน ดังนี้ ด้านคณิตศาสตร์เท่ากับ 394 คะแนน (OECD เท่ากับ 472 คะแนน) ด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 409 คะแนน (OECD เท่ากับ 485 คะแนน) และด้านการอ่านเท่ากับ 379 คะแนน (OECD เท่ากับ 476 คะแนน) นอกจากนี้ คะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2018 ดังนี้ ด้านคณิตศาสตร์ลดลงร้อยละ 19.76 ด้านวิทยาศาสตร์ลดลงร้อยละ 3.99 และด้านการอ่านลดลงร้อยละ 3.56

สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาเชิงระบบของการศึกษาไทยซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อพัฒนาการของเยาวชนและความมั่นคงของประเทศ (ชัชวรินทร์ เลิศยศบดินทร์, 2567, หน้า 29-33) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ควรมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้ด้วยตนเอง และพัฒนาการเรียนรู้ตลอดชีวิต (ฐิตินันท์ ดาวศรี และคณะ, 2564, หน้า 73) อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนเป็นเพียงกิจกรรมที่เชื่อว่าจะกระตุ้น ส่งเสริม และช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของตนเองเท่านั้น เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องเฉพาะบุคคล จึงต้องเรียนรู้และพัฒนาด้วยตนเอง (สมาน อัครภูมิ, 2558, หน้า 15)

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาจนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยมีปัจจัยสำคัญในการจัดการเรียนรู้ 3 ส่วน คือ การนำเสนอสถานการณ์ การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างความจับใจ ผ่านการเรียนรู้และสร้างสรรค์ผลงานรูปแบบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะสมรรถนะ ตลอดจนการบูรณาการการเรียนรู้สู่การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ต่อยอดองค์ความรู้ด้วยนวัตกรรมเพื่อการพัฒนา และตอบสนองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 (สุปราณี ชมจุมจัง, 2565, หน้า 7) การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามีจุดเริ่มต้นมาจากสเต็มศึกษา (STEM Education) โดยเพิ่มศาสตร์ด้านศิลปะเข้าไป (สุปราณี ชมจุมจัง, 2567, หน้า 2) ซึ่งศิลปะทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความคิดของนักเรียนออกมาเป็นรูปธรรมในรูปแบบงานศิลปะ ซึ่งสะท้อนกระบวนการคิดของนักเรียนนำไปสู่การแก้ปัญหาได้จริง นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ และเห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง (วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560, หน้า 332) การส่งเสริมให้นักเรียนได้มีพัฒนาการทางศิลปะจะช่วยให้นักเรียนเติบโตตามศักยภาพ เชื่อมมั่นและเคารพตนเอง กล้าแสดงออก พร้อมจะเป็นผู้ใหญ่ที่เป็นนักคิด มีจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ (ณชนก หล่อสมบูรณ์ และปณณรัตน์ พิชญ์ไพบูลย์, 2563, หน้า 122) วิศวกรรมในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นกระบวนการของการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบภายใต้ทรัพยากรและข้อจำกัดต่าง ๆ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อดี ข้อด้อย และความคุ้มค่า เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2559, หน้า 51) ดังนั้น การนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาผนวกใช้ในการจัดการเรียนรู้

แบบสเต็มศึกษาจึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในโลกของความเป็นจริง (นฤพนธ์ พุทธิวัฒน์, 2561, หน้า 31) ซึ่งทุกขั้นตอนจะช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถเรียนรู้โดยผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่พบอย่างเป็นขั้นตอน (สุธิดา การมี, 2561, หน้า 47)

นอกจากนี้การคิดเป็นภาพ (Visual Thinking) เป็นการจัดการความคิดเกี่ยวกับภาพผ่านการใช้รูปทรง เส้น สี พื้นผิว และองค์ประกอบ โดยกระบวนการคิดเป็นภาพทำให้นักเรียนสามารถแปลสัญลักษณ์ภาพให้เป็นสัญลักษณ์ข้อความ และแปลสัญลักษณ์ข้อความให้กลับเป็นภาพได้อย่างแม่นยำ (สุธิตา เวชโช และจิตทิพย์ ณ สงขลา, 2564, 468–476) กระบวนการนี้มุ่งให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการสร้างมโนทัศน์ โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้นำเสนอโมโนทัศน์ตัวอย่างและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดและค้นคว้าด้วยตนเอง กล่าวเผชิญกับสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์สถานการณ์ วางแผนดำเนินการคิด และใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมเพื่อค้นหาคำตอบ (จักริน เปี่ยมจันทร์ และมณฑา ชุ่มสุคนธ์, 2565, หน้า 174) อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสรุปใจความสำคัญของเนื้อหาสาระ จัดระเบียบความคิด และถ่ายทอดข้อมูลออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้การวาดภาพและตัวอักษรร่วมกัน (ศิริศุภกร ศิริโชคชัยตระกูล, ปิยะนันท์ บุญโพธิ์ และมนัษยา ศรีจินดา, 2568, หน้า 4)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น สามารถนำความรู้และทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาคุณภาพชีวิต

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หรือไม่

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อยู่ในระดับมาก

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไปใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ
2. สำหรับเป็นแนวทางให้ครู บุคลากรทางการศึกษา ตลอดจนผู้ที่สนใจเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ สามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์และปรับประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สาระชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

1.1 เนื้อเยื่อพืช	จำนวน 2 ชั่วโมง
1.2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก	จำนวน 6 ชั่วโมง
1.3 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น	จำนวน 6 ชั่วโมง
1.4 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	จำนวน 3 ชั่วโมง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาแกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 120 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาแกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 22 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ใช้เวลาในการทดลองสอน จำนวน 17 ชั่วโมง เวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 19 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education) หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำองค์ความรู้จากหลากหลายศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) คณิตศาสตร์ (Mathematics) มาบูรณาการเข้าไว้ด้วยกัน โดยการใช้สถานการณ์ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันมาเป็นตัวกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และนำไปสู่การคิดหาทางแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการเหมาะสมกับปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยประเด็นปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จัก เข้าใจ และสามารถระบุปัญหาได้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนรวบรวมข้อมูล หลักการ วิธีการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ เพื่อหาข้อมูลที่หลากหลายและเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาหรือความต้องการ

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ นักเรียนระดมความคิดในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ โดยการนำข้อมูลที่รวบรวมจากขั้นที่ 2 มาประยุกต์ใช้ จากนั้นจึงประเมินเพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ และลงมือสร้างสรรค์และพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนทดสอบชิ้นงานและประเมินผลงาน โดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา หรือสนองความต้องการ

2. การคิดเป็นภาพ (Visual Thinking) หมายถึง ความสามารถของมนุษย์ในการเชื่อมโยงรูปภาพให้สัมพันธ์กับตัวอักษรหรือข้อมูล รวมถึงการแปลงข้อมูลเป็นภาพและแปลงภาพย้อนกลับเป็นข้อมูล ผ่านกระบวนการทำงานของสมองโดยอาศัยความทรงจำจากความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งการคิดเป็นภาพจะส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการรู้เชิงทัศนะของนักเรียนได้เป็นอย่างดี โดยสามารถแบ่งการคิดเป็นภาพออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ การเขียนสัญลักษณ์ การเขียนแผนภาพ การเขียนภาพเชิงอุปมาอุปมัย และการเขียนภาพเล่าเรื่องราว

3. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หมายถึง การบูรณาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างที่นักเรียนพบเจอในปัจจุบัน และให้นักเรียนร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับประเด็นปัญหาระดมความคิด และร่วมกันระบุปัญหาจากประเด็นปัญหาตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ พิจารณาถึงเงื่อนไข และข้อจำกัดของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ระบุ รวมถึงวิธีการ และแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อนำความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาบูรณาการสำหรับการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ นักเรียนทำการร่างภาพที่แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของชิ้นงาน หรือออกแบบการทดลองอย่างสร้างสรรค์ด้วยการคิดเป็นภาพสำหรับใช้แก้ปัญหา โดยคำนึงถึงเงื่อนไข และข้อจำกัดของปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแบบแผนปฏิบัติงานตามภาพร่างวิธีการแก้ปัญหาที่เลือกและดำเนินการแก้ ปัญหา หรือสร้างชิ้นงานตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนทดสอบชิ้นงานประเมินผลงาน และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นลำดับขั้น สามารถสื่อสารปัญหา รวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วยการใช้ภาพเป็นหลัก โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอน การทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

4. ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสานความคิดผ่านประสบการณ์เดิม เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบ สิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหานำไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน จำแนกองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ได้ 4 ลักษณะ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ผู้วิจัยวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์โดยใช้เกณฑ์ ประเมินที่กำหนดขึ้นเพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ตามแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ ชนิดอัตนัย รวมทั้งหมด 6 กิจกรรม ดังนี้

- 4.1 เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 4.2 เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 4.3 เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
- 4.4 การสร้างรูปภาพ
- 4.5 การต่อเติมรูปภาพ
- 4.6 การใช้เส้น

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) หมายถึง คะแนนความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้และประสบการณ์ สามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดผลการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

6. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (Efficiency of The Lesson Plan)

หมายถึง คุณภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ที่ทำให้นักเรียน สามารถทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่ม ตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และคะแนนทดสอบหลังเรียนประจำ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้

80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก หลังการ จัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

7. ความพึงพอใจของนักเรียน (Satisfaction of The Student) หมายถึง

ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ซึ่งแสดงออกมาว่าชอบใจ มีความสุข หรือพอใจ อันเกิดขึ้นภายในจิตใจของนักเรียน สามารถวัดระดับความพึงพอใจของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและการประเมินผล ประเมินผลระดับความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าและรวบรวมแนวคิด หลักการ เอกสาร ตำรา และงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีการเรียบเรียงข้อมูลและรายละเอียด ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

- 1.1 วิสัยทัศน์
- 1.2 หลักการของหลักสูตร
- 1.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร
- 1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
- 1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

- 2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
- 2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
- 2.3 สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
- 2.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้เพิ่มเติม
- 2.5 คุณภาพผู้เรียน
- 2.6 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

- 3.1 ความหมายของสเต็มศึกษา
- 3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษา

3.3 ความสำคัญของศิลปะในสเต็มศึกษา

3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

4. การคิดเป็นภาพ

4.1 ความหมายของการคิดเป็นภาพ

4.2 ประโยชน์ของการคิดเป็นภาพ

4.3 วิธีการประเมินความสามารถในการคิดเป็นภาพ

5. การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

6. ความคิดสร้างสรรค์

6.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

6.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

6.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

6.4 พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์

6.5 แนวทางสำหรับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6.6 วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 นิยามและความหมาย

7.2 ประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.3 แนวทางและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.4 คุณลักษณะอันเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียน

7.5 หลักการเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

8. ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

8.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

8.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

8.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

9. ความพึงพอใจ

9.1 ความหมายของความพึงพอใจ

9.2 การวัดความพึงพอใจ

10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

10.1 งานวิจัยในประเทศ

10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 4–7) จัดทำและประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิสัยทัศน์

มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

2. หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดหลักการที่สำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนินการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

3. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดให้เป็นจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกและทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา ตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.2 ความสามารถในการคิดเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียน ให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมือง ดังนี้

5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

5.2 ซื่อสัตย์สุจริต

5.3 มีวินัย

5.4 ใฝ่เรียนรู้

5.5 อยู่อย่างพอเพียง

5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

5.7 รักความเป็นไทย

5.8 มีจิตสาธารณะ

**การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**

จากการศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
ได้กำหนดรายละเอียดไว้ ดังต่อไปนี้

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 1-2) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระ
การเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระ
การเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์
กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยีมีสาระเพิ่มเติม
4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลกดาราศาสตร์และอวกาศ
ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัด
และประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถม
ศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนด
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถ
นำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัด
เรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้
กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด
ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้าง
องค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถ
ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้า ของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ

2. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 3) กำหนดเป้าหมายสำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

- 2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 2.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 2.5 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

2.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 128–129) ได้กำหนดสาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

3.1 ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลาย ทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบ และการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.2 เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี

3.3 ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและ การค้นพบทางฟิสิกส์ แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน

3.4 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยาและการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โลกในเอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์

4. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้เพิ่มเติม

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 129–131) ได้กำหนดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไว้ดังนี้

4.1 สาระชีววิทยา

4.1.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

4.1.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต สหสัมพันธ์กับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.1.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ และแนวทางการแก้ไขปัญหา

4.2 สารเคมี

4.2.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.2.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.2.3 เข้าใจหลักการทำปฏบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

4.3 สาระฟิสิกส์

4.3.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.3.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของ คลื่นเสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.3.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.3.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิ และสถานะของสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุ่งและหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลีของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาคกัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4.4 สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

4.4.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและ ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณีแผนที่และการ นำไปใช้ประโยชน์

4.4.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศ บนโลกการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและ ผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

4.4.3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการ ของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์

จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศในการดำรงชีวิต

5. คุณภาพผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 131–134) ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไว้ดังนี้

5.1 เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตสารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

5.2 เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดยีนบนอโตโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเทชัน ในสิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิต กลุ่มแบคทีเรีย โปรทิสต์ ฟังไจ และสัตว์การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

5.3 เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืชทั้งราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และการประยุกต์ใช้และการตอบสนองของพืช

5.4 เข้าใจกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก ระบบสืบพันธุ์การปฏิสนธิการเจริญเติบโต ฮอร์โมน และพฤติกรรมของสัตว์

5.5 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

5.6 เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุพันธะเคมี สมบัติของสารที่มีความสัมพันธ์กับพันธะเคมีกฎต่าง ๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประสาทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และประสาทและสมบัติของพอลิเมอร์

5.7 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีการคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมีทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า

5.8 เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

5.9 เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์กฎ การเคลื่อนที่แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัมและการดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

5.10 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบนและการแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็นแสงสี

5.11 เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุตัวต้านทานและกฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5.12 เข้าใจผลของความร้อนต่อสสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของไหล แรงพยางค์ ของไหลอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี กัมมันตภาพ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน แรงภายในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

5.13 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุและรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างแบบต่าง ๆ หลักฐานทางธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิผลกระทบแนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย สมบัติและการจำแนกชนิดของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

5.14 เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงาน จากดวงอาทิตย์ กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิส แรงสู่ศูนย์กลางและแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูดและผลที่มีต่อภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพ อากาศและการเกิดเมฆ การเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้องปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศและการพยากรณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้นจากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

5.15 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร

ขนาดอนุภูมิภาคของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างอนุภูมิภาคและสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการแพริลแลกซ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ เวลา สุริยคติและการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจอวกาศ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

5.16 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

5.17 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสม มีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัดอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้อง ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

5.18 วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุป เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิดความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

5.19 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

5.20 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

5.21 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

5.22 ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

5.23 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

6. ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 147-152) ได้กำหนดให้รายวิชาชีววิทยาเป็นรายวิชาเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 1 2 3 4 และ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยผู้วิจัยเลือกในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ข้อที่ 3 ดังนี้

สาระชีววิทยา

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา แสดงไว้ในตาราง 1 ดังต่อไปนี้

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม. 5	1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	- เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ เนื้อเยื่อเจริญ และเนื้อเยื่อถาวร - เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง - เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้เป็น 3 ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพิน และระบบเนื้อเยื่อ ท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน
	2. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของ รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	- ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่ใต้ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือค้ำจุนให้พืชเจริญเติบโตอยู่กับที่ได้และยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุอาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช - โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวก ราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัวบริเวณ เซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่จากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม. 5		– โครงสร้างภายในของรากกระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดอร์ม ซึ่งมีคอร์กเป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้น ส่วนลักษณะมัดทอลลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจากการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น
	3. สังเกต อธิบายและเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ จากการตัดตามขวาง	– ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมารากทำหน้าที่สร้างใบและชูใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ – โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัดทอลลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ – ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิจะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจากการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดอร์ม และเนื้อเยื่อทอลลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม. 5	4. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง	- ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วยก้านใบ แผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจไม่มีก้านใบที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ - โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวางประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
	5. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช	- พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทางรูปากใบเรียกว่าการคายน้ำ - ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิสภาพน้ำในดินความเข้มของแสงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช
	6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช	- พืชดูดน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ จากดินโดยเซลล์ขนราก แล้วลำเลียงผ่านชั้นคอร์เทกซ์เข้าสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในชั้นสตีลซึ่งเป็นการดูดน้ำจากดินสู่เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำในแนวระนาบ และลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืชแนวตั้ง

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม. 5	7. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ความสำคัญของธาตุอาหารและ ยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มี ผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	– ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำร่วมกับแรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน – ในภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากจนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่าแรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์กัตเตชัน – พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหารเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ
	8. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช	– อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้างจะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นซูโครสและลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็มโดยอาศัยกลไกการลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำไปยังแหล่งรับ
	9. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	– การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาเป็นลำดับขั้น จนได้ข้อสรุปว่าคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่ได้คือ น้ำตาลและออกซิเจน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม. 5	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C3	– กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ – ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีโดยแสงออกซิไดส์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอนได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ $\text{NADPH} + \text{H}^+$ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์ – การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์สารประกอบคาร์บอน 3 อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C3 จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยวัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว
	11. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C3 พืช C4 และ พืช CAM	– พืช C4 ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ 2 ครั้ง ครั้งแรกเกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์โดย PEP และเอนไซม์เพปคาร์บอกซิเลสได้สารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยน แปลงทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม คือ กรดมาลิก ซึ่งจะ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม. 5		ถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีท และปล่อย CO_2 ในคลอโรพลาสต์ เพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป – พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ คล้ายพืช C_4 แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ ทั้ง 2 ครั้งในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืนและปล่อยออกมาในเวลากลางวันเพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป
	12. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสงความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	– ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ
	13. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก	– พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับประกอบด้วยระยะที่สร้างสปอร์เรียกว่าระยะสปอโรไฟต์ ($2n$) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เรียกว่าระยะแกมีโทไฟต์ (n) – ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมีย ซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม. 5	14. อธิบาย และเปรียบเทียบ กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	– พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน – การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้ แบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ 2 เซลล์ คือ ทิวบ์เซลล์ และเจเนอเรทิฟเซลล์ เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะออกหลอดเรณู และเจเนอเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ 2 เซลล์ – การสร้างเมกะสปอร์เกิดขึ้นภายในออวุลในรังไข่ โดยเซลล์ที่เรียกว่าเมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์ แบ่งไมโอซิสได้เมกะสปอร์ ซึ่งในพืชส่วนใหญ่จะเจริญพัฒนาต่อไปได้เพียง 1 เซลล์ที่เหลืออีก 3 เซลล์จะฝ่อ เมกะสปอร์จะแบ่งไมโทซิส 3 ครั้ง ได้ 8 นิวเคลียส ที่ประกอบด้วย 7 เซลล์โดยมี 1 เซลล์ ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์เรียกเซลล์ไข่ส่วนอีก 1 เซลล์มี 2 นิวเคลียส เรียกโพลาร์นิวคลีไอ – การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่ โดยคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่งกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม. 5		ซึ่งจะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์ม อีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีไอ ได้เป็น เอนโดสเปิร์มนิวเคลียสซึ่งจะเจริญและพัฒนาต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม
	15. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอกโครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล	– ภายหลังการปฏิสนธิอวุลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล – โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ดเอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผลประกอบด้วย ผนังผล และเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชและต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
	16. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด	– เมล็ดที่เจริญเต็มที่ที่มีการงอก โดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิดสามารถ งอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิดไม่สามารถงอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว – เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัยบางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ด ซึ่งสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถ แก้ไขได้หลายวิธีตามปัจจัยที่ยับยั้ง

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้
ม. 5	17. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอธิบายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร	– พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก
	18. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	– แสงสว่าง แรงแม่เหล็กของโลก สารเคมี และน้ำเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช – ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายในและสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิตและยืดอายุผลผลิตได้

จากตาราง 1 ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สาระชีววิทยา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 สามารถนำไปใช้เขียนคำอธิบายรายวิชาและกำหนดหน่วยการเรียนรู้ได้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

เวลา 60 ชั่วโมง

ศึกษา อธิบาย และวิเคราะห์เกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่ โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ โครงสร้างภายในของใบพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช กลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช ธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช กลไกการลำเลียงอาหารในพืช การศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3 กลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_3 พืช C_4 และพืช CAM ปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก การปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืชดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด การแก้สภาพพักตัวของเมล็ด บทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก การนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร สิ่งรบกวนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบายและสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม และจริยธรรม

จากคำอธิบายวิชาดังกล่าว สามารถกำหนดหน่วยการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ที่สอดคล้องกับในมาตรฐานรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังตาราง 2

ตาราง 2 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
8	บทที่ 8 การสืบพันธุ์ของพืชดอก 8.1 โครงสร้างของดอกและชนิดของผล 8.2 วัฏจักรชีวิตแบบสลับ 8.3 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก 8.4 การใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของผล และเมล็ด	10
9	บทที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก 9.1 เนื้อเยื่อพืช 9.2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก 9.3 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น 9.4 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	17
10	บทที่ 10 การลำเลียงของพืช 10.1 การลำเลียงน้ำ 10.2 การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ 10.3 การลำเลียงธาตุอาหาร 10.4 การลำเลียงอาหาร	9
11	บทที่ 11 การสังเคราะห์ด้วยแสง 11.1 การศึกษาที่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสง 11.2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 11.3 โฟโตเรสไพเรชัน 11.4 การเพิ่มความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 11.5 ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ ด้วยแสง	15

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
12	บทที่ 12 การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนอง ของพืช 12.1 ฮอรโมนพืช 12.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด 12.3 การตอบสนองของพืชในลักษณะการเคลื่อนไหว 12.4 การตอบสนองต่อภาวะเครียด	9
รวม		60

หมายเหตุ ผู้วิจัยนำหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
จากหนังสือเรียน สสวท. รายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เล่ม 3 ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช
2560) มาประกอบการวิจัยในครั้งนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

1. ความหมายของสเต็มศึกษา

นงนุช อินทรกำแหง, ประภัสสร กองทอง และอัญชลีพร นันทขพรพงศ์
(2567, หน้า 100) อธิบายว่า สเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการสอนเชิงบูรณาการที่สหรัฐอเมริกา
ให้การสนับสนุน โดยพัฒนามาจากสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
วิศวกรรม คณิตศาสตร์ และมีการเพิ่มศิลปะเข้ามา

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ, มาเรียม นิลพันธุ์, วิสูตร โพธิ์เงิน และอนิรุทธ์ สติมัน
(2564, หน้า 260) อธิบายว่า สเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการเรียนรู้พื้นฐานที่มีความสำคัญ
ต่อการพัฒนานักเรียนให้ไปถึงเป้าหมายสูงสุดของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์

วันชัย น้อยวงศ์ และภิญญา วงษ์ทอง (2563, หน้า 177) อธิบายว่า
สเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

กระบวนการทางวิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านการเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่หลากหลาย ซึ่งเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ไปพร้อมกัน

สุภัค โอฬาริยกุล (2562, หน้า 1) อธิบายว่า สเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการลงมือทำ นำไปสู่การพัฒนาทักษะแก้ปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยบูรณาการกรอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีปัจจัยหลักในการจัดกิจกรรม 3 ส่วน ประกอบด้วย การนำเสนอสถานการณ์ให้กับนักเรียน การให้นักเรียนได้ออกแบบอย่างสร้างสรรค์และการสร้างความเข้าใจในนวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้น

Johnson, Mohr-Schroeder, Moore & English (2020, as cited in Khamheangpol, Phewphong & Chuamchaitrakool, 2022, p. 737) อธิบายว่า สเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือทำ โดยเกิดจากการเพิ่มความรู้ด้านศิลปะเข้าไปในสเต็มศึกษา ซึ่งเดิมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการระหว่างสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยแนวทางสเต็มศึกษาคือการนำเสนอปัญหาในโลกความเป็นจริงมาสร้างเป็นบทเรียนสำหรับพัฒนานักเรียน

จากข้อมูลข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM Education) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยนำเสนอสถานการณ์ปัญหาในบริบทชีวิตประจำวันมาเป็นตัวกระตุ้นความสนใจของนักเรียน นำไปสู่การคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสเต็มศึกษา

เจษฎา ภาณุสุวรรณ และอุทุมภ์ เจริญอินทร์ (2568, หน้า 373) อธิบายว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับสเต็มศึกษา ซึ่งมีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทชีวิตจริงมาเป็นพื้นฐานของการทำกิจกรรม มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนออกแบบและสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาผ่านการบูรณาการความรู้ตามแนวคิดสเต็มศึกษา กิจกรรมดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนวางแผนอย่างเป็นระบบ ค้นพบข้อผิดพลาด และคัดเลือกเฉพาะขั้นตอนที่สำคัญ นำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

พรพรรณรัตน์ สุภาพันธุ์ และสรณบดินทร์ ประสารทรัพย์ (2566, หน้า 238) อธิบายว่า การนำสเต็มศึกษามาร่วมกับการร่วมกับอินโฟกราฟิก ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิด

ความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม สามารถค้นคว้าข้อมูล ออกแบบ สร้างชิ้นงาน และนำเสนออินโฟกราฟิกของตนเองได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน สะท้อนถึงพัฒนาการด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ปัทมาภรณ์ วิฑูร และอรพรรณ บุตรกัตัญญ (2565, หน้า 4) อธิบายว่าการจัดกิจกรรมสร้างเสริมประสบการณ์ โดยบูรณาการสเต็มศึกษาเป็นแนวทางการพัฒนา นักเรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทำกิจกรรม และเกิดประสบการณ์นำไปสู่การต่อยอดได้ในอนาคต

กรุณา ลี้มประเสริฐ และเกษิณี ผลประพฤติ (2564, หน้า 179) อธิบายว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดปทุมธานี เน้นการสร้างประสบการณ์นอกห้องเรียน โดยการให้นักเรียนได้สำรวจ แลกเปลี่ยนความรู้ ร่วมมือกันวางแผน และสร้างชิ้นงาน กระบวนการดังกล่าวเป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้นักเรียนได้เชื่อมโยงและบูรณาการองค์ความรู้ที่หลากหลายตามแนวคิดสเต็มศึกษา

สุภัค โอฬาริยกุล (2562, หน้า 14-15) อธิบายว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา แสดงสะท้อนถึงการพัฒนาองค์ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการคิด และการทำงานที่สอดคล้องกันอย่างลงตัว โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนานักเรียนผ่านกิจกรรมที่มีการค้นคว้าข้อมูล คิดวางแผน และร่วมมือกันทำงาน นำไปสู่การลงมือปฏิบัติ เพื่อแก้ปัญหาที่ท้าทาย แปลงใหม่ และกระตุ้นให้การคิดขั้นสูง นอกจากนั้นเมื่อนักเรียนได้สะท้อนองค์ความรู้ผ่านการประเมินผลงานที่สร้างขึ้นด้วยตนเอง จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ แรงจูงใจ ประสบการณ์ และทักษะชีวิต ซึ่งสามารถต่อยอดเป็นนวัตกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาในอนาคต

สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัชต์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์ (2562, หน้า 413) อธิบายว่า ทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) เป็นพื้นฐานที่สำคัญของสเต็มศึกษา เนื่องการสนับสนุนให้นักเรียนนำความรู้ที่ศึกษาไปสร้างสรรค์ชิ้นงานอย่างเหมาะสมนั้น จะส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทนถาวร นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

สิรารวรรณ จรัสวีวัฒน์ (2560, หน้า 25) อธิบายว่า สเต็มศึกษาเป็นการเพิ่มความรูทางศิลปะเข้าไปในสะเต็มศึกษา ภายหลังจากเกิดความแปรปรวนทางเศรษฐกิจ ประเทศสหรัฐอเมริกาหันมาให้ความสำคัญกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาให้เป็นเครื่องมือสร้างความเจริญงอกงามและผลักดันประเทศให้เท่าทัน

ต่อการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจโลกในศตวรรษที่ 21 โดยมี Rhode Island School of Design (RISD) แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นผู้ทำการทดลองจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาจนประสบความสำเร็จและได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย สเต็มศึกษา จึงกลายเป็นนวัตกรรมที่สานต่อจากแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยให้ความสำคัญกับศาสตร์ด้านศิลปะ จุดประสงค์หลัก คือ การเปลี่ยนแปลงแนวทางการวิจัยด้านศิลปะและการออกแบบ เพื่อสร้างศิลปินและนักออกแบบที่มีศักยภาพสู่ตลาดแรงงาน

Pabalan et al. (2018, as cited in Wu, Liu & Huang, 2022, p. 2) อธิบายว่า สเต็มศึกษาได้รับการยอมรับว่าสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระ จดจำเนื้อหาที่เรียนรู้ และพัฒนาให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้

Colker & Simon (2014, as cited in Spyropoulou, Wallace, Vassilakis & Pouloupoulos, 2020, p. 1) อธิบายว่า สเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ครูสามารถบูรณาการหลายวิชาได้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้และฝึกทักษะ การสำรวจ การตั้งคำถาม การวิจัย และการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนได้

จากข้อมูลข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า สเต็มศึกษาเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาจากมาจากการสะเต็มศึกษา โดยให้ความสำคัญกับศาสตร์ด้านศิลปะ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้มีความรู้ ทักษะ และการคิดขั้นสูง ผ่านการทำกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเผชิญกับปัญหาและดำเนินชีวิตในโลกที่เกิดความเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้

3. ความสำคัญของศิลปะในสเต็มศึกษา

ณชนก หล่อสมบูรณ์ และอภิชาติ พลประเสริฐ (2563, หน้า 106) อธิบายว่า การจัดกิจกรรมศิลปะเพื่อพัฒนานักเรียน สามารถบูรณาการร่วมกับหลากหลายวิชาได้ ซึ่งสนับสนุนให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ซับซ้อนให้เข้าใจได้อย่างง่ายและเป็นรูปธรรม ผ่านการวาดภาพ โดยสเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนบูรณาการความรู้ในหลากหลายวิชาและลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง กระบวนการดังกล่าวช่วยพัฒนาความจำระยะยาว จำเนื้อหาหรือข้อมูลได้ดี อีกทั้งยังลดความเครียดและเกิดสุนทรียภาพ

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560, หน้า 332) อธิบายว่า ศิลปะในสเต็มศึกษาทำหน้าที่ในฐานะสื่อกลางการถ่ายทอดแนวคิดเชิงนามธรรมสู่รูปธรรมที่ชัดเจนด้วยรูปแบบงานศิลปะที่หลากหลาย หากนักเรียนได้รับการส่งเสริมกิจกรรมศิลปะอย่างเหมาะสม จะนำไปสู่การถ่ายทอดความคิดที่แปลกใหม่ ซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

Khamheangpol, Phewphong & Chuamchaitrakool (2022, p. 737)

อธิบายว่า ศิลปะช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จากการบูรณาการศิลปะเข้าไปในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า สามารถลดความเครียดและช่วยเพิ่มการดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้

Han et al. (2017, as cited in Liu, Wu, Chien, Tzeng & Kuo, 2021, p. 383)

อธิบายว่า ศิลปะเป็นทั้งจุดเริ่มต้นและแกนหลักของการทำงาน ไม่ใช่เพียงการตกแต่งชิ้นงานในขั้นตอนสุดท้าย ดังนั้น ศิลปะจึงสำคัญเป็นอย่างมากและไม่ควรถูกจัดให้เป็นแค่เพียงส่วนเสริมของวิชาอื่น

จากข้อมูลข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า ศิลปะในสเต็มศึกษาส่งเสริมให้นักเรียนถ่ายทอดข้อมูลเชิงนามธรรมให้เป็นรูปธรรมที่ชัดเจนและเข้าใจง่ายผ่านการวาดภาพ ทำให้ให้พัฒนาการด้านความจำระยะยาวของนักเรียนดีขึ้น และนักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนำไปสู่การใช้องค์ความรู้เพื่อสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหาที่เผชิญได้

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ และคณะ (2564, หน้า 246) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบเพื่อแก้ปัญหาตามรูปแบบ 6Ds Model มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 3

ตาราง 3 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาตามรูปแบบ

6Ds Model

รายการ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. การระบุปัญหา (Define)	เชิญชวนให้นักเรียนร่วมกิจกรรม โดยนำเสนอสถานการณ์ที่นักเรียนอาจพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน	นักเรียนศึกษาปัญหา ร่วมกันวิเคราะห์ และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างสมาชิก
2. การรวบรวมข้อมูล (Discover)	กำหนดเป้าหมายและข้อจำกัด ศึกษาเทคนิคการจัดการเรียนรู้	วิเคราะห์ประเด็นปัญหาที่พบ และกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

ตาราง 3 (ต่อ)

รายการ	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3. การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา (Distribute)	จัดกลุ่มนักเรียน ให้นักเรียนนำ ข้อมูลที่ได้ศึกษามาใช้ออกแบบ และให้คำปรึกษานักเรียน	ถ่ายทอดแนวคิดอย่างเป็น ขั้นตอน แบ่งงานเป็นส่วน โดยการร่างภาพ และวางแผน การปฏิบัติงาน
4. การพัฒนา (Develop)	ดำเนินกิจกรรมโดยให้นักเรียน ทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งมีการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสะท้อน ข้อมูล เพื่อตรวจสอบความ เข้าใจเนื้อหาของนักเรียน	กำหนดขั้นตอน เป้าหมาย และเวลาในการทำงานให้ ชัดเจน ออกแบบและพัฒนา ชิ้นงานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหา
5. การทดสอบ และประเมินผล (Decision)	ร่วมประเมินชิ้นงานแก้ปัญหา โดยผลที่ได้จะถูกนำมาใช้ ปรับปรุงและพัฒนาให้มี ประสิทธิภาพมากขึ้น	นักเรียนประเมินชิ้นงานของ ตนเอง โดยทดสอบชิ้นงาน ตามเงื่อนไขที่กำหนด
6. การนำเสนอ ผลลัพธ์ (Display)	ตรวจสอบประเมินค่า ความสำเร็จของผลงานว่ามีค่า อยู่ระดับใด และควรพัฒนา ต่อไปอย่างไร เพื่อให้ผลงาน สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	นำเสนอชิ้นงานที่แปลกใหม่ โดยสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้น จากการลงมือปฏิบัติการ แก้ปัญหา แนวทางการ แก้ปัญหา และแสดงความ คิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของ ชิ้นงานแก้ปัญหา

วันชัย น้อยวงศ์ และภิญโญ วงษ์ทอง (2563, หน้า 177) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง ปลุกผักไร้ดิน โดยนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางของ สสวท มาเป็นขั้นตอนกิจกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดเพื่อสรรหาวิธีการที่เป็นไปได้ ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อสร้างต้นแบบ 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขต้นแบบ และ 6) นำเสนอต้นแบบ วิธีการ และผลการแก้ปัญหา

สุทธิดา การิณี (2560, หน้า 23–25) และสุทธิดา การิณี (2561, หน้า 45–47) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีเป้าหมายเพื่อพัฒนาทักษะการคิด วิเคราะห์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้กับนักเรียนผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังนี้

4.1 ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

ฝึกให้นักเรียนรู้จักและทำความเข้าใจปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน โดยใช้เครื่องมือ 5W1H เพื่อตั้งคำถาม ดังนี้

Who คือ บุคคลใดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ

What คือ อะไรคือปัญหาหรือความต้องการ

When คือ สถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการนั้นเกิดขึ้นเมื่อใด

Where คือ ปัญหาหรือความต้องการเกิดขึ้นที่ใด

Why คือ ทำไมจึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ

How คือ ปัญหาหรือความต้องการนั้น เกิดขึ้นได้อย่างไร

ซึ่งเครื่องมือดังกล่าว ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ความคิดริเริ่ม เกิดจากการพิจารณามุมมองของปัญหาที่แตกต่าง จากเดิม จนเกิดเป็นความเข้าใจปัญหาที่นักเรียนกำลังประสบ

ความคิดคล่องแคล่ว จากการกำหนดประเด็นปัญหา นักเรียน สามารถเชื่อมโยงความคิดกับประสบการณ์ของตนเองได้อย่างรวดเร็ว และมีจำนวนมาก

ความคิดละเอียดลออ จากการคิดเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนสามารถขยายข้อมูลของประเด็นปัญหา ซึ่งจะใช้เป็นแนวทาง ในการศึกษาต่อไป

4.2 ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

(Related Information Search)

ฝึกให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้น การระดมสมอง และการทำแผนผังความคิด ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ความคิดละเอียดลออ จากการพิจารณาคัดเลือกข้อมูลที่น่าสนใจ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการพิจารณาเลือกข้อมูลที่เหมาะสมและน่าเชื่อถือ เพื่อใช้สนับสนุนการแก้ปัญหา

ความคิดยืดหยุ่น จากการรวบรวมข้อมูลหลายประเภทที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นอกจากนี้ ขั้นที่ 2 ได้รวมการพิจารณาและการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการแก้ปัญหา โดยนักเรียนต้องกำหนดแนวทางของปัญหา จากนั้นจึงเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดจากข้อมูลที่รวบรวมไว้ ซึ่งอาจใช้วิธีการสร้างตารางตัดสินใจ วิธีการนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ความคิดยืดหยุ่น จากการคิดและตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา ภายใต้เงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา

4.3 ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

นักเรียนฝึกการออกแบบชิ้นงาน โดยนำข้อมูลที่รวบรวมจากขั้นที่ 2 มาประยุกต์ใช้ ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ความคิดริเริ่ม จากการออกแบบชิ้นงานที่แปลกใหม่ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ความคิดยืดหยุ่น จากการคิดหาสิ่งทดแทนในการออกแบบเพื่อแก้ปัญหา

ความคิดละเอียดลออ จากการคิดในรายละเอียดรอบด้าน เพื่อให้ชิ้นงานออกมาสมบูรณ์และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

4.4 ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

ฝึกให้นักเรียนจัดลำดับกระบวนการทำงาน พร้อมทั้งสร้างสรรค์และพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยการทำงาน 2 ส่วน ดังนี้

1. วางแผนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ความคิดยืดหยุ่น เกิดจากการออกแบบและดัดแปลงชิ้นงานโดยใช้วัสดุที่หาได้จากท้องถิ่น

ความคิดละเอียดลออ เกิดจากการใส่รายละเอียดเพื่อตกแต่งและขยายแนวคิดของชิ้นงานหรือวิธีการให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. การดำเนินการแก้ปัญหา โดยนักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการตามที่ออกแบบไว้ จนกระทั่งได้ชิ้นงานหรือวิธีการที่สามารถนำไปใช้ทดสอบซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ความคิดยืดหยุ่น จากการปรับเปลี่ยนแผนและวิธีการดำเนินงาน ในกรณีที่ไม่สามารถใช้แผนและวิธีการดำเนินงานแบบเดิมได้

4.5 ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

นักเรียนการตรวจสอบชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนด ซึ่งขั้นตอนนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

ความคิดละเอียดลออ จากการพิจารณาเกี่ยวกับประเด็นปัญหาเพื่อค้นหาสาเหตุ ข้อบกพร่อง และวิธีการปรับปรุงและพัฒนา

4.6 ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

ฝึกให้นักเรียนคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา Khamhaengpol, Sriprom, & Choomchaitrakool (2021, p. 3) อธิบายว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการดำเนินกิจกรรมของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

จากข้อมูลข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษามีขั้นตอนการจัดกิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการ

แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

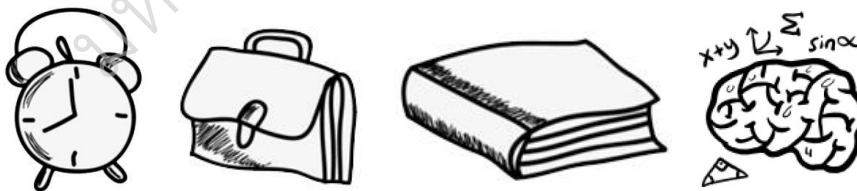
การคิดเป็นภาพ

1. ความหมายของการคิดเป็นภาพ

มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 1) อธิบายคำว่า การคิดเป็นภาพ (Visual Thinking) เป็นกระบวนการคิดเพื่อกระตุ้นการทำงานของสมองผ่านการเชื่อมโยงรูปภาพกับภาษา ซึ่งบุคคลสามารถถ่ายทอดออกมาโดยการวาดอย่างมีหลักการ ซึ่งจะเน้นที่การสื่อความหมายและความเร็วในการวาดเป็นหลัก ประกอบด้วย 4 รูปแบบ ดังนี้

1.1 การเขียนสัญลักษณ์ (Symbol/Icon)

การสื่อความคิดในเชิงภาพสัญลักษณ์ เน้นสะท้อนถึงเอกลักษณ์ที่สำคัญของสิ่งนั้น แสดงดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การเขียนภาพสัญลักษณ์

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 4)

1.2 การเขียนแผนภาพ (Diagram)

การสื่อความคิดเชิงนามธรรมสู่รูปธรรมในลักษณะแผนภาพ ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดและเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง มีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบ ดังนี้

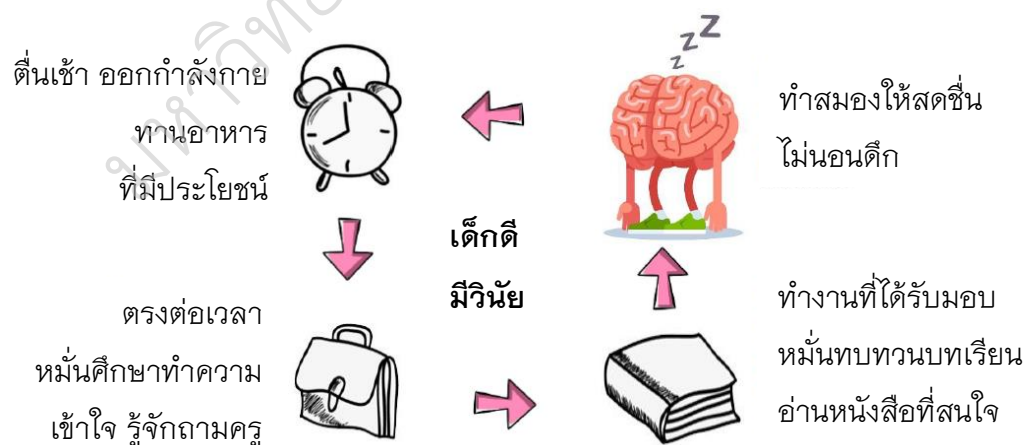
1.2.1 ผังความคิด (Mind Mapping) เน้นสื่อความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและแนวคิด ผ่านโครงสร้างที่เชื่อมโยงกันของรายละเอียดต่าง ๆ แสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ผังความคิด

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 5)

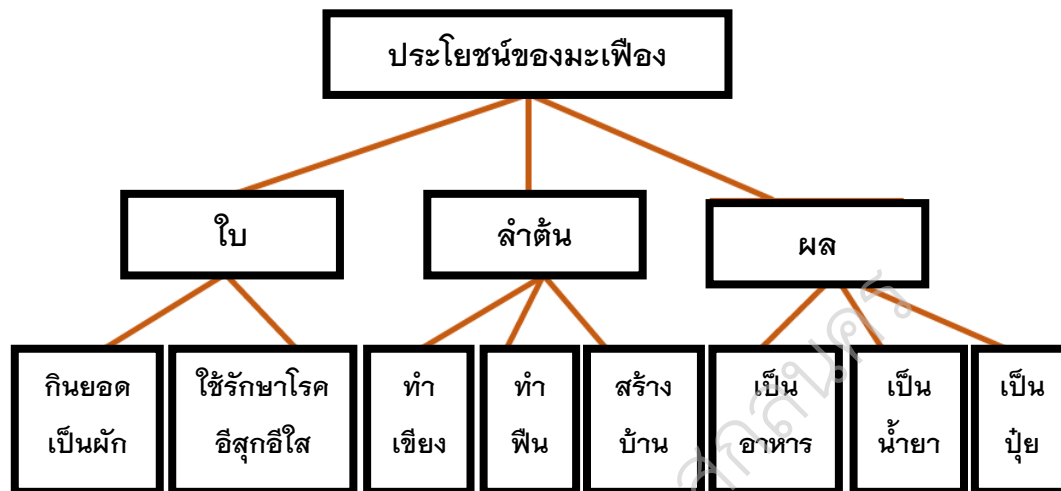
1.2.2 ผังมโนทัศน์ (Concept Map) เน้นสื่อความคิดรวบยอดของบุคคล โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หลักและมโนทัศน์ย่อยเป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อม แสดงดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ผังมโนทัศน์

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 5)

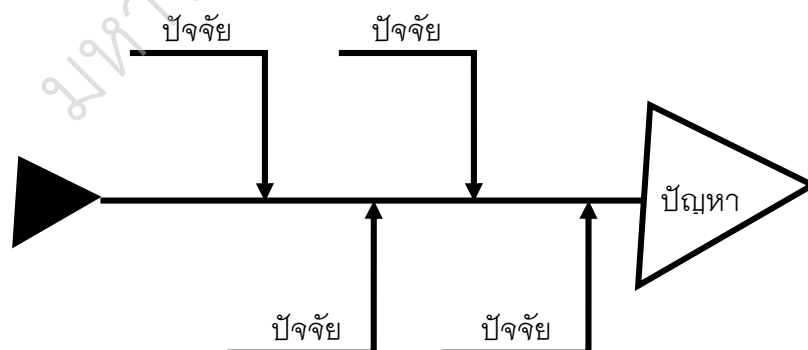
1.2.3 ผังต้นไม้ (Tree Diagram) เน้นสื่อความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยแสดงการลดความสำคัญของข้อมูลลงเป็นลำดับชั้น แสดงดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ผังต้นไม้

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 6)

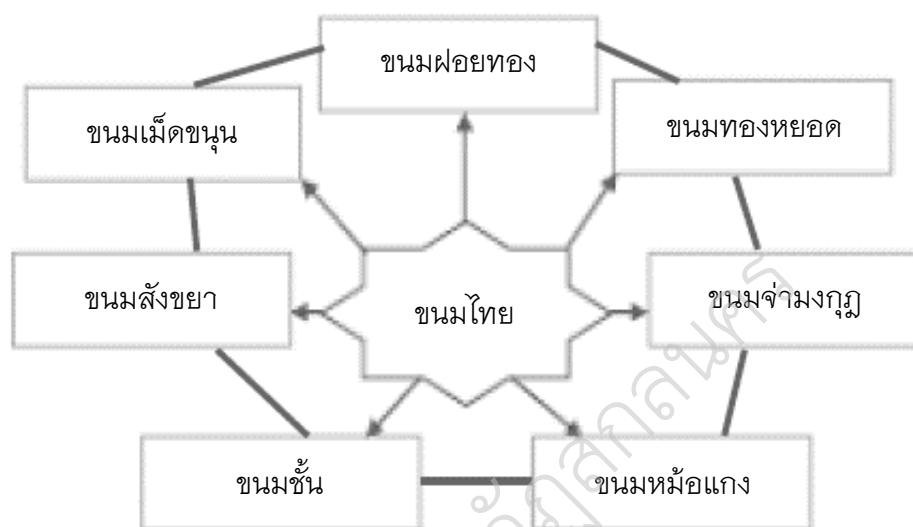
1.2.4 ผังก้างปลา (Fishbone Diagram) เน้นสื่อเห็นถึงจุดเริ่มต้นหรือสาเหตุของข้อมูล นำไปสู่ผลหรือบทสรุปของข้อมูล แสดงดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ผังก้างปลา

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 6)

1.2.5 ผังใยแมงมุม (Web Diagram) เน้นสื่อความคิดรวบยอดตรงกลางและแสดงรายละเอียดย่อยโดยรอบ ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ผังใยแมงมุม

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 6)

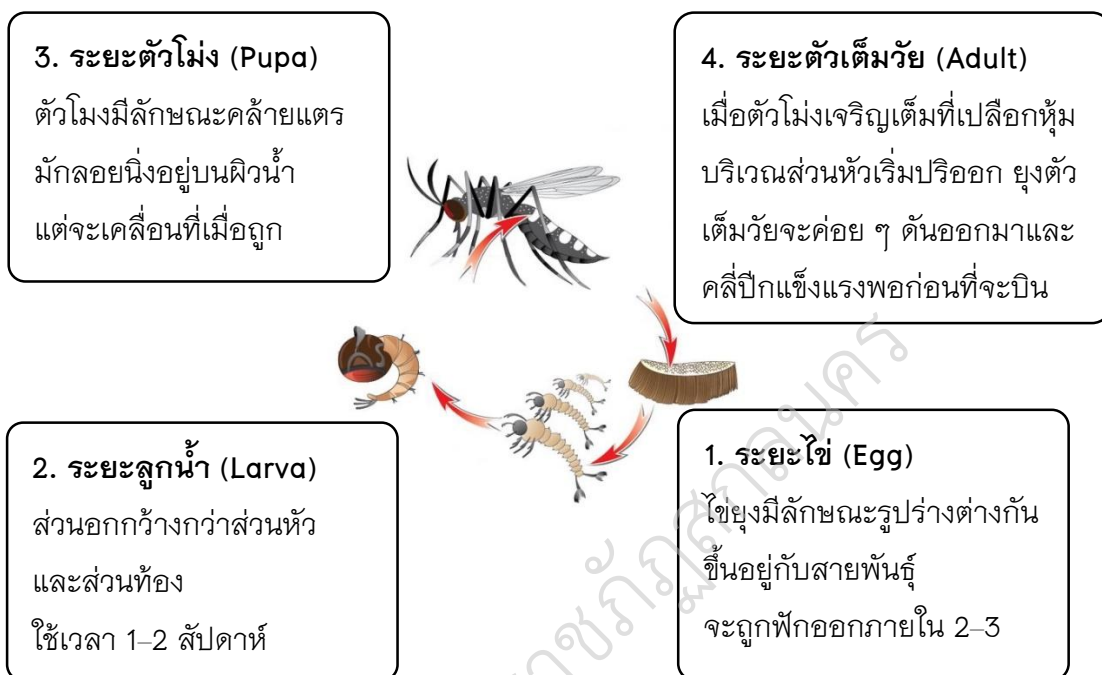
1.2.6 ผังลำดับ (Sequential Map) เน้นสื่อข้อมูลออกเป็นลำดับขั้นหรือกระบวนการ ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ผังลำดับ

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 7)

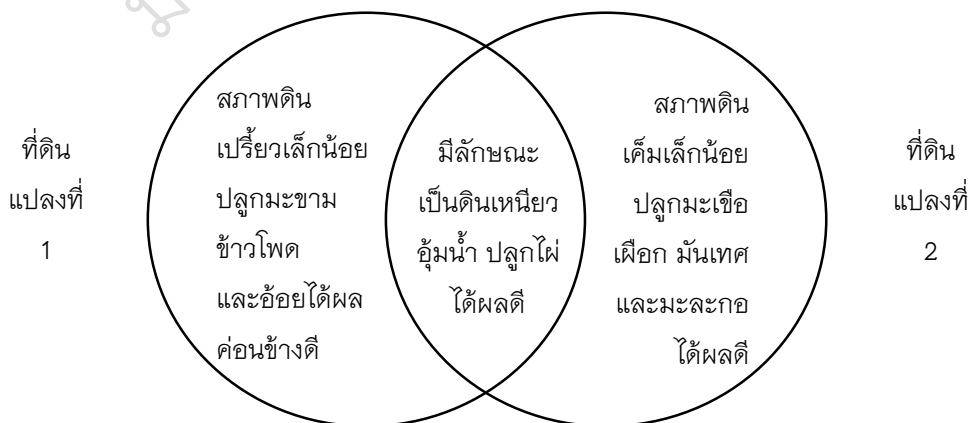
1.2.7 ผังวัฏจักร (Cycle Map) เน้นสื่อข้อมูลออกเป็นลำดับขั้น
(วงกลม) โดยไม่แสดงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดที่แน่นอน ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 ผังวัฏจักร

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 7)

1.2.8 เวนน์ไดอะแกรม (Venn Diagram) เน้นสื่อภาพวงกลม 2 วง
หรือมากกว่า ซึ่งมีจุดซ้อนทับกัน ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 เวนน์ไดอะแกรม

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 7)

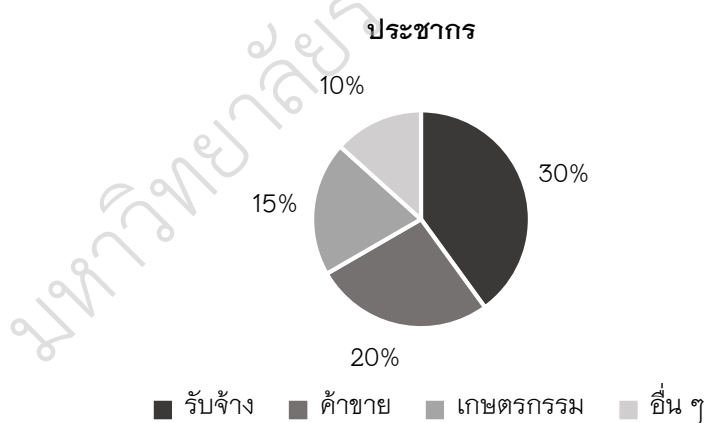
1.2.9 ที่ชาร์ต (T-Chart) เน้นสื่อความแตกต่างของสิ่งที่ศึกษา
โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ส่วน เพื่อแสดงข้อมูลที่แตกต่างกันของทั้งสองฝั่ง ดังภาพประกอบ 11

วัฒนธรรมไทย	วัฒนธรรมต่างชาติ
การไหว้ การนุ่งโจงกระเบน การรดน้ำดำหัวผู้ใหญ่ การใช้ภาษาไทย	การจับมือ การรับประทานอาหารโดยใช้ช้อนส้อม การใส่สูท ผูกเนกไท การเป่าเค้กในวันคล้ายวันเกิด

ภาพประกอบ 11 ที่ชาร์ต

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 8)

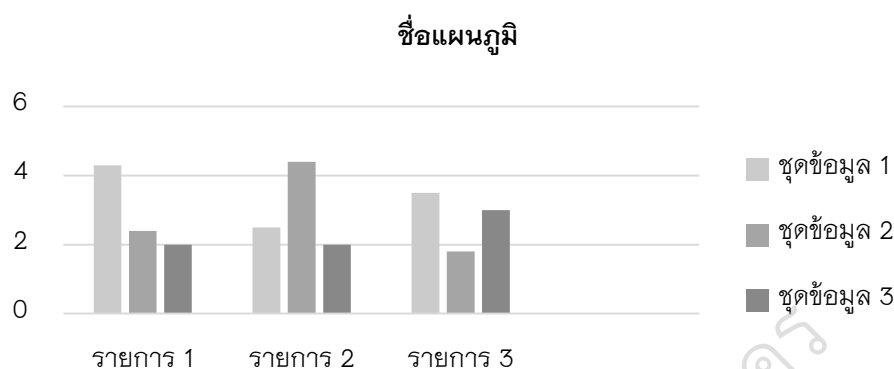
1.2.10 แผนภูมิรูปวงกลม (Pie-Chart) เน้นสื่อการเปรียบเทียบ
ข้อมูล โดยจะแสดงสัดส่วนของข้อมูลภายในวงกลมอย่างชัดเจน ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แผนภูมิรูปวงกลม

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 8)

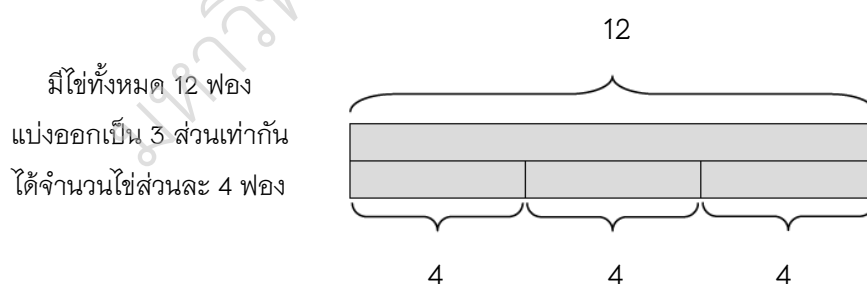
1.2.11 แผนภูมิแท่ง (Bar Graph) เน้นสื่อความสัมพันธ์ของตัวแปร
อย่างชัดเจน ประกอบด้วย 2 ตัวแปรขึ้นไป ซึ่งตัวแปรนั้นมีค่าไม่ต่อเนื่อง ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 แผนภูมิแท่ง

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 8)

1.2.12 ภาพจำลองรูปแท่ง (Bar Model) เน้นสื่อโจทย์ปัญหา
นามธรรมให้เป็นกึ่งรูปธรรม เพื่อช่วยให้มองเห็นปัญหาได้ชัดเจนร่วมกับการคิดคำนวณ
เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง นำไปสู่การเข้าใจความคิดรวบยอดของวิธีการคำนวณ
ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ภาพจำลองรูปแท่ง

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 9)

1.2.13 ตารางเปรียบเทียบ (Compare Table) เน้นสื่อในรูปแบบ ตารางที่เข้าใจง่าย เพื่อจัดข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งอาจเป็นการเปรียบเทียบความเหมือน หรือความแตกต่างของข้อมูล ดังภาพประกอบ 15

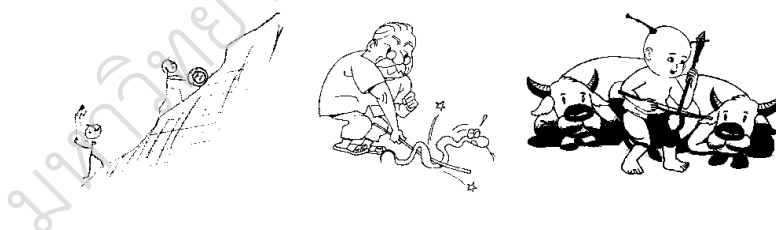
สิ่งที่นำมาเปรียบเทียบ			
คุณลักษณะ	มะละกอ	มะม่วง	มะนาว
1. รสชาติ			
2. คุณค่าทางโภชนาการ			

ภาพประกอบ 15 ตารางเปรียบเทียบ

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 9)

1.3 การเขียนภาพเชิงอุปมาอุปมัย (Analogy)

เน้นการอธิบายถึงเรื่องราวที่มีความเป็นนามธรรมให้ออกมาเป็นรูปธรรม โดยถ่ายทอดความคิดและรายละเอียดของเรื่องอย่างรอบด้าน ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 การเขียนภาพเชิงอุปมาอุปมัย

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 9)

1.4 การเขียนภาพเล่าเรื่อง (Scene)

เน้นอธิบายเหตุการณ์หรือเรื่องราว จากจุดเริ่มต้นถึงจบของเหตุการณ์ ซึ่งผสมผสานได้ทั้งแผนภูมิ แผนภาพ สัญลักษณ์ ภาพบุคคล ลัทธิ สิ่งของ หรือข้อความ ดังภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 17 การเขียนภาพเล่าเรื่อง

ที่มา : มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 10)

Sutama, Wulandari, Ishartono, Narimo & Sutopo (2020, p. 1250)

อธิบายว่า การคิดเป็นภาพ คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผ่านการใช้รูปภาพ

Yenawine (2013, as cited in Smolkowski, Strycker, Anderson, Marconi & Abia-Smith, 2020, p. 4) อธิบายว่า การคิดเป็นภาพ คือ การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ครูมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนโดยการอภิปรายความรู้ผ่านทางรูปภาพ ซึ่งในขณะจัดการเรียนรู้ ครูสามารถประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะด้านภาษา และการรู้เชิงทักษะของนักเรียน

Hess, Young & Arbogast (2019, p. 171) อธิบายว่า การคิดเป็นภาพ คือ การจัดการเรียนรู้ศิลปะพื้นฐานที่ถูกออกแบบเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการรู้เชิงทักษะของนักเรียน

Housen (1983, as cited in Housen, 2002, p. 100) อธิบายว่า การคิดเป็นภาพ คือ หลักสูตรที่มีการนำไปใช้อย่างต่อเนื่องโดยโรงเรียนที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับศิลปะ นิทรรศการพิพิธภัณฑ์ศิลปะ และครูฝึกอบรม ซึ่งหลักสูตรนี้ถูกพัฒนามาจากทฤษฎีและการศึกษาพัฒนาการด้านสุนทรียภาพ (Aesthetic Development) ของ Housen โดยหลักสูตรการคิดเป็นภาพถูกออกแบบเพื่อใช้ศึกษาและตอบคำถามเกี่ยวกับรูปภาพและพัฒนาการด้านสุนทรียภาพของนักเรียนมือใหม่

จากข้อมูลข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การคิดเป็นภาพ (Visual Thinking) หมายถึง ความสามารถของมนุษย์ในการเชื่อมโยงรูปภาพให้สัมพันธ์กับตัวอักษรหรือข้อมูล รวมถึง

การแปลงข้อมูลเป็นภาพและแปลงภาพย้อนกลับเป็นข้อมูล ผ่านกระบวนการทำงานของสมอง โดยอาศัยความทรงจำจากความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ซึ่งการคิดเป็นภาพจะส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการรู้เชิงทัศนะของนักเรียนได้เป็นอย่างดี โดยสามารถแบ่งการคิดเป็นภาพออกเป็น 4 รูปแบบการเขียน ประกอบด้วย สัญลักษณ์ แผนภาพ ภาพเชิงอุปมาอุปมัย และภาพเล่าเรื่องราว

2. ประโยชน์ของการคิดเป็นภาพ

สุชนิต เวชโช และจิตทิพย์ ณ สงขลา (2564, หน้า 476) อธิบายว่า กระบวนการคิดเป็นภาพส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลเชิงสัญลักษณ์ภาพให้เป็นข้อความ และสามารถแปลงข้อมูลดังกล่าวย้อนกลับได้อย่างแม่นยำ ครูผู้สอนสามารถนำภาพมาใช้ในการประกอบการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

Choi et al. (2022, p. 1) ได้ศึกษาการประยุกต์การคิดเป็นภาพกับการศึกษาพยาบาล พบว่า การคิดเป็นภาพส่งเสริมให้นักศึกษาพยาบาลมีพัฒนาการด้านทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการสื่อสาร และทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่นดีขึ้น

Halimatussa'diah & Mustadi (2019, p. 68) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยเทคนิคการคิดเป็นภาพ พบว่า เทคนิคการคิดเป็นภาพส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และสามารถควบคุมตนเองได้อยู่ในระดับที่ดี

Landorf (2006, p. 3) อธิบายว่า การคิดเป็นภาพเป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนให้คิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และเรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ซึ่งถือเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21

Reilly, Ring & Duke (2005, p. 251) ได้ศึกษาการประยุกต์การคิดเป็นภาพกับการศึกษาทางการแพทย์ พบว่า นักศึกษาแพทย์สามารถเรียนรู้และมีความเข้าใจลึกซึ้งต่อกระบวนการเกิดปฏิกิริยาของยา

จากข้อมูลข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การคิดเป็นภาพส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแปลงข้อมูลที่มีลักษณะเป็นนามธรรมให้อยู่ในลักษณะรูปธรรมที่ชัดเจนและสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างง่าย และสามารถแปลงข้อมูลรูปธรรมกลับไปเป็นนามธรรมได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยการคิดเป็นภาพมีพัฒนาการด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์จากข้อมูลที่เรียนรู้ สามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

3. วิธีการประเมินความสามารถในการคิดเป็นภาพ

Groenendijk, Karpati & Haanstra (2019, p. 23) ได้ออกแบบเกณฑ์ประเมินความสามารถในการคิดเป็นภาพ เพื่อให้นักเรียนประเมินความสามารถในการคิดเป็นภาพของตนเองและเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่ต้องการพัฒนาความสามารถด้านการคิดเป็นภาพของนักเรียน ดังตาราง 4

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

ตาราง 4 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการคิดเป็นภาพ

	รายการประเมิน	คำอธิบาย	ระดับ			
			4	3	2	1
ภาพแยก	การสืบค้น	–	สามารถรวบรวมแหล่งการสร้างแรงบันดาลใจได้อย่างเพียงพอและสามารถศึกษาทำความเข้าใจจุดประสงค์ทุกประการของงานได้	สามารถรวบรวมแหล่งการสร้างแรงบันดาลใจได้อย่างเพียงพอ และสามารถศึกษาทำความเข้าใจจุดประสงค์ตั้งแต่ 1 อย่างขึ้นไป ได้เป็นอย่างดี	สามารถเก็บรวบรวมแหล่งการสร้างแรงบันดาลใจได้เล็กน้อย หรือไม่ได้ศึกษาสิ่งที่ค้นพบอย่างลึกซึ้งเพื่อนำมาสร้างงาน	ไม่สามารถเก็บรวบรวมแหล่งการสร้างแรงบันดาลใจ หรือไม่สามารเรียนรู้ทำความเข้าใจจุดประสงค์ในการค้นพบได้
	การทดลอง	–	ใช้เวลาทดลองลองใช้สื่อ หรือวิธีการแตกต่างกันและได้ผลการทดลองที่ดี	ใช้เวลาทดลองลองใช้สื่อ หรือวิธีการที่หลากหลาย	ใช้เวลาทดลองพอสมควร ลองใช้สื่อ หรือวิธีการบางอย่าง	ลงมือทำผลงานอย่างเดียวโดยไม่สนใจทดลองทำอย่างอื่น

ตาราง 4 (ต่อ)

	รายการ ประเมิน	คำอธิบาย	ระดับ			
			4	3	2	1
องค์ประกอบ	การใช้สื่อ และ วิธีการ	การระบายสี การปั้น การถ่ายภาพ	นำเสนอองค์ประกอบ เชิงศิลป์ได้ครบถ้วน ทรงพลัง และช่วยกระตุ้น ความสนใจได้ดีมาก	นำเสนอองค์ประกอบ เชิงศิลป์ได้เป็นส่วนมาก และช่วยกระตุ้นความ สนใจได้ดี	นำเสนอองค์ประกอบ เชิงศิลป์เพียงบางส่วน และช่วยกระตุ้นความ สนใจได้พอประมาณ	ขาดองค์ประกอบ เชิงศิลป์จนทำให้ไม่ สามารถกระตุ้น ความ สนใจ/ความอยากรู้ อยากเห็นได้
	การใช้ องค์ประก อบ ภาพ	การจัดวาง องค์ประกอบ การใช้สี การใช้เส้น	นำเสนอองค์ประกอบ ได้อย่างครบถ้วน และ สื่อสารเป้าหมายได้อย่าง ชัดเจนและทรงพลัง	นำเสนอองค์ประกอบ ได้ครบถ้วน และสื่อสาร เป้าหมายได้	นำเสนอองค์ประกอบ เพียงบางส่วนทำให้ สื่อสารไม่ชัดเจน แต่ยัง พอเข้าใจได้	ขาดองค์ประกอบจนทำ ให้ไม่สามารถสื่อสาร เป้าหมายได้หรือทำ ความเข้าใจได้ยากมาก

ตาราง 4 (ต่อ)

	รายการ ประเมิน	คำอธิบาย	ระดับ			
			4	3	2	1
การ นำเสนอ	บอกเล่า บางอย่าง ด้วยภาพ	ภาพความคิด เชื่อมโยง แนวคิด ต่าง ๆ ของ หลักวิชาเข้า ด้วยกันเป็น เรื่องราวที่ แสดงถึงความเป็น องค์รวม	นำเสนอความเป็น องค์รวมที่เชื่อมโยงกับ สภาพจริงได้อย่าง ชัดเจนสมบูรณ์ และช่วย ให้ระลึกถึงแนวคิดสำคัญ ของหลักวิชาได้อย่าง ชัดเจนมาก	นำเสนอความเป็น องค์รวมที่เชื่อมโยงกับ สภาพจริงและช่วยให้ ระลึกถึงแนวคิดสำคัญ ของหลักวิชาได้อย่าง ชัดเจน	นำเสนอความเป็น องค์รวมที่เชื่อมโยงกับ สภาพจริงได้ไม่ค่อย ชัดเจนและช่วยให้ระลึกถึง แนวคิดสำคัญของหลัก วิชาได้บ้าง	ไม่สามารถนำเสนอ ความเป็นองค์รวม ที่เชื่อมโยงกับสภาพจริง ได้และไม่ช่วยให้ระลึกถึง แนวคิดสำคัญของหลัก วิชา
	การ นำเสนอ	—	นำเสนอผลงานได้ยอดเยี่ยม	นำเสนอผลงานได้ดี	นำเสนอผลงานได้ พอประมาณ	ไม่สามารถนำเสนอ ผลงานได้ หรือนำเสนอ ผลงานได้ไม่ดี

ที่มา : (Groendijk, karpati & haanstra, 2019, p. 23)

การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้และขั้นตอนการจัดกิจกรรม
ดังตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาและการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา สุจิตา การ์มี (2560, หน้า 23–25)	การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยประเด็นปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักทำความเข้าใจ และสามารถระบุปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้ โดยใช้หลักการตั้งคำถาม 5W1H	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ครูยกสถานการณ์ปัญหาตัวอย่างที่นักเรียนพบเจอในปัจจุบัน และให้นักเรียนร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับประเด็นปัญหาระดมความคิด และร่วมกันระบุปัญหาจากประเด็นปัญหาตัวอย่าง โดยการวิเคราะห์ พิจารณาถึงเงื่อนไขและข้อจำกัดของปัญหา
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนรวบรวมข้อมูล หลักการ วิธีการ และทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หรือความต้องการ เพื่อหาข้อมูลที่หลากหลายและเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาหรือความต้องการ	ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับปัญหา วิธีการ และแนวทางแก้ปัญหาเพื่อนำความรู้ที่ศึกษาค้นคว้ามาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหา
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนระดมความคิดในการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ โดยการนำข้อมูลที่รวบรวมมาประยุกต์ใช้ จากนั้นจึงประเมินเพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับประเด็นปัญหา	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาร่วมกับการคิดเป็นภาพ นักเรียนร่างภาพที่แสดงส่วนประกอบของชิ้นงาน หรือแบบแผนการทดลองด้วยการคิดเป็นภาพ เช่น การทำแผนภาพความคิด สำหรับใช้แก้ปัญหา โดยคำนึงถึงเงื่อนไข และข้อจำกัดของปัญหา

ตาราง 5 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา สุทธิดา การมี (2560, หน้า 23-25)	การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ และลงมือสร้างสรรค์และพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนเขียนแบบแผนการปฏิบัติงานตามภาพร่างวิธีการแก้ปัญหาและปฏิบัติการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นงานตามแผนที่วางไว้
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนทดสอบชิ้นงานและประเมินผลงาน โดยยึดผลเชิงรูปธรรมตามเป้าหมาย ชิ้นงานมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ จากผลการประเมินค้นพบสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง	ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนทดสอบชิ้นงานประเมินผลงาน และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน นักเรียนคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้น เพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ	ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น สามารถสื่อสารปัญหา รวมถึงวิธีการแก้ปัญหาคำถามโดยใช้ภาพเป็นหลัก โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอน การทำความเข้าใจปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

ความคิดสร้างสรรค์

1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ปัญญาญ วรวัฒน์ชัย (2565, หน้า 15–16) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการจินตนาการของมนุษย์ เกิดจากกระบวนการทำงานของสมอง โดยคิดหลากหลายทิศทาง อาศัยความฉลาด รอบรู้ ไหวพริบ ความคิดรวบยอด และประสบการณ์เดิมของบุคคล นำไปสู่การคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรมแปลกใหม่จากเดิมที่มีอยู่ แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ ประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดจากจินตนาการ (Imagination Creative) ความคิดสร้างสรรค์ที่มาจากการเชื่อมโยงทางความคิด (Association Creative) ความคิดสร้างสรรค์ที่มาจากการคิดเชิงปัญญา (Intelligence Creative) และความคิดสร้างสรรค์ที่มาจากกระบวนการของสมอง (Brain Creative)

กมลพร ทองธิยะ และกิตติชัย สุธาสีโนบล (2564, หน้า 34) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดในสิ่งแปลกใหม่และหลากหลายจากเดิม นับเป็นการคิดขั้นสูง ไม่ยึดติดแบบเก่า และมีความยืดหยุ่นในการคิด มีประโยชน์และคุณค่า โดยการประยุกต์ใช้ความรู้หรือหลักการอย่างรอบคอบ นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์แปลกใหม่หรือรูปแบบความคิดใหม่ ต่อยอดเป็นนวัตกรรมที่มีประโยชน์และใช้งานได้จริง

วาทีณี บรรจง (2561, 335) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาของบุคคล ซึ่งมองเห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งหนึ่งกับสิ่งอื่นในรูปแบบเอกลักษณ์เฉพาะตัว อันเกิดจากประสบการณ์และจินตนาการส่วนบุคคล

ดวงเดือน ศาสตราจารย์ (2557, หน้า 10) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดของบุคคลที่นำไปสู่การสร้างสรรค์ การสังเคราะห์ และการแก้ปัญหา ซึ่งมีความแปลกใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมและเห็นคุณค่า

จากข้อความข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลากแง่มุม มีการดัดแปลง ผสมผสานความคิดผ่านประสบการณ์เดิม เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหาไปสู่การคิดประดิษฐ์ขึ้นงาน

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

ณณยาน นลินขวัญ, เมธาวิ อุดมธรรมมานุภาพ และวิชชุดา ลูติโชติรัตน (2568, หน้า 592) อธิบายว่า การคิดเชิงบวกเป็นรากฐานของการพัฒนาความคิด

สร้างสรรค์ โดยการคิดเชิงบวกเป็นกระบวนการคิดของบุคคลในมุมมองที่มีต่อสถานการณ์ความจริง ซึ่งเน้นการมองหาโอกาสหรือทางออกอย่างสร้างสรรค์ จัดเป็นทักษะที่ทุกคนมีตั้งแต่เกิดและต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง คุณลักษณะของบุคคลที่มีความคิดเชิงบวก ประกอบด้วย การมองโลกในแง่ดี กระตือรือร้น มีความเชื่อและคุณธรรม กล้าหาญ มั่นใจ มุ่งมั่น อดทน สุขุม และสำรวจความตั้งใจ

เครือฟ้า แก้วคุ้ม (2566, หน้า 91) อธิบายว่า การส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดและทฤษฎีการคิดสร้างสรรค์ รวมถึงการกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น ความเหมาะสมกับระดับการพัฒนาตามช่วงวัย และความถนัดในการเรียนของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้ความคิดสร้างสรรค์แก้ปัญหาทางการเรียน พัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็นตามหลักเหตุผล มีความสนใจในการเรียน และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

ณัฐกานต์ ภูมิคอนสาร (2565, หน้า 1) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดที่มีติดตัวมนุษย์ทุกคนมาตั้งแต่เกิด จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยที่หล่อหลอมบุคคลนั้นระหว่างการเติบโต ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นอย่างมาก จึงควรปลูกฝังและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเยาวชนเพื่อให้เป็นผู้ที่สามารถดำเนินชีวิตในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

กัณวริช พลุปราชญ์ (2558, หน้า 189) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้มนุษย์ประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยอาศัยการกระตุ้นให้เกิดการตรวจสอบ สืบสวน เปลี่ยนแปลง และแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย นำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งเป็นเสมือนกรอบการพัฒนาความคิดในรูปแบบอื่นที่แตกต่างกัน

จากข้อมูลข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดพื้นฐานของบุคคลที่มีติดตัวมาตั้งแต่เกิด ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต ช่วยให้บุคคลแก้ปัญหาที่พบและสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรม และเทคโนโลยี เพื่อตอบสนองต่อความต้องการอย่างไม่จำกัด

3. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

พิชญาพร พืระพันธ์ วิโรจน์ จาลักษณ์ และธนินท์รัฐ รัตนพงศ์ภิญโญ (2566, หน้า 308–309) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่มีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์มนุษย์ ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. องค์ประกอบภายใน แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ทักษะหลักที่เกี่ยวข้องในงาน (Domain Relevant Skills)

หรือความเชี่ยวชาญ (Expertise)

1.2 ความคิดสร้างสรรค์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ (Creativity Relevant Skills) หรือทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creativity Skills)

1.3 แรงจูงใจในงาน (Task Motivation)

2. องค์ประกอบภายนอกหรือสภาพแวดล้อมทางสังคม

(Social environment)

ณัฐกานต์ ภูมิคอนสาร (2565, หน้า 3) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยคุณลักษณะสำคัญ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการคิด ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ และความคิดไวต่อปัญหา

2. ด้านจิตใจและบุคลิกภาพ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความกล้าเสี่ยง

กล้าคิด และความมุ่งมั่นอดทน

3. ด้านผลผลิตทางการคิด ได้แก่ ผลงาน ชิ้นงาน และนวัตกรรมที่เกิดขึ้น

Jellen & Urban (1986, อ้างถึงใน บงกช ทองเอี่ยม, วิฑิตนันท์ ชีระเวชเจริญชัย, สิริมงคล สุวรรณผา และอนินชา ธีรธำรง, 2565, หน้า 160) อธิบายว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ การกระทำที่เสี่ยงอันตราย และการผสมให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

Urban (2005, อ้างถึงใน วาทีนี บรรจง, 2561, หน้า 334) อธิบายเพิ่มเติมจากองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1963) ว่าต้องทำให้องค์ประกอบครบสมบูรณ์และมีความเป็นองค์รวม ซึ่งจำแนกเพิ่มเติม 3 ด้าน ประกอบด้วย การสร้างเรื่องราว การกล้าเสี่ยง และอารมณ์ขัน

วาทีนี บรรจง (2561, หน้า 335) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบสำคัญ 7 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ การสร้างเรื่องราว การกล้าเสี่ยง และการมีอารมณ์ขัน

สุทธิดา การมี (2560, หน้า 26) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบ 4 ลักษณะ ดังนี้

1. ความริเริ่ม คือ การคิดในลักษณะที่แปลกใหม่ ซึ่งมีความแตกต่างไปจากความคิดอันมีอยู่แต่เดิม
2. ความคล่องแคล่ว คือ การคิดเพื่อค้นหาคำตอบปริมาณมากภายในเวลาอันจำกัด
3. ความยืดหยุ่น คือ การคิดเพื่อค้นหาคำตอบหลากหลายประเภท และการคิดเพื่อดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งให้กลายเป็นอีกสิ่งหนึ่ง
4. ความละเอียดลออ คือ การคิดในเชิงรายละเอียดเพื่อตกแต่งและขยายแนวคิดหลักให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากข้อมูลข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง การคิดเพื่อค้นหาและเขียนคำตอบ ปริมาณมากอย่างรวดเร็วภายในเวลาที่กำหนด
2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง การคิดเพื่อค้นหาและเขียนคำตอบ หลากหลายประเภทและแง่มุม
3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถทางการคิดค้นหาคำตอบ และเขียน คำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นและแตกต่าง จากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ
4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถทางการคิด ในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

4. พัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์

กมลพร ทองธิยะ และกิตติชัย สุชาติโนบล (2564, หน้า 34) ได้ศึกษา แนวทางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักวิชาการหลายคน โดยมีวิธีการปฏิบัติ ดังนี้

1. การส่งเสริมสุขภาพร่างกายและจิตใจให้มีความสมบูรณ์อยู่เสมอ
2. การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่อำนวยความสะดวกต่อการคิด
3. การฝึกฝนการตั้งคำถามและช่างสังเกต
4. การฝึกการคิดโดยใช้เกมหรือกิจกรรมที่เน้นการคิดสร้างสรรค์

5. การฝึกการคิดภายใต้หลักแห่งความถูกต้อง ศีลธรรม จริยธรรม และระเบียบกฎหมายสังคม

6. การฝึกรับข้อมูลข่าวสารที่เปิดกว้างและใช้กระบวนการคิดขั้นสูง
กรภัสสร อินทรบำรุง (2563, หน้า 14) อธิบายว่า การส่งเสริมพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก จำเป็นต้องคำนึงถึงพัฒนาการตามวัยของเด็กเป็นหลัก ซึ่งลำดับพัฒนาการตามวัยของเด็กสรุปไว้ ดังนี้

1. แรกเกิด-2 ปี มีจินตนาการและพร้อมที่จะสำรวจสิ่งแวดล้อมรอบตัว
2. อายุ 2-4 ปี ตื่นเต้นกับสิ่งใหม่ เล่นอย่างมีจินตนาการ มีความเป็นตัวของตัวเองสูง มีความสนใจในช่วงเวลาสั้น
3. อายุ 4-6 ปี สนุกกับการวางแผน การทำงาน และการเล่นสมมติ โดยใช้จินตนาการ มักเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ถึงแม้ว่าเป็นเรื่องยากที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล
4. อายุ 6-8 ปี การจินตนาการสร้างสรรค์จะเปลี่ยนแปลงไปสู่ความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น โดยมักสื่อสารแนวคิดในรูปคำพูด รักที่จะเรียนรู้ และโยเยหาประสบการณ์ท้าทาย ตื่นเต้น และสนุกสนาน
5. อายุ 8-10 ปี สร้างสรรค์บางสิ่งได้ โดยความสามารถส่วนตัว และมีความอยากรู้อยากเห็นมากยิ่งขึ้น
6. อายุ 10-12 ปี สนใจที่จะสำรวจ ศึกษา ค้นคว้า และทดลอง มีการใช้สมานานขึ้น มีพัฒนาการทางด้านศิลปะและดนตรี แต่มีจุดอ่อนตรงที่ขาดความมั่นใจในผลงานที่ตนสร้าง อาจส่งผลให้ความคิดสร้างสรรค์ลดลงในบางช่วง เพราะเป็นช่วงที่พยายามปรับตัวเข้ากับกลุ่มเพื่อน เลียนแบบเพื่อน ลดความคิดอิสระ

วาทีนี บรรจง (2561, หน้า 335) อธิบายว่า เด็กอายุระหว่าง 2 ถึง 6 ปี เป็นช่วงวัยที่เหมาะสมต่อการบ่มเพาะและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

พิมลวรรณ จิตโตภาส และวรรณณ เหมชะญาติ (2557, หน้า 262) ศึกษาผลของการใช้คำถามตามทฤษฎีของบลูมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กอายุ 7 ปี พบว่าเด็กอายุ 7 ปี เป็นช่วงวัยเริ่มต้นที่มีการพัฒนาทักษะการใช้เหตุผล คำถามกระตุ้นความคิดที่เหมาะสมกับช่วงวัยจึงส่งเสริมการคิดของเด็กในด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

5. แนวทางสำหรับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

พระมหาจุติสัสส์ ฐิตินฺทฺโม (2567, หน้า 72) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning: PBL) เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำงานที่ท้าทาย โดยนักเรียนต้องคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ความรู้ในทางปฏิบัติร่วมกับผู้อื่น เพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่สามารถใช้ได้จริง ซึ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดริเริ่มและสร้างสรรค์

ศุภเชษฐ์ สิทราช และธนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว (2567, หน้า 32) อธิบายว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะและความรู้เชิงบูรณาการในรูปแบบที่เน้นการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการสร้างสรรค์ ผ่านการเรียนรู้ที่มีการปฏิสัมพันธ์กับโลกของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์ (2558, อ้างถึงใน ศิริริภา คุ่มจั่น และคณะ, 2562, หน้า 44) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถสอนกันได้ แต่ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นักเรียนต้องอยู่ในสภาวะที่เป็นอิสระทางความคิด ดังนั้น บรรยากาศที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าคิดอย่างสร้างสรรค์ จึงเป็นบรรยากาศที่ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าเขาสามารถปลดปล่อยทางจิตใจ เห็นคุณค่าในตนเอง ได้รับการยอมรับ รวมทั้งสภาวะที่มีเสรีในการแสดงออก โดยไม่ถูกวิพากษ์หรือถูกประเมิน

ธารทิพย์ ขั้วนา และขวัญชัย ขั้วนา (2561, หน้า 325) อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เชิงผลิตภาพทางการศึกษาด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ Creative Model โดยแบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมการสอนด้วยกิจกรรม Cognitive (C) เป็นการทำให้นักเรียนตระหนักรู้บูรณาการร่วมกับการบริหารสมอง

ขั้นที่ 2 การดำเนินการสอนด้วย 5 กิจกรรม ดังนี้

1. Reflection (R) คือ การให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนเอง เพื่อตอบสนองสิ่งเร้าในการเรียนการสอน

2. Elaborate to Create (E) คือ การร่วมกันคิดอย่างละเอียดลออ

3. Assessment (A) คือ การประเมินผลงานของนักเรียน โดยเชื่อมโยงกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งเป็นทักษะในศตวรรษที่ 21

4. Thinking (T) คือ การคิดเชื่อมโยงเพื่อให้เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

5. Innovation (I) คือ การที่นักเรียนสร้างผลงานหรือชิ้นงานใหม่ เอกภูมิ จันทระขันตี (2561, หน้า 206) อธิบายว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนจะทำได้ดีในวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะการสอนวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการคิดสร้างสรรค์จะทำให้นักเรียนมีทัศนคติอันดี เข้าใจแนวคิดและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอนประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การจัดสถานการณ์สำคัญ ขั้นที่ 2 การจัดสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 การสื่อสารในภาษาเฉพาะทาง และขั้นที่ 4 ประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทใหม่

Torrance (1962, อ้างถึงใน ชุตินา วังษ์พระลับ, 2553, หน้า 11) เสนอแนวทางรูปแบบการสอนที่สนับสนุนให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ โดยให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน ดังนี้

1. การกระตุ้นให้นักเรียนสนใจกับการตั้งคำถามที่แปลกใหม่ โดยครูไม่ยึดที่การตอบถูกเพียงอย่างเดียว ควรให้นักเรียนได้คาดคะเนคำตอบของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ผ่านการสังเกตและประสบการณ์ของตนเอง
2. การตั้งใจฟังคำตอบที่แปลกใหม่ของนักเรียนด้วยใจเป็นกลาง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น โดยที่ครูไม่ควรด่วนตัดสิน
3. ครูควรตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวาหรือกระตุ้นให้นักเรียนสนใจค้นหาคำตอบด้วยตนเอง
4. แสดงให้เห็นว่าความคิดของนักเรียนนั้นมีคุณค่าและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนภาคภูมิใจและมีกำลังใจที่จะคิดสร้างสรรค์ต่อไป
5. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนสนใจเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูอาจจะเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายหรือบรรยายลง และเพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น
6. สร้างโอกาสให้นักเรียนได้ทดลองศึกษาค้นคว้าอย่าง

สม่ำเสมอ

7. ครูต้องทำความเข้าใจว่าพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนจะเกิดขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไปและต้องใช้เวลาในการพัฒนา

8. สร้างโอกาสให้นักเรียนได้ใช้จินตนาการอยู่เสมอ
และชื่นชม เมื่อนักเรียนค้นพบจินตนาการที่แปลกใหม่และมีคุณค่า

สุพัตรา ทาวงศ์ (2553, อ้างถึงใน ชุตติมา วงษ์พระลับ, 2553, หน้า 11-18)
อธิบายว่า การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
ประกอบด้วย การสอน (Paradox) การพิจารณาลักษณะ (Attribute) การเปรียบเทียบ
อุปมาอุปมัย (Analogies) การบอกสิ่งที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง (Discrepancies)
การค้นหาคำตอบที่กำกวมไม่ชัดเจน (Tolerance for ambiguity) การมองภาพในมิติ
ที่หลากหลาย (Visualization skill) พัฒนาการเขียนอย่างสร้างสรรค์ (A Creative Writing
Skill) การประเมินสถานการณ์ (Evaluate Situations)

6. วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

ดวงเดือน ศาสตราจารย์ (2557, หน้า 17-19) ได้ศึกษาและรวบรวมแนวคิดของ
นักจิตวิทยาการศึกษาจำนวนมาก ซึ่งกล่าวถึงการวัดความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ แนวคิด
ความฉลาดทางความคิดสร้างสรรค์ (Creative quotient) แนวคิดทางจิตมิติ (Psychometric
Approach) และแนวคิดทางบุคลิกภาพและสังคม (Social-Personality Approach) ดังนี้

แนวคิดความฉลาดทางความคิดสร้างสรรค์

Gladwell (2008) ได้กล่าวว่า การทดสอบแบบเอกนัยมีความใกล้เคียง
กับความคิดสร้างสรรค์มากกว่าการทดสอบแบบเอกนัย เนื่องจากผู้ที่มีความคิดแบบเอก
นัยจะต้องใช้จินตนาการในการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงคำตอบเดียวมากกว่า
ผู้ที่มีความคิดแบบเอกนัย

แนวคิดทางจิตมิติ

Guiford (1967) เป็นผู้เริ่มต้นการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ด้วยวิธี
จิตมิติ โดยมีการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์หลายชุด ดังนี้

1. การกำหนดชื่อเรื่อง โดยการผู้สอบอ่านเนื้อเรื่องและกำหนดให้
ต้องตั้งชื่อเรื่องนั้น
2. การตอบอย่างรวดเร็ว โดยเป็นการทดสอบความสัมพันธ์
ของคำแต่ละคำ ซึ่งจะได้คะแนนจากคำตอบที่ไม่ธรรมดา

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปภาพ คือ ผู้เข้าร่วมการทดสอบจะได้รับภาพบุคคลกับวัตถุต่าง ๆ และได้รับการขอให้ระบุคุณภาพหรือคุณสมบัติของภาพทั้งสองที่มีร่วมกัน คะแนนจะได้จากคำตอบที่ไม่ธรรมดา

4. การใช้งานที่ผิดปกติ คือ การค้นหาการใช้งานที่ผิดปกติของวัตถุธรรมดาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน

5. ความเชื่อมโยงที่เกาะเกี่ยวกัน โดยกำหนดให้ผู้สอบหาคำเชื่อมระหว่างคำสองคำที่กำหนดให้

6. ผลที่ตามมาในระยะไกล โดยผู้สอบจะถูกถาม เพื่อให้ตอบถึงผลกระทบของเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด

การศึกษาของ Guilford กระตุ้นให้ Torrance (1974) พัฒนาแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งใช้ทดสอบการคิดแบบอนินทรีย์และทักษะการแก้ปัญหาอย่างง่าย โดยได้คะแนนจากการพิจารณาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ การคิดหลากหลายทิศทาง หลายแง่มุม และการคิดกว้างไกล ซึ่งจะนำไปสู่การคิดค้นนวัตกรรมที่แปลกใหม่ โดยการใช้การคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีใหม่ของ Torrance มีองค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม
2. ความคิดคล่องแคล่ว
3. ความคิดยืดหยุ่น
4. ความคิดละเอียดลออ

แนวคิดทางบุคลิกภาพและสังคม

Feist (1998) ได้รวบรวมความคิดเห็นของนักวิชาการ สรุปได้ว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีแนวโน้มที่จะ “เปิดรับประสบการณ์ใหม่ ๆ เชื่อมมั่นในตนเองสูง มีการยอมรับในตนเอง มีแรงบันดาลใจ มีความทะเยอทะยาน ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้มีลักษณะใช้อำนาจเด็ดขาด ยึดหลักจารีตประเพณีน้อย มีความรอบคอบน้อย มีลักษณะเป็นปรปักษ์ และมีลักษณะเป็นผู้กระตุ้น สอดคล้องกับ Batey & Furnham (2006) ที่กล่าวว่า ลักษณะนิสัยเหล่านี้มีผลกระทบมากที่สุดกับการคิดสร้างสรรค์ โดยวัดได้จากการใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์แบบ Big Five

Torrance (1965, อ้างถึงใน เอกพร ธรรมยศ, 2565, หน้า 83–84) สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยกำหนดกรอบแนวคิดไว้ 4 ด้าน ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง จำนวนความคิดผู้ที่ตอบปัญหาสามารถคิดหาแนวทางแก้ปัญหาหรือหาคำตอบได้มาก แสดงว่ามีความคล่องในการคิดสูง ฉะนั้นคะแนนความคล่องในการคิดจึงขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้ตอบ

2. ด้านจำนวนทิศทางการคิด หมายถึง จำนวนของกลุ่มหรือประเภทของสิ่งที่คิดผู้ที่สามารถคิดได้หลายทาง แสดงว่าสามารถค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหาหรือคิดหาคำตอบได้หลายแง่หลายมุม

3. ด้านความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่ โดย Torrance ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ ดังนี้

คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน	1% แรก	ให้ 4 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน	2%	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน	3-5%	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน	6-12%	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่มีความถี่ซ้ำกัน	มากกว่า 12%	ให้ 0 คะแนน

4. ด้านความคิดละเอียดลออ หมายถึง การคิดในรายละเอียดเพิ่มเติมจากแนวคิดตั้งต้น ซึ่งให้คะแนนเฉพาะข้อสอบประเภทรูปภาพในบางกิจกรรมเท่านั้น การวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้ภาษาเป็นสื่อ ประกอบด้วย 7 กิจกรรม ดังนี้

- 1) เขียนทุกคำถามที่เขาจำเป็นต้องถามเพื่อค้นหาว่าอะไรเกิดขึ้น
- 2) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 3) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 4) เขียนวิธีการปรับปรุงเครื่องเล่น เพื่อให้เด็กเล่นอย่างสนุกสนาน
- 5) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
- 6) เขียนคำถามทั้งหมดที่อาจถามเกี่ยวกับสิ่งของสิ่งเดียวกัน
- 7) เขียนเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์

เกิดขึ้นจริง

กิจกรรมทั้ง 7 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ใช้รูปภาพเป็นสื่อ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

- 1) การสร้างรูปภาพ (Picture Construction)
- 2) การต่อเติมรูปภาพ (Picture Completion)
- 3) เส้น (Lines)

กิจกรรมในส่วนที่ 2 นี้ให้วัดในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำ ประกอบด้วย 2 กิจกรรม โดยให้ผู้สอบฟังจากเครื่องบันทึกเสียง จากนั้นเขียนความสัมพันธ์ของคำ กิจกรรมดังกล่าววัดเฉพาะความคิดริเริ่มเท่านั้น

จากการศึกษา ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance เป็นแนวทางสำหรับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนของ Torrance โดยแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังตาราง 6 และเกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ ดังตาราง 7

จากข้อมูลข้างต้น จึงสรุปได้ว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การพิจารณาแนวการตอบคำถาม แนวการออกแบบการแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรม การเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาการคิดเป็นภาพ โดยใช้เกณฑ์ประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น เพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรม รวมทั้งแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สำหรับวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิดอัตนัย มีทั้งหมด 6 กิจกรรม ประกอบด้วย การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์ การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้ การสร้างรูปภาพ การต่อเติมรูปภาพ และการใช้เส้น

ตาราง 6 เกณฑ์พิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใคร มีความคิดแปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ตาราง 7 เกณฑ์พิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

ที่มา : (Jamal, Ibrahim, Halim, & Ikram, 2020, p. 755)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. นิยามและความหมาย

รัชพล ทิธี (2561, หน้า 14) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ระดับหรือค่าความสำเร็จ อันเกิดจากความสามารถทางกายหรือสมองของบุคคล สามารถพิจารณาได้จากเกณฑ์ที่กำหนด

ชนิดา ทาระเนตร์ (2560, หน้า 18–19) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลความสำเร็จของนักเรียนด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการคิด ส่งผลให้นักเรียนมีประสิทธิภาพด้านการเรียนรู้ สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปราณี กุลมลิน (2560, หน้า 82) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของนักเรียนภายหลังได้รับพัฒนาการให้ดีขึ้น ทั้งทางด้านความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยม ซึ่งเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ และประสบการณ์

จิรภา นุชทองม่วง (2558, หน้า 17) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลความรู้ของนักเรียน อันเกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งใช้เครื่องมือวัดได้

จากข้อมูลข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากความสามารถทางการเรียนรู้ของนักเรียน โดยกระบวนการเรียนรู้และประสบการณ์

2. ประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2553, อ้างถึงใน สุมิตรา ทวีสุข, 2561, หน้า 32–33) อธิบายว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 6 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบชนิดความเรียงหรืออัตนัย (Subjective or Essay)

เป็นแบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถาม โดยนักเรียนต้องเขียนบรรยายคำตอบตามความรู้ และความคิดเห็นของตนเอง ซึ่งมีอิสระในการตอบคำถาม

2. แบบทดสอบชนิดกาถูก-ผิด (True-False Test) เป็นแบบทดสอบ

ประเภทเลือกตอบ มีเพียง 2 ตัวเลือก โดยแต่ละตัวเลือกเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

3. แบบทดสอบชนิดเติมคำ (Completion Test) ประกอบด้วยประโยคหรือข้อคำถามที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยเว้นช่องว่างให้ผู้ตอบสามารถเติมคำ รูปประโยคหรือข้อความ เพื่อให้เกิดใจความสมบูรณ์และถูกต้อง-7ho

4. แบบทดสอบชนิดตอบสั้น (Short Answer Test) เป็นแบบทดสอบที่คล้ายกับแบบทดสอบชนิดเติมคำ แต่มีความแตกต่างกันที่แบบทดสอบชนิดนี้จะเป็นประโยคคำถามที่สมบูรณ์แล้ว ซึ่งผู้สอบจะต้องเขียนตอบคำตอบที่ต้องการแบบสั้น กระชับ และได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เขียนบรรยายหรือความเรียง

5. แบบทดสอบชนิดจับคู่ (Matching Test) คือ เป็นแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ โดยกำหนดคำหรือข้อความแยกออกจากกัน 2 ชุด เพื่อให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ ซึ่งต้องคำนึงว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดให้

6. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice Test) เป็นลักษณะทั่วไปคำถามประเภทเลือกตอบ โดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตัวเลือก (Choice) ในส่วนของตัวเลือกนี้ประกอบด้วยตัวเลือกถูกและตัวลวง ซึ่งปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนได้พิจารณา เพื่อหาตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุดเพียงตัวเดียว และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่มีความใกล้เคียงกัน หากมองผิวเผินจะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ในความเป็นจริงแต่ละตัวเลือกจะมีน้ำหนักถูกมากน้อยแตกต่างกัน การที่ครูผู้สอนจะเลือกออกข้อสอบประเภทใดนั้น ต้องพิจารณาข้อดีข้อจำกัดความเหมาะสมของแบบทดสอบกับเนื้อหาหรือจุดประสงค์ในการเรียนรู้

3. แนวทางและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์เจริญ (2552, อ้างถึงใน สมิตรา ทวีสุข, 2561, หน้า 39-40)

อธิบายขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังนี้

1. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรจากการวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง พฤติกรรมนักเรียนอันเป็นผลที่เกิดภายหลังจากการเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนได้กำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ และการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. กำหนดชนิดของแบบทดสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยศึกษาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งจะต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของแบบทดสอบให้มีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน จากนั้นศึกษาวิธีเขียน แบบทดสอบชนิดนั้น เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการและวิธีการเขียน

4. เขียนแบบทดสอบ

ผู้ออกสอบลงมือเขียนแบบทดสอบให้ตรงกับรายละเอียดที่ระบุไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร

5. ตรวจสอบแบบทดสอบ

เพื่อให้แบบทดสอบที่เขียนขึ้นมีความถูกต้องตามหลักการสร้าง องค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์ตามรายละเอียดที่ระบุในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกสอบจะต้องพิจารณาทบทวนตรวจสอบแบบทดสอบอีกครั้งก่อนจัดพิมพ์และนำไปใช้

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

เมื่อตรวจสอบแบบทดสอบเสร็จแล้ว จึงพิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำแบบทดสอบฉบับทดลอง ซึ่งประกอบด้วยคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีการตอบ แบบทดสอบ (Direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์แบบทดสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์แบบทดสอบเป็นวิธีการตรวจสอบ คุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะ คล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุง ข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน โรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดมีคุณภาพ ไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงจัดทำ เป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2548, อ้างถึงใน สุมิตรรา ทวีสุข, 2561, หน้า 39) อธิบาย ขั้นตอนสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของการสอบโดยระบุเป็นข้อ และให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบ

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 จัดเตรียมผังของแบบทดสอบเพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชา ในแต่ละส่วนและพฤติกรรมต่างที่ต้องการทดสอบให้ชัดเจนและสั้นกะทัดรัด

ขั้นที่ 4 ดำเนินการสร้างข้อคำถามที่ต้องการจะทดสอบตามสัดส่วน ของน้ำหนักที่ระบุไว้ผังของแบบทดสอบ

จากข้อมูลข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง
4. เขียนข้อสอบ
5. ตรวจทานข้อสอบ
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง
7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ
8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

4. คุณลักษณะอันเหมาะสมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชวาล แพรัตกุล (2552, อ้างถึงใน เอกพร ธรรมยศ, 2565, หน้า 93)

อธิบายว่า แบบทดสอบที่ดีมีคุณลักษณะ ดังนี้

1. เทียบตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่ทำให้ผู้ใช้บรรลุวัตถุประสงค์ แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูงจะสามารถวัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ตามความมุ่งหมาย
2. ยุติธรรม (Fair) หมายถึง ข้อคำถามไม่เกิดช่องทางชี้แนะให้นักเรียนเดา คำตอบได้ และต้องกระตุ้นให้นักเรียนสนใจศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
3. งามเชิงลึก (Searching) หมายถึง การวัดความลึกซึ้งของวิทยาการตาม แนวตั้งมากกว่าการวัดตามแนวกว้างว่ารู้มากน้อยเพียงใด
4. ต้องช่วยเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวน ให้คิด นักเรียนสอบแล้วมีความอยากรู้มากขึ้นเพียงใด

5. จำเพาะเจาะจง (Definite) หมายถึง ภายหลังจากที่นักเรียนได้อ่านคำถาม จะต้องเข้าใจจุดประสงค์ของคำถามได้อย่างชัดเจน

6. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ ดังนี้

6.1 ความหมายของคำตอบชัดเจน

6.2 วิธีตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนนชัดเจน

6.3 การแปลความหมายของข้อความชัดเจน

7. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรง และน่าเชื่อถือได้มากที่สุดโดยใช้เวลา แรงงาน และต้นทุนน้อยที่สุด

8. ยากพอเหมาะ (Difficulty)

9. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง แบบทดสอบสามารถแยกประเภทของผู้สอบได้ตั้งแต่อ่อนสุดถึงเก่งสุด

10. เชื่อมั่นได้ (Reliability) หมายถึง แบบทดสอบสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอนไม่แปรผัน

5. หลักการเลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Gronlund (1993, อ้างถึงใน เอกพร ธรรมยศ, 2565, หน้า 95) กล่าวถึง การเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ดังนี้

1. ควรเลือกชนิดของข้อสอบให้ตรงกับลักษณะของพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้มากที่สุด

2. เขียนข้อสอบที่จะวัดผลการปฏิบัติให้สอดคล้องกับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้การปฏิบัติ

3. เขียนข้อสอบแต่ละข้อให้ชัดเจน เฉพาะเจาะจงให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

4. เขียนข้อสอบเพื่อให้วัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์อย่างอื่นช่วย เช่น เขียนข้อสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ช่วย

5. พยายามป้องกันสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบ แต่จะมีผลต่อคำตอบของผู้สอบ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ภาษาซับซ้อนที่ต้องตีความและยากเกินวัยของผู้สอบ

6. หลีกเลี่ยงคำ ข้อความ หรือร่องรอยต่าง ๆ ที่แนะนำคำตอบถูก

7. เขียนข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ กับระดับพฤติกรรมหรือ การเรียนรู้ที่จะวัด ช่วงวัยของผู้สอบ และการนำผลการทดลองไปใช้

ประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

มานิตย์ อาษานอก (2561, หน้า 12) อธิบายว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ระดับขีดความสามารถ สมรรถนะ หรือคุณภาพในการดำเนินงาน ซึ่งสามารถลด ความสูญเสีย ค่าใช้จ่าย แรงงาน หรือความพยายาม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7-9) ให้ความหมายว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้มีความสำเร็จ โดยใช้เวลา ความพยายาม และต้นทุนค้ำค่าที่ต่ำสุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ ผลลัพธ์

สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการทำงาน เพื่อให้สำเร็จ ผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยเกิดผลผลิตระหว่างการดำเนินงานน้อยที่สุด

2. การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 7-9) อธิบายว่า การทดสอบประสิทธิภาพ เป็นการทดสอบสื่อหรือชุดการสอนด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย การทดสอบ ประสิทธิภาพเบื้องต้น (Try Out) และการทดสอบประสิทธิภาพจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อ โดยมีขั้นตอนการพิจารณา 3 ประเด็น ประกอบด้วย 1) การทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 2) การช่วยให้นักเรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมิน สุดท้ายได้ดี และ 3) การทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจ ก่อนจะนำไปปรับปรุงแก้ไข

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ทำได้โดยการกำหนดเกณฑ์การจำแนก ออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพให้เป็น E_1/E_2 หมายความว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่าใด ผู้สอนจะกำหนดตามความพอใจ โดยพิจารณาจากพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย เช่น $E_1/E_2 = 75/75$, $E_1/E_2 = 80/80$, $E_1/E_2 = 85/85$ หรือ $E_1/E_2 = 90/90$ เป็นต้น

เกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายที่แตกต่างกันหลายลักษณะ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้อง $E_1/E_2 = 80/80$ ดังนี้

เกณฑ์ 80/80 (ความหมายที่ 1) ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ

เกณฑ์ 80/80 (ความหมายที่ 2) ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) คิดเป็นร้อยละ 80 ทุกคน ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น คิดเป็นร้อยละ 80

เกณฑ์ 80/80 (ความหมายที่ 3) ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) คิดเป็นร้อยละ 80 ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง นักเรียนทำคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยเทียบกับคะแนนเฉลี่ยที่ได้ก่อนการเรียน (Pre-test)

เกณฑ์ 80/80 (ความหมายที่ 4) ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกต้องมีจำนวนร้อยละ 80

สรุปได้ว่า เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาทำสื่อ นั้น ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากอาจตั้งเกณฑ์ 75/75 หรือ 80/80 สำหรับวิชาที่มีเนื้อหาง่ายก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 85/85 หรือ 90/90 เป็นต้น นอกจากนี้ยังตั้งเกณฑ์เป็นค่าความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 นั่นคือ ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วค่าที่ใช้ได้ คือ 87.25/87.25 หรือ 87.25/90 เป็นต้น

3. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 10-11) ได้กล่าวถึง วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ ซึ่งจะกระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

3.1 โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{\bar{A}} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

Σx คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรม
หรือภาระงานระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชั้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

สูตรที่ 2
$$E_2 = \frac{\Sigma Y}{\frac{N}{B}}$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣY คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย
ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนน
จากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนนักเรียน

คำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าว โดยการนำคะแนนรวม
แบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานจากการทำกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน
มาเข้าตาราง จากนั้นจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

3.2 วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

กรณีที่จำสูตรไม่ได้หรือไม่ต้องการใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอน
ผู้สอนสามารถหาค่า E_1 และ E_2 ได้ด้วยวิธีการคำนวณธรรมดา

E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ ทำได้โดยนำ
คะแนนงานทุกชั้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม (ทุกคน) มารวมกัน จากนั้นจึงหาค่าเฉลี่ย
และเทียบส่วนโดยคิดเป็นร้อยละ

E_2 คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละ
สื่อหรือชุดการสอน ทำได้โดยการนำคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงาน
สุดท้ายของนักเรียน (ทั้งหมด) รวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนกันเพื่อหาค่าร้อยละ

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

เอกพร ธรรมยศ (2565, หน้า 101) ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจ เป็นความรู้สึกภายในจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้น โดยเป็นความรู้สึกชอบหรือให้ความสนใจ เกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับการตอบสนองต่อความต้องการหรือบรรลุเป้าหมายระดับใดระดับหนึ่ง

วัชร รัตนศรี (2561, หน้า 6) ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึก ยินดีหรือชอบใจต่อการตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งอาจแสดงออกด้วยพฤติกรรมทางสายตา ความตั้งใจในการเรียนการสอน หรือความมุ่งมั่นกระทำสิ่งที่จะศึกษา

ละมัย เหลือผล (2560, หน้า 18) ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจเป็น ความรู้สึก หรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เกิดขึ้นเมื่อความต้องการหรือ จุดมุ่งหมายของบุคคลนั้นบรรลุผลตามที่กำหนดไว้ โดยระดับความพึงพอใจจะขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพ ของบุคคลนั้น ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่ละเอียดอ่อนและสัมพันธ์กับความต้องการ ทางจิตใจ

จากข้อมูลข้างต้น จึงสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่บุคคล แสดงออกว่าชอบใจ มีความสุข หรือสนใจ ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นภายในใจของบุคคล

2. การวัดความพึงพอใจ

พัชรียา แก่นสา (2555, หน้า 46-48) กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ว่า กระบวนการวัดความรู้สึกพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจนั้นมีอยู่หลายวิธี ดังนี้

1. การสังเกต คือ การตรวจสอบบุคคลอื่น โดยการเฝ้ามองและจดบันทึก อย่างมีระเบียบแบบแผน เหมาะสมกับการศึกษากับข้อมูลจำนวนน้อยเท่านั้น

2. การสัมภาษณ์ คือ การสอบถามโดยผู้วิจัย ผ่านการพูดกับบุคคลนั้น ๆ โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้า

3. การใช้แบบสอบถาม คือ การใช้เอกสารที่มีข้อความอธิบายไว้อย่าง ชัดเจน เพื่อให้ผู้ตอบทุกคนมีความเข้าใจตรงกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลจาก กลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ปัจจุบันนิยมใช้แบบสอบถามประเภทมาตราส่วนประมาณค่า แบบลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งประกอบด้วยข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า อย่างใดอย่างหนึ่ง และคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จิตติมาภรณ์ จำปาปึง และมณฑา ชุ่มสุคนธ์ (2568, หน้า 155–171) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความสามารถในการเผชิญปัญหาและฝ่าฟันอุปสรรค (AQ) และความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการคิดเป็นภาพ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝายประถมศึกษา (มอดินแดง) จากผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการเผชิญปัญหาและฝ่าฟันอุปสรรค และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด

มัทนา แจงกระจ่าง และชนินทร์ พุกษ์ประมูล (2568, หน้า 62–74) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษาต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในภาพรวมและตามองค์ประกอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คิดเป็นร้อยละ 43.3 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณรงค์เดช สีสาม, อรุณรัตน์ คำแหงพล และ กุลวดี สุวรรณไตรย์ (2567, หน้า 803–820) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา จากผลการศึกษา พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$)

ณัฐกานต์ นิลรัตน์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และพิทักษ์ วงษ์ชาลี (2566, หน้า 232–245) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ท้องอวกาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ จากผลการศึกษา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พงศกร พลสุโพธิ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และหรรษกร วรรณะสาร (2566, หน้า 2321–2334) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จากผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.98/80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.61)

ดารุณี เพ็ญน้อย และนิวัฒน์ บุญสม (2564, หน้า 238–257) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education มีประสิทธิภาพ 80.83/80.00 ตามเกณฑ์ร้อยละ 80/80 ผลการเรียนรู้ของนักเรียนภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรม อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 75.50 ความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรม อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 76.00 และความพึงพอใจของนักเรียน อยู่ในระดับมากที่สุด

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนภดล พรามณี (2560, หน้า 81–92) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะเต็มศึกษาโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 26 คน พบว่า ชุดฝึกทักษะแบบสะเต็มศึกษาโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการวิชากับกิจกรรม

การเรียนการสอน โดยชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.76/81.52 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Khamhaengopol et al. (2022, pp. 736–744) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรม สติม เรื่อง การผลิตไบโอดีเซล: การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา จากโรงเรียนในพื้นที่จังหวัด นครพนม ผลการศึกษา พบว่า กิจกรรม STEAM เรื่อง การผลิตไบโอดีเซล ส่งเสริมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานและทำให้นักเรียนมีความร่วมมือกันในการทำ ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียนจากการทำกิจกรรมสติม เรื่อง การผลิตไบโอดีเซล อยู่ในระดับดีเยี่ยม

Vovk, Koikova & Nikeitseva (2022, pp. 1–7) ได้ศึกษาการพัฒนา ความสามารถในการคิดเป็นภาพของนักเรียนโดยใช้เทคนิคการร่างภาพ โดยการวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทฤษฎีปรากฏการณ์ของการคิดเป็นภาพของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และ วิเคราะห์พัฒนาการความสามารถในการคิดเป็นภาพของนักศึกษา ผลการศึกษา พบว่า ทักษะคิดในเชิงบวกของนักศึกษาด้านการคิดเป็นภาพนั้นมีประสิทธิภาพอย่างยิ่ง

Wu et al. (2022, pp. 1–22) ได้ศึกษาการสำรวจความตั้งใจในการเรียนรู้ อย่างต่อเนื่องในสติมศึกษาผ่านทัศนคติ แรงจูงใจ และภาระทางปัญญา โดยการศึกษานี้ได้ นำเสนอรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และกรอบการวิจัยที่ครอบคลุมโดยบูรณาการ ด้วยทฤษฎีการจำแนกของบลูม จากผลการศึกษา พบว่า การรับรู้การใช้งานได้รับอิทธิพล โดยตรงจากการตั้งใจเรียนและความสัมพันธ์ที่มั่นคงระหว่างทัศนคติและการตั้งใจเรียน แบบจำลอง ARCS มีบทบาทในการกลั่นกรองที่สำคัญที่มีอิทธิพลเชิงบวกต่อการรับรู้ การใช้งานและเสริมสร้างผลกระทบต่อนักคิดการเรียนรู้เกี่ยวกับผลกระทบ ของการใกล้เคียง ภาระทางปัญญา อิทธิพลเชิงลบต่อการรับรู้การใช้งาน

Khamhaengopol et al. (2021, pp. 1–7) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมสติม เรื่อง นาโนเทคโนโลยี เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียน ในจังหวัดสกลนคร มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมสติม เรื่อง นาโนเทคโนโลยี และประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ผลการศึกษา พบว่า กิจกรรมสติม

เรื่อง นานาเทคโนโลยี ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาได้เป็นอย่างดี และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนอยู่ในระดับดีเยี่ยม

Groenendijk et al. (2019, pp. 1–23) ได้ศึกษาการประเมินตนเองในรายวิชาศิลปะโดยเกณฑ์การประเมินภาพ (Visual Rubric) การวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการที่ครูและนักเรียนใช้เกณฑ์การประเมินดังกล่าว และพิจารณาประสิทธิภาพของเกณฑ์ว่าสอดคล้องกับผลการประเมินตนเองของนักเรียนหรือไม่ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าครูมีการใช้เกณฑ์การประเมินอย่างเคร่งครัด โดยครูและนักเรียนให้ความสนใจวิธีการประเมินโดยใช้ภาพเป็นหลักอย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษา พบว่า ความสอดคล้องคะแนนที่ครูและนักเรียนประเมินยังอยู่ในระดับปานกลางซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับปรุง และนักเรียนชายยังมีแนวโน้มที่จะประเมินความสามารถด้านศิลปะของตนเองสูงเกินจริง การศึกษานี้มีส่วนช่วยในการพัฒนาเกณฑ์การประเมินและเครื่องมือสำหรับการศึกษาศิลปะระดับมัธยม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน และช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างเป็นระบบ สื่อสารข้อมูลออกมาเป็นภาพ และเปลี่ยนภาพให้เป็นข้อมูลได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ให้สามารถแก้ปัญหาที่ประสบพบเจอได้ด้วยตนเอง และดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือสำหรับการวิจัย
4. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรสำหรับการวิจัย

ประชากรสำหรับการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโรงเรียนนาแกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวน 120 คน

2. กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนนาแกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 22 คน คัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ซึ่งมีหน่วยการสุ่มคือห้องเรียน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการวิจัยประเภทกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group, Pre-test and Post-test Design) มีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 8

ตาราง 8 แบบแผนการวิจัยประเภทกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่ม	Pre-test	Treatment	Post-test
E	T ₁	X	T ₂

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

เครื่องมือสำหรับการวิจัย

เครื่องมือสำหรับการวิจัยครั้งนี้ จำแนกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการใช้งาน ประกอบด้วยเครื่องมือสำหรับการทดลองและเครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือสำหรับการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน รวมจำนวน 6 แผน 17 ชั่วโมง ดังนี้

แผนฯ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

แผนฯ 2 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (1)

แผนฯ 3 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (2)

แผนฯ 4 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (1)

แผนฯ 5 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (2)

แผนฯ 6 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ

2. เครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประเภทอัตนัย สำหรับวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน โดยสร้างตามวิธีการสร้างแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) จำแนกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 อาศัยภาษาเป็นสื่อ สำหรับการวัดความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน

ส่วนที่ 2 อาศัยรูปภาพเป็นสื่อ สำหรับวัดความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออของนักเรียน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก ประเภทปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบสอบถามประเภทมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ท (Likert) สำหรับวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ดังนี้

2.3.1 ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้

2.3.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.3.3 ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้

2.3.4 ด้านการวัดและการประเมินผล

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการสร้างเครื่องมือ และหาคุณภาพของเครื่องมือ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. เครื่องมือสำหรับการทดลอง

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีลำดับขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1.1 เริ่มต้นจากการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรโรงเรียนนาแกพิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิเคราะห์รายละเอียดของคำอธิบาย รายวิชา สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ ตลอดจนขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ

1.1.2 ศึกษาแนวคิด หลักการ และผลการวิจัยในอดีต เพื่อจัดทำ รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ ตลอดจนขอ คำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะสำคัญ ความคิด สร้างสรรค์ วิธีการสอน/กิจกรรมการสอน ภาระ/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดผลและประเมินผล ของเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สาระชีววิทยา ดังตาราง 9

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สมรรถนะ
สำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการสอน/กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะ สำคัญและ คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม การสอน	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	เครื่องมือ วัดผลและ ประเมินผล
5/1 อธิบาย เกี่ยวกับชนิด และลักษณะ ของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผัง เพื่อสรุปชนิด ของเนื้อเยื่อพืช	1. ชนิดของ เนื้อเยื่อพืช 2. ลักษณะ ของเนื้อเยื่อพืช	1. อธิบาย เกี่ยวกับชนิด และลักษณะ ของเนื้อเยื่อพืช 2. เขียนแผนผัง เพื่อสรุปชนิด ของเนื้อเยื่อพืช	1. การสังเกต 2. การลง ความเห็น จากข้อมูล 3. การจำแนก 4. การตั้ง สมมติฐาน 5. การทดลอง 6. การสรุป ลงความเห็น	สมรรถนะ สำคัญ 1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการคิด 3. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ ทักษะชีวิต	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิด ริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิด เป็นภาพ	1. ใบงาน /ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 2. แบบทดสอบ วัดความคิด สร้างสรรค์ 3. แบบบันทึก กิจกรรม 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจ

ตาราง 9 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะ สำคัญและ คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม การสอน	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	เครื่องมือ วัดผลและ ประเมินผล
5/2 สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบ โครงสร้าง ภายในของราก พืชใบเลี้ยงเดี่ยว และรากพืชใบ เลี้ยงคู่จากการ ตัดตามขวาง	โครงสร้าง ภายในของ รากพืชใบเลี้ยง เดี่ยว และรากพืช ใบเลี้ยงคู่	นักเรียนสามารถ อธิบายและ เปรียบเทียบ โครงสร้าง ภายในของ รากพืชใบเลี้ยง เดี่ยวและ รากพืชใบเลี้ยง คู่จากการตัด ตามขวาง	1. การสังเกต 2. การลง ความเห็น จากข้อมูล 3. การจำแนก 4. การตั้ง สมมติฐาน 5. การทดลอง 6. การสรุป ลงความเห็น	สมรรถนะ สำคัญ 1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการคิด 3. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ ทักษะชีวิต	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิด ริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิด เป็นภาพ	1. ใบงาน /ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 2. แบบทดสอบ วัดความคิด สร้างสรรค์ 3. แบบบันทึก กิจกรรม 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจ
5/3 สังเกต อธิบาย และ	โครงสร้าง ภายในของลำ ต้นพืชใบเลี้ยง	นักเรียน สามารถ อธิบาย และ	1. การสังเกต 2. การลง ความเห็น	สมรรถนะ สำคัญ	1. ความคิด คล่องแคล่ว	การจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิด	1. ใบงาน /ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน

ตาราง 9 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะ สำคัญและ คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม การสอน	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	เครื่องมือ วัดผลและ ประเมินผล
เปรียบเทียบ โครงสร้าง ภายในของลำ ต้นพืชใบเลี้ยง เดี่ยวและลำต้น พืชใบเลี้ยงคู่ จากการตัด ตามขวาง	เดี่ยวและลำต้น พืชใบเลี้ยงคู่	เปรียบเทียบ โครงสร้าง ภายในของลำ ต้นพืช ใบเลี้ยงเดี่ยว และลำต้นพืช ใบเลี้ยงคู่จาก การตัดตาม ขวาง	จากข้อมูล 3. การจำแนก 4. การตั้ง สมมติฐาน 5. การทดลอง 6. การสรุป ลงความเห็น	1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการคิด 3. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ ทักษะชีวิต	2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิด ริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	เป็นภาพ		2. แบบทดสอบ วัดความคิด สร้างสรรค์ 3. แบบบันทึก กิจกรรม 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจ

ตาราง 9 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ทักษะ กระบวนการ ทาง วิทยาศาสตร์	สมรรถนะ สำคัญและ คุณลักษณะอัน พึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม การสอน	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	เครื่องมือ วัดผลและ ประเมินผล
5/4 สังเกต และอธิบาย โครงสร้าง ภายในของ	โครงสร้าง ภายในของใบพืช	นักเรียน สามารถ อธิบาย โครงสร้าง ภายในของ	1. การสังเกต 2. การลง ความเห็น จากข้อมูล 3. การจำแนก	สมรรถนะ สำคัญ 1. ความสามารถ ในการสื่อสาร 2. ความสามารถ ในการคิด	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น	การจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิด เป็นภาพ	1. ใบงาน ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน
ใบพืชจากการ ตัดตามขวาง		ใบพืชจากการ ตัดตามขวาง	4. การตั้ง สมมติฐาน 5. การทดลอง 6. การสรุป ลงความเห็น	3. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ ทักษะชีวิต	3. ความคิด ริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ			2. แบบทดสอบ วัดความคิด สร้างสรรค์ 3. แบบบันทึก กิจกรรม 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจ

1.1.4 วิเคราะห์รายละเอียดจุดประสงค์การเรียนรู้ สารชีววิทยา
หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก จากหนังสือเรียน สสวท ชีววิทยาเพิ่มเติม
เล่มที่ 3

1.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็น
ภาพสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน จำนวน 17 ชั่วโมง แบบทดสอบวัด
ความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน รวมใช้เวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแผนการจัดการ
เรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการ
เรียนรู้ ดังตาราง 10

ตาราง 10 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับความคิดสร้างสรรค์

แผนการ จัดการ เรียนรู้	กิจกรรมฝึกฝน ความคิดสร้างสรรค์	ความคิดสร้างสรรค์				เวลา (ชั่วโมง)
		ความคิดสร้างสรรค์ แล้ว	ความคิดสร้างสรรค์ ใหม่	ความคิดสร้างสรรค์ ใหม่	ความคิดสร้างสรรค์ ใหม่	
1	เนื้อเยื่อพืช	✓	✓	✓	✓	2
2	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (1)	✓	✓	✓	✓	3
3	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (2)	✓	✓	✓	✓	3
4	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (1)	✓	✓	✓	✓	3
5	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (2)	✓	✓	✓	✓	3
6	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	✓	✓	✓	✓	3
รวม		6	6	6	6	17

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมการที่ปรึกษาวิทยาลัยนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ (ตามลำดับ) เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกิจกรรม โดยกำหนดให้มีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. นางสาวสมเพียร เจาจาลึก ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนนาแกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม
3. นายศรทอง รูปสม ครูชำนาญการ โรงเรียนนาแกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม

ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (Item of Objective Congruence Index: IOC) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญลงคะแนนตามเกณฑ์การประเมินผลที่กำหนด ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64 – 69)

ลงคะแนน +1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ลงคะแนน 0 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความไม่มั่นใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ลงคะแนน -1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดการตัดลิ้นค่า IOC ตั้งแต่ที่ระดับ 0.5 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์มีค่าเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ข)

1.1.7 ทดลองใช้ (Try Out) แผนฯ (ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาแกพิทยาคม ปีการศึกษา 2568 ภาคเรียนที่ 1 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยสุ่มใช้ จำนวน 2 แผน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยาลัยนิพนธ์อีกครั้ง

1.1.8 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้แบบสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1.1 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนตามวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ จำแนกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 อาศัยภาษาเป็นสื่อ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้

ส่วนที่ 2 อาศัยรูปภาพเป็นสื่อ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

- 1) การสร้างรูปภาพ
- 2) การต่อเติมรูปภาพ
- 3) เส้น

แสดงผลการวิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ดังตาราง 11

ตาราง 11 วิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม	จำนวนข้อ	ประเมินความคิดสร้างสรรค์				เวลา (ชั่วโมง)
		ความคิดคล่องแคล่ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียดลออ	
1. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	1	✓	✓	-	-	2
2. เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์	1	✓	✓	-	-	2
3. เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้	1	✓	✓	-	-	2
4. การสร้างรูปภาพ	1	-	-	✓	-	1
5. การต่อเติมรูปภาพ	1	-	-	-	✓	1
6. เส้น	1	-	-	✓	✓	2
รวม	6	3	3	2	2	10

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในแบบทดสอบ

2.1.2 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนของ Torrance โดยแต่ละรายการสามารถลงคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังตาราง 12 และดังตาราง 13

ตาราง 12 เกณฑ์พิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครมีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ตาราง 13 เกณฑ์พิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

ที่มา: (Jamal, Ibrahim, Halim, & Ikram, 2020, p. 755)

2.1.3 ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและความสอดคล้อง

ระหว่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์กับเกณฑ์การตรวจให้คะแนน

2.1.4 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เสนอคณะกรรมการ

ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน (ชุดเดิม) เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของแบบทดสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนน โดยผู้เชี่ยวชาญลงคะแนน ดังนี้

ลงคะแนน +1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่าแบบทดสอบ มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ลงคะแนน 0 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความไม่มั่นใจว่าแบบทดสอบ มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ลงคะแนน -1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่าแบบทดสอบ ไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่า IOC โดยกำหนดค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่าแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.1.5 ปรับปรุงและแก้ไขแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองสอบ (Try Out) กับที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (ชุดเดิม) เพื่อเก็บรวบรวมผลสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

2.1.6 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 (ภาคผนวก ข)

2.1.7 จัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก รูปแบบอิงเกณฑ์ประเภทปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาทำความเข้าใจตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และหลักสูตรโรงเรียนนาแกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม และขั้นตอน

และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือเทคนิคการเขียน
ข้อสอบของ สมนึก ภัททิยธนี (2544, หน้า 11-20)

2.2.2 สร้างชุดข้อสอบ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของ
พืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่กำหนดและพฤติกรรม
พุทธิพิสัย 6 ด้าน ประเภทปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ สำหรับ
คัดเลือก 30 ข้อ ดังตาราง 14

ตาราง 14 วิเคราะห์โครงสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย
ในแต่ละด้านของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและ
การเจริญเติบโตของพืชดอก

ผลการเรียนรู้	ประเมินพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 40 ข้อ						รวม
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	
1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะ ของเนื้อเยื่อพืชและเขียนแผนผัง เพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	2	1	1	-	1	1	6
2. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยง เดี่ยวและรากพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัด ตามขวาง	3	2	1	2	2	1	11
3. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยง เดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการ ตัดตามขวาง	1	3	3	3	2	1	13
4. สังเกต และอธิบายโครงสร้าง ภายในของใบพืชจากการตัด ตามขวาง	2	2	2	2	1	1	10
รวมจำนวนข้อ	8	8	7	7	6	4	40

2.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 คน (ชุดเดิม) ตามลำดับ สำหรับการพิจารณาตรวจสอบ
ความถูกต้องและเหมาะสม โดยกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญลงคะแนน ดังนี้

ลงคะแนน +1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่า
แบบทดสอบ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
ลงคะแนน 0 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความไม่มั่นใจว่า
แบบทดสอบ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
ลงคะแนน -1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่า
แบบทดสอบ ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.4 นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยกำหนดค่า IOC ตั้งแต่ระดับ
0.5–1.00 ถือว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.5 ทดลองใช้ (Try Out) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนรู้ (ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (ชุดเดิม)
เพื่อเก็บรวบรวมผลสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.6 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์ความยาก (p)
และอำนาจจำแนก (r) โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีความยาก ตั้งแต่ระดับ 0.20 ขึ้นไป
จำนวน 30 ข้อ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20
ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ประกอบด้วยค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.88
ค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.43–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20–0.67
(ภาคผนวก ข)

2.2.7 จัดพิมพ์แบบสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

2.3 การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ
ของนักเรียนและสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนแบบมาตราส่วนประมาณค่า
(Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) จำแนกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 คือ นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 คือ นักเรียนมีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 คือ นักเรียนมีความพึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 คือ นักเรียนมีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 คือ นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด

โดยกำหนดประเด็นสอบถามทั้งหมด 4 ด้าน ประกอบด้วยด้าน
เนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้
และด้านการวัดและประเมินผล

2.3.2 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนเสนอต่อ

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน (ชุดเดิม) ตามลำดับ
เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อ
คำถาม โดยกำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญลงคะแนน ดังนี้

ลงคะแนน +1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่า

แบบสอบถาม มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

ลงคะแนน 0 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความไม่มั่นใจว่า

แบบสอบถาม มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

ลงคะแนน -1 หมายถึง ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจว่า

แบบสอบถาม ไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

2.3.4 นำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่า IOC

โดยกำหนดค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

2.3.5 จัดพิมพ์แบบสอบถาม เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.1 ขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการ
วิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ซึ่งผ่านการพิจารณาและได้รับเลขที่รับรอง
โครงการวิจัย คือ HE 67-084

1.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัย
ราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนนาแกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
นครพนม เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการโรงเรียน ประสานงานกับครูผู้สอน
สำหรับกำหนดวัน เวลา และสถานที่ทำการทดลอง

1.3 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัยและอธิบายกระบวนการทำกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจ

1.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.5 ดำเนินการทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง ประกอบด้วยขั้นตอนและรายละเอียดกิจกรรม ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ผู้วิจัยนำเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนร่วมกันค้นคว้าข้อมูลที่สนับสนุนแนวทางการแก้ปัญหาที่ค้นพบ โดยศึกษาจากเอกสาร ทำปฏิบัติการทดลอง และแหล่งเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีสารสนเทศ จากนั้นจึงร่วมกันสรุปข้อมูลผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนวางแผน ระดมความคิด และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยนำข้อมูลที่สืบค้นมาบูรณาการเป็นแนวคิดใหม่ ซึ่งนำเสนอความคิดผ่านการวาดภาพอย่างมีหลักการตามวิธีการคิดเป็นภาพ

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาที่ร่วมกันออกแบบ พร้อมทั้งจัดลำดับกระบวนการ เพื่อจัดเตรียมทรัพยากรที่จำเป็นต่อการทำกิจกรรม จากนั้นจึงดำเนินการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนร่วมกันทดสอบผลการดำเนินการแก้ปัญหา (อาจเป็นชิ้นงานหรือแนวคิด) ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ครูกำหนด เพื่อค้นหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้ผลการดำเนินการแก้ปัญหามีความสมบูรณ์ที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการนำเสนอผลการแก้ปัญหา โดยครูเปิดโอกาสให้นำเสนอได้อย่างอิสระไม่จำกัดรูปแบบ

1.6 ทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองสอนทุกแผน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test)

1.7 วัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

1.8 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผล การศึกษาต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพ ของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
3. การวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยวิเคราะห์ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)
4. การวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ

การคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยวิเคราะห์ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

5. การวิเคราะห์คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประเภทมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติสำหรับการวิจัยมี ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 15)

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) หาได้จากการเปรียบเทียบความถี่ (ต้องการเปลี่ยนเป็นร้อยละ) กับความถี่ (ทั้งหมด) โดยเทียบเป็น 100 มีสูตร ดังนี้

$$P = \frac{f}{N} \times 100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ (ต้องการเปลี่ยนเป็นร้อยละ)

N แทน ความถี่ (ทั้งหมด)

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) หรือตัวกลางเลขคณิต มีสูตร ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนน (ทั้งหมด)

N แทน จำนวนนักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง)

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมคะแนน (ทั้งหมด)

$\sum x^2$ แทน ผลรวมคะแนน (ทั้งหมด) ยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียน (กลุ่มตัวอย่าง)

2. สถิติที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การวัดดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้

กับแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 183-185) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างชุดทดสอบ

กับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ (ทั้งหมด)

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 วิเคราะห์ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 81)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

R แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก (ทั้งหมด)

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 87-89)

$$r = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (รายข้อ)

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

U แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก (กลุ่มสูง)

L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก (กลุ่มต่ำ)

2.4 วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงหรือค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder, 1991, p. 873)

$$\text{KR-20 หรือ } r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ (R/N)

q แทน สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ $= 1-p$

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละข้อ

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ โดยใช้สูตรในการคำนวณ E_1/E_2 (เพชัญ กิจระการ, 2544, หน้า 49-51) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum x}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน
ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum Y$ แทน ผลรวมคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 เพื่อเปรียบเทียบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 109) ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{(n-1)}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ
เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ครบทุกหน่วย แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง พึงพอใจ น้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ศึกษามีความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N คือ จำนวนนักเรียน

$\bar{X}$ คือ คะแนนเฉลี่ย

S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

E_2 คือ ประสิทธิภาพผลลัพธ์ที่เกิดจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

D คือ ผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D^2$	คือ	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ยกกำลังสอง
t	คือ	สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤต
df	คือ	ระดับขั้นของความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)
**	คือ	ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจำแนกการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของพืชดอก

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. การสัมภาษณ์และซักถามนักเรียนระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
3. การตรวจชิ้นงานและภาระงานที่นักเรียนได้รับมอบหมายระหว่าง การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

4. พฤติกรรมการนำเสนอชิ้นงานที่ได้จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ สติมศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ

จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลเชิงคุณภาพ สามารถจำแนก เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจ ของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สติมศึกษา ร่วมกับการคิด เป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สติมศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและ การเจริญเติบโตของพืชดอก หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาราคำร้อยละ ของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และ แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน และหาค่าประสิทธิภาพ ของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาราคำร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จาก การทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 15 ดังนี้

ตาราง 15 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

แผนการจัดการเรียนรู้	N	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แผนฯ ที่ 1 เนื้อเยื่อพืช	22	26	20.95	1.55	80.56
แผนฯ ที่ 2 โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของราก (1)	22	26	19.72	2.27	75.85
แผนฯ ที่ 3 โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของราก (2)	22	26	21.81	0.96	83.87
แผนฯ ที่ 4 โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของลำต้น (1)	22	26	22.59	1.23	86.90
แผนฯ ที่ 5 โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของลำต้น (2)	22	26	19.84	1.49	76.29
แผนฯ ที่ 6 โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของใบ	22	26	23.92	1.26	92.00
แบบทดสอบหลังแผนการจัดการเรียนรู้	22	252	203.27	5.06	80.66
รวม		408	332.10		

จากตาราง 15 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน
และแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย
รวมเท่ากับ 332.10 คะแนน จากคะแนนเต็มเท่ากับ 408 คะแนน

ตาราง 16 การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

แบบทดสอบ	N	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์	22	144	125.64	9.35	87.25
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	22	30	20.77	3.98	69.24
รวม		174	146.41		

จากตาราง 16 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 143.86 คะแนน จากคะแนนเต็มเท่ากับ 174 คะแนน

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กระบวนการ/ผลลัพธ์	N	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	22	408	332.10	7.32	81.40
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	22	174	146.41	9.73	84.14
$E_1/E_2 = 81.40/84.14$					

จากตาราง 17 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 81.40 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 84.14 แสดงว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.40/84.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 2 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 18

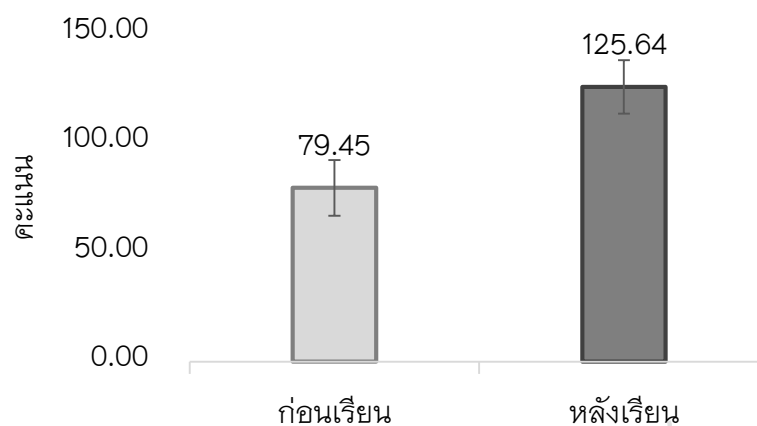
ตาราง 18 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

ความคิดสร้างสรรค์	N	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	22	144	79.45	11.91	19.26**
หลังเรียน	22	144	125.64	87.25	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df = 21, t = 2.52)

จากตาราง 18 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 79.45 และ 125.64 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 144 คะแนน เมื่อพิจารณาค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 19.26 และค่าวิกฤตของ t จากตารางเท่ากับ 2.52 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการ
เรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณาจาก
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น
ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ดังตาราง 19

ตาราง 19 ผลการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณาองค์ประกอบ
ของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน

ความคิด สร้างสรรค์	คะแนน	ก่อนเรียน			หลังเรียน			D	t
		$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ		
คล่องแคล่ว	36	21.91	4.25	60.86	35.45	1.87	98.48	13.55	14.15**
ยืดหยุ่น	36	20.73	5.18	57.58	33.64	2.74	93.43	12.91	11.75**
ริเริ่ม	36	19.82	5.23	55.05	31.91	4.34	88.64	12.09	9.94**
ละเอียดลออ	36	17.00	3.42	47.22	24.64	5.43	68.43	7.64	7.58**
รวม	144	79.45	11.91	55.18	125.64	9.35	87.25	46.18	19.26**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df = 21, t = 2.52)

จากตาราง 19 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 79.46 และ 125.64 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 144 คะแนน และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน โดยจำแนกเป็นด้านละ 36 คะแนน สามารถเรียงลำดับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังนี้

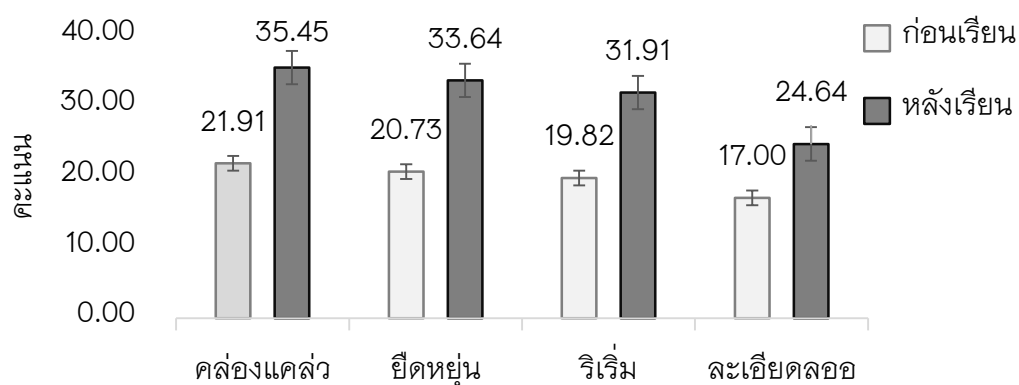
1. ด้านความคิดคล่องแคล่ว ก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.91 และ 35.45 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 13.55 คะแนน และค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 14.15

2. ด้านความคิดยืดหยุ่น ก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.73 และ 33.64 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 12.91 คะแนน และค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 11.75

3. ด้านความคิดริเริ่ม ก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.82 และ 31.91 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 12.09 คะแนน และค่า t จากการคำนวณ เท่ากับ 9.94

4. ด้านความคิดละเอียดลออ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.00 และ 24.64 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.64 คะแนน และค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 7.58

สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยโดยพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 คะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยพิจารณาองค์ประกอบ
ของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

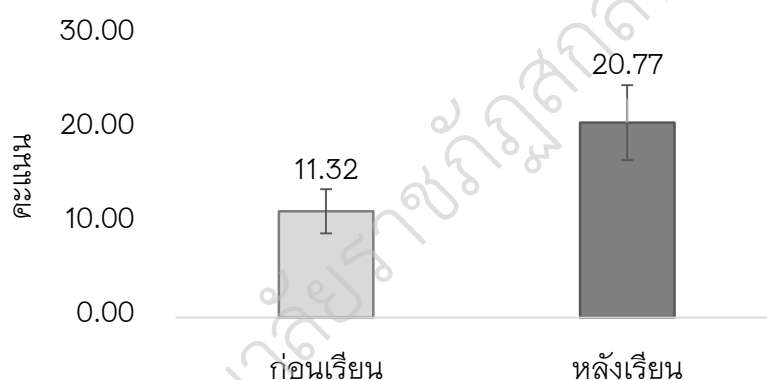
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ โดยใช้สถิติทดสอบค่าที่
แบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples) เพื่อทดสอบ
สมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 3 ดังตาราง 20

ตาราง 20 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	N	คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t-test
ก่อนเรียน	22	30	11.32	2.36	37.73	21.73**
หลังเรียน	22	30	20.77	3.98	69.24	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df = 21, t = 2.52)

จากตาราง 20 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.32 และ 20.77 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน เมื่อพิจารณาค่า t จากการคำนวณเท่ากับ 21.73 และค่าวิกฤตของ t จากตารางเท่ากับ 2.52 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังเรียน ดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

4. ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

ผลการวิเคราะห์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยข้อที่ 4 ดังตาราง 21

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์การศึกษาคำพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย
โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้				
1	เนื้อหาสาระสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	105	0.43	มากที่สุด
2	เนื้อหาสาระมีความชัดเจน เข้าใจง่าย	106	0.39	มากที่สุด
3	เนื้อหาสาระส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	105	0.43	มากที่สุด
4	นักเรียนสามารถนำเนื้อหาสาระแต่ละเรื่องไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	104	0.46	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.77	0.42	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
5	กิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหา	4.68	0.48	มากที่สุด
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์	4.68	0.48	มากที่สุด
7	กิจกรรมเน้นนักเรียนมีส่วนร่วมกับสังคม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	4.77	0.43	มากที่สุด
8	กิจกรรมส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	4.68	0.48	มากที่สุด
9	กิจกรรมมีการใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม	4.68	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.70	0.46	มากที่สุด

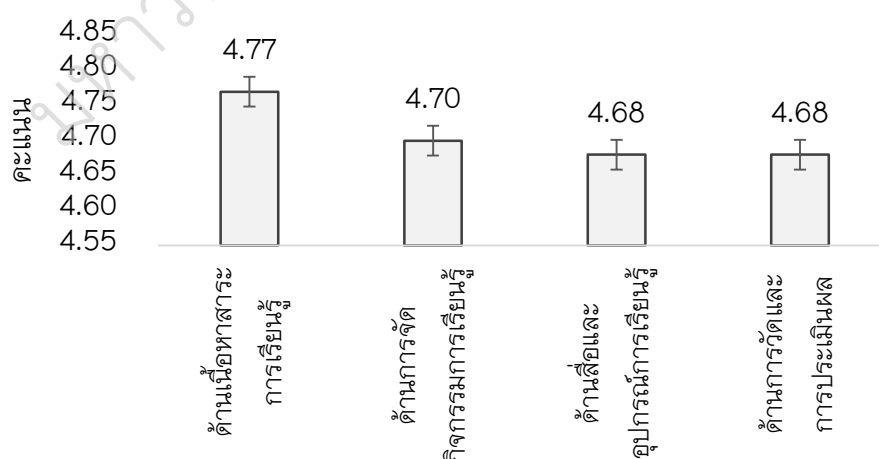
ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้				
10	สื่อและอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรม	4.64	0.49	มากที่สุด
11	สื่อและอุปกรณ์ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	4.68	0.48	มากที่สุด
12	สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์	4.73	0.46	มากที่สุด
13	สื่อและอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.68	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.68	0.47	มากที่สุด
ด้านการวัดและการประเมินผล				
14	นักเรียนมีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล	4.73	0.46	มากที่สุด
15	การวัดประเมินผลสอดคล้องและครอบคลุมด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.64	0.49	มากที่สุด
16	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.55	0.51	มากที่สุด
17	การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.77	0.43	มากที่สุด
18	การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม	4.68	0.48	มากที่สุด
19	มีการให้ข้อมูลย้อนกลับนักเรียนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	4.64	0.49	มากที่สุด
20	มีความสอดคล้องกับแนวทางการประเมินตามสมรรถนะ	4.77	0.43	มากที่สุด
เฉลี่ยรายด้าน		4.68	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.70	0.46	มากที่สุด

จากตาราง 21 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 โดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด และเมื่อพิจารณาความพึงพอใจรายด้าน สามารถเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ย ดังนี้

1. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด
3. ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด
4. ด้านการวัดและการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจรายด้านของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 คะแนนเฉลี่ยของความพึงพอใจรายด้านของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน การสัมภาษณ์ การซักถาม การตรวจผลงานและชิ้นงานของนักเรียน จากการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนทุกคนให้ความสนใจในการทำกิจกรรมเป็นอย่างมาก เนื่องจากจากการจัดการเรียนรู้ถูกออกแบบมาเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยตนเอง รูปแบบกิจกรรมมีการกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนคุ้นเคยเพื่อให้นักเรียนสามารถค้นหาแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดผ่านการการสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งการจะสร้างสรรค์นวัตกรรมให้สำเร็จ มีคุณภาพ และแก้ไขปัญหาได้นั้น นักเรียนจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าข้อมูลและเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนด้วยตนเองเป็นหลัก ช่วงแรกของกิจกรรมเป็นการทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาโดยมีนักเรียนเพียงส่วนน้อยที่สามารถระบุปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาได้ ตรงกันข้ามกับนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถทำความเข้าใจในประเด็นปัญหาที่พบ ส่งผลให้ไม่สามารถระบุปัญหาและแนวทางการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาได้ แต่เมื่อได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง ปรากฏว่านักเรียนกลุ่มดังกล่าวสามารถระบุปัญหา วิเคราะห์ปัญหา วางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ดำเนินการสร้างสรรค์นวัตกรรมสำหรับแก้ปัญหา และประเมินผลนวัตกรรมที่สร้างขึ้นอย่างถูกต้องตามแนวทางที่วางแผนได้

ผลการสัมภาษณ์นักเรียนภายหลัง เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

“ผมชอบทำกิจกรรมนี้มากครับ เพราะได้นำความรู้มาใช้วาดภาพ และออกแบบชิ้นงาน แตกต่างจากการนั่งเรียนปกติ และมีการแลกเปลี่ยนความรู้ใหม่ ๆ”

“หนูสนุกมากเลยคะ เพราะแตกต่างจากปกติการเรียนที่ไม่ค่อยได้ทำกิจกรรมแบบนี้ ทั้งการวางแผน วาดภาพ ออกแบบ สร้างชิ้นงานขึ้นมา”

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ตรวจผลงาน และชิ้นงานของนักเรียน พบว่า ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วยโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงด้วยตนเอง นักเรียนสามารถคิดและเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และนำองค์ความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบได้อย่างถูกต้อง

ผลการสัมภาษณ์นักเรียนภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

“วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีเนื้อหาที่เยอะมาก แต่ผมสามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นหลังจากทำกิจกรรมสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ”

“กิจกรรมสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพที่หนูไหนทำวันนี้ นอกจากจะทำให้สนุกและมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในห้องมากขึ้นแล้ว ยังได้ศึกษาความรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ที่นั่นมาประยุกต์ใช้จริงได้ด้วย”

3. ความพึงพอใจของนักเรียน

จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า ระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนสนใจในเนื้อหาสาระการเรียนรู้และการทำกิจกรรมอย่างมาก มุ่งมั่นตั้งใจในการทำงาน สนุกกับกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาได้

ผลการสัมภาษณ์นักเรียนภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีดังนี้

“ผมชอบกิจกรรมสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพมากเลยครับ เพราะทำให้สนุกกับการเรียนรู้และได้ทำกิจกรรมใหม่ ๆ”

“หนูอยากให้มีกิจกรรมแบบนี้ไปตลอด และได้เรียนแบบนี้ทุกวิชา เพราะเวลาทำกิจกรรมทำให้ตื่นเต้นว่าผลงานที่ออกมาจะมีคุณภาพตามที่กำหนดไหม”

บรรยากาศการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกและผลงานนักเรียน ดังภาพประกอบ 22-33



ภาพประกอบ 22 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช
(สืเทียณปลอดสารพิษ)



ภาพประกอบ 23 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของราก (หุ่นจำลองจากรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)



ภาพประกอบ 24 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของราก (Art Toy จากรากพืชใบเลี้ยงคู่)



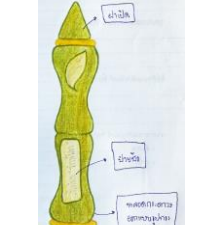
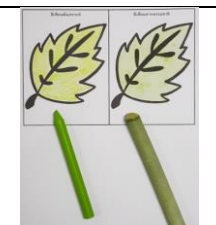
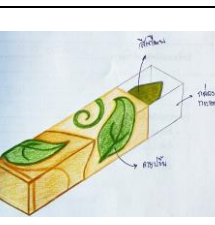
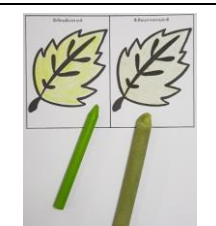
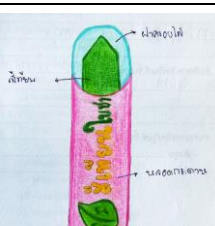
ภาพประกอบ 25 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของลำต้น (ต่างหูจากฟางข้าว)



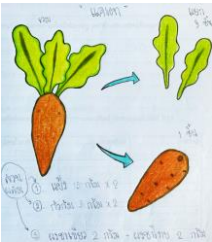
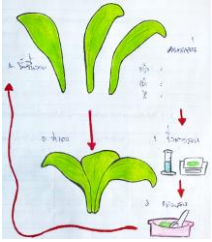
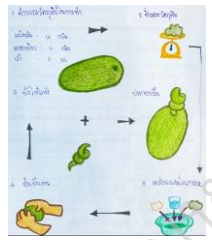
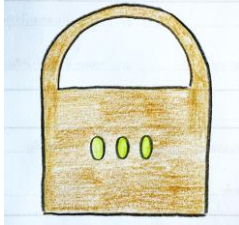
ภาพประกอบ 26 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของลำต้น (เข้มกลัดจากขี้เถ้าลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่)



ภาพประกอบ 27 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของใบ (จานรองแก้วจากใบไม้)

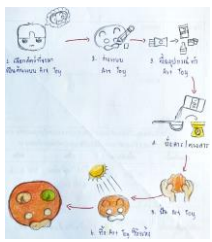
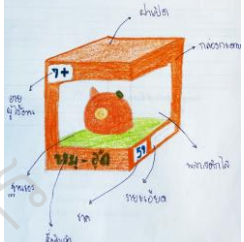
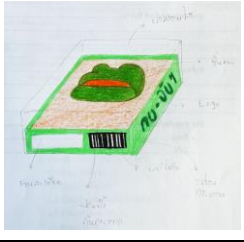
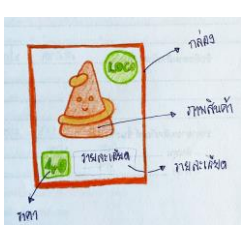
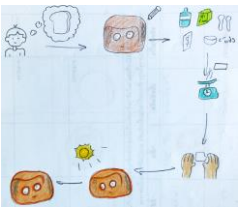
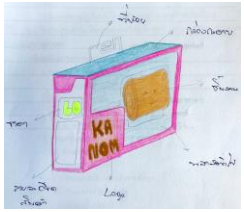
การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับ การคิดเป็นภาพ	การออกแบบ ชิ้นงาน	ชิ้นงาน สำเร็จรูป	การออกแบบ บรรจุภัณฑ์
กลุ่มที่ 1			
			
กลุ่มที่ 2			
			
กลุ่มที่ 3			
			
กลุ่มที่ 4			
			

ภาพประกอบ 28 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช
(สี่เทียมนตลอดสารพิษ)

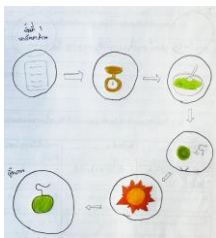
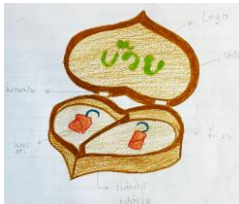
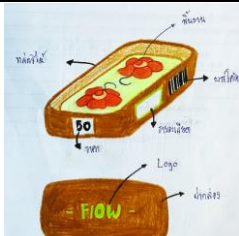
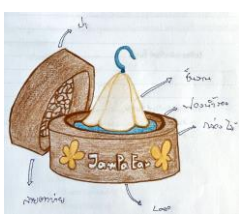
การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับ การคิดเป็นภาพ	การออกแบบ ชิ้นงาน	ชิ้นงาน สำเร็จรูป	การออกแบบ บรรจุภัณฑ์
กลุ่มที่ 1			
			
กลุ่มที่ 2			
			
กลุ่มที่ 3			
			
กลุ่มที่ 4			
			

ภาพประกอบ 29 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของราก (หุ่นจำลองจากรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)

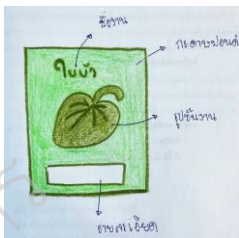
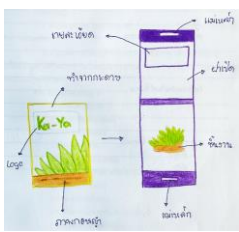
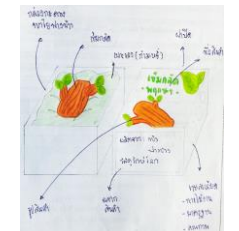
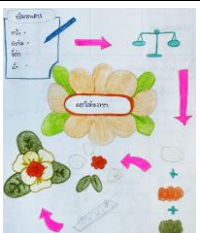
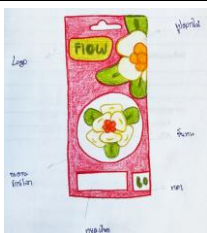
การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับ การคิดเป็นภาพ	การออกแบบ ชิ้นงาน	ชิ้นงาน สำเร็จรูป	การออกแบบ บรรจุภัณฑ์
กลุ่มที่ 1			
			
กลุ่มที่ 2			
			
กลุ่มที่ 3			
			
กลุ่มที่ 4			
			

ภาพประกอบ 30 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของราก (Art Toy จากรากพืชใบเลี้ยงคู่)

การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับ การคิดเป็นภาพ	การออกแบบ ชิ้นงาน	ชิ้นงาน สำเร็จรูป	การออกแบบ บรรจุภัณฑ์
กลุ่มที่ 1			
			
กลุ่มที่ 2			
			
กลุ่มที่ 3			
			
กลุ่มที่ 4			
			

ภาพประกอบ 31 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของลำต้น (ต่างหูจากฟางข้าว)

การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับ การคิดเป็นภาพ	การออกแบบ ชิ้นงาน	ชิ้นงาน สำเร็จรูป	การออกแบบ บรรจุภัณฑ์
กลุ่มที่ 1			
			
กลุ่มที่ 2			
			
กลุ่มที่ 3			
			
กลุ่มที่ 4			
			

ภาพประกอบ 32 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของลำต้น (เข้มกลัดจากซี่เฝ้าลำต้นพีชใบเลี้ยงคู่)

การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับ การคิดเป็นภาพ	การออกแบบ ชิ้นงาน	ชิ้นงาน สำเร็จรูป	การออกแบบ บรรจุภัณฑ์
กลุ่มที่ 1			
กลุ่มที่ 2			
กลุ่มที่ 3			
กลุ่มที่ 4			

ภาพประกอบ 33 การออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของใบ (จานรองแก้วจากใบไม้)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ซึ่งมีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานการวิจัย
3. สรุปผลการวิจัย
4. อภิปรายผลการวิจัย
5. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อยู่ในระดับมาก

สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 81.40/84.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน คือ 1) ความคิดคล่องแคล่ว 2) ความคิด

ยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม และ 4) ความคิดละเอียดลออ พบว่า นักเรียนมีองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.40/84.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ หมายความว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำแผนการจัดการเรียนรู้และคะแนนจากการทำงานกลุ่ม ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 81.40 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน คือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.14 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อย่างมีระเบียบขั้นตอนตามหลักการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งได้รับการพิจารณาความเหมาะสมเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 โดยขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแนวคิด สเต็มศึกษาที่มีรูปแบบการทำกิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สอดคล้องกับ สุจิตดา การ์มี (2560, หน้า 23-25) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการ

ออกแบบเชิงวิศวกรรมเน้นให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง พร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักตั้งคำถาม วิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล บูรณาการความรู้เพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมออกแบบให้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระดมความคิด สะท้อนข้อมูล ย้อนกลับ พัฒนาและประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างสรรค์ร่วมกัน จนสามารถแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดย Dewey (1934) ให้ความหมายว่าเป็นการเรียนรู้จาก “การลงมือทำ” และมีความเชื่อว่า “นักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบและเชื่อมโยงความรู้ด้วยตนเอง จึงจะถือว่าเกิดการเรียนรู้” (ภวิกา ภักษา และนิรมล จันทร์สุวรรณ, 2565, หน้า 4) อีกทั้งผู้วิจัยได้สอดแทรกการคิดเป็นภาพเข้าไปในกิจกรรมขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ซึ่งนักเรียนได้ร่วมกันวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหารหรือชิ้นงานด้วยการวาดภาพที่มีหลักการอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อนำเสนอข้อมูลหรือวิธีการที่ค้นพบจากการรวบรวมข้อมูลและระดมสมองร่วมกันให้เป็นรูปธรรมที่ชัดเจน สอดคล้องกับ มนตรี วงษ์สะพาน (2564, หน้า 1) ที่ได้กล่าวถึงการคิดเป็นภาพว่าเป็นการคิดที่ช่วยกระตุ้นกระบวนการในสมองผ่านการเชื่อมโยงรูปภาพกับข้อมูล และสามารถถ่ายทอดให้เข้าใจโดยการวาดภาพ จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ณรงค์เดช สีมาสสม และคณะ (2567, หน้า 803–820) พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับการวิจัยของ มินกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี (2560, หน้า 81–92) พบว่า ชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษาโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัว สำหรับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.76/81.52 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ มีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 79.45 และ 125.64 ตามลำดับ จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง หมายความว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์รายด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรายด้านก่อนเรียน

และหลังเรียนตามลำดับ ดังนี้ ด้านความคิดคล่องแคล่วเท่ากับ 21.91 และ 35.45 ด้านความคิดยืดหยุ่นเท่ากับ 20.73 และ 33.64 ด้านความคิดริเริ่มเท่ากับ 19.82 และ 31.91 และด้านความคิดละเอียดลออเท่ากับ 17.00 และ 24.64 อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพมุ่งให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาผ่านการลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองในทุกขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สุทธิดา การ์มี, 2561, หน้า 45-47) ซึ่งศิลปะในสเต็มศึกษาเป็นสื่อกลางการสร้างสรรคความคิดเชิงนามธรรมและตลกให้ป็นรูปธรรมด้วยรูปแบบงานศิลปะ โดยสะท้อนให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาได้จริง (วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560, หน้า 332) อีกทั้งการคิดเป็นภาพมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการถ่ายทอดข้อมูลหรือความคิดของตนเองผ่านการวาดภาพเพื่อสื่อความหมาย (มนตรี วงษ์สะพาน, 2564, หน้า 1) เมื่อพิจารณาจากผลพัฒนาการองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์รายด้านของนักเรียน ปรากฏว่าด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดยืดหยุ่น และด้านความคิดริเริ่ม มีผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 13.55, 12.91 และ 12.09 ตามลำดับ แต่ด้านความคิดละเอียดลออมีผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 7.64 ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าด้านอื่น อาจเนื่องมาจากความคิดละเอียดลออเป็นการคิดเชิงรายละเอียด เพื่อตกแต่งและขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (สุทธิดา การ์มี, 2561, หน้า 45-47) สอดคล้องกับทฤษฎีของ Guilford (1967, อ้างถึงใน บุญชู บุญลิขิตศิริ, 2560, หน้า 62) โดยกล่าวไว้ว่าความคิดละเอียดลออ คือการคิดในเชิงรายละเอียดเป็นขั้นตอน ซึ่งสามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจนหรือสมบูรณ์ได้ จัดเป็นความคิดในรายละเอียดที่นำมาตกแต่งเพื่อขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น แต่จากการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง 2560) พบว่า หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีการกำหนดรายละเอียดเนื้อหาและกิจกรรมการทดลองค่อนข้างมาก เพื่อให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ภายในเวลาารวม 17 ชั่วโมง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 147-148)

จากเหตุผลดังกล่าวอาจเป็นข้อจำกัดด้านเวลาที่ใช้สำหรับการทำกิจกรรม ซึ่งส่งผลให้พัฒนาการด้านความคิดละเอียดลออของนักเรียนมีคะแนนต่ำกว่าความคิดสร้างสรรค์ด้านอื่น จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ พงศกร พลสุโพธิ์ และคณะ (2566, หน้า 2321-2334) ที่พบว่า ภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์รายด้านพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความคิดคล่องแคล่วสูงที่สุดเท่ากับ 10.71 และมีพัฒนาการความคิดละเอียดลออต่ำที่สุดเท่ากับ 8.30

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 11.32 และ 20.77 ตามลำดับ หมายความว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่กำลังเผชิญหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานที่แปลกใหม่ (สุภัค โอฟ้าพิริยกุล, 2562, หน้า 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Pabalan et al. (2018, as cited in Wu et al., 2022, p. 2) ที่กล่าวว่า สเต็มศึกษาส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา จดจำเนื้อหา และพัฒนาให้เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ อีกทั้งการคิดเป็นภาพยังช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น และสามารถสังเคราะห์ข้อมูลที่เกิดจากการเรียนรู้ผ่านการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้เป็นภาพอย่างชัดเจนและแม่นยำได้ (สุรนิต เวชโช และจิตทิพย์ ณ สงขลา, 2564, หน้า 476 ; Landorf, 2006, p. 3) จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ อรพินท์ ปลื้มสุด และวาสนา กิรติจำเริญ (2566, หน้า 216-229) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อากาศรอบตัว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับการศึกษาของ ญัฐกานต์ นิลรัตน์ และคณะ (2567, หน้า 232-245) ที่พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ

การคิดเป็นภาพ เรื่อง ท่องอวกาศ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.70 หมายความว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เมื่อพิจารณาความพึงพอใจรายด้าน ปรากฏว่านักเรียนมีความพึงพอใจด้านสาระการเรียนรู้มากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ในส่วนด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.68 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการหลายวิชาในเวลาเดียวกัน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ การฝึกฝนทักษะ การสำรวจ การตั้งคำถาม และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของตนเอง (Colker & Simon, 2014, as cited in Spyropoulou, Wallace, Vassilakis & Pouloupoulos, 2020, p. 1) ส่งผลให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ วัชรรา รัตนศรี (2561, หน้า 6) ที่กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกยินดีชอบใจตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ โดยอาจแสดงออกมาในเชิงพฤติกรรม เช่น ความตั้งใจในการเรียนหรือมุ่งมั่นกับสิ่งที่ศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับ เอกพร ธรรมยศ (2565, หน้า 101) ที่กล่าวว่า ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการของบุคคลได้รับการตอบสนองหรือบรรลุจุดมุ่งหมายในระดับหนึ่ง จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ ดารุณี เพ็ญน้อย และนิวัฒน์ บุญสม (2564, หน้า 238-257) ที่พบว่า ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนทำงานอย่างเป็นระบบ สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจจากการศึกษาด้วยตนเองโดยใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้ และสอดคล้องกับ เอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง ปานศุภวัชร

(2565, หน้า 142–159) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง การแยกสาร อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ผู้สอนควรศึกษาเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี หลักการ รวมถึงกระบวนการ และขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพให้มีความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และควรวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับปัจจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะการจัดแบ่งเวลาสำหรับการทำกิจกรรม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพและนักเรียนมีพัฒนาการตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยมากที่สุด

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพในขั้นตอนการระบุปัญหา จัดเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการ ซึ่งมีความสำคัญมาก เพราะกิจกรรมจะดำเนินต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น นักเรียนจำเป็นต้องทำความเข้าใจในประเด็นปัญหาให้กระจ่างชัด จนสามารถระบุปัญหาที่พบและหาแนวทางแก้ไขได้ โดยปัญหานั้นจะต้องเป็นปัญหาที่ใกล้ชิดและสามารถเกิดขึ้นได้ในชีวิตประจำวันของตัวนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพในกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย เช่น ระดับชั้นอื่นหรือการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ที่มีความเหมือนหรือใกล้เคียงกัน เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์

2.2 นำการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพไปใช้พัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านอื่น เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ หรือการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนอย่างรอบด้าน และพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลพร ทองธิยะ และกิตติชัย สุธานีโนบล. (2564). การพัฒนาการคิดขั้นสูง: ความสามารถทางสติปัญญาที่สำคัญในโลกยุค New Normal. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 19(2), 28–44.
- กรภัสสร อินทรบำรุง. (2563). ความคิดสร้างสรรค์ : ส่งเสริมอย่างไรในวัยอนุบาล. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 18(1), 9–30.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรุณา ลิ้มประเสริฐ และเกษิณี ผลประพฤติ. (2564). การจัดการเรียนรู้รูปแบบสเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก. *วารสารศึกษาศาสตร์ มมร*, 9(2), 168–182.
- กัณวรีช พลุปรายญ์. (2558). ปรัชญาและกระบวนการคิดสำหรับวิศวกรและนักวิทยาศาสตร์. *วารสารปาริชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 27(2), 188–208.
- เครือฟ้า แก้วคุ้ม. (2566). ความคิดสร้างสรรค์กับการพัฒนาการเรียนการสอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. *วารสารดุสิตบัณฑิตทางสังคมศาสตร์*, 13(1), 91–103.
- แคทรียา แสงใส. (2566). การคิดขั้นสูง: ทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21. *Journal of Applied Education*, 1(5), 39–48.
- โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.). (2560). *คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน พุทธศักราช 2560*. เข้าถึงได้จาก https://www.rspg.or.th/botanical_school/instruction_2560/pdf/7_0000.pdf. 29 กันยายน 2568.

- จักริน เปี้ยวจันทร์ และมณฑา ชุ่มสุคนธ์. (2565). การศึกษาการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมโนทัศน์ (Concept Attainment Model) ร่วมกับเทคนิคการคิดเป็นภาพ (Visual Thinking) รายวิชา ส15101 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านกะพี้. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 16(3), 171–178.
- จิตติมาภรณ์ จำปาบุ้ง และมณฑา ชุ่มสุคนธ์. (2568). การเปรียบเทียบความสามารถในการเผชิญปัญหาและฝ่าฟันอุปสรรค (AQ) และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการคิดเป็นภาพ (Visual Thinking) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายประถมศึกษา (มอดินแดง). *วารสารครุศาสตร์ปัญญา*, 4(4), 155–171.
- จิรภา นุชทองม่วง. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่ โดยใช้กระดานตะปูร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างวิทยา. วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- เจษฎา ภารสุวรรณ และอุฎทิณี เจริญอินทร์. (2568). การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้การออกแบบเป็นฐานร่วมกับแนวคิด สเต็มศึกษา. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 19(2), 359–375.
- ชนิดา ทาระเนตร์. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชัชรินทร์ เลิศยศดินทร์. (2567). คุณภาพของเยาวชนไทยผ่านผลสอบ PISA 2022. *วารสารวิชาการป้องกันประเทศ*, 15(2), 25–35.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7–19.
- ชุติมา วงษ์พะลับ. (2553). ความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างได้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 33(4), 10–21.

- ฐิตินันท์ ดาวศรี, พรนภา ทิพย์กองลาด, พีรพล เข้มผง, สมเชาว์ ดับไศรภ, สุทธิดา เพ่งพิศ, วรวัฒน์ วิศรุตไพศาล และจันทร์ศม์ ภูติอริยวัฒน์. (2564). แนวทางการจัดการเรียนรู้ของสถานศึกษาในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิชาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม*, 11(1), 59–74.
- ณชนก หล่อสมบุรณ์ และปณณรัตน์ พิษณุไพบูลย์. (2563). ศิลปะเด็ก: คุณค่าจากความรู้เพียงสา. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 40(3), 110–12.
- ณชนก หล่อสมบุรณ์ และอภิชาติ พลประเสริฐ. (2563). ศิลปะเพื่อจุดมุ่งใจการเรียนรู้ของเด็ก. *วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 24(1), 97–108.
- ณญาน นลินชัญญ, เมธาวี อุดมธรรมมานุภาพ และวิชชุดา จิตโชติรัตน์. (2568). ปลุกเมล็ดความคิดสร้างสรรค์ด้วยความคิดเชิงบวก. *วารสารพุทธจิตวิทยา*, 10(4), 583–593.
- ณรงค์เดช สีมาสม, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2567). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*, 18(2), 803–820.
- ณัฐกานต์ นิลรัตน์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และพิทักษ์ วงษ์ชาลี. (2567). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ท้องอวกาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ. *Journal of Education and Innovation*, 26(3), 232–245.
- ณัฐกานต์ ภูริคอนสาร. (2565). ทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่หล่นหายไปของผู้เรียนกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21. *EDUCATION JOURNAL คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 5(1), 1–9.
- ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์. (2557). ความคิดสร้างสรรค์. *วารสารสุขภาพกับการจัดการสุขภาพ*, 1(1), 10–23.
- ดารุณี เพ็งน้อย และนิวัฒน์ บุญสม. (2564). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 13(1), 238–257.

- ธัชพล ทิธี. (2561). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาการวิเคราะห์โครงการและการบริหารโครงการ เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน. *วารสารวิชาการ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 9(2), 11–22.
- ธารทิพย์ ขั้วนา และขวัญชัย ขั้วนา. (2561). การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เชิงผลิตภาพทางการศึกษา: สู่ยุคการศึกษาไทยแลนด์ 4.0. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 5(2), 325–342.
- นงนุช อินทรกำแหง, ประภัสนกร กองทอง และอัญชลีพร นันทชัยพรพงศ์. (2567). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับบทเรียนมัลติมีเดียรายวิชาการคอมพิวเตอร์ 4 (การออกแบบกราฟิก) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *สิกขา วารสารศึกษาศาสตร์*, 11(2), 85–97.
- นฤพจน์ พุฒวัฒน์. (2561). การออกแบบเชิงวิศวกรรมและเทคโนโลยีเลียนแบบธรรมชาติในสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 11(2), 31–42.
- บงกช ทองเยี่ยม, วิฑิตนันท์ ชีระเวชเจริญชัย, สิริมงคล สุวรรณพา และอนินชา ธีรธำรง. (2565). การพัฒนาตัวชี้วัดสมรรถนะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์. *วารสารมนุษยสังคมปริทัศน์ (มสป.)*, 24(1), 158–169.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชู บุญลิขิตศิริ. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในรายวิชาการออกแบบ. *วารสารครุศาสตร์*, 45(2), 59–71.
- ปราณี กุลมิน. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสอนแบบไตรสิกขาเพื่อส่งผลต่อกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*.
- ปัญจนาว วรวัฒน์ชัย. (2565). ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์. *ครุศาสตร์สาร*, 16(1), 14–31.
- ปัทมาภรณ์ วิฑูร และอรพรรณ บุตรกัตถัญญ. (2565). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการสติศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดเชิงออกแบบของเด็กปฐมวัย. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 17(1), 1–15.

- เผชิญ กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2). *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 7, 44–52.
- พงศกร พลสุโพธิ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และหรรษกร วรรณะสาร. (2566). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารละลาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 11(6), 2321–2334.
- พรณรัตน์ สุภาพันธุ์ และสรณบดินทร์ ประสารทรัพย์. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้ สเต็มศึกษาร่วมกับการใช้สื่ออินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 21(2), 226–242.
- พระมหาฐิตินันท์ ฐิตินันท์. (2567). การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ผ่านกิจกรรม การเรียนรู้แบบโครงงาน. *วารสารกวีนิพนธ์*, 1(4), 64–73.
- พัชรียา แก่นสา. (2555). ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีต่อการจัดการศึกษาระดับปฐมวัย ในโรงเรียนกลุ่มเครือข่ายตำบลวังทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พิชญพร ฟิรพันธุ์, วิโรจน์ จาลักษณ์ และธนิษฐ์ รัตนพงศ์ปัญญา. (2566). กรอบแนวคิดศักยภาพความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม: ปัจจัยเชิงสาเหตุและผลลัพธ์. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 8(2), 306–318.
- พิมลวรรณ จิตโตภาส และวรรณณ เหมชะญาติ. (2557). ผลของการใช้คำถามตามทฤษฎี ของบลูมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กอายุ 7 ปี. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 9(1), 256–267.
- ภวิกา ภักษา และนิรมล จันทร์สุวรรณ. (2565). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียน เป็นสำคัญสำหรับผู้เรียน Generation Z. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 13(2), 1–12.
- มนตรี วงษ์สะพาน. (2564). การส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการคิดฉายภาพ. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 3(4), 1–14. <http://so01.tci-thaijo.org/index.php/ejes/article/view/253136>

- มัทนา แจงกระจ่าง และชนินทร์ พุกษ์ประมูล. (2568). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาต่อความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา*, 19(1), 62–74.
- มานิตย์ อาษานอก. (2561). การพัฒนาและหาประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพนวัตกรรมสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเอง. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 1(2), 9–18.
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ และนพดล พรามณี. (2560). การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบ สเต็มศึกษาโดยการสร้างชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 7(3), 81–92.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ละมัย เหลือผล. (2560). ความพึงพอใจของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียต่อการจัดการศึกษา กรอบมาตรฐานระดับปฐมวัยในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาสกลนคร เขต 1. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร.
- วัชร รัตนศรี. (2561). การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียน การสอนแบบ Web Based Learning ที่เหมาะสมกับรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลายในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วันชัย น้อยวงศ์ และภิญโญ วงษ์ทอง. (2563). การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้น กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง “ปลูกผักไร้ดิน” เพื่อเสริมสร้าง ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียน ประถมศึกษาตอนปลาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 3(2), 177–189.
- วาทีนี บรรจง. (2561). นวัตกรรมแบบตัวน้อย: การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ผ่านประสบการณ์ ศิลปะสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ. *วารสารครุศาสตร์*, 46(2), 330–347.
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถ และแรงบันดาลใจ ให้เด็ก. *วารสารครุศาสตร์*, 45(1), 320–334.

- ศิริินภา คุ่มจั่น, ณัฐวรรดา ไชยอัศรพงศ์, อุบัติท ทรงทองกลาง, มัชฌิมา เล็งเล็ก, รุ่งอรุณ วณิชชนะชากร, พิทักษ์ นิพนพคุณ และเรขา อรัญวงศ์. (2562). การพัฒนาหลักสูตรความคิดสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัยในยุคการศึกษา 4.0. *วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 14(1), 42–51.
- ศิริศุภกร ศิริโชคชัยตระกูล, ปิยะนันท์ บุญโพธิ์ และมนัษยา ศรีจินดา. (2568). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้เกมดิจิทัลเป็นฐานร่วมกับหลักการคิดเป็นภาพในรายวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 17(1), 1–15.
- ศุภเชษฐ์ สี่หาราช และธนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว. (2567). การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์. *Journal of Applied Education*, 2(1), 31–40.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2544). *การวัดผลการศึกษา*. กทม.: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์.
- สมรัก อินทวิมลศรี, สกลรัตน์ แก้วดี และสิทธิพร ภัทรดิลกรัตน์. (2562). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครูศาสตร์*, 47(2), 410–429.
- สมศักดิ์ ดลประสิทธิ์. (2564). แนวทางการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนากำลังคนในศตวรรษที่ 21. *คุรุสภาวิทยากร*, 2(1), 1–16.
- สมาน อัครภูมิ. (2558). ความคิดสร้างสรรค์และการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. *วารสารบริหารการศึกษาระดับบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*, 15(ฉบับพิเศษ), 9–16.
- สวิตรี สิทธิชัยกานต์. (2559). การจัดการเรียนรู้บูรณาการธรรมชาติวิทยาศาสตร์. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 6(2), 14–23.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

- สิริวรรณ จรัสวีวัฒน์. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในยุคประเทศไทย 4.0 ตามแนวคิด STEM, STEAM และ STREAM. *วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม*, 13(1), 19–30.
- สุนิต เวชโช และจิตทิพย์ ณ สงขลา. (2564). การรู้เชิงทักษะจากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ: กระบวนทัศน์ในการคิด การเรียนรู้ และการสื่อสารด้วยภาพ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(4), 464–478.
- สุธิดา การิณี. (2561). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 2. *นิตยสาร สสวท สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 46(209), 23–27.
- สุธิดา การิณี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 1. *นิตยสาร สสวท สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 46(210), 44–49.
- สุปราณี ชมจุมจัง. (2567). ศิลปะ: แนวคิดสตรึมศึกษาในทักษะศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 35(1), 1–10.
- สุปราณี ชมจุมจัง. (2565). STEM to STEAM: นวัตกรรมการสอนทางศิลปศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 16(3), 7–22.
- สุภัค โอฬาริณกุล. (2562). STEAM EDUCATION: นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 9(1), 1–16.
- สุมิตรา ทวีสุข. (2561). ผลการใช้บทเรียนแบบเว็บเควสต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2559). ความสำคัญของวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 31(3), 48–53.
- อรพินท์ ปลื้มสุด และวาสนา กิรีติจำเริญ. (2566). การศึกษาผลการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อากาศรอบตัว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. *วารสารราชพฤกษ์*, 21(1), 16–229.

- เอกพร ธรรมยศ. (2565). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เอกพร ธรรมยศ, อรุณรัตน์ คำแหงพล และถาดทอง ปานศุภวัชร. (2565). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง*. *วารสารสันติศึกษาปริทรรศน์ มจร*, 10(1), 142–159.
- เอกภูมิ จันทระขันตี. (2561). *การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์*. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 8(1), 205–217.
- เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ, มาเรียม นิลพันธุ์, อนิรุทธิ์ สติมัน และวิสูตร โพธิ์เงิน. (2564). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา*. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 11(1), 118–131.
- Choi, J., Lee, E. L., Choi, S., Kang, B., Kim, S. H., Bea, J., Tate, J. A., & Son, Y.-J. (2022). Integration of visual thinking strategies to undergraduate health assessment course: A mixed-method feasibility study. *Nurse Education Today*, 113, 1–7.
- Groenendijk, T., Karpatis, A. & Haanstra, F. (2019). Self-assessment in art education through a visual rubric. *International Journal of Art & Design Education*, 2019, 1–23.
- Hess, S., Young, J., & Arbogast, H. (2019). *Writing in and about the Performing and Visual Arts: Creating, Performing, and Teaching*. The WAC Clearinghouse: University Press of Colorado.
- Halimatussa'diah & Mustadi, A. (2019). *International Seminar on Language, Education, and Culture*. Indonesia: KnE Social Sciences.
- Housen, A. C. (2002). Aesthetic Thought, Critical Thinking and Transfer. *Arts and Learning Research Journal*, 18(1), 99–132.

- Jamal, S. N. B., Ibrahim, N. H. B., Halim, N. D. B. A., & Alias, M. I. B. (2020). A preliminary study on the level of creativity among chemistry students in district of Melaka Tengah. *Journal of Critical Reviews*, 7(16), 752–761.
- Khamhaengpol, A., Phewphong, M., & Choomchaitrakool, P. (2022). STEAM activity on biodiesel production: Encouraging creative thinking and basic science process skills of high school students. *Journal of Chemistry Education*, 99, 736–744.
- Khamhaengpol, A., Sriprom, M., & Choomchaitrakool, P. (2021). Development of STEAM Activity on nanotechnology to determine basic science process skills and engineering design process for high school students. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 1–7.
- Kuder, F. (1991). Comments concerning the appropriate use of formulas for estimating the internal-consistency reliability of tests. *Educational and psychological measurement*, 51(4), 873–874.
- Landorf, H. (2006). What's going on in this picture? Visual thinking strategies and adult learning. *New Horizons in Adult Education and Human Resource Development*, 20, 1–5.
- Liu, C. Y., Wu, C. J., Chien, Y. H., Tzeng, S. Y., & Kuo, H. C. (2021). Examining the quality of Art in STEAM learning activities. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts Advance online publication*, 17(3), 382–393.
- Reilly, J. M., Ring, J. & Duke, L. (2005). Visual thinking strategies: A new role for art in medical education. *Literature and the Arts in Medical Education*, 37(4), 250–252.
- Smolkowski, K., Strycker, L. A., Anderson, L., Marconi, P. & Abia-Smith, L. (2020). The visual thinking strategies approach to teaching argument writing. *The Elementary School Journal*, 121(1), 1–25.
- Spyropoulou, C., Wallace, M., Vassilakis, C., & Pouloupoulos, V. (2020). Examining the use of STEAM education in preschool education. *EJERS, European Journal of Engineering Research and Science*, 2020(Special Issue), 1–6.

- Sutama, Wulandari, N. A., Ishartono, N., Narimo, N. & Sutopo, I. (2020). Visual Thinking Strategies Based Picture Book Media for Thematic Learning in Elementary School. *Journal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 1249–1259.
- Vovk, E., koikova, E. & nikeitseva, O. (2022). Development of students' visual thinking based on the use of Sketchnoting Techniques. *SHS Web of Conferences*, 141, 1–7.
- Wu, C. H., Liu, C. H., & Huang, Y. M. (2022). The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude, motivation, and cognitive load. *International Journal of STEM Education*, 35(9), 1–22.

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือรับรองการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
6. รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

1. ผศ.ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ ประธานสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์
คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. นางสาวสมเพียร เจาจาสิก ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
โรงเรียนนาแกพิทยาคม
อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม
3. นายศรทอง รูปสม ครูชำนาญการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี
โรงเรียนนาแกพิทยาคม
อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๓๘๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนมิตรภาพ ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๙ ตุลาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เหมรักษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายชาญชัย คำมุงคุณ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๔๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำเทพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชาญชัย คำมุงคุณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๗๑๘๔ ๘๙๖๗

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๓๘๓



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๙ ตุลาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้อยู่เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางสาวสมเพียร เจาจาก

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายชาญชัย คำมุงคุณ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๔๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตให้ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชาญชัย คำมุงคุณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๗๑๘๔ ๘๙๖๗



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๓๘๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๙ ตุลาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ใช้วิชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นายศรทอง รูปสม

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายชาญชัย คำมุงคุณ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๔๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตให้ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำงานวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชาญชัย คำมุงคุณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๗๑๘๔ ๘๔๖๗



COE NO. 005/2568

IEC NO. HE67-084

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ (Development of Creative Thinking for Mathayomsuksa 5 on the Unit of Structure and Development of Flowering Plant by Using STEAM Education Combined with Visual Thinking)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นายชาญชัย คำมุงคุณ

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล
2. อาจารย์ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์

เอกสารที่รับทราบ

1. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์	ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2568
2. แบบฟอร์มโครงการวิจัย	ฉบับที่ 3 ลงวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2568
3. ประวัติผู้วิจัย	ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2568
4. แบบแจ้งผลประโยชน์ทับซ้อน	ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 3 ธันวาคม 2567
5. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย ได้แก่	
5.1 เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย	
(สำหรับเด็กอายุ 13 – 17 ปี)	ฉบับที่ 3 ลงวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2568
5.2 เอกสารชี้แจงผู้ปกครองอาสาสมัคร	
ที่เข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 3 ลงวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2568
6. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร ได้แก่	
6.1 แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร	
(สำหรับอาสาสมัครอายุ 13 – 17 ปี)	ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 3 ธันวาคม 2567
6.2 แบบแสดงความยินยอมสำหรับผู้ปกครองอาสาสมัคร	
ที่เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2568

7. เครื่องมือ ...

7. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

- 7.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 3 ธันวาคม 2567
- 7.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้าง
และการเจริญเติบโตของราก ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 3 ธันวาคม 2567
- 7.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้าง
และการเจริญเติบโตของราก ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 3 ธันวาคม 2567
- 7.4 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 3 ธันวาคม 2567
- 7.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 3 ธันวาคม 2567
- 7.6 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้าง
และการเจริญเติบโตของพืชดอก ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 3 ธันวาคม 2567

ได้ผ่านการรับทราบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลัก

พื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับทราบ ณ 17 กุมภาพันธ์ 2568

วันหมดอายุ 16 กุมภาพันธ์ 2569

สุภาวดี คุปตะบุตร

(นางสาวสุภาวดี คุปตะบุตร)

ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับทราบนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๒๔๘

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนมิตรภาพ ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๔ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขออนุมัติครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนาแกพิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายชาญชัย คำมุงคุณ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๔๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอยืมทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับทราบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล เลขที่ใบรับรอง ๐๐๕/๒๕๖๘ ลงวันที่ ๑๗ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๘ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุมัติครุภัณฑ์ทำนองอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชาญชัย คำมุงคุณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๗๑๘๔ ๘๘๖๗



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๕๕๕

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๐ พฤษภาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนาแกพิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นายชาญชัย คำมุงคุณ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๕๒๑๒๓๘๒๑๑ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการรับทราบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล เลขที่ใบรับรอง ๐๐๕/๒๕๖๘ ลงวันที่ ๑๗ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๘ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณ ในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล)

รองผู้อำนวยการฝ่ายประกันคุณภาพและพันธกิจสัมพันธ์ รักษาการแทน

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นายชาญชัย คำมุงคุณ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๗๑๘๔ ๘๙๖๗

รายชื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5
โรงเรียนนาแกพิทยาคม อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม

1. นางสาวสุธาสินี วงศ์อุตติ
2. นายชนกันต์ แก่นงาม
3. นางสาวทิพย์นภา จันทาคำ
4. นางสาวแก้วแก้ว คำคนชื่อ
5. นางสาววิชา โคตรพรม
6. นายณัฐวุฒิ แก้วพิกุล
7. นางสาวพัชรินทร์ วงศ์ศรีชา
8. นางสาวสุนิษา เสนาวงค์
9. นางสาวอุรชา ปิยะโคตรกุล
10. นางสาววิจิตรา พรหมดี
11. นางสาวภัทรธิดา แสนสุภา
12. นางสาวปรางขวัญ แก้วมะ
13. นางสาวจิตติพันธ์ วงศ์ศรีชา
14. นายธัชชัย ศรีหาโคตร
15. นางสาวหทัยชนก รักษาพล
16. นางสาวพรสิริ วงศ์ดาชี
17. นางสาวสุชาวดี ฟอสียา
18. นางสาววรรณกานต์ วงศ์ฝ่ายแดง
19. นางสาวบุษยารัต กุมลา
20. นางสาวดวงนภา พงษ์สาเทศ
21. นางสาวธิดารัตน์ สีเสนาะ
22. นางสาวอนงรักษ์ นิลเนตร

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์ผลคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ
2. ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพกับผลการเรียนรู้ (IOC) วิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ
3. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ (IOC) วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ
4. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (IOC) วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ
5. ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามความพึงพอใจนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพกับผลการเรียนรู้ (IOC) วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ
6. ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ
7. ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ
8. การเปรียบเทียบจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงตามแนวคิดของบลูม 6 ชั้น ในแต่ละผลการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 22 ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับ
การคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3		
ด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้					
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ มีความถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ และบ่งบอกถึง สิ่งสำคัญของเรื่องที่สอนได้ชัดเจน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละแผน สอดคล้องกับตัวชี้วัดของหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
4. มีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ครบทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ และด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	มากที่สุด
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
5. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของหลักสูตร	5	5	5	5.00	มากที่สุด
6. เนื้อหามีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัย ของนักเรียน	5	5	5	5.00	มากที่สุด
7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียน มีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนา ทักษะกระบวนการ และนำความรู้ไปใช้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสม กับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3		
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบแบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ	5	5	5	5.00	มากที่สุด
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	มากที่สุด
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					
13. มีสื่อประกอบที่หลากหลาย น่าสนใจ ทันสมัย และเตรียมได้ง่าย	5	5	5	5.00	มากที่สุด
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม	5	5	5	5.00	มากที่สุด
15. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
16. สื่อและอุปกรณ์การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถนำวิธีการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	มากที่สุด

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็น ของผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3		
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
17. วิธีการวัดผล ประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	มากที่สุด
18. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และ จิตพิสัย	5	5	5	5.00	มากที่สุด
19. มีการวัดและการประเมินผลด้วยรูปแบบ ที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้าน ความรู้ ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
20. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล ประเมินผล มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ตรง ตามวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				5.00	มากที่สุด

ตาราง 23 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็ม
 ศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพกับผลการเรียนรู้ (IOC) วิชาชีววิทยา
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ผลการเรียนรู้	แผน การจัดการเรียนรู้	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. อธิบายเกี่ยวกับชนิด และลักษณะของ เนื้อเยื่อพืช และเขียน แผนผังเพื่อสรุปชนิด ของเนื้อเยื่อพืช	แผนฯ ที่ 1 เนื้อเยื่อพืช (2 ชั่วโมง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายใน ของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว จากการตัดตามขวาง	แผนฯ ที่ 2 โครงสร้างและ การเจริญเติบโต ของราก (3 ชั่วโมง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของรากพืชใบ เลี้ยงคู่จากการตัดตาม ขวาง	แผนฯ ที่ 3 โครงสร้างและ การเจริญเติบโต ของราก (3 ชั่วโมง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของลำต้นพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวจาก การตัดตามขวาง	แผนฯ ที่ 4 โครงสร้างและ การเจริญเติบโต ของลำต้น (3 ชั่วโมง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 23 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แผน การจัดการเรียนรู้	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3			
5. สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของลำต้นพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัด ตามขวาง	แผนฯ ที่ 5 โครงสร้างและ การเจริญเติบโต ของลำต้น (3 ชั่วโมง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6. สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของใบพืชจาก การตัดตามขวาง	แผนฯ ที่ 6 โครงสร้างและ การเจริญเติบโต ของใบ (3 ชั่วโมง)	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ที่ผ่านเกณฑ์
ต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป

จากตาราง 23 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิด
เป็นภาพผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 6 แผน ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์ (IOC) วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของ
พืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์	ข้อที่	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	1	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	2	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	3	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
2. เขียนผลที่เป็นไปได้ของ เหตุการณ์	1	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	2	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	3	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
3. เขียนประโยชน์พิเศษของ สิ่งที่กำหนดให้	1	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	2	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	3	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
4. การสร้างภาพ	1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. การต่อเติมรูปภาพ	1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6. การใช้เส้น	1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน (IOC) วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของ
พืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป

จากตาราง 25 พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ 40 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

ตาราง 26 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบสอบถามความพึงพอใจนักเรียน
ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพกับผลการเรียนรู้
(IOC) วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่อง มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. เนื้อหาสาระส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. นักเรียนสามารถนำเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
5. กิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7. กิจกรรมเน้นนักเรียนมีส่วนร่วมกับสังคมโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8. กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9. กิจกรรมมีการใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้						
10. สื่อและอุปกรณ์มีความเหมาะสม สอดคล้องกับกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11. สื่อและอุปกรณ์กระตุ้นความสนใจ ในการเรียนรู้ของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียนเกิด ความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาความคิด สร้างสรรค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13. สื่อและอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับ เนื้อหาสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
14. กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วน ร่วมในการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15. การวัดประเมินผลมีความสอดคล้อง และครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึง ประสงค์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16. การวัดและประเมินผลมีความ สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17. การวัดและประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจน และยุติธรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
19. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับนักเรียนหลังทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20. มีการกำหนดเกณฑ์การประเมินผลชัดเจน สะดวก เข้าใจง่าย และสามารถนำไปใช้ได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เฉลี่ย					1.00	ใช้ได้

หมายเหตุ ค่าดัชนีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ที่ผ่านเกณฑ์ต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป

จากตาราง 26 พบว่า แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพผ่านเกณฑ์ 20 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ

ลำดับ นักเรียน	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (144 คะแนน) (X)	X ²
	ความคิด คล่องแคล่ว (36 คะแนน)	ความคิด ยืดหยุ่น (36 คะแนน)	ความคิด ริเริ่ม (36 คะแนน)	ความคิด ละเอียดลออ (36 คะแนน)		
1	36	32	30	36	134	17956
2	36	36	32	36	140	19600
3	32	36	32	34	134	17956
4	36	36	36	34	142	20164
5	34	36	32	36	138	19044
6	36	36	30	36	138	19044
7	24	36	36	34	130	16900
8	36	36	36	34	142	20164
9	36	36	36	36	144	20736
10	36	34	34	34	138	19044
11	32	34	34	34	134	17956
12	28	34	28	28	118	13924
13	24	30	26	32	112	12544
14	36	36	30	36	138	19044
15	30	30	28	28	116	13456
16	26	32	30	30	118	13924
17	28	28	32	30	118	13924
18	28	30	26	26	110	12100
19	30	34	36	34	134	17956
20	32	36	36	32	136	18496
21	28	28	30	32	118	13924
22	36	36	34	34	140	19600

ตาราง 27 (ต่อ)

ลำดับ นักเรียน	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (144 คะแนน) (X)	χ^2
	ความคิด คล่องแคล่ว (36 คะแนน)	ความคิด ยืดหยุ่น (36 คะแนน)	ความคิด ริเริ่ม (36 คะแนน)	ความคิด ละเอียดลออ (36 คะแนน)		
23	30	30	30	30	120	14400
24	28	34	28	28	118	13924
25	30	26	30	26	112	12544
26	32	30	24	28	114	12996
27	32	26	28	28	114	12996
28	30	28	32	26	116	13456
29	36	32	34	36	138	19044
30	30	32	28	30	120	14400
ค่าเฉลี่ย	31.60	32.67	31.27	31.93	127.47	16373.87
S.D.	3.84	3.34	3.42	3.46	$\alpha = 0.83$	
S^2	14.2	10.8	11.3	11.6		

จากตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์ในการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาตามวิธีของครอนบาค (Cronbach)
มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 0.83

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ

ข้อที่	ค่าความยาก (p)		ค่าอำนาจจำแนก (r)	
	ผลการวิเคราะห์	แปลผล	ผลการวิเคราะห์	แปลผล
1	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก
2	0.57	ปานกลาง	0.47	ดีมาก
3	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
4	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
5	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดีมาก
6	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
7	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
8	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดี
9	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
10	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดี
11	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.13	ไม่มีคุณภาพ
12	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดี
13	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดี
14	0.57	ปานกลาง	0.47	ดีมาก
15	0.80	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
16	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดีมาก
17	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.67	ดีมาก
18	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้
19	0.57	ปานกลาง	0.33	ดี
20	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
21	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้

ตาราง 28 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)		ค่าอำนาจจำแนก (r)	
	ผลการวิเคราะห์	แปลผล	ผลการวิเคราะห์	แปลผล
22	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดี
23	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก
24	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
25	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
26	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
27	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
28	0.53	ปานกลาง	0.40	ดีมาก
29	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
30	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก
31	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
32	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก
33	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
34	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้
35	0.43	ปานกลาง	0.60	ดีมาก
36	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้
37	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก
38	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
39	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดี
40	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้
ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})			0.88	

หมายเหตุ กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกโดยเลือกข้อที่มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.20–0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป

จากตาราง 28 พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ผ่านเกณฑ์ทั้ง 40 ข้อ โดยผู้วิจัยทำการ

เลือกแบบทดสอบข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16 17, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38 และ 40 รวมทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ทั้งฉบับของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder–Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 มีค่าความเชื่อมั่น
เท่ากับ 0.88

เกณฑ์การแปลผลค่าความยาก (p)

0.81–1.00	หมายถึง ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60–0.80	หมายถึง ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40–0.59	หมายถึง ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20–0.39	หมายถึง ค่อนข้างยาก (ดี)
0.00–0.19	หมายถึง ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

เกณฑ์การแปลผลค่าอำนาจจำแนก (r)

0.40 ขึ้นไป	หมายถึง มีคุณภาพดีมาก
0.30–0.39	หมายถึง มีคุณภาพดี
0.20–0.29	หมายถึง มีคุณภาพพอใช้
ต่ำกว่า 0.20	หมายถึง ไม่มีคุณภาพ (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ตาราง 29 การเปรียบเทียบจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ
พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธานที่ปรับปรุงตามแนวคิด
ของบลูม 6 ชั้น ในแต่ละผลการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและ
การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธิพิสัยตามอนุกรมวิธาน ปรับปรุงตามแนวคิดของบลูม 6 ชั้น						รวม
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์	
5/1 อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะ ของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผัง เพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	2	1	1	-	1	1	6
5/2 สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยง เดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการ ตัดตามขวาง	3	2	1	2	2	1	11
5/3 สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยง เดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัด ตามขวาง	1	3	3	3	2	1	13
5/4 สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายใน ของใบพืชจากการตัดตามขวาง	2	2	2	2	1	1	10
รวม	8	8	7	7	6	4	40

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียน
3. ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังเรียน
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการ จัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
 ร่วมกับการคิดเป็นภาพ วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโต
 ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้/คะแนน)						ทดสอบ หลัง แผน (252)	คะแนน ระหว่าง เรียน (480)	คะแนน หลัง เรียน (174)
	1 (26)	2 (26)	3 (26)	4 (26)	5 (26)	6 (26)			
1	22.13	19.33	20.67	23.47	18.67	24.00	202	330.27	135
2	22.40	17.87	23.33	23.87	22.40	23.60	206	339.47	148
3	22.13	19.33	20.67	23.47	18.67	24.00	200	328.27	129
4	18.67	23.20	21.73	22.27	19.73	25.60	201	332.20	146
5	22.40	17.87	23.33	23.87	22.40	23.60	210	343.47	140
6	22.13	19.33	20.67	23.47	18.67	24.00	206	334.27	167
7	18.67	23.20	21.73	22.27	19.73	25.60	210	341.20	136
8	18.67	23.20	21.73	22.27	19.73	25.60	199	330.20	131
9	22.40	17.87	23.33	23.87	22.40	23.60	212	345.47	150
10	20.80	17.87	21.73	20.67	18.80	22.13	189	311.00	147
11	20.80	17.87	21.73	20.67	18.80	22.13	192	314.00	154
12	18.67	23.20	21.73	22.27	19.73	25.60	207	338.20	139
13	20.80	17.87	21.73	20.67	18.80	22.13	196	318.00	148
14	20.80	17.87	21.73	20.67	18.80	22.13	194	316.00	157
15	20.80	17.87	21.73	20.67	18.80	22.13	200	322.00	161
16	22.13	19.33	20.67	23.47	18.67	24.00	202	330.27	140
17	22.40	17.87	23.33	23.87	22.40	23.60	213	346.47	157
18	22.40	17.87	23.33	23.87	22.40	23.60	213	346.47	150
19	22.13	19.33	20.67	23.47	18.67	24.00	206	334.27	137
20	22.13	19.33	20.67	23.47	18.67	24.00	198	326.27	149

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวม คะแนน (144)
	ความคิด คล่องแคล่ว (36)	ความคิด ยืดหยุ่น (36)	ความคิด ริเริ่ม (36)	ความคิด ละเอียดลออ (36)	
1	22	22	22	18	84
2	22	22	16	18	78
3	28	24	14	10	76
4	20	18	18	14	70
5	18	18	18	18	72
6	20	14	24	18	76
7	18	14	16	14	62
8	26	26	18	18	88
9	20	18	16	20	74
10	20	20	22	18	80
11	20	18	22	18	78
12	18	18	22	20	78
13	36	36	18	16	106
14	26	26	36	18	106
15	24	24	18	18	84
16	18	18	20	12	68
17	22	22	24	20	88
18	22	22	20	20	84
19	20	20	8	8	56
20	18	18	18	18	72
21	20	12	24	22	78
22	24	26	22	18	90

ตาราง 31 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวม คะแนน (144)
	ความคิด คล่องแคล่ว (36)	ความคิด ยืดหยุ่น (36)	ความคิด ริเริ่ม (36)	ความคิด ละเอียดลออ (36)	
รวม	482	456	436	374	1748
เฉลี่ย	21.91	20.73	19.82	17.00	79.45
S.D.	4.25	5.18	5.23	3.42	11.91
ร้อยละ	60.86	57.58	55.05	47.22	55.18

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน

ลำดับ นักเรียน	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวม คะแนน (144)
	ความคิด คล่องแคล่ว (36)	ความคิด ยืดหยุ่น (36)	ความคิด ริเริ่ม (36)	ความคิด ละเอียดลออ (36)	
1	36	36	26	22	120
2	36	34	36	26	132
3	36	30	26	18	110
4	36	32	28	22	118
5	36	32	28	18	114
6	36	36	36	30	138
7	36	32	26	20	114
8	36	36	24	18	114
9	36	36	30	24	126
10	36	36	28	24	124
11	36	36	36	30	138
12	36	36	30	20	122
13	36	36	36	22	130
14	32	32	36	32	132
15	36	36	36	34	142
16	28	28	36	24	116
17	36	32	36	32	136
18	36	36	36	22	130
19	36	32	32	16	116
20	36	28	34	32	130
21	36	32	30	30	128
22	36	36	36	26	134

ตาราง 32 (ต่อ)

ลำดับ นักเรียน	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				รวม คะแนน (144)
	ความคิด คล่องแคล่ว (36)	ความคิด ยืดหยุ่น (36)	ความคิด ริเริ่ม (36)	ความคิด ละเอียดลออ (36)	
รวม	780	740	702	542	2764
เฉลี่ย	35.45	33.64	31.91	24.64	125.64
S.D.	1.87	2.74	4.34	5.43	9.35
ร้อยละ	98.48	93.43	88.64	68.43	87.25

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์		D	D ²
	ก่อนเรียน (144 คะแนน)	หลังเรียน (144 คะแนน)		
1	84	120	36	1296
2	78	132	54	2916
3	76	110	34	1156
4	70	118	48	2304
5	72	114	42	1764
6	76	138	62	3844
7	62	114	52	2704
8	88	114	26	676
9	74	126	52	2704
10	80	124	44	1936
11	78	138	60	3600
12	78	122	44	1936
13	106	130	24	576
14	106	132	26	676
15	84	142	58	3364
16	68	116	48	2304
17	88	136	48	2304
18	84	130	46	2116
19	56	116	60	3600
20	72	130	58	3364
21	78	128	50	2500
22	90	134	44	1936

ตาราง 33 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์		D	D ²
	ก่อนเรียน (144 คะแนน)	หลังเรียน (144 คะแนน)		
รวม	1748	2764	1016	49576
เฉลี่ย	79.45	125.64	t = 19.26	
S.D.	11.91	9.35		
ร้อยละ	55.18	87.25		

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		D	D ²
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)		
1	8	15	7	49
2	9	16	7	49
3	12	19	7	49
4	14	28	14	196
5	15	26	11	121
6	16	29	13	169
7	11	22	11	121
8	10	17	7	49
9	13	24	11	121
10	12	23	11	121
11	8	16	8	64
12	7	17	10	100
13	10	18	8	64
14	13	25	12	144
15	11	19	8	64
16	14	24	10	100
17	11	21	10	100
18	12	20	8	64
19	13	21	8	64
20	10	19	9	81
21	11	21	10	100
22	9	17	8	64

ตาราง 34 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน		D	D ²
	ก่อนเรียน (30 คะแนน)	หลังเรียน (30 คะแนน)		
รวม	249	457	208	2054
เฉลี่ย	11.32	20.77	t = 21.73	
S.D.	2.36	3.98		
ร้อยละ	37.73	69.24		

ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ				ด้านการจัดกิจกรรม					ด้านสื่อและอุปกรณ์				ด้านการวัดและประเมินผล							
	การเรียนรู้				การเรียนรู้					การเรียนรู้				การเรียนรู้							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	
2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	
3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	
4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	
5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	
6	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	
7	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	
8	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	
9	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	
10	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	

ตาราง 35 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้				ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่อและอุปกรณ์ การเรียนรู้				ด้านการวัดและประเมินผล การเรียนรู้						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
11	4	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5
12	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4
13	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5
14	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5
15	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5
16	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5
17	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4
18	5	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5
19	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5
20	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5
21	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
22	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5

ตาราง 35 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้				ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่อและอุปกรณ์ การเรียนรู้				ด้านการวัด และประเมินผล						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
รวม	105	106	105	104	103	103	105	103	103	102	103	104	103	104	102	100	105	103	102	105
เฉลี่ย	4.77	4.82	4.77	4.73	4.68	4.68	4.77	4.68	4.68	4.64	4.68	4.73	4.68	4.73	4.64	4.55	4.77	4.68	4.64	4.77
S.D.	0.43	0.39	0.43	0.46	0.48	0.48	0.43	0.48	0.48	0.49	0.48	0.46	0.48	0.46	0.49	0.51	0.43	0.48	0.49	0.43
เฉลี่ย รายด้าน	$\bar{X} = 4.77, S.D. = 0.42$				$\bar{X} = 4.70, S.D. = 0.46$					$\bar{X} = 4.68, S.D. = 0.47$				$\bar{X} = 4.68, S.D. = 0.47$						
ลำดับที่	1				2					4				3						
เฉลี่ยรวม	4.70																			

เกณฑ์การประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.51–1.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ
วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 แผน
2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและ
การเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 ส่วน
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้าง
และการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็ม
ศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ วิชาชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของ
พืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชา ชีววิทยา รหัสวิชา ว30243
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เวลา 17 ชั่วโมง
 เรื่อง เนื้อเยื่อพืชเวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระชีววิทยา

มาตรฐานการเรียนรู้ 3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ ม. 5/1 อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช

1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้เทคโนโลยี

สาระเทคโนโลยี

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี เพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.5/1 ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.5/1 รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้าน
วิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่า
ให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์

1.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

สาระทัศนศิลป์

มาตรฐานการเรียนรู้ ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ
และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอด
ความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/1 วิเคราะห์การใช้ทัศนธาตุและหลักการ
ออกแบบในการสื่อความหมายในรูปแบบต่าง ๆ

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/3 วิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และ
เทคนิคของศิลปินในการแสดงออกทางทัศนศิลป์

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/6 ออกแบบงานทัศนศิลป์ได้เหมาะสมกับโอกาส
และสถานที่

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์และอธิบายจุดมุ่งหมายของศิลปิน
ในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เทคนิค และเนื้อหาเพื่อสร้างสรรค์งานทัศนศิลป์

1.4 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระจำนวนและพีชคณิต

มาตรฐานการเรียนรู้ ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการอธิบาย
ความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด ค.1.3 ม.5/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่า
ของเงินในการแก้ปัญหา

2. สาระการเรียนรู้

เนื้อเยื่อพืช

3. สาระสำคัญ

พืชจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีเนื้อเยื่อ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร
เนื้อเยื่อเจริญประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่สามารถแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส มีการเติบโตขยาย

ขนาดและเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปทำหน้าที่เฉพาะ ส่วนเนื้อเยื่อถาวรเป็นกลุ่มเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ สามารถแบ่งระบบเนื้อเยื่อพืชได้เป็น 3 ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน ทั้งเนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวรจะมีลักษณะและทำหน้าที่เฉพาะของเนื้อเยื่อแต่ละชนิด

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ความสามารถในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้ (Knowledge)

อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด (Process)

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

4.3.1 ซื่อสัตย์สุจริต

4.3.2 มีวินัย

4.3.3 ใฝ่เรียนรู้

4.3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน

4.3.5 มีจิตสาธารณะ

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร

5.2 ความสามารถในการคิด

5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ

6.1 วิทยาศาสตร์

เนื้อเยื่อพืช และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6.2 เทคโนโลยี

การใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูลและการใช้ความรู้หรือทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

6.3 วิศวกรรมศาสตร์

การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหา

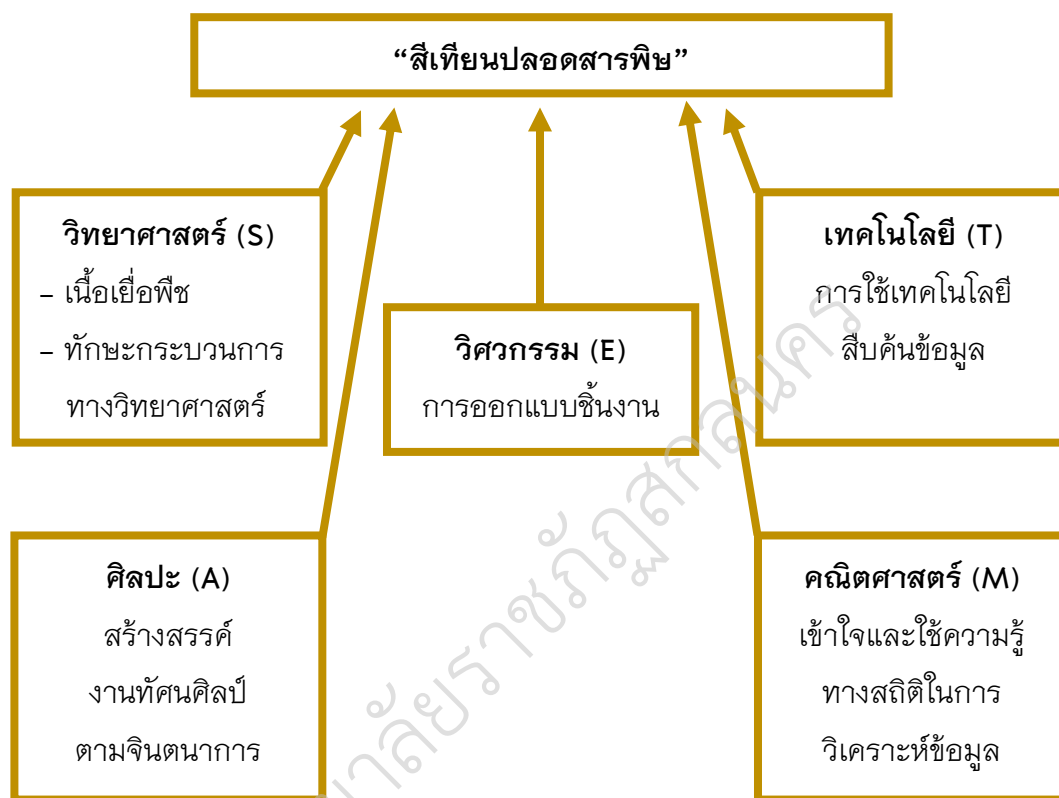
6.4 ศิลปะ

สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่อกันศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

6.5 คณิตศาสตร์

เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูลแปลความหมายจากผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แสดงดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

7. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสามารถพบเจอในชีวิตประจำวัน จากนั้นนักเรียนร่วมกันระดมความคิดและระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาเงื่อนไขและข้อจำกัดของปัญหา แยกแยะส่วนประกอบ สาเหตุ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิธีการ และแนวทาง ในการแก้ปัญหาจากใบความรู้และแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อนำความรู้ที่ได้มาบูรณาการ สำหรับใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

นักเรียนร่างภาพส่วนประกอบต่าง ๆ ของชิ้นงาน หรือออกแบบการทดลอง อย่างสร้างสรรค์โดยใช้การคิดเป็นภาพ เพื่อแก้ปัญหาที่ระบุได้โดยคำนึงถึงเงื่อนไขและ ข้อจำกัดของปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนร่วมกันวางแผนและเขียนแบบแผนการปฏิบัติงาน โดยอ้างอิงจากร่างวิธีการแก้ปัญหาร่วมกันออกแบบโดยเลือกวิธีการที่เหมาะสมต่อปัญหาที่สุด จากนั้น ดำเนินการแก้ปัญหา หรือสร้างชิ้นงานตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนทดสอบชิ้นงานและประเมินผลงาน โดยยึดผลว่าเป็นรูปธรรมตาม เป้าหมายหรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการและอยู่ภายใต้เงื่อนไข ที่กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ หากพบข้อบกพร่องของชิ้นงานหรือวิธีการจะต้องปรับปรุงให้มี ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

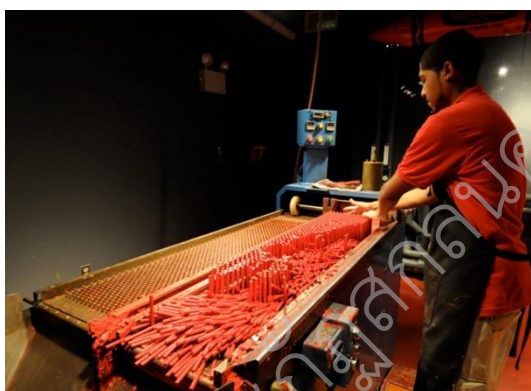
นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยสามารถ สื่อสารให้ผู้ฟังรับรู้ถึงปัญหาและวิธีการแก้ปัญหามาจากการใช้ภาพ ตั้งแต่กระบวนการเริ่มต้น จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

8. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการแสดงภาพการผลิตสีเทียนจากวัสดุเคมีสังเคราะห์ ดังภาพประกอบ 2 ให้นักเรียนพิจารณา



ภาพประกอบ 2 การผลิตสีเทียนจากวัสดุเคมีสังเคราะห์

ที่มา: <https://www.cnet.com/pictures/the-making-of-crayolas-crayons-photos/>

2. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
 - 2.1 ภาพที่ครูนำมาให้นักเรียนดูเป็นภาพเกี่ยวกับอะไร
(แนวคำตอบ: การผลิตสีเทียนจากวัสดุเคมีสังเคราะห์ครับ/ค่ะ)
 - 2.2 วัสดุเคมีสังเคราะห์มีอันตรายหรือไม่ เพราะเหตุใด
(แนวคำตอบ: มีอันตราย เพราะสามารถสะสมในร่างกายได้ครับ/ค่ะ)
3. นักเรียนร่วมกันศึกษาบทความเกี่ยวกับอันตรายที่เกิดจากสีเทียนจากวัสดุเคมีสังเคราะห์ จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายประเด็นปัญหาอันตรายที่เกิดจากสีเทียนจากวัสดุเคมีสังเคราะห์
4. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
 - 4.1 การผลิตสีเทียนจากวัสดุเคมีสังเคราะห์ใช้สารเคมีหลักชนิดใดบ้าง
(แนวคำตอบ: ไซพาราฟิน สบู่ (อีมีลซิฟายเออร์) และสีสังเคราะห์)
 - 4.2 มลพิษอะไรบ้างที่เกิดจากการเผาไหม้เทียนไขพาราฟิน
(แนวคำตอบ: ตะกั่ว (Lead) สังกะสี (Zinc) และดีบุก (Tin))

4.3 มลพิษที่เกิดจากไซพาราฟินส่งผลต่อการดำเนินชีวิตของนักเรียนอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(แนวคำตอบ: มลพิษที่เกิดจากไซพาราฟินสามารถสะสมในร่างกาย หากเป็นระยะเวลานานจะส่งผลให้เกิดเป็นโรคต่าง ๆ ได้)

4.4 นักเรียนคิดว่ามีอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้แทนไซพาราฟินได้ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(แนวคำตอบ : ไขมันธรรมชาติ เช่น ไขถั่วเหลือง และไขมะพร้าว เพราะปลอดสารพิษและไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ)

5. นักเรียนแบ่งสมาชิก จำนวนกลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นครูสมมติสถานการณ์ ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

สถานการณ์ปัญหา

ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของโรงงานผลิตสีเทียน โดยใช้ไซพาราฟินเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต แต่ประสบปัญหาเพราะเมื่อไซพาราฟินถูกความร้อนจะทำให้เกิดสารพิษขึ้น กรมอนามัยจึงออกกฎหมายใหม่ให้มีการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ นักเรียนจะมีวิธีการใดในการออกแบบและผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ ซึ่งมีวัตถุประสงค์และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ ผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ

- เงื่อนไข
1. ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ
 2. ใช้งบประมาณการผลิตน้อยที่สุด
 3. สีเทียนมีคุณภาพตามมาตรฐาน
 4. สีเทียนดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

6. นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ ตอนที่ 1 ลงสัยในปัญหา จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน ดังนี้

6.1 นักเรียนทราบหรือไม่ว่าต้องใช้ความรู้ใดบ้างในการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ

(แนวคำตอบ: การผลิตสีเทียนปลอดสารพิษต้องใช้ความรู้ คือ ความรู้เกี่ยวกับสีเทียนและวิธีการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ เนื้อเยื่อพืช และสีสกัดจากธรรมชาติ)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1. นักเรียนตัวแทนกลุ่มรับผิดชอบสำหรับทำกิจกรรม โดยก่อนเริ่มทำกิจกรรม นักเรียนจะต้องศึกษาความรู้จากใบความรู้ ดังนี้
 1. ใบความรู้ที่ 1 สีเทียนและวิธีการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ
 2. ใบความรู้ที่ 2 เนื้อเยื่อพืช
 3. ใบความรู้ที่ 3 สีสักดจากธรรมชาติ
 2. เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบและผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ
- ดังนั้น การออกแบบและผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ นักเรียนจะต้องศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยการทำกิจกรรม ดังต่อไปนี้

2.1 กิจกรรมที่ 1 สีเทียน และวิธีการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ

(ศึกษาและเรียนรู้วิธีการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ)

2.1.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของสีเทียนปลอดสารพิษ วิธีการ และประเภทวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต โดยครูประยุกต์ใช้วีดิทัศน์เกี่ยวกับการผลิตเทียนหอมจากไขถั่วเหลือง (ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=pxZyHGruFtg> เวลา 4.53 นาที) ให้นักเรียนดู และศึกษาเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 1

2.1.2 ครูแจกสีเทียน 2 ชนิด คือ สีเทียนสังเคราะห์และสีเทียนจากธรรมชาติ ชนิดละ 1 ชิ้น/กลุ่ม ให้นักเรียนร่วมกันศึกษาลักษณะและวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างสีเทียน 2 ชนิดดังกล่าว จากนั้นบันทึกผลลงใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 2.1

2.2 กิจกรรมที่ 2 เนื้อเยื่อพืช

2.2.1 ครูใช้คำถามเชื่อมโยงความรู้และกระตุ้นความคิด ดังนี้

2.2.1.1 นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เนื้อเยื่อพืชแบ่งออกเป็นกี่ประเภท แต่ละประเภทมีชื่อเรียกว่าอะไร มีหลักการจำแนกอย่างไร และแต่ละประเภทประกอบด้วยเนื้อเยื่อพืชชนิดใดบ้าง

(แนวคำตอบ: เนื้อเยื่อพืชถูกจัดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามความสามารถในการแบ่งเซลล์ คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร โดยมีเนื้อเยื่อพืชชนิดย่อย ดังนี้

– เนื้อเยื่อเจริญ เป็นเนื้อเยื่อพืชมีการแบ่งเซลล์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง

- เนื้อเยื่อถาวร เป็นเนื้อเยื่อพืชที่ไม่มีการแบ่งเซลล์ เพราะเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ประกอบด้วยเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยวและเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน)

2.2.1.2 นักเรียนทราบหรือไม่ว่านักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการใดในการศึกษาเนื้อเยื่อพืช เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ: นักวิทยาศาสตร์ศึกษาเนื้อเยื่อพืชโดยการตัดตามยาว (Long Section) และการตัดตามขวาง (Cross Section) เพื่อศึกษาเซลล์และเนื้อเยื่อพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์)

2.2.2 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับการทำปฏิบัติการทดลองศึกษาเนื้อเยื่อพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พร้อมอธิบายวิธีการและวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้สำหรับการทำปฏิบัติการ (ตาราง 1) ดังนี้

2.2.3 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับขั้นตอนการทำปฏิบัติการศึกษาเนื้อเยื่อพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

2.2.3.1 ตวงน้ำดื่มลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาณ

20 มิลลิลิตร

2.2.3.2 เตรียมเนื้อเยื่อพืช (ศึกษาวิธีการจากใบความรู้ที่ 2) ดังนี้

1. ใบว่านกาบหอย
2. ต้นถั่วฝักยาว
3. สาหร่ายหางกระรอก

ตาราง 1 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการศึกษาเนื้อเยื่อพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ลำดับ	รายการ	จำนวน (หน่วย/กลุ่ม)
1	กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงเลนส์ประกอบ	1 ตัว
2	จานอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ	1 คู่
3	ใบมีดโกน	1 กล่อง
4	ฟู่กัน เบอร์ 2	3 ด้าม
5	แผ่นสไลด์	10 แผ่น
6	กระจกปิดสไลด์	1 กล่อง
7	น้ำดื่ม ปริมาตร 700 มิลลิลิตร	1 ขวด

2.2.3.3 เตรียมสไลด์สด (ศึกษาวิธีการจากใบความรู้ที่ 2)

2.2.3.4 นำสไลด์สดเนื้อเยื่อพืชมาศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์

และบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 2.2

2.2.3.5 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการทำ

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ ตอนที่ 2 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชนิด โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืช ซึ่งกิจกรรมนี้สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ที่ 2

2.3 กิจกรรมที่ 3 สีสักดจากธรรมชาติ

2.3.1 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

สำหรับการทำกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สีสักดจากธรรมชาติ ดังตาราง 2

ตาราง 2 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทำกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สีสักดจากธรรมชาติ

ลำดับ	รายการ	จำนวน (หน่วย/กลุ่ม)
1	กระดาษ A4 ขนาด 80 แกรม	1 แผ่น
2	ฟู่กัน เบอร์ 2	1 ด้าม
3	ฟู่กัน เบอร์ 5	1 ด้าม
4	ผงสีสังเคราะห์ ดังนี้ 4.1 สีเขียว 4.2 สีส้ม	10 กรัม 10 กรัม
5	ผงสีสักดจากธรรมชาติ (สำเร็จรูป) ดังนี้ 5.1 ผงชาเขียว 5.2 ผงชาไทย	10 กรัม 10 กรัม
6	แก้วพลาสติก	5 ใบ

2.3.1 ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับเงื่อนไขและอธิบายขั้นตอน

การทดลอง เรื่อง สีสักดจากธรรมชาติ (กำหนดเงื่อนไข: ปริมาณน้ำในแก้วหลังการผสมจะต้องมีปริมาตรเท่ากับ 50 มิลลิลิตร) โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง ดังนี้

2.3.1.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดและเตรียมสื่อกัดจากธรรมชาติ โดยปฏิบัติตามคำชี้แจงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ค้นคว้าให้รู้ ข้อที่ 2.3

2.3.1.2 ครูแจกกระดาษ จำนวน 1 แผ่น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

2.3.1.3 นักเรียนใช้พู่กันจุ่มน้ำสีสีกัด 1 ครั้ง จากนั้นทาสีสีกัดลงบนกระดาษ (ทำซ้ำทุกสี) สังเกตลักษณะของสี และบันทึกผลลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 2.3

2.3.1.3 นักเรียนอภิปรายความแตกต่างระหว่างสีจากผงสีผสมน้ำกับสีน้ำเจือจางที่ได้จากการสังเกตลักษณะของสี และบันทึกผลลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ ตอนที่ 2 ข้อที่ 2.3

2.3.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสีสีกัดจากธรรมชาติ โดยสามารถศึกษารายละเอียดกิจกรรมเพิ่มเติมได้จากใบความรู้ที่ 3

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกับการคิดเป็นภาพ (ชั่วโมงที่ 2)

กิจกรรมที่ 4 สีเทียนปลอดภัย

1. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมโดยการทบทวนความรู้และสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนร่วมกันศึกษาในขั้นตอนที่ผ่านมา

2. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และเงื่อนไขในการออกแบบสีเทียนปลอดภัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ ผลิตสีเทียนปลอดภัย

เงื่อนไข 1. ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ

2. ใช้งบประมาณการผลิตน้อยที่สุด

3. สีเทียนมีคุณภาพตามมาตรฐาน

4. สีเทียนดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

3. ครูชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ได้รับโดยไม่มีค่าใช้จ่าย

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดเพื่อออกแบบและสีเทียนปลอดภัยโดยใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้ผ่านการเขียนเป็นภาพร่างออกแบบ พร้อมทั้งระบายสีลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ ตอนที่ 3 ข้อที่ 3.1

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (45 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทบทวนแผนการผลิตสีเทียนปลอดภัยที่วางไว้ จากนั้นเขียนรายละเอียดขั้นตอนลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ ตอนที่ 4
2. นักเรียนสำรวจวัสดุและอุปกรณ์ที่ได้รับ จากนั้นนำใบรายการซื้อวัสดุไปเลือกซื้อของเพิ่มตามที่ออกแบบไว้
4. นักเรียนลงมือผลิตสีเทียนปลอดภัยด้วยวัสดุที่ได้โดยใช้วัตถุดิบที่ไม่มีค่าใช้จ่ายแต่จำกัดปริมาณ ดังตาราง 3 และรายการวัตถุดิบที่นักเรียนสามารถซื้อเพิ่มได้ ดังตาราง 4

ตาราง 3 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการผลิตสีเทียนปลอดภัย (ไม่มีค่าใช้จ่าย)

ลำดับ	รายการวัสดุและอุปกรณ์	จำนวน (หน่วย/กลุ่ม)
1	ไข้วเหลือง	30 กรัม
2	แป้งข้าวโพด	10 กรัม
3	แป้งมันสำปะหลัง	10 กรัม
4	กาวร็กัม	10 กรัม
5	ผงสีสกัดจากธรรมชาติ (สำเร็จรูป) ดังนี้	
	5.1 ผงชาเขียว	5 กรัม
	5.2 ผงชาไทย	5 กรัม
6	เตาไฟฟ้า	1 ตัว
7	หม้อ stainless	1 ใบ
8	ถ้วย stainless	2 ใบ
9	ช้อน stainless	3 อัน
10	แม่พิมพ์สีเทียน	3 อัน
11	ชามพลาสติก	1 ใบ
12	น้ำดื่ม ปริมาตร 700 มิลลิลิตร	1 ขวด
13	กระดาษชำระ	1 ก้อน

ตาราง 4 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับใช้ในการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ (สำหรับซื้อเพิ่ม)

ลำดับ	รายการ	ราคา
1	ไขถั่วเหลือง	5 บาท/กรัม
2	ผงสีสกัดจากธรรมชาติ (สำเร็จรูป) ดังนี้ 2.1 ผงชาเขียว 2.2 ผงชาไทย	3 บาท/กรัม
3	แป้งมันสำปะหลัง/แป้งข้าวโพด	2 บาท/กรัม
4	กาวร็กัม	7 บาท/กรัม

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน

1. นักเรียนนำสีเทียนที่ผลิตขึ้นไปตรวจสอบคุณสมบัติตรงตาม
วัตถุประสงค์ และเงื่อนไขที่กำหนด ดังนี้

วัตถุประสงค์ ผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ

เงื่อนไข 1. ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ

2. ใช้งบประมาณการผลิตน้อยที่สุด

3. สีเทียนมีคุณภาพตามมาตรฐาน

4. สีเทียนดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

2. นักเรียนบันทึกผลการตรวจสอบลงในใบกิจกรรมฝึกความคิด
สร้างสรรค์ ตอนที่ 5 ครั้งที่ 1 เมื่อเสร็จสิ้นการประเมินจึงนำผลการตรวจสอบไปปรับปรุง
แก้ไขชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพขึ้น แล้วนำกลับไปตรวจสอบครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 (ถ้ามี)

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (15 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการนำเสนอและนำเสนอชิ้นงาน
แนวความคิดออกแบบ และกระบวนการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ โดยอธิบายความรู้ที่
นำมาใช้ในการออกแบบและผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ พร้อมทั้งอธิบายแนวคิดในการ
ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน จากนั้นสรุปองค์ความรู้ที่ได้ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
ตอนที่ 6

2. นักเรียนอภิปรายร่วมกับระหว่างเพื่อนในชั้นเรียนและครูเกี่ยวกับ
กิจกรรมสีเทียนปลอดสารพิษ รวมทั้งการแก้ปัญหาและการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง
เนื้อเยื่อพืช (ชุดเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน)

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 8.1 หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ม.5 เล่ม 1
- 8.2 วิดีทัศน์เกี่ยวกับการทำเทียนหอมจากไขถั่วเหลือง
- 8.3 ใบความรู้ที่ 1 สีเทียนและการผลิตสีเทียนปลอดภัย
- 8.4 ใบความรู้ที่ 2 เนื้อเยื่อพืช
- 8.5 ใบความรู้ที่ 3 สีสกัดจากธรรมชาติ
- 8.6 ใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สีเทียนปลอดภัย

9. ภาระงานและชิ้นงาน

- 9.1 ภาระงาน
กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สีเทียนปลอดภัย
- 9.2 ชิ้นงาน
สีเทียนปลอดภัย

10. การวัดและประเมินผล

10.1 ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	• ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) เรื่อง เนื้อเยื่อพืช • ตรวจใบบันทึกกิจกรรม	• แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) เรื่อง เนื้อเยื่อพืช • ใบบันทึกกิจกรรม	• ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

10.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	• ตรวจใบกิจกรรม - ฝึกความคิด - สร้างสรรค์ - เรื่อง สีเทียน - ปลอดภัย • ตรวจแบบ - ประเมินความคิด - สร้างสรรค์ • ตรวจแบบ - ประเมินชิ้นงาน • สังเกตพฤติกรรม	• ใบกิจกรรม - ฝึกความคิด - สร้างสรรค์ - เรื่อง สีเทียน - ปลอดภัย • แบบประเมิน - ความคิดสร้างสรรค์ • แบบประเมิน - ชิ้นงาน • แบบประเมิน - ทักษะกระบวนการ - ทางวิทยาศาสตร์	• ใช้เกณฑ์การให้ - คะแนนความคิด - สร้างสรรค์ • อยู่ในระดับพอใช้ - ขึ้นไป • อยู่ในระดับพอใช้ - ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจำแนก 3. การลงความเห็น จากข้อมูล 4. การตั้งสมมติฐาน 5. การทดลอง 6. การตีความ และลงข้อสรุป			

11.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ	• สังเกตพฤติกรรม	• แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน	• อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 7. ความสามารถในการสื่อสาร 8. ความสามารถในการคิด 9. ความสามารถในการแก้ปัญหา 10. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 11. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	• สังเกตพฤติกรรม • สังเกตพฤติกรรม	• แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน • แบบประเมินการนำเสนอ	• อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป • อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....

.....

แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้
ความคิดสร้างสรรค์
(Creative Thinking)

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง

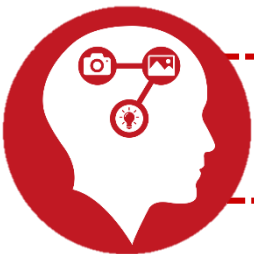
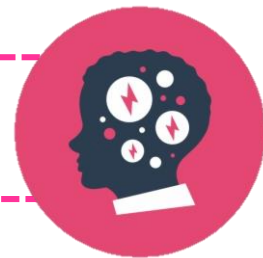
ความสามารถในการคิดของนักเรียนโดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสาน ความคิดผ่าน ประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือ ค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหาไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน ซึ่งลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว
2. ความคิดยืดหยุ่น
3. ความคิดริเริ่ม
4. ความคิดละเอียดลออ



ความคิดริเริ่ม คือ ความคิดที่แปลกใหม่
แตกต่างจากความคิดที่มีอยู่เดิม

ความคิดคล่องแคล่ว คือ การคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว
และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด



ความคิดยืดหยุ่น คือ การคิดหาคำตอบได้หลากหลายประเภท
และสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นอีกสิ่งหนึ่ง

ความคิดละเอียดลออ คือ การคิดในรายละเอียด
เพื่อตกแต่งและขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น



ใบความรู้
การคิดเป็นภาพ
 (Visual Thinking)

การคิดเป็นภาพ หมายถึง การคิดที่ช่วยกระตุ้นกระบวนการในสมอง ผ่านการเชื่อมโยงรูปภาพกับภาษาหรือข้อมูลที่สะสมไว้ในความทรงจำ แล้วถ่ายทอดออกมาเป็นภาพในหลากหลายรูปแบบ โดยวิธีการวาดตามกลวิธีการคิดเป็นภาพจะไม่เน้นที่ความสวยงาม แต่จะเน้นการสื่อความหมายให้เข้าใจ และเน้นความเร็วในการวาดภาพ โดยการคิดเป็นภาพประกอบด้วย 4 รูปแบบ ดังนี้

1. การเขียนสัญลักษณ์
2. การเขียนแผนภาพ
3. การเขียนภาพเชิงอุปมาอุปไมย
4. การเขียนภาพเล่าเรื่องราว



ภาพประกอบ 1 การคิดเป็นภาพ

ที่มา : <https://mooc.chula.ac.th/knowledge-detail/7>

ใบความรู้ที่ 1

สีเทียนและวิธีการผลิตสีเทียนปลอดภัย

ความหมาย

สีเทียน หมายถึง วัสดุที่ทำจากสีและไขมันเป็นส่วนผสมหลัก มีลักษณะเป็นแท่ง ปลายด้านหนึ่งอาจเป็นรูปกรวยซึ่งมีลักษณะตามรูปร่างแท่ง หรือรูปลักษณะอื่นที่เหมาะสมต่อการใช้งาน ใช้สำหรับวาดภาพหรือระบายสี ดังภาพประกอบ 1

สีเทียนที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. สีเทียนต้องมีเนื้อละเอียด มีความแข็งและมีความเข้มของสีสม่ำเสมอ เมื่อใช้ขีดหรือระบายบนกระดาษ ต้องไม่มีกลิ่นหืนและใช้ได้โดยไม่เปราะเปื้อนหรือหลุดเป็นเศษเล็กเศษน้อย การทดสอบให้ทำได้โดยการตรวจพินิจและทดสอบลงบนกระดาษ ส่วนการตรวจกลิ่นของสีเทียนให้ใช้ผู้ตรวจ 3 คน และผลการทดสอบต้องเป็นไปตามที่กำหนดทั้ง 3 คน

2. เมื่อนำไปทดสอบ สีเทียนต้องไม่โค้งหรืออ่อนตัวจากระดับเดิมเกิน

2 มิลลิเมตร

3. สีเทียนต้องทนแรงแตกหักได้ไม่น้อยกว่า 4 นิวตัน

4. สีเทียนต้องไม่มีสารเป็นพิษในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เมื่อทดสอบตาม ISO 8124-3 Safety of toys-Part 3: Migration of Certain Elements แล้ว ปริมาณโลหะหนักในสารละลายที่สกัดได้ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ดังตาราง 1



ภาพประกอบ 1 สีเทียน

ที่มา : <https://en.wikipedia.org/wiki/Crayon>

ตาราง 1 ปริมาณโลหะหนักในสารละลายที่สกัดได้

โลหะหนัก	เกณฑ์ที่กำหนด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
พลวง	60
สารหนู	25
แบเรียม	1,000
แคดเมียม	75
โครเมียม	60
ตะกั่ว	90
ปรอท	60
เซลีเนียม	500

การผลิตเทียนปลอดสารพิษ

วัสดุ/วัตถุดิบ

1. **ไขถั่วเหลือง (Soy Wax)** ผลิตจากน้ำมันของถั่วเหลืองธรรมชาติเป็นที่นิยมในการนำมาทำเทียนหอม เพราะเป็นมิตรต่อคนและสิ่งแวดล้อม ควันจากไซชนิดนี้จะเป็นสีขาว และมีปริมาณน้อยมาก จึงไม่ส่งผลเสียเมื่อสูดดม โดยไซชนิดนี้จะมีกลิ่นเฉพาะตัว อาจเป็นกลิ่นนมอ่อน ๆ หรือกลิ่นของถั่วที่ชัดเจน สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักได้เลยโดยไม่ต้องปรุงกลิ่นเพิ่มเติม นอกจากนี้ยังนิยมนำไปใช้แทนน้ำมันและมีผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับร่างกายเราโดยตรงด้วย เนื่องจาก Soy Wax เป็นวัตถุดิบที่สกัดมาจากธรรมชาติ จึงไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ลักษณะของไขถั่วเหลืองแสดงดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ลักษณะของไขถั่วเหลือง

ที่มา : <https://rusticrays.com/pages/what-is-soy-wax>

2. แป้งข้าวโพด (Corn Starch) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่สกัดจากเมล็ดข้าวโพด โดยมีการใช้งานทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และอื่น ๆ เนื่องจากมีคุณสมบัติพิเศษ แป้งข้าวโพดประกอบไปด้วยโพลีแซ็กคาไรด์สองชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเพคติน ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้ทำให้แป้งข้าวโพดมีคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น การเพิ่มความข้น การทำให้เสถียร และการสร้างเจล จึงเป็นที่นิยมในกระบวนการแปรรูปอาหาร เช่น การทำให้ซอส ชุป และพุดดิ้ง ลักษณะของแป้งข้าวโพดแสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 ลักษณะของแป้งข้าวโพด

ที่มา : https://medium.com/@best_of_foods_edition/best-corn-starch-brand-21b7e1e6ffa4

3. กัวร์กัม (Guar Gum) หรือ กัวแรน (Guaran) เป็นแกลักโตแมนแนน (Galactomannan) พบในพืชตระกูลถั่วอินเดียน *Cyamopsis tetragonoloba* โครงสร้างของ กัวร์กัมประกอบด้วยน้ำตาลแมนโนสที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β -1, 4 สายตรง โดยมี น้ำตาลกาแลคโตสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α -1, 6 เป็นแขนงข้าง กัวร์กัมเป็นพอลิเมอร์ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง และแข็งแรง นอกจากนี้ยังไม่มีพิษ สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ราคาไม่แพง และเป็นทรัพยากรที่นำกลับมาใช้ใหม่ได้

กัวร์กัมเป็นพอลิไฮดรอกซีไบโอโพลิเมอร์ (Polyhydroxy Biopolymer) ทำให้มีศักยภาพในการดูดซับสารต่าง ๆ สำหรับการบำบัดน้ำ แต่เนื่องจากกัวร์กัมสามารถละลายในน้ำได้ จึงมักต้องมีการปรับปรุงหรือผสมกับวัสดุอื่น คุณสมบัติในการกักเก็บน้ำและความสามารถในการเพิ่มความข้นของกัวร์กัมทำให้มีการใช้เป็นสารเพิ่มความหนืดและสารทำให้เสถียรในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอาง ลักษณะของกัวร์กัมแสดงดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 ลักษณะของกัวร์กัม

ที่มา : <https://www.guargum.co.in/blogs/exploring-the-benefits-and-uses-of-guarkernmehl-guar-gum-powder-in-industrial-applications>

4. สีสกัดจากธรรมชาติ (Natural Pigment) สีธรรมชาติที่มนุษย์รู้จักและนำมาประยุกต์ใช้ คือ สีที่ได้จากพืช สัตว์ ดิน และแร่ธาตุ ด้วยการศึกษาค้นคว้าทดลองแบบลองผิดลองถูกเพื่อให้เข้าถึงซึ่งเอกลักษณ์ของการให้สีที่แท้จริง อาจกล่าวได้ว่าต้นไม้แทบทุกต้นสามารถนำมาสกัดเป็นสี ใช้สำหรับหรับการย้อมวัสดุที่นำมาย้อมเป็นสีได้ จากการแสวงหาและสังเกตทำให้ทราบว่าต้นไม้ที่ให้ความฝาดซึ่งต้องทดลองชิมหรือทดลองขย่ำถ้ามีฝาดจะติดมือ และจากการสังเกตดูความเปลี่ยนแปลงของใบไม้ ใบที่มีความฝาดหรือมีฝาดที่เราคุ้นเคยหรือใบที่ขำ หากทิ้งไว้สักระยะหนึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล อีกทั้งส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ที่มีความฝาดสามารถนำมาทดลองสกัดเป็นน้ำสีตามที่ต้องการได้ขั้นตอนของการสกัดน้ำสีจากธรรมชาติไม่ซับซ้อน ลักษณะผงสีสกัดจากธรรมชาติแสดงดังภาพประกอบ 5 และตัวอย่างสีสกัดจากธรรมชาติและแหล่งสกัดแสดงดังตาราง 2



ภาพประกอบ 5 ลักษณะผงสีสกัดจากธรรมชาติ

ที่มา <https://vita-plus.ca/products/bulk-organic-matcha-green-tea-100g-5kg>

ตาราง 2 ตัวอย่างสีสกัดจากธรรมชาติและแหล่งสกัด

ตัวอย่างสีสกัด	แหล่งสกัด
เขียว	พืชใบเขียวสดทุกชนิด เช่น ชาเขียว ใบเตย ใบบัวบก
เขียวอ่อน	เพกา
เขียวขี้ม้า	หูกวาง
แดง	บีทรูท กระเจี๊ยบ
เหลือง	ขมิ้นชัน เปลือกกล้วย ดาวเรือง
ส้ม	แครอท เปลือกส้ม
น้ำตาล	ใบไม้แห้ง เนื้อไม้
น้ำเงิน	ดอกอัญชัน
ม่วง	ดอกอัญชันผสมน้ำมะนาว เปลือกมังคุด
เทา	มะพร้าวสด
เหลืองเข้ม	ใบขี้เหล็ก
แดง/ชมพู	แก่นฝาง
ดำ	ถ่านไม้ มะเกลือ

อุปกรณ์/เครื่องมือ

1. เตาไฟฟ้า ใช้สำหรับให้ความร้อน ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 เตาไฟฟ้า

ที่มา : <https://www.linlin.in.th/cafe-accessories/moka-pot/electric-stove-500w/>

2. หม้อสแตนเลส ใช้สำหรับต้มส่วนผสม ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 หม้อสแตนเลส

ที่มา : <https://www.rungruangsirir.com/itoplading>

3. **ช้อนสแตนเลส** ใช้สำหรับตักและคนสารให้เป็นเนื้อเดียวกัน
 ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ช้อนสแตนเลส
 ที่มา ช้อนคนกาแฟ-14-cm-สแตนเลส

4. **แม่พิมพ์สีเทียน** ใช้สำหรับขึ้นรูปสีเทียน ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แม่พิมพ์สีเทียน

ที่มา <https://www.etsy.com/au/listing/832653476/emlems-crayons-food-safe-silicone-mould>

ขั้นตอนการผลิตสีเทียนปลอดภัย

1. ชั่งและเตรียมส่วนผสมตามอัตราส่วนที่ต้องการ
2. เติมน้ำมันลงในหม้อสแตนเลส
3. นำไขมันไปละลายบนเตาไฟฟ้าด้วยความร้อนต่ำ จนมีความหนืด
4. ผสมแป้งข้าวโพดและกาวให้เข้ากันในภาชนะแยกต่างหาก
5. เติมน้ำมันในข้อ 4. ลงในหม้อที่ละลายไขมัน
6. ใช้ช้อนสแตนเลสคนส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
7. เติมน้ำมันจากธรรมชาติลงในสารผสม คนส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
8. เทสารผสมลงในแม่พิมพ์สีเทียน
9. ตั้งทิ้งไว้ให้สารผสมเย็นและแข็งตัว (สามารถนำไปแช่ที่อุณหภูมิต่ำได้)
10. นำสีเทียนออกจากแม่พิมพ์ และสามารถนำไปใช้งานได้

ใบความรู้ที่ 2

เนื้อเยื่อพืช

เนื้อเยื่อพืช (Plant Tissue) คือ กลุ่มของเซลล์พืชที่ทำหน้าที่ร่วมกัน แบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามความสามารถในการแบ่งเซลล์ ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญ และเนื้อเยื่อถาวร

เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic Tissue) ประกอบด้วย Active Cell และเซลล์แบบ Mitosis ตลอดอายุพืช ลักษณะของเซลล์ คือ มีลักษณะค่อนข้างกลม นิวเคลียสขนาดใหญ่ ผนังบาง และเปื่อยตึงแน่น สามารถจำแนกได้เป็น 3 ชนิด ตามตำแหน่งของพืช ดังนี้

1. เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (Apical Meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตแบบปฐมภูมิ (Primary Growth; 1o Growth) และเจริญเติบโตในแนวตั้ง พบได้ในพืชทุกชนิด แบ่งออกเป็น 2 ตำแหน่ง ดังนี้

1.1 เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (Shoot Apical Meristem; SAM) เมื่อแบ่งเซลล์ทำให้ลำต้น กิ่งยาวขึ้น

1.2 เนื้อเยื่อเจริญปลายราก (Root Apical Meristem; RAM) เมื่อแบ่งเซลล์ทำให้รากยาวขึ้น

2. เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (Intercalary Meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่เหนือข้อ (Node) ช่วยเพิ่มความยาวปล้อง (Internode) เป็นเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตแบบ 1o Growth และเจริญเติบโตในแนวตั้ง พบได้เฉพาะพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีปล้อง เช่น หญ้า อ้อย ข้าว ข้าวโพด และไผ่

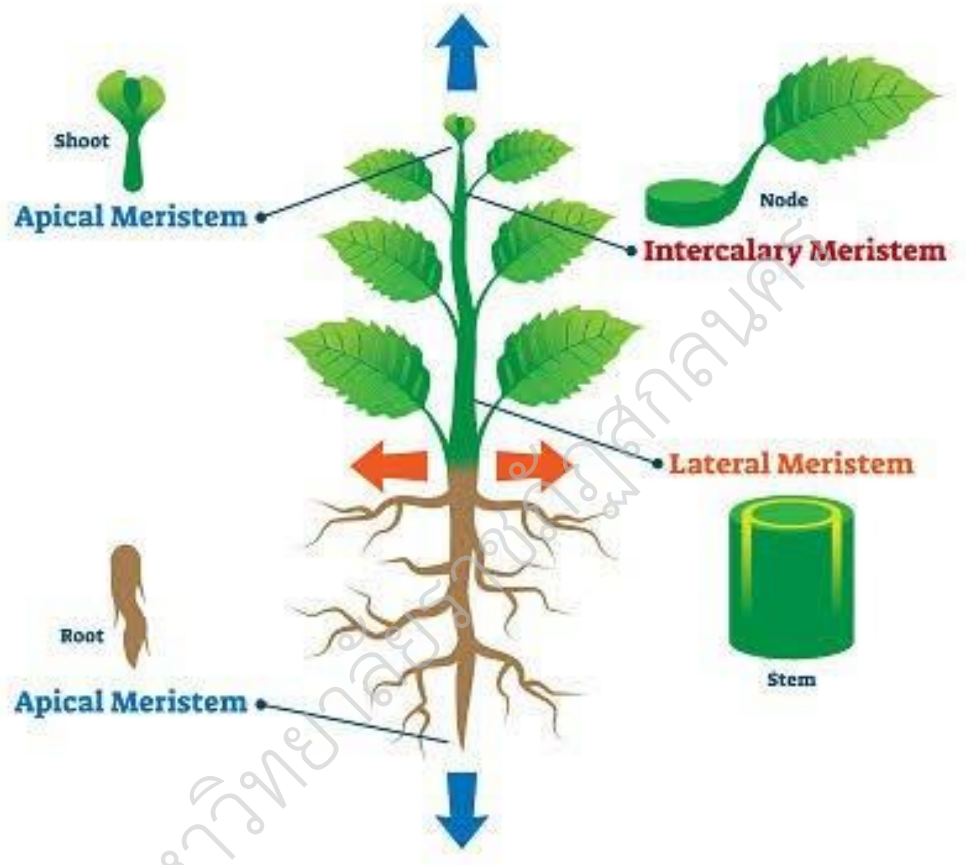
3. เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (Lateral Meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตแบบทุติยภูมิ (Secondary Growth; 2o Growth) และเจริญเติบโตออกด้านข้าง (Lateral Growth) พบเฉพาะในรากและลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ นอกจากนี้ยังสามารถพบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น มะพร้าว ปาล์ม หมากผู้หมากเมีย จันทน์ผา จันทน์แดง และปาล์มน้ำมัน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

3.1 วาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular Cambium) เมื่อแบ่งเซลล์ทำให้เกิดเนื้อเยื่อท่อลำเลียง (Vascular Tissue) ได้เป็น 2o xylem ทางด้านใน และ 2o Phloem ทางด้านนอก

3.2 คอร์กแคมเบียม (Cork Cambium) เมื่อแบ่งเซลล์ทำให้เกิดเนื้อเยื่อคอร์ก (Cork)

บริเวณที่พบเนื้อเยื่อเจริญส่วนต่าง ๆ แสดงดังภาพประกอบ 10

MERISTEMATIC TISSUE



ภาพประกอบ 10 เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic Tissue)

ที่มา : <https://www.quora.com/What-are-the-types-of-meristematic-tissue-in-plants>

การเจริญเติบโตของพืช (ภาพประกอบ 11) แบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การเจริญเติบโตขั้นแรก (Primary Growth) เกิดที่เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย โดยลำต้นจะเกิดการแบ่งเซลล์ที่เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (SAM) ส่วนรากจะเกิดการแบ่งเซลล์ที่บริเวณปลายราก (RAM) ได้เป็นเนื้อเยื่อเจริญขั้นปฐมภูมิ (Primary Meristem) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ต่าง ๆ กัน ดังนี้

1.1 โพรโทเดิร์ม (Protoderm) เจริญเติบโตเป็น Epidermis ซึ่งอยู่ชั้นนอกสุดของรากและลำต้น

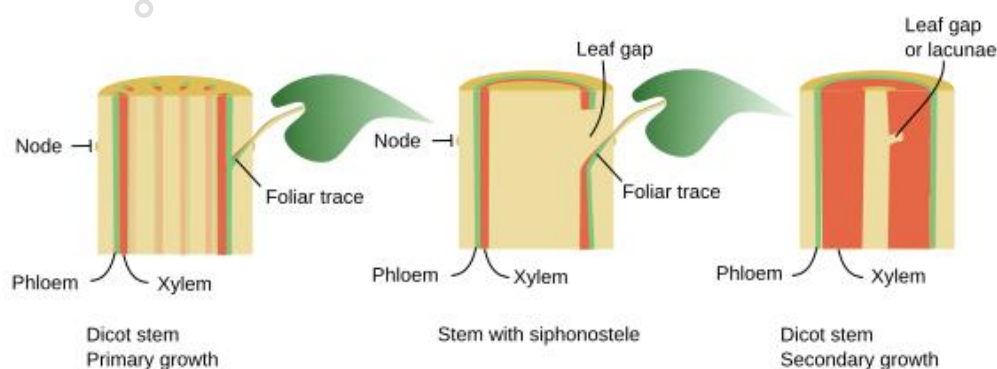
1.2 โพรแคมเบียม (Procambium) เจริญเป็น 1o Xylem, 1o Phloem และ Vascular Cambium

1.3 เนื้อเยื่อพื้น (Ground Meristem) เจริญเป็น Cortex, Pith และ Pith Ray

2. การเจริญเติบโตขั้นที่สอง (Secondary Growth) เป็นการเจริญเติบโตที่ต่อเนื่องจากการเจริญเติบโตขั้นแรก ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อลำเลียงของพืชใบเลี้ยงคู่ทุกชนิด ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวโดยทั่วไปมักไม่มี ซึ่งเนื้อเยื่อของการเจริญขั้นนี้ ดังนี้

2.1 วาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular Cambium) เป็นเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง อยู่ระหว่าง 1o Xylem และ 1o Phloem โดยการแบ่งตัวเข้าไปด้านในจะเจริญเป็น 2o xylem ได้แก่ Tracheid, Vessel Member, Xylem Fiber และ Xylem Parenchyma ส่วนเซลล์ที่แบ่งตัวออกด้านนอกเจริญเป็น 2o Phloem ได้แก่ Sieve Tube Member, Companion Cell, Phloem Fiber และ Phloem Parenchyma

2.2 คอร์กแคมเบียม (Cork Cambium) เป็นเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง เจริญเป็น Cork และ Phelloderm



ภาพประกอบ 11 การเจริญเติบโตของพืช

ที่มา : https://mmegias.webs.uvigo.es/02--english/2--organos-v/guiada_o_v_tprimario.php

วงปี (Annual Ring) คือ 2o Xylem ใน 1 ปี พบทั้งในรากและลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ที่เป็นไม้ยืนต้นและมีเนื้อไม้ รวมถึงพืชจำพวกสน (Pine) โดยวงปีสามารถบอกอายุของต้นไม้ได้ (1 วงปี = 1 ปี) ซึ่งแบ่ง 2o Xylem ได้ 2 ลักษณะ (ภาพประกอบ 12) ดังนี้

1. ฤดูที่มีน้ำมาก 2o Xylem จะมีการแบ่งตัวได้มาก มีขนาดใหญ่และผนังบาง เรียกว่า Spring Wood

2. ฤดูที่มีน้ำน้อย 2o Xylem แบ่งตัวได้น้อย มีขนาดเล็กและผนังบางเรียกว่า Summer Wood

ต้นไม้ที่มีอายุมากของพืชใบเลี้ยงคู่ สามารถจำแนกได้เป็น 2 บริเวณใหญ่ ๆ คือ

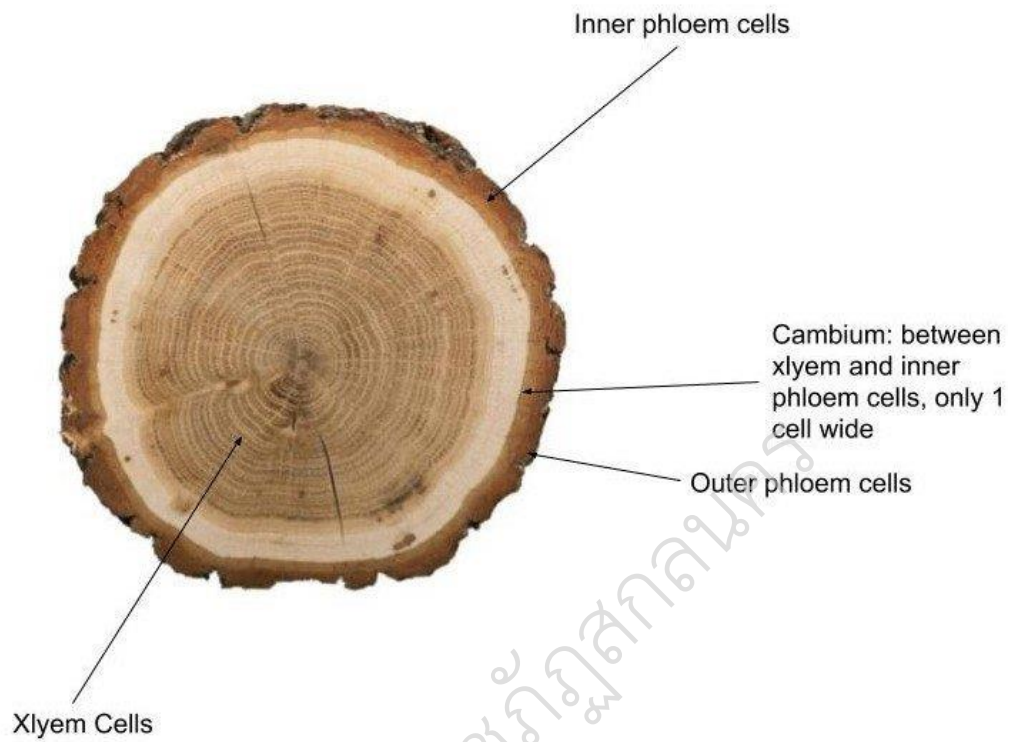
1. เปลือกไม้ (Bark) เป็นส่วนที่อยู่ถัดออกไปจากต้นไม้ที่มีอายุมากของพืชใบเลี้ยงคู่ สามารถจำแนกได้เป็น 2 บริเวณใหญ่ ๆ คือ

1. เปลือกไม้ (Bark) เป็นส่วนที่อยู่ถัดออกไปจาก Vascular Cambium มีความบอบบางกว่าเนื้อไม้และหลุดออกได้ง่าย ประกอบด้วย periderm และ 2o Phloem

2. เนื้อไม้ (Wood) เป็นส่วนที่อยู่ถัดเข้ามาจาก Vascular Cambium ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

2.1 แก่นไม้ (Heartwood) เป็นส่วนของ Xylem ที่อยู่ด้านใน มีสารมาสะสม เช่น แทนนิน และเรซิน จึงทำให้ไม่สามารถลำเลียงน้ำและแร่ธาตุได้ ส่งผลให้เนื้อไม้ส่วนนี้มีสีเข้ม เมื่อพืชอายุมากขึ้น แก่นไม้จะมีขนาดที่ใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจาก Xylem มีการอุดตันเพิ่มมากขึ้น

2.2 กระพี้ไม้ (Sapwood) เป็นส่วนของ Xylem ที่อยู่รอบนอก มีสีจางกว่าแก่นไม้ สามารถลำเลียงน้ำและแร่ธาตุได้ตามปกติ



ภาพประกอบ 12 วงปี (Annual Ring)

ที่มา : <https://www.kretzlumber.com/all-about-annual-growth-rings/>

เนื้อเยื่อถาวร (Permanent Tissue) เป็นเนื้อเยื่อของพืชที่เซลล์มีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ดังนั้นจึงไม่มีการเจริญหรือแบ่งแบบ Mitosis อีก แต่จะมีการเปลี่ยนแปลง (Differentiation) ไปทำหน้าที่เฉพาะ ซึ่งมีลักษณะที่หลากหลาย สามารถแบ่งเนื้อเยื่อถาวรได้เป็น 2 ชนิด ตามองค์ประกอบของเซลล์ ดังนี้

1. เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (Simple Permanent Tissue) ประกอบด้วยเซลล์ 1 ชนิด แบ่งตามหน้าที่ได้ ดังนี้

1.1 เนื้อเยื่อถาวรป้องกัน (Protective Tissue) (ภาพประกอบ 13)

– เอพิดERMิส (Epidermis) เป็นเซลล์เพียงชั้นเดียวและอยู่นอกสุด กำเนิดมาจาก Protoderm ส่วนใหญ่ไม่มีคลอโรพลาสต์ มีหน้าที่หลักเกี่ยวกับการป้องกันโครงสร้างภายในของพืช รวมถึงการแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ และการรักษาอุณหภูมิภายในของพืช

– คอร์ก (Cork) เป็นเนื้อเยื่อที่เกิดจากการแบ่งเซลล์ของ Cork Cambium พบได้ที่ชั้นนอกสุดของรากและลำต้นในพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีอายุตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป เมื่อพืชเจริญเติบโตเต็มที่ จะเหลือเพียงผนังเซลล์ เพราะโปรโทพลาสซึมและเยื่อหุ้มเซลล์สลายไป

1.2 เนื้อเยื่อพื้น (Ground Meristem) ประกอบด้วยพาเรงคิมา (Parenchyma) คอลเลงคิมา (Colenchyma) และสเกลอเรนคิมา (Sclerenchyma) แต่ในรากจะพบเอนโดเดอร์มิส (Endodermis) เพิ่มเข้ามาด้วย

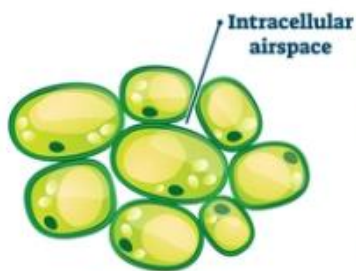
2. เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (Complex Permanent Tissue) เกิดจากเซลล์หลายชนิดมาอยู่รวมกันและทำหน้าที่ร่วมกันเป็นเนื้อเยื่อลำเลียง (Vascular Tissue) ซึ่งประกอบด้วย ไซเล็ม (Xylem) ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากดินไปสู่เซลล์ต่าง ๆ ส่วนโฟลเอ็ม (Phloem) ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงไปยังเซลล์ต่าง ๆ ดังภาพประกอบ 14

TYPES OF PLANT TISSUE

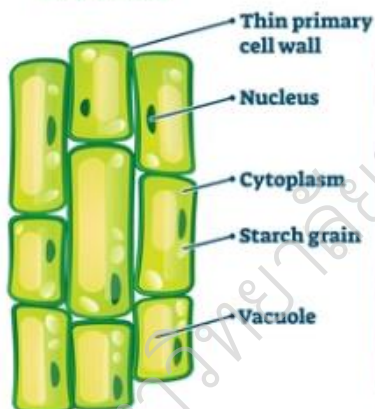
Parenchyma tissue



Potato



Cross section

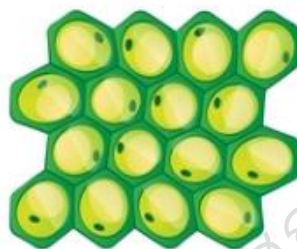


Longitudinal

Collenchyma tissue



Celery



Cross section

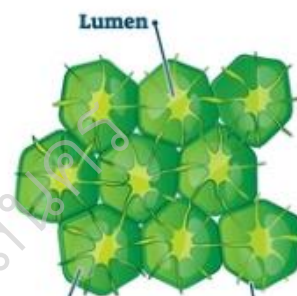


Longitudinal

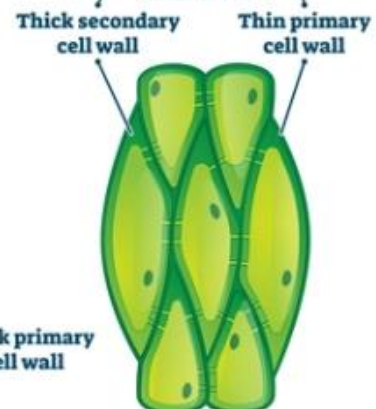
Sclerenchyma tissue



Pear



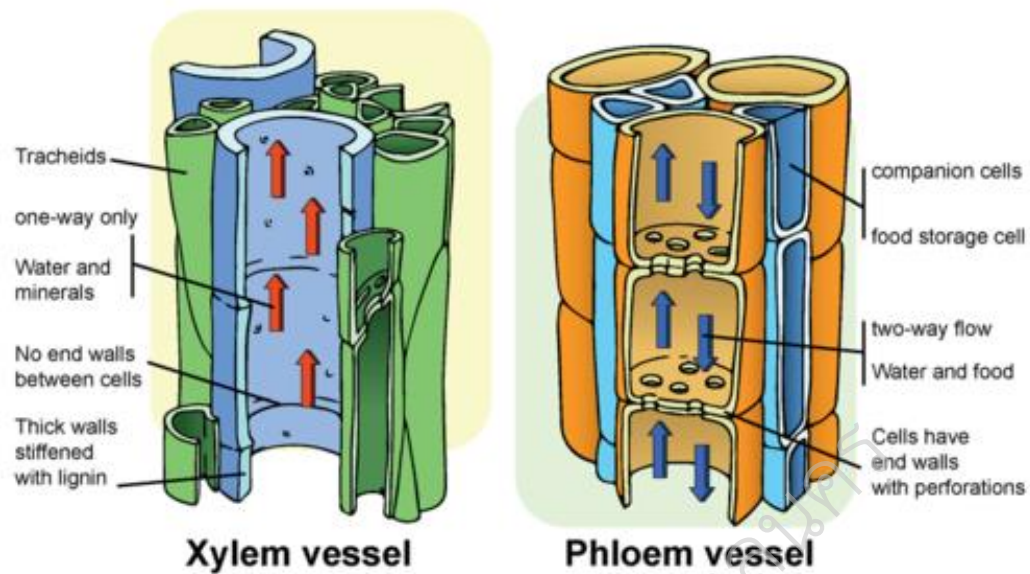
Cross section



Longitudinal

ภาพประกอบ 13 เนื้อเยื่อถาวรป้องกัน

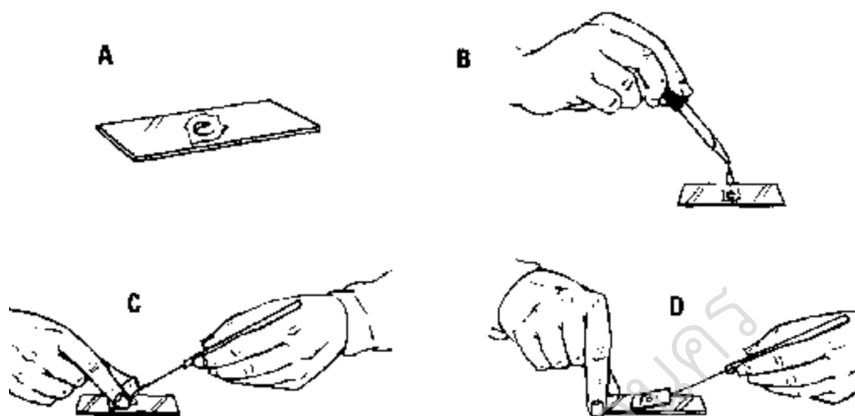
ที่มา : <https://88guru.com/library/biology/plant-tissue-vs-animal-tissue>



ภาพประกอบ 14 เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (Complex Permanent Tissue)

ที่มา : <http://learnplus.weebly.com/permanent-tissues.html>

วิธีการทำสไลด์สด (Prepare a Temporary Wet Mount)



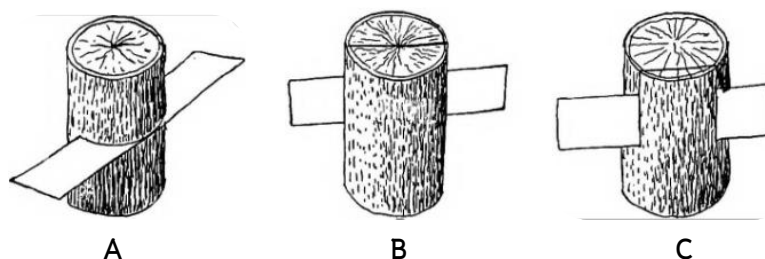
ที่มา: [https://discover.hubpages.com/education/](https://discover.hubpages.com/education/How-To-Make-A-Temporary-Wet-Mount-A-Biology-Lab-Slide)

How-To-Make-A-Temporary-Wet-Mount-A-Biology-Lab-Slide

วิธีทำ

- A. วางตัวอย่างที่ต้องการศึกษาลงบนสไลด์
 - B. ใช้ Dropper หยดน้ำลงบนตัวอย่าง ประมาณ 2-3 หยด
 - C. นำกระจกปิดสไลด์มาวางทับตัวอย่าง โดยวางด้านใดด้านหนึ่งติดขอบน้ำ ตั้งทำมุม 45 องศา
 - D. วางปิดกระจกลงช้า ๆ เพื่อไล่ฟองอากาศออก จากนั้นนำไปศึกษาได้
- กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

วิธีการเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อพืช



ที่มา: <https://www.alamy.com/image232360935.html>

วิธีการทำ

A. การตัดตามขวาง (Cross Section) ทำได้โดยการใช้มีดโกนตัดผ่านลำต้นบริเวณที่ต้องการศึกษา โดยให้ใบมีดโกนตั้งฉากกับลำต้น เมื่อตัดแล้วให้ทำซ้ำโดยตัดให้เป็นแผ่นบางที่สุด

B.-C. การตัดตามยาว (Long Section) ทำได้โดยการใช้มีดโกนตัดผ่านลำต้นตามแนวยาว โดยทำซ้ำตัดเป็นแผ่นบาง ๆ

จากนั้นนำตัวอย่างไปแช่ไว้ในน้ำที่เตรียมไว้

ใบความรู้ที่ 3

สีสกัดจากธรรมชาติ

สีสกัดจากธรรมชาติ (Natural Pigment) หมายถึง สีธรรมชาติที่มนุษย์รู้จักและนำมาประยุกต์ใช้ คือ สีที่ได้จากพืช สัตว์ ดิน และแร่ธาตุ ด้วยการศึกษา ทดลองแบบลองผิดลองถูกเพื่อให้เข้าใจถึงซึ่งเอกลักษณ์ของการให้สีที่แท้จริง อาจกล่าวได้ว่าต้นไม้แทบทุกต้นสามารถนำมาสกัดเป็นสี ใช้สำหรับหรับการย้อมวัสดุที่นำมาย้อมเป็นสีได้ จากการแสวงหาและสังเกตทำให้ทราบว่าต้นไม้ที่ให้ความฝาดซึ่งต้องทดลองชิมหรือทดลองขยำถ้ามียาง ยางฝาดจะติดมือ และจากการสังเกตดูความเปลี่ยนแปลงของใบไม้ ใบที่มีความฝาดหรือมียางที่เราคุ้นเคยหรือใบที่ซ้ำ หากทิ้งไว้สักระยะหนึ่งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล อีกทั้งส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ที่มีความฝาดสามารถนำมาทดลองสกัดเป็นน้ำสีตามที่ต้องการได้ขั้นตอนของการสกัดน้ำสีจากธรรมชาติไม่ซับซ้อน ลักษณะผงสีสกัดจากธรรมชาติแสดงดังภาพประกอบ 5 และตัวอย่างสีสกัดจากธรรมชาติและแหล่งสกัดแสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างสีสกัดจากธรรมชาติและแหล่งสกัด

ตัวอย่างสีสกัด	แหล่งสกัด
เขียว	พืชใบเขียวสดทุกชนิด เช่น ชาเขียว ใบเตย ใบบัวบก
เขียวอ่อน	เพกา
เขียวขี้ม้า	หูกวาง
แดง	ปีบรุท กระเจี๊ยบ
เหลือง	ขมิ้นชัน เปลือกกล้วย ดาวเรือง
ส้ม	แครอท เปลือกส้ม
น้ำตาล	ใบไม้แห้ง เนื้อไม้
น้ำเงิน	ดอกอัญชัน
ม่วง	ดอกอัญชันผสมน้ำมะนาว เปลือกมังคุด
เทา	มะพร้าวสด
เหลืองเข้ม	ใบขี้เหล็ก
แดง/ชมพู	แก่นฝาง
ดำ	ถ่านไม้ มะเกลือ

กิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สี่เทียนปลอดภัยพิช

วันที่/...../.....

เวลาที่ใช้ 2 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการในแต่ละด้าน ดังนี้

ด้านความรู้

อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช

ด้านทักษะกระบวนการ

1. ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความและลงข้อสรุป

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. มีความซื่อสัตย์สุจริต
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. ใฝ่เรียนรู้
5. มีจิตสาธารณะ

วัสดุและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการวัสดุและอุปกรณ์	จำนวน (หน่วย/กลุ่ม)
1	ไขถั่วเหลือง	30 กรัม
2	แป้งข้าวโพด	10 กรัม
3	แป้งมันสำปะหลัง	10 กรัม
4	กัวยำ	10 กรัม
5	ผงสีสกัดจากธรรมชาติ (สำเร็จรูป) ดังนี้ 5.1 ผงชาเขียว 5.2 ผงชาไทย	5 กรัม 5 กรัม
6	เตาไฟฟ้า	1 ตัว
7	หม้อ stainless	1 ใบ
8	ถ้วย stainless	2 ใบ
9	ช้อน stainless	3 อัน
10	แม่พิมพ์สี่เหลี่ยม	3 อัน
11	ชามพลาสติก	1 ใบ
12	น้ำดื่ม ปริมาตร 700 มิลลิลิตร	1 ขวด
13	กระดาษชำระ	1 ก่อ่ง
14	กระดาษ 100 ปอนด์ ขนาด A5	1 แผ่น
15	ฟูกัน เบอร์ 5	1 ด้าม
16	จานอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ	1 คู่

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน กำหนดสมาชิก 5-7 คน/ กลุ่ม
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สีเทียนปลอดสารพิษ ตอนที่ 1 สงสัยในปัญหา
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง สีเทียนและวิธีการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช และใบความรู้ที่ 3 เรื่อง สีสกัดจากธรรมชาติ และหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียนหรืออินเทอร์เน็ต
4. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สีเทียน และวิธีการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ กิจกรรมที่ 2 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช และกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สีสกัดจากธรรมชาติ พร้อมบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สีเทียนปลอดสารพิษ ตอนที่ 2 ค้นคว้าให้รู้ ข้อที่ 1 ข้อที่ 2 และข้อที่ 3 ตามลำดับ
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการวิธีการผลิตสีเทียนปลอดสาร เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการคำนวณอัตราส่วนวัตถุดิบที่ใช้ผลิตสีเทียน การผสมสีเทียน และการร่างแบบจำลองสีเทียนปลอดสารพิษ การสร้างจะต้องคำนึงถึงความแปลกใหม่น่าดึงดูดใจ และมีคุณภาพ โดยนักเรียนเขียนร่างแบบแนวคิดในการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สีเทียนปลอดสารพิษ ตอนที่ 3 นักออกแบบตัวน้อย โดยใช้ดินสอร่างภาพ พร้อมระบายสีให้สวยงาม และเน้นความคิดสร้างสรรค์ร่วมกับการคิดเป็นภาพ
6. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ออกแบบไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สีเทียนปลอดสารพิษ ตอนที่ 4 แผนการนักนวัตกรรมน้อย
7. นักเรียนนำใบรายการวัสดุและอุปกรณ์สำหรับเลือกซื้อของตามแผนที่ได้ออกแบบไว้และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะสีเทียนปลอดสารพิษที่ได้จากการผสมโดยการคำนวณอัตราส่วนที่แตกต่างกัน พร้อมทั้งระบุผลที่เกิดขึ้นภายหลังการผลิตสีเทียน ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สีเทียนปลอดสารพิษ ตอนที่ 5 ทดสอบสีเทียนปลอดสารพิษ จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนาสีเทียนปลอดสารพิษที่มีความแปลกใหม่น่าดึงดูดใจ และประเมินผลได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเงื่อนไขในการแก้ปัญหาหรือไม่

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาครั้งที่ 1

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อหาวิธีปรับปรุงวิธีการและขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

11. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้งตามแผนที่ร่วมกันวางไว้ จากนั้นบันทึกผล โดยระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหา ในครั้งที่ 1 โดยนำหลักการคิดเป็นภาพมาปรับใช้

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน พร้อมแนวความคิดการออกแบบ และกระบวนการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษจากเนื้อเยื่อพืช โดยอธิบายความรู้ที่นำมาใช้ในการออกแบบ และสีเทียนปลอดสารพิษ พร้อมทั้งอธิบายแนวคิดในการปรับปรุง แก้ไขชิ้นงาน

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สีเทียนปลอดสารพิษ เพื่อสรุปความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง สีเทียนปลอดสารพิษ ตอนที่ 6 สีสันนวัตกรรม

14. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

กิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 สงสัยในปัญหา

คำชี้แจง

นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

“ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของโรงงานผลิตสีเทียน โดยใช้ไขพาราฟินเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต แต่ประสบปัญหาเพราะเมื่อไขพาราฟินถูกความร้อนจะทำให้เกิดสารพิษขึ้น กรมอนามัยจึงออกกฎหมายใหม่ให้มีการผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ นักเรียนจะมีวิธีการใดในการออกแบบและผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ”

ซึ่งมีวัตถุประสงค์และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ ผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ

เงื่อนไข

1. ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ
2. ใช้งบประมาณการผลิตน้อยที่สุด
3. สีเทียนมีคุณภาพตามมาตรฐาน
4. สีเทียนดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ มีดังนี้

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

ชนิดดินปน	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	สีสัน
สีเทียมน เคมีสังเคราะห์			
สีเทียมน จากธรรมชาติ			

นักเรียนสังเกตพบความแตกต่างอย่างไรบ้าง จงอธิบายผลการพิจารณา

Blank lined paper for writing.

2.2 นักเรียนปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาเนื้อเยื่อพืชภายนอกและภายในด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้วิธีการการตัดตามขวางและการตัดตามยาว สังเกตพร้อมบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตาราง

ชนิดของพืช	ภาพ	คำอธิบายลักษณะโครงสร้างและหน้าที่
ว่านกาบหอย (ใบ)	<u>ตามยาว</u>	
	<u>ตามขวาง</u>	
ถั่วฝักยาว (ลำต้น)	<u>ตามยาว</u>	
	<u>ตามขวาง</u>	
สาหร่าย หางกระรอก	<u>ลักษณะภายนอก</u>	

2.3 นักเรียนปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาสีสกัดจากธรรมชาติ สังเกตพร้อมบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตาราง โดยการทดลองมีเงื่อนไขและวิธีการ ดังนี้

เงื่อนไข: กำหนดให้ผสมผงสีกับน้ำ อัตราส่วน 1/10 (กรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ)

วิธีการทดลอง: 1. ผสมสีและน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนด ลงในแก้วพลาสติก

2. เตรียมกระดาษขนาด A4 จำนวน 1 แผ่น

3. แบ่งช่องว่างตามจำนวนสีที่กำหนดให้ พร้อมระบุชนิด

4. ใช้พู่กัน เบอร์ 5 จุ่มสีที่ผสม ทาลงบนกระดาษช่องที่กำหนด (ทาครั้งเดียว) จากนั้นทำซ้ำจนครบทุกสี

5. ทิ้งให้สีแห้งและสังเกตผล

ประเภทสี	ชนิดสี	ลักษณะ	กลิ่น	เนื้อสัมผัส
สีสังเคราะห์	เขียว			
	ส้ม			
สีสกัดจากธรรมชาติ	ชาเขียว			
	ชาไทย			

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกับการคิดเป็นภาพ

ตอนที่ 3 นักออกแบบตัวน้อย

คำชี้แจง

3.1 นักเรียนระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการผลิตสี่เหลี่ยมปลดสารพิษเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการคำนวณอัตราส่วนวัตถุดิบที่ใช้สร้างดินปั้น การผสมดินปั้น และการร่างสี่เหลี่ยมปลดสารพิษ การสร้างจะต้องคำนึงถึงความแปลกใหม่ น่าดึงดูดใจและมีคุณภาพ โดยนักเรียนเขียนร่างแบบแนวคิดในการแก้ปัญหาลงในช่องว่าง

3.1.1 ชื่อผลงานของนักเรียน คือ

3.1.2 จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ

3.1.3 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน ดังนี้

.....

.....

.....

.....

3.1.4 เหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ชนิดนั้นมาออกแบบแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3.1.5 ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อเสีย และการนำไปใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์

ข้อดีด้าน.....	ข้อเสียด้าน.....	การนำไปใช้ประโยชน์ ด้าน.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....

ชั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 แผนการนักนวัตกรรมน้อย

คำชี้แจง

นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาทีละขั้นตามลำดับ

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1

.....

.....

ขั้นที่ 2

.....

.....

ขั้นที่ 3

.....

.....

ขั้นที่ 4

.....

.....

ขั้นที่ 5

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 5 ทดสอบสีเขียวปลอดสารพิษ

คำชี้แจง

5.1 นักเรียนตรวจสอบผลการสร้างชิ้นงานและแก้ปัญหา ครั้งที่ 1 โดยสังเกต
ลักษณะสีเขียวปลอดสารพิษที่ผลิตขึ้น จากนั้นบันทึกรายละเอียดที่สังเกตพบ พร้อมระบุ
ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ปัญหา ผู้ตรวจสอบเป็นนักเรียนกลุ่มอื่น จำนวน 3 คน
ผู้ตรวจคนที่ 1

ลำดับ	ลักษณะสีเขียวที่ต้องการ	ลักษณะสีเขียวที่ได้ (ครั้งที่ 1)
1	เนื้อสัมผัส มีความละเอียด.....	เนื้อสัมผัส
2	ความแข็งแรง แท่งสีมีความแข็ง ไม่งอโค้ง.....	ความแข็งแรง
3	ลักษณะเนื้อสี สีมีความเข้ม สม่ำเสมอตลอดแท่ง.....	ลักษณะเนื้อสี
4	กลิ่น ไม่มีกลิ่นหืน หรือมีกลิ่นหอม.....	กลิ่น
5	ลักษณะเมื่อใช้งาน สีติดกระดาษ เนื้อเรียบเนียน.....	ลักษณะเมื่อใช้งาน

ผู้ตรวจคนที่ 2

ลำดับ	ลักษณะสีเขียวที่ต้องการ	ลักษณะสีเขียวที่ได้ (ครั้งที่ 1)
1	เนื้อสัมผัส มีความละเอียด.....	เนื้อสัมผัส
2	ความแข็งแรง แท่งสีมีความแข็ง ไม่งอโค้ง.....	ความแข็งแรง
3	ลักษณะเนื้อสี สีมีความเข้ม สม่ำเสมอตลอดแท่ง.....	ลักษณะเนื้อสี
4	กลิ่น ไม่มีกลิ่นหืน หรือมีกลิ่นหอม.....	กลิ่น
5	ลักษณะเมื่อใช้งาน สีติดกระดาษ เนื้อเรียบเนียน.....	ลักษณะเมื่อใช้งาน

ผู้ตรวจคนที่ 3

ลำดับ	ลักษณะสีเทียนที่ต้องการ	ลักษณะสีเทียนที่ได้ (ครั้งที่ 1)
1	เนื้อสัมผัส มีความละเอียด.....	เนื้อสัมผัส
2	ความแข็งแรง แท่งสีมีความแข็ง ไม่งอโค้ง.....	ความแข็งแรง
3	ลักษณะเนื้อสี สีมีความเข้ม สม่ำเสมอตลอดแท่ง.....	ลักษณะเนื้อสี
4	กลิ่น ไม่มีกลิ่นหืน หรือมีกลิ่นหอม.....	กลิ่น
5	ลักษณะเมื่อใช้งาน สีติดกระดาษ เนื้อเรียบเนียน.....	ลักษณะเมื่อใช้งาน

5.2 นักเรียนตรวจสอบรายละเอียดของการพัฒนาสีเทียนปลอดสารพิษ
ให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมิณผลได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเงื่อนไข
ในการแก้ปัญหาหรือไม่ ในครั้งที่ 1

ลำดับ	รายการประเมิน	รายละเอียดของชิ้นงาน
1	วัตถุประสงค์ ผลิตสีเทียนปลอดสารพิษ	
2	เงื่อนไข 1) ใช้งบประมาณการผลิตน้อยที่สุด	
3	เงื่อนไข 2) สีเทียนมีคุณภาพตามมาตรฐาน	
4	เงื่อนไข 3) สีเทียนดึงดูดความพึงพอใจผู้บริโภค	

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

ปัญหา/ อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนบันทึกผลการปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา โดยบันทึกรายละเอียด
ของลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา ปัญหา อุปสรรค และแนวทางการแก้ปัญหา
ในครั้งที่ 2

ผู้ตรวจคนที่ 1

ลำดับ	ลักษณะสีเทียนที่ต้องการ	ลักษณะสีเทียนที่ได้ (ครั้งที่ 2)
1	เนื้อสัมผัส มีความละเอียด.....	เนื้อสัมผัส
2	ความแข็งแรง แท่งสีมีความแข็ง ไม่งอโค้ง.....	ความแข็งแรง
3	ลักษณะเนื้อสี สีมีความเข้ม สม่ำเสมอตลอดแท่ง.....	ลักษณะเนื้อสี
4	กลิ่น ไม่มีกลิ่นหืน หรือมีกลิ่นหอม.....	กลิ่น
5	ลักษณะเมื่อใช้งาน สีติดกระดาษ เนื้อเรียบเนียน.....	ลักษณะเมื่อใช้งาน

ผู้ตรวจคนที่ 2

ลำดับ	ลักษณะสีเทียนที่ต้องการ	ลักษณะสีเทียนที่ได้ (ครั้งที่ 2)
1	เนื้อสัมผัส มีความละเอียด.....	เนื้อสัมผัส
2	ความแข็งแรง แท่งสีมีความแข็ง ไม่งอโค้ง.....	ความแข็งแรง
3	ลักษณะเนื้อสี สีมีความเข้ม สม่ำเสมอตลอดแท่ง.....	ลักษณะเนื้อสี
4	กลิ่น ไม่มีกลิ่นหืน หรือมีกลิ่นหอม.....	กลิ่น
5	ลักษณะเมื่อใช้งาน สีติดกระดาษ เนื้อเรียบเนียน.....	ลักษณะเมื่อใช้งาน

ผู้ตรวจคนที่ 3

ลำดับ	ลักษณะสีเทียนที่ต้องการ	ลักษณะสีเทียนที่ได้ (ครั้งที่ 2)
1	เนื้อสัมผัส มีความละเอียด.....	เนื้อสัมผัส
2	ความแข็งแรง แท่งสีมีความแข็ง ไม่งอโค้ง.....	ความแข็งแรง
3	ลักษณะเนื้อสี สีมีความเข้ม สม่ำเสมอตลอดแท่ง.....	ลักษณะเนื้อสี
4	กลิ่น ไม่มีกลิ่นหืน หรือมีกลิ่นหอม.....	กลิ่น
5	ลักษณะเมื่อใช้งาน สีติดกระดาษ เนื้อเรียบเนียน.....	ลักษณะเมื่อใช้งาน

5.4 นักเรียนตรวจสอบรายละเอียดของการพัฒนาสีเขียวปลอดสารพิษ
 ให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ และประเมินผลได้ เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเงื่อนไข
 ในการแก้ปัญหาหรือไม่ ในครั้งที่ 2

ลำดับ	รายการประเมิน	รายละเอียดของชิ้นงาน
1	วัตถุประสงค์ ผลิตสีเขียวปลอดสารพิษ	
2	เงื่อนไข 1) ใช้งบประมาณการผลิตน้อยที่สุด	
3	เงื่อนไข 2) สีเขียวมีคุณภาพตามมาตรฐาน	
4	เงื่อนไข 3) สีเขียวดึงดูดความพึงพอใจผู้บริโภค	

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 2

.....

นักเรียนอธิบายเหตุผลของการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่
วางแผนแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ชั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

ตอนที่ 6 สีสันนวัตกรรม

คำชี้แจง

นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้	ความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา
วิทยาศาสตร์	
เทคโนโลยี	
วิศวกรรมศาสตร์	
ศิลปะ	
คณิตศาสตร์	

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

คำชี้แจง

เวลา 10 นาที

1. ให้นักเรียนระบุสิ่ง/เหตุการณ์ที่นักเรียนเคยพบเจอ โดยสิ่ง/เหตุการณ์ดังกล่าว ต้องมีส่วนเกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อพืช ตอบมาให้ได้หลากหลายด้าน และได้จำนวนมากที่สุด
2. ให้นักเรียนออกแบบและวาดภาพบรรจุภัณฑ์และโลโก้สินค้า สำหรับสี่เทียน ปลอดสารพิษ ตามความสนใจของนักเรียน ซึ่งต้องมีความแปลกใหม่ที่สุด ระบุเหตุผลที่ทำบรรจุภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้น พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกจุดเด่น และข้อดี ของผลิตภัณฑ์ รวมถึงบอกราคาขาย ต้นทุน กำไรของผลิตภัณฑ์นั้นให้เรียบร้อยโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แตกต่าง มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจ
4. แบบทดสอบนี้ให้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการคิดหาคำตอบ
5. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล้องแคล้ว ความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง: ให้นักเรียนระบุสิ่ง/เหตุการณ์ที่นักเรียนเคยพบเจอ โดยสิ่ง/เหตุการณ์ดังกล่าว
ต้องมีส่วนเกี่ยวข้องกับเนื้อเยื่อพืช ตอบมาให้ได้หลากหลายด้าน และได้จำนวน
มากที่สุด

1.....

1)	2)
3)	4)

2.....

1)	2)
3)	4)

3.....

1)	2)
3)	4)

กิจกรรมที่ 2 ฝึกความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนออกแบบและวาดภาพบรรจุภัณฑ์และโลโก้สินค้า สำหรับสี่เทียน
ปลอดสารพิษ ตามความสนใจของนักเรียน ซึ่งต้องมีความแปลกใหม่ที่สุด
ระบุเหตุผล ที่ทำบรรจุภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้น พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกจุดเด่น
และข้อดีของผลิตภัณฑ์ รวมถึงบอกราคาขาย ต้นทุน กำไรของผลิตภัณฑ์นั้นให้
เรียบร้อยโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ชื่อของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ

.....

.....

.....

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ.....

.....

.....

.....

จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

.....

.....

.....

ข้อดีของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

.....

.....

.....

ราคาขายผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

- ต้นทุน

- กำไร

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. เนื้อเยื่อพืชที่ประกอบด้วยเซลล์ที่ยังมีชีวิตและทำหน้าที่สะสมอาหารคือข้อใด (จำ)

ก. เนื้อเยื่อเจริญ	ข. เนื้อเยื่อคอลเลงโคมา
ค. เนื้อเยื่อโฟลเอ็ม	ง. เนื้อเยื่อไซเล็ม

2. เซลล์เนื้อเยื่อพืชชนิดใดที่สามารถแบ่งตัวอย่างต่อเนื่องเพื่อการเจริญเติบโตของพืช (เข้าใจ)

ก. เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด	ข. เนื้อเยื่อคอลเลงโคมา
ค. เนื้อเยื่อสเกลเลงโคมา	ง. เนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิส

3. หากพืชถูกตัดใบออกไปบางส่วน จะส่งผลอย่างไรต่อการลำเลียงสารอาหารในโฟลเอ็ม (ประยุกต์)

ก. การลำเลียงจะเพิ่มขึ้น	ข. การลำเลียงจะลดลง
ค. การลำเลียงจะหยุดชะงักทันที	ง. ไม่มีผลกระทบต่อการลำเลียง

4. ในการขยายพันธุ์พืชด้วยการตัดกิ่ง เนื้อเยื่อใดที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการงอกใหม่ (ประยุกต์)

ก. เนื้อเยื่อเจริญปลายราก	ข. เนื้อเยื่อคอลเลงโคมา
ค. เนื้อเยื่อเอพิเดอร์มิส	ง. เนื้อเยื่อโฟลเอ็ม

5. หากพบว่าใบของพืชมีการเหี่ยวเฉาอย่างรวดเร็ว ข้อใดอาจเป็นสาเหตุที่เป็นไปได้มากที่สุด (วิเคราะห์)

ก. การทำงานของโฟลเอ็มผิดปกติ	ข. การทำงานของไซเล็มผิดปกติ
ค. การสูญเสียเนื้อเยื่อคอลเลงโคมา	ง. การสังเคราะห์แสงหยุดลง

6. ถ้าเราต้องการออกแบบพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแห้งแล้ง เนื้อเยื่อพืชชนิดใดที่ควรได้รับการดัดแปลงมากที่สุด (สร้างสรรค์)

ก. เนื้อเยื่อเจริญ	ข. เนื้อเยื่อคอลเลงโคมา
ค. เนื้อเยื่อไซเล็ม	ง. เนื้อเยื่อโฟลเอ็ม

7. หน้าที่หลักของเนื้อเยื่อไซเล็มคืออะไร (จำ)

ก. ลำเลียงสารอาหาร	ข. ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ
ค. ช่วยในการสะสมอาหาร	ง. สร้างเซลล์ใหม่

8. ถ้าการลำเลียงน้ำในพืชลดลงเนื่องจากปัญหาในเนื้อเยื่อไซเล็ม ควรดำเนินการอย่างไร เพื่อฟื้นฟูการลำเลียงน้ำ (ประยุกต์)

ก. ลดการคายน้ำ	ข. เพิ่มการสังเคราะห์แสง
ค. เติมน้ำให้เพียงพอ	ง. กระตุ้นเนื้อเยื่อเจริญ

9. หากพืชมีปัญหาในการลำเลียงอาหารจากใบไปยังราก ข้อใดอาจเป็นสาเหตุของปัญหานี้ (วิเคราะห์)

- | |
|------------------------------|
| ก. การทำงานผิดปกติของโฟลเอ็ม |
| ข. การทำงานผิดปกติของไซเล็ม |
| ค. การทำลายเนื้อเยื่อเจริญ |
| ง. การสูญเสียของสเกลเลงโคมา |

10. หากต้องการพัฒนาพืชที่สามารถทนต่อความหนาวเย็นจัด ควรพัฒนาเนื้อเยื่อใดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (สร้างสรรค์)

ก. เนื้อเยื่อเจริญ	ข. เนื้อเยื่อโฟลเอ็ม
ค. เนื้อเยื่อคอลเลงโคมา	ง. เนื้อเยื่อไซเล็ม

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

ข้อ	เฉลย
1	ค
2	ก
3	ข
4	ก
5	ข
6	ค
7	ข
8	ค
9	ก
10	ง

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (16)	คิดเป็น ร้อยละ (100)
		ความคิด คล่องแคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ (4)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครมีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง: ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะปฏิบัติงาน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมินโดยการทำเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพ

1. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
6. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

รายการประเมิน	การลงคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต				
2. ทักษะการจำแนก				
3. ทักษะการตั้งสมมติฐาน				
4. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล				
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
6. ทักษะการทดลอง				
คะแนนรวม				
ระดับคะแนน				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน	
คะแนน	ระดับคะแนน
20-24	4
15-19	3
10-14	2
ต่ำกว่า 10	1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ	
ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะ การสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกันเพื่อสัมผัส โดยตรงกับวัตถุ และบันทึกการ สังเกตโดยไม่ใส่ ความคิดเห็น ส่วนตัวของผู้ สังเกตไปในสิ่งที่ สังเกตได้ข้อมูล ถูกต้องครบถ้วน	ใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกันเพื่อสัมผัส โดยตรงกับวัตถุ และบันทึกการ สังเกตโดยไม่ใส่ ความคิดเห็น ส่วนตัวของผู้ สังเกตไปในสิ่งที่ สังเกตได้ข้อมูล ถูกต้องเป็นส่วน ใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกันเพื่อสัมผัส โดยตรงกับวัตถุ และบันทึกการ สังเกตโดยไม่ใส่ ความคิดเห็น ส่วนตัวของผู้ สังเกตไปในสิ่งที่ สังเกตได้ข้อมูล ถูกต้องเป็น บางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกันเพื่อสัมผัส โดยตรงกับวัตถุ และบันทึกการ สังเกตโดยไม่ใส่ ความคิดเห็น ส่วนตัวของผู้ สังเกตไปในสิ่งที่ สังเกตได้ข้อมูล ถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะ การจำแนก	บอกเกณฑ์ที่ใช้ ใน การจำแนก ประเภทได้ เหมาะสมแบ่ง วัตถุหรือ เหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่ กำหนดได้	บอกเกณฑ์ที่ใช้ใน การจำแนก ประเภทได้ เหมาะสมแบ่ง วัตถุหรือ เหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่ กำหนดได้ เป็นส่วนใหญ่	บอกเกณฑ์ที่ใช้ใน การจำแนก ประเภทได้ เหมาะสมแบ่ง วัตถุหรือ เหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่ กำหนดได้ บางส่วน	บอกเกณฑ์ที่ใช้ ในการจำแนก ประเภทได้ เหมาะสมแบ่ง วัตถุหรือ เหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่ กำหนดไม่ได้
3. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	พูดหรือเขียน แสดง คำตอบ ล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกต ด้วยการใช้ความ	พูดหรือเขียน แสดง คำตอบ ล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกต ด้วยการใช้ความ	พูดหรือเขียน แสดง คำตอบ ล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกต ด้วยการใช้	พูดหรือเขียน แสดง คำตอบ ล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกต ด้วยการใช้

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	สัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้อย่างสมเหตุสมผลทุกครั้ง	สัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้สมเหตุสมผลบ่อยครั้ง	ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้อย่างสมเหตุสมผลบางครั้ง	ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามอย่างไม่สมเหตุสมผล
4. ทักษะการลงความ คิดเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดีมาก ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความ คิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดี ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลง ความ คิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม พอสมควร	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ พอใช้เปลี่ยนแปลงการลงความ คิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม บางส่วน	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตได้เล็กน้อย สามารถอธิบายเกี่ยวกับ ข้อมูลที่รวบรวมมา ได้เล็กน้อย ยอมรับ การเปลี่ยนแปลงการลงความ คิดเห็น เมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม บางส่วน
5. ทักษะการตีความหมาย ข้อมูลและการลง ข้อสรุป	แปลความ หมายถูกต้อง และสรุปผล อย่าง สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความ หมายถูกต้อง แต่สรุปผล ไม่สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความ หมายถูกต้องเป็นบางส่วน แต่สรุปผลไม่ สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความ หมายไม่ถูกต้อง บางส่วน และไม่สรุปผล
6. ทักษะการ ทดลอง	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและ	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและ	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและ	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สอดคล้องกับปัญหาและแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	ผลอย่างชัดเจน มี การวางแผน กำหนดขั้นตอน การทำงานได้ ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลอง ถูกต้อง ตามหลักการ ปฏิบัติอย่าง คล่องแคล่ว ทำการทดลอง ตามขั้นตอนที่ กำหนด บันทึกผล การทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการ ทดลองด้วย ตนเองได้ชัดเจนดี มาก อภิปรายผล การทดลองได้ อย่างถูกต้อง สมบูรณ์มากที่สุด	ผลอย่างดีมีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการ ทำงานได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลอง ถูกต้อง ตามหลักการ ปฏิบัติทำการ ทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการ ทดลองด้วย ตนเองได้ชัดเจนดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์	ผลอย่างดีมีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการ ทำงานได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลอง ถูกต้อง ตามหลักการ ปฏิบัติ ทำการทดลอง ตามขั้นตอน ที่กำหนด บันทึก ผลการทดลอง อย่างถูกต้อง ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการ ทดลองด้วย ตนเองได้ดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้อง	ผลอย่างดีมีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการ ทำงาน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลอง ถูกต้อง ตามหลักการ ปฏิบัติ ทำการทดลอง ตามขั้นตอน ที่กำหนด บันทึก ทดลองดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดีจัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการ ทดลองด้วย ตนเองได้ดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้องบางส่วน

แบบประเมินการนำเสนอ

คำชี้แจง: ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

1. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
6. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่น่าสนใจ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

การนำเสนอ หมายถึง การถ่ายทอดเนื้อหา สารที่ผสมผสานกันระหว่าง
ศิลปะการพูดกับการแสดงข้อมูล ในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

แนวทางการให้คะแนน

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	ดี (1 คะแนน)
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่งกายถูก ระเบียบ สะอาด เรียบร้อย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเองและแต่ง กายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาทในการ พูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินห่าง เสียดลี ผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มอง หน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและ สบตา ผู้ฟัง อาย พูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำ ควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำ ข้อความ สุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำ ควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำ ข้อความ สุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตาม หลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ ถ้อยคำข้อความที่ ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่ หลากหลาย เช่น ใช้ ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอ เลย ท่องตามที่ เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่น่าสนใจ มี สาระสำคัญ ตรงกับ หัวข้อประเด็น กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับ หัวข้อเรื่อง

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนประเมินผลงานนักเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓ □) ลงในช่อง
ที่ตรงกับระดับคะแนน

1. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
6. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยื่นแบบไว้			
2	ตรงตามวัตถุประสงค์และเงื่อนไขที่กำหนดไว้			
3	มีความคิดสร้างสรรค์			
4	ความแข็งแรงของชิ้นงาน			
5	ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-13	ดี
6-9	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงาน ตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจน และสามารถนำเหตุผล มาสนับสนุนในการ ออกแบบได้อย่าง ชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจน แต่ไม่สามารถนำ เหตุผลมาสนับสนุนใน การออกแบบได้	รูปแบบไม่มีความ ชัดเจนและไม่สามารถ นำเหตุผลมาสนับสนุน ในการออกแบบได้
2. ตรงตาม วัตถุประสงค์และ เงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพตรง ตามวัตถุประสงค์ เงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพตรง ตามวัตถุประสงค์ แต่ไม่ เป็นไปตามเงื่อนไขที่ กำหนดไว้	ชิ้นงานคุณภาพ และไม่เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ เงื่อนไขที่กำหนดไว้
3. มีความคิด สร้างสรรค์	มีจินตนาการในการ คิด หรือแนวคิดที่ แปลกใหม่ในการ พัฒนาและปรับปรุง ชิ้นงานให้ดีขึ้น จาก แนวคิดเดิมหรือ แนวคิดต้นแบบ พร้อม อ้างอิงเจ้าของแนวคิด ต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและ ปรับปรุงชิ้นงานให้ดีขึ้น ยิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของ แนวคิดต้นแบบอย่าง ถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูล แนวคิด จากแหล่งต่าง ๆ และมี การอ้างอิงแนวคิด เจ้าของแนวคิดต้น แบบอย่างถูกต้อง แต่ ไม่มีการพัฒนา ปรับปรุงแนวคิด ต้นแบบ
4. ความแข็งแรงของ ชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน และสะอาด	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน แต่ไม่มีความ สะอาด	ชิ้นงานไม่มีความ แข็งแรง ทนทาน และ ไม่มีความสะอาด
5. ทำงานเสร็จภายใน เวลาที่กำหนด	เสร็จตามเวลา ที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่ กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลา ที่กำหนด 10 นาที

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญ

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียน

แล้วทำเครื่องหมายถูก (☐ ☒) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

1. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
6. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กกเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิด สิทธิของผู้อื่น			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ			
2. มีความซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง			
	2.2 ไม่หาประโยชน์ในทางไม่ถูกต้อง			
3. มุ่งมั่น ในการทำงาน	3.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย			
	3.2 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วย ตนเอง			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียร พยายามในการเรียนรู้			
	4.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน			
5. มีจิตสาธารณะ	รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			

ตาราง (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
6. ความสามารถในการสื่อสาร	6.1 มีความสามารถในการนำเสนองาน			
	6.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
7. ความสามารถในการคิด	7.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	7.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	7.3 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	8.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมนักเรียน	คะแนน
ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	3
ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	2
ปฏิบัติบางครั้ง	1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
46-60	ดีมาก
31-45	ดี
16-30	พอใช้
ต่ำกว่า 15	ปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม รายวิชา ชีววิทยา รหัสวิชา ว30243
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เวลา 17 ชั่วโมง
 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ เวลา 3 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระชีววิทยา 3

มาตรฐานการเรียนรู้ 3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ ม.5/4 สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง

1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระจำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตัวชี้วัด ค.1.3 ม.5/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินในการแก้ปัญหา

1.3 กลุ่มสาระการเรียนรู้เทคโนโลยี

สาระเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.5/1 ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะจากศาสตร์ต่าง ๆ รวมทั้งทรัพยากรในการทำโครงการเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.5/1 รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศในการแก้ปัญหาหรือเพิ่มมูลค่าให้กับบริการหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตจริงอย่างสร้างสรรค์

1.4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

สาระทัศนศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิวิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิด ต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/1 วิเคราะห์การใช้ทัศนธาตุและหลักการออกแบบในการสื่อความหมายในรูปแบบต่าง ๆ

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/3 วิเคราะห์การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเทคนิคของศิลปินในการแสดงออกทางทัศนศิลป์

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/6 ออกแบบงานทัศนศิลป์ได้เหมาะสมกับโอกาสและสถานที่

ตัวชี้วัด ศ 1.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์และอธิบายจุดมุ่งหมายของศิลปินในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เทคนิค และเนื้อหาเพื่อสร้างสรรค์งานทัศนศิลป์

2. สาระการเรียนรู้

โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบพืช

3. สาระสำคัญ

ใบ (Leaf) เป็นโครงสร้างที่อยู่เหนือดินเช่นเดียวกับลำต้น โดยทั่วไปมักมีลักษณะเป็นแผ่นสีเขียว ใบทำหน้าที่เป็นแหล่งเกิดเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์ด้วยแสง รวมถึงเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้

นักเรียนสามารถสังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวางได้

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

4.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนก ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.3.1 ซื่อสัตย์สุจริต

4.3.2 มีวินัย

4.3.3 ใฝ่เรียนรู้

4.3.4 มุ่งมั่นในการทำงาน

4.3.5 มีจิตสาธารณะ

5. สมรรถนะสำคัญ

5.1 ความสามารถในการสื่อสาร

5.2 ความสามารถในการคิด

5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา

5.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

5.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

วิทยาศาสตร์

โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบพืช และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี

การใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูล และการใช้ความรู้ ทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย

วิศวกรรมศาสตร์

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และการสร้างชิ้นงาน

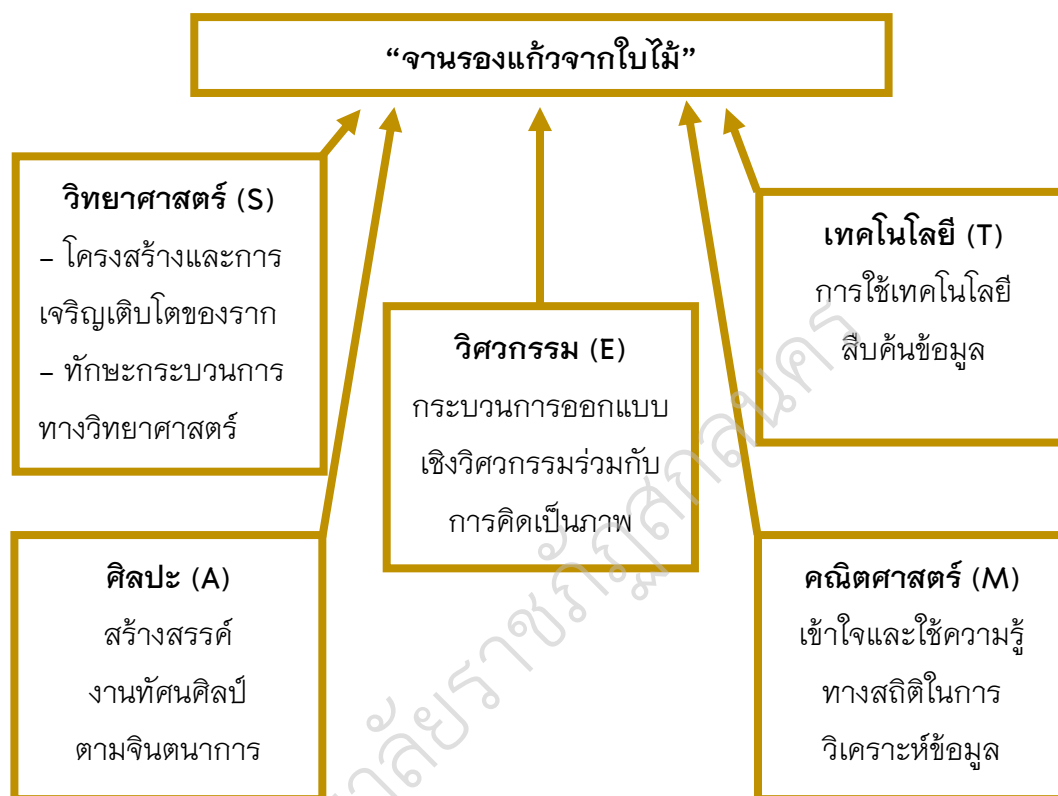
ศิลปะ

สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจัยคุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่อกันศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

คณิตศาสตร์

เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอ และวิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายจากผลลัพธ์ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพของ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 แสดงดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

7. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนสามารถพบเจอในชีวิตประจำวัน จากนั้นนักเรียนร่วมกันระดมความคิดและระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาเงื่อนไขและข้อจำกัดของปัญหา แยกแยะส่วนประกอบ สาเหตุ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิธีการ และแนวทาง ในการแก้ปัญหาจากใบความรู้และแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อนำความรู้ที่ได้มาบูรณาการ สำหรับใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

นักเรียนร่างภาพส่วนประกอบต่าง ๆ ของชิ้นงาน หรือออกแบบการทดลอง อย่างสร้างสรรค์โดยใช้การคิดเป็นภาพ เพื่อแก้ปัญหาที่ระบุได้โดยคำนึงถึงเงื่อนไขและ ข้อจำกัดของปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

นักเรียนร่วมกันวางแผนและเขียนแบบแผนการปฏิบัติงาน โดยอ้างอิงจากร่างวิธีการแก้ปัญหาร่วมกันออกแบบโดยเลือกวิธีการที่เหมาะสมต่อปัญหาที่สุด จากนั้น ดำเนินการแก้ปัญหา หรือสร้างชิ้นงานตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมิน และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

นักเรียนทดสอบชิ้นงานและประเมินผลงาน โดยยึดผลว่าเป็นรูปธรรมตาม เป้าหมายหรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการและอยู่ภายใต้เงื่อนไข ที่กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ หากพบข้อบกพร่องของชิ้นงานหรือวิธีการจะต้องปรับปรุงให้มี ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยสามารถสื่อสารให้ผู้ฟังรับรู้ถึงปัญหาและวิธีการแก้ปัญหามาจากการใช้ภาพ ตั้งแต่ กระบวนการเริ่มต้นจนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย จากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล การแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับต้นไม้ผลัดใบทำไม? เมื่อธรรมชาติเริ่มทำงานแทนเรา

(ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=QmNnBRz10xQ>)

2. ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

2.1 คลิปวิดีโอที่ครูนำมาให้นักเรียนดู มีเนื้อหาเกี่ยวกับอะไร

(แนวคำตอบ: ต้นไม้ผลัดใบครับ/ค่ะ)

3. ครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดจากต้นไม้ผลัดใบ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นปัญหาที่เกิดจากต้นไม้ผลัดใบ

4. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

สถานการณ์ปัญหา

“ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของที่ป้องกันไฟฟ้า แต่ประสบปัญหาของใบไม้ทับถมในแต่ละปี อันก่อให้เกิดไฟฟ้า ในฐานะเจ้าของที่ป้องกันไฟฟ้า นักเรียนจะมีวิธีการใดในการนำใบไม้มาประยุกต์สร้างเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า เพื่อใช้รณรงค์ให้คนสนใจดูแลความสะอาดเรียบร้อยของป่า โดยผลิตภัณฑ์นี้จะต้องมีความแปลกใหม่ ต้นทุนต่ำ และน่าดึงดูดใจ” ซึ่งมีวัตถุประสงค์และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ สร้างจากรองแกวจากใบไม้

เงื่อนไข 1. ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ

2. สวยงามและน่าดึงดูดใจ (ความพึงพอใจของผู้บริโภค)

3. ใช้งบประมาณในการทำหุ่นจำลองน้อยที่สุด

5. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จากรองแกวจากใบพืช” ตอนที่ 1 สงสัยในปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาข้อมูลและแนวคิดจากใบความรู้ ดังนี้
 - 1.1 โครงสร้าง หน้าที่ และวิธีการศึกษาใบพืช
 - 1.2 พงใบไม้
 - 1.3 จานรองแก้ว

กิจกรรมที่ 1 : โครงสร้าง หน้าที่ และวิธีการศึกษารากพืชใบเลี้ยงคู่

2. ครูใช้คำถามเชื่อมโยงความรู้และกระตุ้นความคิด ดังนี้
 - 2.1 นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ใบพืชประกอบด้วยเนื้อเยื่อพืชชนิดใดบ้าง
(แนวคำตอบ: ใบปฐมภูมิ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเจริญ ส่วนใบทุติยภูมิ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อถาวร)
 - 2.2 นักเรียนทราบหรือไม่ว่า นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการใดในการศึกษาโครงสร้างใบพืช เพราะเหตุใด
(แนวคำตอบ: นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการเตรียมตัวอย่างใบพืชโดยการตัดแบ่งตามแนวยาว (Long Section) และแนวขวาง (Cross Section) เพื่อใช้ศึกษาได้กล้องจุลทรรศน์)
3. ครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลจากใบความรู้ที่ 1 และชี้แจงรายละเอียดการทำปฏิบัติการศึกษาโครงสร้างใบพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และอธิบายวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ ดังนี้

3.1 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง	จำนวน 1 ตัว/กลุ่ม
3.2 จานอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ	จำนวน 1 คู่/กลุ่ม
3.3 ใบมีดโกน	จำนวน 1 ก้อน/กลุ่ม
3.4 พู่กัน เบอร์ 2	จำนวน 3 ด้าม/กลุ่ม
3.5 แผ่นสไลด์	จำนวน 10 แผ่น/กลุ่ม
3.6 กระจกปิดสไลด์	จำนวน 1 ก้อน/กลุ่ม
3.7 น้ำดื่ม ขนาด 250 มิลลิลิตร	จำนวน 1 ขวด/กลุ่ม

4. ครูอธิบายขั้นตอนการทดลอง เรื่อง การทำปฏิบัติการศึกษาโครงสร้างใบพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ตวงน้ำดื่ม ปริมาตร 20 มิลลิลิตร เทลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

4.2 ทำการเตรียมตัวอย่างใบพืช (ศึกษาวิธีการเตรียมตัวอย่างใบพืช จากใบความรู้ที่ 1) จากพืชตัวอย่าง ดังนี้

4.2.1 ใบกล้วย

4.2.2 ใบเตย

4.2.3 ใบบัวบก

4.3 ทำการเตรียมสไลด์สด (ศึกษาวิธีการเตรียมสไลด์สดจาก

ใบความรู้ที่ 1)

4.4 นำสไลด์สดใบพืชที่เตรียมแล้วมาศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์ และ บันทึกผลลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จานรองแก้วจากใบพืช” ตอนที่ 2 สืบไปให้รู้มา ข้อที่ 1

กิจกรรมที่ 2 : ทำความรู้จักดินปั้นจากวัสดุธรรมชาติ

5. ครูแจกแป้งมันสำปะหลังและผงใบเตยบดละเอียด อย่างละ 1 กรัม พร้อมแจกถุงพลาสติก 2 ใบ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แล้วให้นักเรียน นำผงทั้งสองชนิด บรรจุใส่ถุงแยกกัน จากนั้นทดลองบีบดินปั้นที่บรรจุในถุง สังเกตลักษณะเนื้อสัมผัส และ บันทึกผลลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จานรองแก้วจากใบพืช” ตอนที่ 2 สืบไปให้รู้มา ข้อที่ 2

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ (ชั่วโมงที่ 2)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับสถานการณ์ วัตถุประสงค์ และ เงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

สถานการณ์ปัญหา

“ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของหน้าที่ป้องกันไฟฟ้า แต่ประสบปัญหาของ ใบไม้ทับถมในแต่ละปี อันก่อให้เกิดไฟฟ้า ในฐานะเจ้าของหน้าที่ป้องกันไฟฟ้า นักเรียนจะมีวิธีการใดในการนำใบไม้มาประยุกต์สร้างเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า เพื่อใช้รณรงค์ให้คนสนใจ ดูแลความสะอาดเรียบร้อยของป่า โดยผลิตภัณฑ์นี้จะต้องมีความแปลกใหม่ ต้นทุนต่ำ และ น่าดึงดูดใจ” ซึ่งมีวัตถุประสงค์และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ สร้างจานรองแก้วจากใบไม้

เงื่อนไข 1. ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ

2. สวยงามและน่าดึงดูดใจ (ความพึงพอใจของผู้บริโภค)

3. ใช้งบประมาณในการทำหุ่นจำลองน้อยที่สุด

2. ครูแนะนำและแจกอุปกรณ์สำหรับใช้ทำกิจกรรมที่นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับ โดยไม่ต้องมีค่าใช้จ่าย ดังนี้

3. ครูแนะนำนักเรียนแต่ละกลุ่มเกี่ยวกับข้อจำกัดของการเลือกใช้อุปกรณ์ในการออกแบบและร่างแบบภาพจานรองแก้วที่กำหนดให้เท่านั้น และมีเงื่อนไขเกี่ยวกับต้นทุนของวัสดุ อุปกรณ์ที่จะใช้ในการปั้นจานรองแก้ว ดังตาราง 1

ตาราง 1 รายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคา
1	แป้งมันสำปะหลัง	100 กรัม/กลุ่ม	ฟรี
2	น้ำตม ขนาด 250 มิลลิลิตร	1 ขวด/กลุ่ม	ฟรี
3	ขามพลาสติกปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร	1 ใบ/กลุ่ม	ฟรี
4	ถุงมือ	3 คู่/กลุ่ม	ฟรี
5	ไม้เสียบลูกชิ้น	2 อัน/กลุ่ม	ฟรี
6	ฟูกัน เบอร์ 2	1 ด้าม/กลุ่ม	ฟรี
7	ถ้วยพลาสติก ปริมาตร 50 มิลลิลิตร	1 ใบ	2 บาท
8	ผงกาแฟ	100 กรัม	1 บาท
9	ผงชาเขียว	100 กรัม	1 บาท
10	ผงชาไทย	100 กรัม	1 บาท
11	แป้งมันสำปะหลัง	1 กรัม	5
12	ไม้เสียบลูกชิ้น	1 อัน	2
13	ผงใบเตย	100 กรัม	1 บาท

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างจานรองแก้ว เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการคำนวณอัตราส่วนวัตถุดิบที่ใช้สร้างดินปั้น การผสมดินปั้น และการร่างภาพจานรองแก้ว การสร้างจะต้องคำนึงถึงความแปลกใหม่ น่าดึงดูดใจ และมีคุณภาพ โดยนักเรียนเขียนร่างแบบแนวคิดในการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จานรองแก้วจากใบพีช” ตอนที่ 3 นักออกแบบตัวน้อย โดยใช้ดินสอร่างภาพ พร้อมระบายสีให้สวยงาม และเน้นความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

1. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ออกแบบไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาทีละขั้นตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จานรองแก้วจากใบพีช” ตอนที่ 4 จอมวางแผน
2. นักเรียนนำใบรายการวัสดุ อุปกรณ์สำหรับเลือกซื้อของตามแผนที่ออกแบบไว้และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (ชั่วโมงที่ 3)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะดินปั้นที่ได้จากการผสมโดยการคำนวณอัตราส่วนที่ต่างกันไป พร้อมทั้งระบุผลที่เกิดขึ้นภายหลังการปั้นจานรองแก้ว ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จานรองแก้วจากใบพีช” ตอนที่ 5 นักทดสอบน้อย จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนาจานรองแก้วจากใบพีชที่มีความแปลกใหม่ น่าดึงดูดใจ และประเมินผลได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเงื่อนไขในการแก้ปัญหาหรือไม่
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาค้างที่ 1
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อหาวิธีปรับปรุงวิธีการและขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น
4. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้งตามแผนที่ร่วมกันวางไว้ จากนั้นบันทึกผลโดยระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1 โดยนำหลักการคิดเป็นภาพมาปรับใช้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน พร้อมแนวคิดการออกแบบ และกระบวนการสร้างงานร่องแก้วจากใบพืช โดยอธิบายความรู้ที่นำมาใช้ในการออกแบบ และสร้างงานร่องแก้วจากใบพืช พร้อมทั้งอธิบายแนวคิดในการปรับปรุง แก้ไขชิ้นงาน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง งานร่องแก้วจากใบพืช เพื่อสรุปความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาและการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง งานร่องแก้วจากใบพืช ตอนที่ 6 นักวิทยาศาสตร์น้อย

3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบพืชใบเลี้ยงคู่

9. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 9.1 หนังสือเรียน สสวท. วิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ม.5 เล่ม 1
- 9.2 วีดิทัศน์เกี่ยวกับต้นไม้ผลัดใบทำไม? เมื่อธรรมชาติเริ่มทำงานแทนเรา
- 9.3 ใบความรู้ที่ 1 โครงสร้าง หน้าที่ และวิธีการศึกษาใบพืช
- 9.4 ใบความรู้ที่ 2 ผงใบไม้
- 9.5 ใบความรู้ที่ 3 งานร่องแก้ว

10. ภาระงานและชิ้นงาน

10.1 ภาระงาน

กิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ งานร่องแก้วจากใบพืช

10.2 ชิ้นงาน

งานร่องแก้วจากใบพืช

11. การวัดและประเมินผล

11.1 ด้านความรู้

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบ โครงสร้างภายใน ของใบพืชจาก การตัดตามขวาง	1. ตรวจใบกิจกรรม การฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง จานรองแก้ว จากใบพืช 2. ตรวจแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง จานรองแก้ว จากใบพืช	1. ใบกิจกรรมการฝึก ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง จานรองแก้ว จากใบพืช 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง จานรองแก้ว จากใบพืช	- ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 60

11.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดยลออก	1. ตรวจใบกิจกรรม การฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง จานรองแก้วจาก ใบพืช 2. ตรวจแบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ 3. ตรวจแบบ ประเมินชิ้นงาน 4. สังเกตพฤติกรรม	1. ใบกิจกรรมการฝึก ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง จานรองแก้ว จากใบพืช 2. แบบวัด ความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบประเมิน ชิ้นงาน 4. แบบประเมิน ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	- ใช้เกณฑ์การให้ คะแนนความคิด สร้างสรรค์ - อยู่ในระดับพอใช้ ขึ้นไป
ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ 1. การสังเกต 2. การจำแนก 3. การลงความเห็น จากข้อมูล 4. การตั้งสมมติฐาน 5. การทดลอง 6. การตีความ และลงข้อสรุป			

11.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ	• สังเกตพฤติกรรม	• แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน	• อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป
สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 7. ความสามารถในการสื่อสาร 8. ความสามารถในการคิด 9. ความสามารถในการแก้ปัญหา 10. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 11. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	• สังเกตพฤติกรรม • สังเกตพฤติกรรม	• แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน • แบบประเมินการนำเสนอ	• อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป • อยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....

.....

แนวทางการแก้ปัญหา

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ใบความรู้
ความคิดสร้างสรรค์
(Creative Thinking)

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง

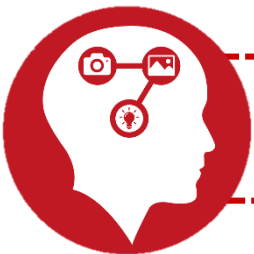
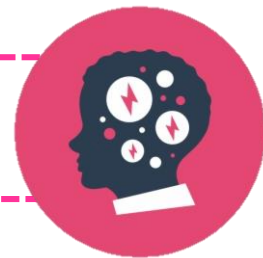
ความสามารถในการคิดของนักเรียนโดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสาน ความคิดผ่าน ประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือ ค้นพบสิ่งใหม่ รวมถึงการแก้ไขปัญหานำไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน ซึ่งลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว
2. ความคิดยืดหยุ่น
3. ความคิดริเริ่ม
4. ความคิดละเอียดลออ



ความคิดริเริ่ม คือ ความคิดที่แปลกใหม่
แตกต่างจากความคิดที่มีอยู่เดิม

ความคิดคล่องแคล่ว คือ การคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว
และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด



ความคิดยืดหยุ่น คือ การคิดหาคำตอบได้หลากหลายประเภท
และสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นอีกสิ่งหนึ่ง

ความคิดละเอียดลออ คือ การคิดในรายละเอียด
เพื่อตกแต่งและขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น



ใบความรู้
การคิดเป็นภาพ
 (Visual Thinking)

การคิดเป็นภาพ หมายถึง การคิดที่ช่วยกระตุ้นกระบวนการในสมอง ผ่านการเชื่อมโยงรูปภาพกับภาษาหรือข้อมูลที่สะสมไว้ในความทรงจำ แล้วถ่ายทอดออกมาเป็นภาพในหลากหลายรูปแบบ โดยวิธีการวาดตามกลวิธีการคิดเป็นภาพจะไม่เน้นที่ความสวยงาม แต่จะเน้นการสื่อความหมายให้เข้าใจ และเน้นความเร็วในการวาดภาพ โดยการคิดเป็นภาพประกอบด้วย 4 รูปแบบ ดังนี้

1. การเขียนสัญลักษณ์
2. การเขียนแผนภาพ
3. การเขียนภาพเชิงอุปมาอุปมัย
4. การเขียนภาพเล่าเรื่องราว



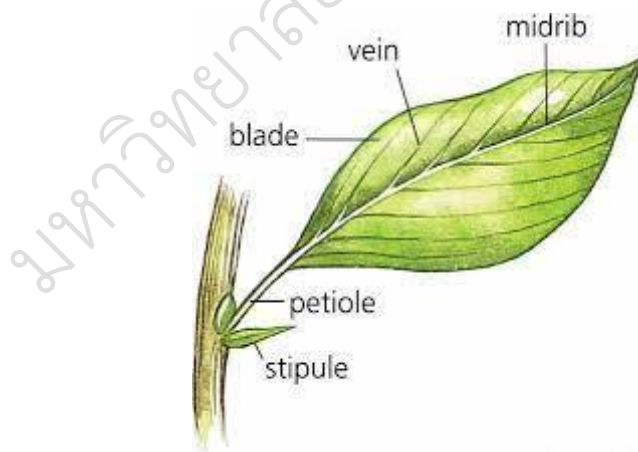
ภาพประกอบ 1 การคิดเป็นภาพ

ที่มา : <https://mooc.chula.ac.th/knowledge-detail/7>

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง โครงสร้าง หน้าที่ และวิธีการศึกษาใบของพืช

ใบของพืชส่วนใหญ่ประกอบด้วยส่วนแบนๆ ที่แผ่ขยายออกไปเรียกว่า แผ่นใบ (Blade) และมีก้านใบ (Petiole) เชื่อมติดอยู่กับลำต้นหรือกิ่งทางด้านข้าง และอาจมีหูใบ (Stipule) ที่โคนก้านใบ การที่ใบพืชมี ลักษณะแบนมีประโยชน์ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการรับแสง เพื่อให้ได้พลังงานไปใช้ในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ และช่วยในการระบายความร้อน โดยทั่วไปใบของพืชมีสีเขียวเนื่องจากคลอโรฟิลล์ซึ่งเป็นสารรับสีที่รับพลังงานแสง แต่ใบบางชนิดมีสีแดงหรือม่วง เป็นเพราะภายในใบมีการสร้างสารสีอื่น ๆ เช่น แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งถ้ามีมากกว่าคลอโรฟิลล์จะทำให้ใบมีสีแดงหรือเหลือง ในพืชใบเลี้ยงคู่จะมีเส้นใบ (Vein) แตกแขนงออกมาจากเส้นกลางใบ (Midrib) เพื่อให้การลำเลียง สารต่าง ๆ จากท่อลำเลียงไปสู่ทุก ๆ เซลล์ของใบได้ทั่วถึงก้านใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอาจเป็นกาบที่มีเส้นใบขนาดใหญ่เรียงขนานกันจนถึงปลายใบ พืชบางชนิดเส้นใบย่อยแตกแขนงตั้งฉากกับเส้นใบใหญ่ เช่น ใบกล้วย และเส้น ใบย่อยก็ยังเรียงขนานกันเองอีกด้วย (ภาพประกอบ 2)



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างใบ

(ที่มา : <https://nachuakpit.ac.th/client-upload/np/uploads/files.pdf>)

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง จานรองแก้ว

จานรองแก้ว หรือ ที่รองแก้ว อุปกรณ์ชิ้นสำคัญบนโต๊ะอาหาร ที่คุณแม่บ้านส่วนใหญ่ให้ความสนใจ เรียกได้ว่าเป็นไอเท็มสำคัญ สำหรับใช้ในการตกแต่งบ้าน ร้านกาแฟ ร้านอาหาร หรือบนโต๊ะอาหาร ได้อีกด้วย

ปัจจุบันที่รองแก้ว หลากหลายมาก ทั้งดีไซน์ แบบเรียบหรู มินิมอล น่ารักสดใส หลากหลายวัสดุ ทั้งพลาสติก ไม้จริง ไม้เทียม เซรามิก แก้ว ยาง เป็นต้น มีลวดลาย สวยงาม น่าดึงดูด มีความทนทาน ใช้งานได้นาน เหมาะกับการใช้งานในหลาย ๆ สถานที่ด้วย

ประโยชน์ของจานรองแก้ว

1. ใช้สำหรับรองแก้วน้ำดื่ม บนโต๊ะอาหาร เพื่อป้องกันหยดน้ำ บนโต๊ะอาหาร
2. ช่วยป้องกันความเสียหายของโต๊ะ เพราะบางครั้ง เนื้อไม้ หรือโต๊ะของคุณ อาจจะได้รับความเสียหายจากอุณหภูมิของเครื่องดื่ม จานรองแก้ว สามารถใช้ได้ทั้งแก้ว เย็น และแก้วร้อน
3. ใช้สำหรับเป็นเครื่องตกแต่งบ้าน หรือร้านค้า
4. ที่รองแก้ว ช่วยป้องกันการขีดขีด และการกระแทกกับพื้นผิว ระหว่างโต๊ะ และแก้วน้ำ
5. จานรองแก้วนั้น ช่วยทำให้โต๊ะอาหารบ้านของคุณดูสะอาด และเป็นระเบียบเรียบร้อย
6. ใช้สำหรับต้อนรับแขก เมื่อต้องมีการเสิร์ฟน้ำ หรือเครื่องดื่ม การใช้ที่รองแก้ว ช่วยทำให้เหมาะสมมากขึ้น

กิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์

เรื่อง จานรองแก้วจากใบไม้

วันที่/...../.....

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

ด้านความรู้

1. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง
2. นำองค์ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างภายในของใบพืชไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์

ด้านทักษะกระบวนการ

1. ความคิดสร้างสรรค์
 - 1.1 ความคิดคล่องแคล่ว
 - 1.2 ความคิดยืดหยุ่น
 - 1.3 ความคิดริเริ่ม
 - 1.4 ความคิดละเอียดลออ
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ทักษะการสังเกต
 - 2.2 ทักษะการจำแนก
 - 2.3 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล
 - 2.4 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 2.5 ทักษะการทดลอง
 - 2.6 ทักษะการตีความและลงข้อสรุป

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. มีความซื่อสัตย์สุจริต
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. ใฝ่เรียนรู้
5. มีจิตสาธารณะ

วัสดุอุปกรณ์

1. แป้งมันสำปะหลัง
2. น้ำต้ม ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. ซามพลาสติก ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร
4. ไม้เสียบลูกชิ้น
5. พู่กัน เบอร์ 2
6. ถ้วยพลาสติก ปริมาตร 50 มิลลิลิตร
7. ผงชาเขียว
8. ผงชาไทย
9. กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง
10. จานอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ
11. ไข่มีดโกน
12. แผ่นสไลด์
13. กระจกปิดสไลด์
14. เทอร์โมมิเตอร์
15. ถังพลาสติกใส

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. แบ่งกลุ่มนักเรียน กำหนดสมาชิก 4-6 คน/ กลุ่ม
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จานรองแก้วจากใบไม้” ตอนที่ 1 สงสัยในปัญหา
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูล โดยการศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้าง หน้าที่ และวิธีการศึกษาส่วนใบของพืช และใบความรู้ที่ 2 เรื่อง จานรองแก้ว และหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียนหรืออินเทอร์เน็ต
4. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง โครงสร้าง หน้าที่ และวิธีการศึกษาส่วนใบของพืช และกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ดินปั้นจากวัสดุธรรมชาติ พร้อมบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง จานรองแก้วจากใบไม้ ตอนที่ 2 ข้อที่ 1 และข้อที่ 2
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างจานรองแก้วจากใบไม้ เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการคำนวณอัตราส่วนวัตถุดิบที่ใช้สร้างดินปั้น การผสมดินปั้น และการร่างภาพจานรองแก้วจากใบไม้ การสร้างจะต้องคำนึงถึงความแปลกใหม่ น่าดึงดูดใจ และมีคุณภาพ โดยนักเรียนเขียนร่างแบบแนวคิดในการแก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จานรองแก้วจากใบไม้” ตอนที่ 3 นักออกแบบตัวน้อย โดยใช้ดินสอร่างภาพ พร้อมระบายสีให้สวยงาม และเน้นความคิดสร้างสรรค์
6. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ออกแบบไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จานรองแก้วจากใบไม้” ตอนที่ 4 จอมวางแผน
7. นักเรียนนำใบรายการวัสดุ อุปกรณ์สำหรับเลือกซื้อของตามแผนที่ออกแบบไว้และดำเนินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
8. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดลักษณะดินปั้นที่ได้จากการผสม โดยการคำนวณอัตราส่วนที่ต่างต่างกัน พร้อมทั้งระบุผลที่เกิดขึ้นภายหลังการปั้นจานรองแก้วจากใบไม้ ลงในใบกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “จานรองแก้วจากใบไม้” ตอนที่ 5 นักทดสอบน้อย จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนาจานรองแก้วจากใบไม้ที่มีความแปลกใหม่ น่าดึงดูดใจ และประเมินผลได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเงื่อนไขในการแก้ปัญหาหรือไม่

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทาง ในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาครั้งที่ 1

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อหาวิธีปรับปรุงวิธีการและขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

11. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้งตามแผนที่ร่วมกันวางไว้ จากนั้นบันทึกผล โดยระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหา ในครั้งที่ 1 โดยนำหลักการคิดเป็นภาพมาปรับใช้

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน พร้อมแนวคิดการออกแบบ และกระบวนการสร้างจานรองแก้วจากใบไม้ โดยอธิบายความรู้ที่นำมาใช้ในการออกแบบ และสร้างจานรองแก้วจากใบไม้พร้อมทั้งอธิบายแนวคิดในการปรับปรุง แก้ไขชิ้นงาน

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง จานรองแก้วจากใบไม้ เพื่อสรุปความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาและการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง จานรองแก้วจากใบไม้ ตอนที่ 6 นักวิทยาศาสตร์น้อย

14. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบพืช

กิจกรรมการฝึกความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 สงสัยในปัญหา

คำชี้แจง

1. นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์

สถานการณ์ปัญหา

“ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของที่ป้องกันไฟป่า ซึ่งกำลังประสบปัญหาของใบไม้ทับถมในแต่ละปี อันเป็นปัจจัยก่อให้เกิดไฟป่า ในฐานะเจ้าของที่ป้องกันไฟป่า นักเรียนจึงนำใบไม้มาแปรรูปให้เป็นผงสำหรับนำไปพัฒนาเป็นของใช้ต่าง ๆ สำหรับจัดจำหน่าย หนึ่งในนั้นคือจานรองแก้วจากผงใบไม้ แต่ก็ยังประสบปัญหาการนำผงใบไม้มาสร้างเป็นดินปั้นที่คุณภาพยังไม่ดีพอ เมื่อใช้ไปสักพักดินปั้นมักจะแตกสะเก็ด นักเรียนจะมีวิธีการใดในการผลิตดินปั้นจากผงใบไม้ให้มีคุณภาพ สามารถใช้งานได้นาน เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่า เพื่อใช้รณรงค์ให้คนสนใจดูแลความสะอาดเรียบร้อยของป่า โดยผลิตภัณฑ์นี้จะต้องมีความแปลกใหม่ ต้นทุนต่ำ และน่าดึงดูดใจ ซึ่งมีวัตถุประสงค์และเงื่อนไข ดังนี้

วัตถุประสงค์ สร้างจานรองแก้วจากใบไม้

- เงื่อนไข
1. ผลิตจากวัสดุธรรมชาติ
 2. สวยงามและน่าดึงดูดใจ (ความพึงพอใจของผู้บริโภค)
 3. ใช้งบประมาณในการทำหุ่นจำลองน้อยที่สุด

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ มีดังนี้

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 สืบไปให้รู้มา

คำชี้แจง

2.1 ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาโครงสร้างใบของพืช ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้วิธีการการตัดตามขวางและการตัดตามยาว พร้อมบันทึกผลการทดลองที่ได้ลงในตาราง

ชนิดของพืช	ภาพ	ลักษณะโครงสร้าง	หน้าที่
ใบกล้วย	ตามยาว		
	ตามขวาง		
ใบเตย	ตามยาว		
	ตามขวาง		

ชนิดของพืช	ภาพ	ลักษณะโครงสร้าง	หน้าที่
ใบบัวบก	ตามยาว		
	ตามขวาง		

2.2 ให้นักเรียนนำผงใบไม้และแป้งมันสำปะหลังบรรจุใส่ถุงแยกกัน จากนั้นทดลอง
บีบผงที่บรรจุในถุง สังเกตลักษณะเนื้อสัมผัส และบันทึกผลลงในตาราง

ชนิดดินปั้น	เนื้อสัมผัส	กลิ่น	สี
ผงใบไม้			
แป้งมันสำปะหลัง			

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาพร้อมกับการคิดเป็นภาพ

ตอนที่ 3 นักออกแบบตัวน้อย

คำชี้แจง

3.1 นักเรียนระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างจานรองแก้ว เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการคำนวณอัตราส่วนวัตถุดิบที่ใช้สร้างดินปั้น การผสมดินปั้น และการร่างภาพจานรองแก้ว การสร้างจะต้องคำนึงถึงความแปลกใหม่ น่าดึงดูดใจ และมีคุณภาพ โดยนักเรียนเขียนร่างแบบแนวคิดในการแก้ปัญหาลงในช่องว่าง

3.1.1 ชื่อผลงานของนักเรียน คือ

3.1.2 จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ

3.1.3 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน ได้แก่

.....

.....

.....

.....

3.1.4 เหตุผลที่นักเรียนเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ชนิดนั้นมาออกแบบแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3.1.5 ให้นักเรียนบอกข้อดี ข้อเสีย และการนำไปใช้ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์

ข้อดีด้าน.....	ข้อเสียด้าน.....	การนำไปใช้ประโยชน์ ด้าน.....
1.....	1.....	1.....
2.....	2.....	2.....
3.....	3.....	3.....

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 จอมวางแผน

คำชี้แจง

ให้นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาทีละขั้นตามลำดับ

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 1

.....

.....

ขั้นที่ 2

.....

.....

ขั้นที่ 3

.....

.....

ขั้นที่ 4

.....

.....

ขั้นที่ 5

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข

ตอนที่ 5 นักทดสอบน้อย

คำชี้แจง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดสิ่งประดิษฐ์ และตรวจสอบผลที่ได้ว่า สามารถเชิญชวนลูกค้า และนำตึงดูดีหรือไม่ และให้นักเรียนตรวจสอบคุณภาพของเนื้อดินปั้นที่ผลิตขึ้น โดยการนำไปผ่านความร้อน พิจารณาตรวจสอบความยืดหยุ่น และความแข็งแรงของเนื้อดินปั้น และทดสอบการกักเก็บความชื้นอย่างง่ายโดยการสัมผัส การฉีดละอองน้ำ และการแช่น้ำ สังเกตผลการทดสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงหลังทดสอบหรือไม่ และชิ้นงานที่ทำขึ้นมีราคาต้นทุน หรือผลที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ เงื่อนไขหรือไม่

รายการทดสอบ	การเปลี่ยนแปลง	อุณหภูมิ (OC)	จุดเปลี่ยน (เวลา)	ต้นทุน (บาท)
ดินน้ำมัน		ปกติ		
ดินปั้น จากผงใบไม้		=		
ดินน้ำมัน		สูง		
ดินปั้น จากผงใบไม้		=		
ดินน้ำมัน		ต่ำ		
ดินปั้น จากผงใบไม้		=		

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

ปัญหา/ อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

5.2 นักเรียนบันทึกผลจากการปรับปรุงวิธีการในการแก้ปัญหา โดยบันทึกรายละเอียดของลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหาในครั้งที่ 2

การแก้ปัญหา ครั้งที่ 1

รายการทดสอบ	การเปลี่ยนแปลง	อุณหภูมิ (OC)	จุดเปลี่ยน (เวลา)	ต้นทุน (บาท)
ดินน้ำมัน		ปกติ		
ดินปั้น จากผงใบไม้		=		
ดินน้ำมัน		สูง		
ดินปั้น จากผงใบไม้		=		
ดินน้ำมัน		ต่ำ		
ดินปั้น จากผงใบไม้		=		

การแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

รายการทดสอบ	การเปลี่ยนแปลง	อุณหภูมิ (OC)	จุดเปลี่ยน (เวลา)	ต้นทุน (บาท)
ดินน้ำมัน		ปกติ = ...		
ดินปั้น จากผงใบไม้				
ดินน้ำมัน		สูง = ...		
ดินปั้น จากผงใบไม้				
ดินน้ำมัน		ต่ำ = ...		
ดินปั้น จากผงใบไม้				

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา ครั้งที่ 2

.....

.....

.....

ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของการปรับปรุง เปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่
วางแผนแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

ตอนที่ 6 นักวิทยาศาสตร์น้อย

คำชี้แจง

นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้	ความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหา
วิทยาศาสตร์	
เทคโนโลยี	
วิศวกรรมศาสตร์	
ศิลปะ	
คณิตศาสตร์	

แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบพืช

คำชี้แจง

เวลา 10 นาที

1. ให้นักเรียนระบุสิ่ง/เหตุการณ์ที่นักเรียนเคยพบเจอ โดยข้อระบุดังกล่าว ต้องมีลักษณะเหมือนใบพืช ตอบมาให้ได้หลากหลายด้าน และได้จำนวนคำตอบมากที่สุด
2. ให้นักเรียนคิดออกแบบบรรจุภัณฑ์และโลโก้สินค้าจากรองแก้วจากใบพืชที่สร้างขึ้นตามความสนใจของนักเรียน ซึ่งบรรจุภัณฑ์และโลโก้สินค้าต้องมีความแปลกใหม่ที่สูงสุด และระบุเหตุผลที่ทำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้น พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกจุดเด่นและข้อดีของผลิตภัณฑ์ รวมถึงบอกราคาขาย ต้นทุน กำไรของผลิตภัณฑ์นั้นให้เรียบร้อย
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แตกต่าง มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจ
4. แบบทดสอบนี้ นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการคิดหาคำตอบ
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจก

กิจกรรมที่ 1 ฝึกความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง: ให้นักเรียนระบุสิ่ง/เหตุการณ์ที่นักเรียนเคยพบเจอ โดยข้อระบุดังกล่าวต้องมีลักษณะเหมือนใบพืช ตอบมาให้ได้หลากหลายด้าน และได้จำนวนคำตอบมากที่สุด

1.....

1)	2)
3)	4)

2.....

1)	2)
3)	4)

3.....

1)	2)
3)	4)

กิจกรรมที่ 2 ฝึกความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนคิดออกแบบบรรจุภัณฑ์และโลโก้สินค้าจากรองแก้วจากใบพืชที่สร้างขึ้นตามความสนใจของนักเรียน ซึ่งบรรจุภัณฑ์และโลโก้สินค้าต้องมีความแปลกใหม่ที่สุด และระบุเหตุผลที่ทำผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานนั้น พร้อมทั้งให้นักเรียนบอกจุดเด่นและข้อดีของผลิตภัณฑ์ รวมถึงบอกราคาขาย ต้นทุน กำไรของผลิตภัณฑ์นั้นให้เรียบร้อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ชื่อของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

จุดเน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ

.....

.....

.....

วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบ.....

.....

.....

.....

จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

.....

.....

.....

ข้อดีของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

.....

.....

.....

ราคาขายผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

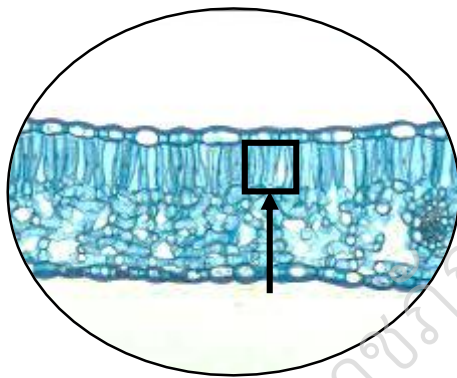
- ต้นทุน

- กำไร

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบพืช

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาคำตอบ

1.



ที่มา <https://www.pinterest.com/pin/504543964474572676/>

พิจารณาจากภาพข้างต้น บริเวณที่ลูกศรชี้มีชื่อเรียกว่าอะไร (จำ)

- ก. Vein
- ข. Spongy Mesophyll
- ค. Palisade Mesophyll
- ง. Vascular Bundle

2. ถ้านำสไลด์ของใบพืชใบเลี้ยงคู่ตัดตามขวางมาตรวจสอบดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ลักษณะใดจะบอกให้ทราบได้ว่าเป็นด้านหลัง (เข้าใจ)

- ก. ด้านที่มีปากใบมากกว่า
- ข. ด้านที่มีปากใบน้อยกว่า
- ค. ด้านที่ใกล้ Xylem มากกว่า
- ง. อยู่ใกล้ Phloem มากกว่า

3. เพราะเหตุใด แม่ค้าห่อหมกจึงมักนำใบกล้วยมาใช้ห่อเครื่องอาหารก่อนนำไปนึ่ง แทนการใช้ใบพืชชนิดอื่น (ประยุกต์)

- ก. ใบมีขนาดใหญ่มาก
- ข. เส้นใบมีการเรียงตัวแบบขนาน
- ค. สามารถหาได้ง่าย
- ง. เป็นพืชเศรษฐกิจ

4. จากการตรวจสอบสไลด์ภาคตัดขวางของใบพืชชนิดหนึ่งด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่า Cuticle หนา ชั้น Epidermis มีเซลล์เรียงตัวซ้อนกัน ชั้น Palisade Parenchyma เรียงตัวกันอย่างแน่นอบบางเซลล์มีลักษณะพองใหญ่และมีปากใบจมลึกลงไปแสดงลักษณะของพืชพวกใด (วิเคราะห์)

- ก. Xerophyte ข. Halophyte
- ค. Mesophyte ง. Hydrophyte

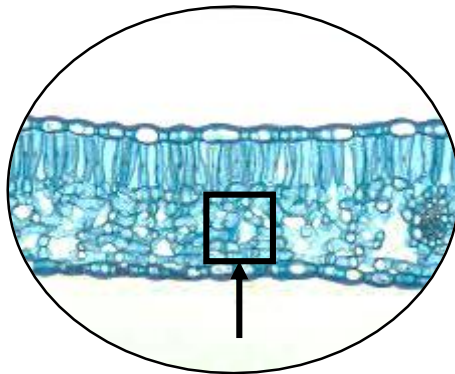
5. คำในข้อใดต่อไปนี้มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด (ประเมินค่า)

- ก. Lenticel, Stomata
- ข. Lenticel, Hydathode
- ค. Guttation, Stomata
- ง. Guttation, Hydathode

6. หน้าโรงเรียนแห่งหนึ่งมีต้นยางนาสูงใหญ่ตระหง่าน บริเวณกลางลำต้นมีเฟิร์น กระเช้าสีดาเจริญโอบลำต้นยางนาเอาไว้ ผู้อำนวยการโรงเรียนเห็นว่าบดบังทัศนียภาพ จึงมีคำสั่งให้ตัดออก นักเรียนจะสามารถนำใบเฟิร์นกระเช้าสีดามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้อย่างไรบ้าง (สร้างสรรค์)

- ก. ตากแห้งเพื่อใช้สำหรับเป็นเชื้อก่อไฟ
- ข. ปูรองพื้นเป็นที่นั่ง
- ค. ตัดให้เป็นชิ้นเล็กและนำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก
- ง. ตากแห้งและประยุกต์เป็นปีกหมวกแฟนซี

7.



ที่มา <https://www.pinterest.com/pin/504543964474572676/>

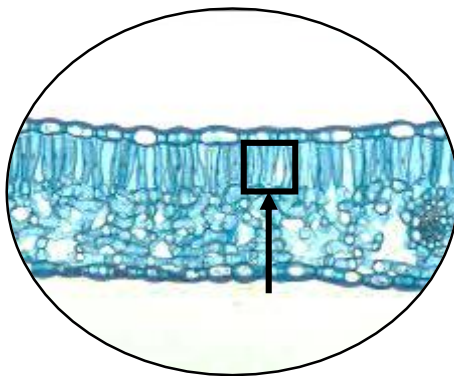
พิจารณาจากภาพข้างต้น บริเวณที่ลูกศรชี้มีชื่อเรียกว่าอะไร (จำ)

- ก. Vein
- ข. Spongy Mesophyll
- ค. Palisade Mesophyll
- ง. Vascular Bundle

8. พืช ก และ ข มีลักษณะอวบน้ำ พืช ค และ ง ไม่อวบน้ำ พืชทั้ง 4 ชนิดนี้ มีขนาดเท่ากัน ได้รับน้ำในท่อน้ำเท่ากัน พืชค่อนบ่าพบพบว่า พืช ข และ คอ เหี่ยว พืชชนิดใดมีปากใบเปิดกว้างมากที่สุด (เข้าใจ)

- ก. ก
- ข. ข
- ค. ค
- ง. ง

9.

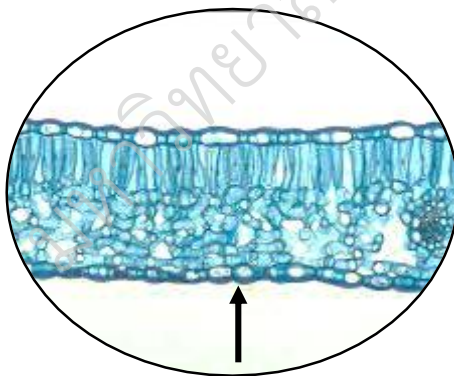


ที่มา <https://www.pinterest.com/pin/504543964474572676/>

พิจารณาจากภาพข้างต้น หากขาดเซลล์บริเวณที่ลูกศรชี้จะเกิดผลอย่างไร (วิเคราะห์)

- ก. เซลล์มีการเจริญอย่างรวดเร็ว
- ข. เซลล์มีแบ่งตัวเพิ่มมากขึ้น
- ค. เซลล์มีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลง
- ง. เซลล์แต่ละเซลล์มีการดำรงชีวิตอย่างปกติ

10.



ที่มา <https://www.pinterest.com/pin/504543964474572676/>

พิจารณาจากภาพข้างต้น บริเวณที่ลูกศรชี้มีชื่อเรียกว่าอะไร (จำ)

- ก. Palisade Mesophyll
- ข. Epidermis
- ค. Xylem
- ง. Phloem

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบพืช

ข้อ	คำตอบ	ข้อ	คำตอบ
1	ค	6	ง
2	ค	7	ข
3	ข	8	ข
4	ข	9	ค
5	ง	10	ข

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรม
ในแต่ละกิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (16)	คิดเป็น ร้อยละ (100)
		ความคิด คล่องแคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ (4)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครมีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขณะปฏิบัติงาน ซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตและประเมินโดยการทำเครื่องหมายถูก (✓) ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพ

1. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
6. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

รายการประเมิน	การลงคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะการสังเกต				
2. ทักษะการจำแนก				
3. ทักษะการตั้งสมมติฐาน				
4. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล				
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป				
6. ทักษะการทดลอง				
คะแนนรวม				
ระดับคะแนน				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน

คะแนน	ระดับคะแนน
20-24	4
15-19	3
10-14	2
ต่ำกว่า 10	1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
4	ดีมาก
3	ดี
2	พอใช้
1	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. ทักษะ การสังเกต	ใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกันเพื่อสัมผัส โดยตรงกับวัตถุ และบันทึกการ สังเกตโดยไม่ใส่ ความคิดเห็น ส่วนตัวของผู้ สังเกตไปในสิ่งที่ สังเกตได้ข้อมูล ถูกต้องครบถ้วน	ใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกันเพื่อสัมผัส โดยตรงกับวัตถุ และบันทึกการ สังเกตโดยไม่ใส่ ความคิดเห็น ส่วนตัวของผู้ สังเกตไปในสิ่งที่ สังเกตได้ข้อมูล ถูกต้องเป็นส่วน ใหญ่	ใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกันเพื่อสัมผัส โดยตรงกับวัตถุ และบันทึกการ สังเกตโดยไม่ใส่ ความคิดเห็น ส่วนตัวของผู้ สังเกตไปในสิ่งที่ สังเกตได้ข้อมูล ถูกต้องเป็น บางส่วน	ใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกันเพื่อสัมผัส โดยตรงกับวัตถุ และบันทึกการ สังเกตโดยไม่ใส่ ความคิดเห็น ส่วนตัวของผู้ สังเกตไปในสิ่งที่ สังเกตได้ข้อมูล ถูกต้องบางส่วน
2. ทักษะ การจำแนก	บอกเกณฑ์ที่ใช้ ใน การจำแนก ประเภทได้ เหมาะสมแบ่ง วัตถุหรือ เหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่ กำหนดได้	บอกเกณฑ์ที่ใช้ใน การจำแนก ประเภทได้ เหมาะสมแบ่ง วัตถุหรือ เหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่ กำหนดได้ เป็นส่วนใหญ่	บอกเกณฑ์ที่ใช้ใน การจำแนก ประเภทได้ เหมาะสมแบ่ง วัตถุหรือ เหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่ กำหนดได้ บางส่วน	บอกเกณฑ์ที่ใช้ ในการจำแนก ประเภทได้ เหมาะสมแบ่ง วัตถุหรือ เหตุการณ์ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ตามเกณฑ์ที่ กำหนดไม่ได้
3. ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน	พูดหรือเขียน แสดง คำตอบ ล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกต ด้วยการใช้ความ	พูดหรือเขียน แสดง คำตอบ ล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกต ด้วยการใช้ความ	พูดหรือเขียน แสดง คำตอบ ล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกต ด้วยการใช้	พูดหรือเขียน แสดง คำตอบ ล่วงหน้าโดย อาศัยความรู้เดิม จากการสังเกต ด้วยการใช้

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	สัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้อย่างสมเหตุสมผลทุกครั้ง	สัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้สมเหตุสมผลบ่อยครั้ง	ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามได้อย่างสมเหตุสมผลบางครั้ง	ความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นกับตัวแปรตามอย่างไม่สมเหตุสมผล
4. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดีมาก ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้ดียอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติม พอสมควร	รวบรวมข้อมูลจากการสังเกตได้ สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้พอใช้เปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็นเมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน	รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสังเกตได้เล็กน้อย สามารถอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่รวบรวมมาได้เล็กน้อย ยอมรับการเปลี่ยนแปลงการลงความคิดเห็น เมื่อมีข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน
5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป	แปลความหมายถูกต้อง และสรุปผลอย่างสอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายถูกต้อง แต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายถูกต้องเป็นบางส่วน แต่สรุปผลไม่สอดคล้องกับข้อมูล	แปลความหมายไม่ถูกต้อง บางส่วน และไม่สรุปผล
6. ทักษะการทดลอง	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและ	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและ	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและ	สามารถกำหนดปัญหาได้ชัดเจน ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
	ผลอย่างชัดเจน มี การวางแผน กำหนดขั้นตอน การทำงานได้ ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลอง ถูกต้อง ตามหลักการ ปฏิบัติอย่าง คล่องแคล่ว ทำการทดลอง ตามขั้นตอนที่ กำหนด บันทึกผล การทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการ ทดลองด้วย ตนเองได้ชัดเจนดี มาก อภิปรายผล การทดลองได้ อย่างถูกต้อง สมบูรณ์มากที่สุด	ผลอย่างดีมีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการ ทำงานได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลอง ถูกต้อง ตามหลักการ ปฏิบัติทำการ ทดลองตาม ขั้นตอนที่กำหนด บันทึกผลการ ทดลองอย่าง ถูกต้องมีระเบียบ ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการ ทดลองด้วย ตนเองได้ชัดเจนดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้องสมบูรณ์	ผลอย่างดีมีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการ ทำงานได้ชัดเจน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลอง ถูกต้อง ตามหลักการ ปฏิบัติ ทำการทดลอง ตามขั้นตอน ที่กำหนด บันทึก ผลการทดลอง อย่างถูกต้อง ดูแลอุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดี จัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการ ทดลองด้วย ตนเองได้ดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้อง	ผลอย่างดีมีการ วางแผนกำหนด ขั้นตอนการ ทำงาน ใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการ ทดลอง ถูกต้อง ตามหลักการ ปฏิบัติ ทำการทดลอง ตามขั้นตอน ที่กำหนด บันทึก ทดลองดูแล อุปกรณ์ เครื่องมือทดลอง อย่างดีจัดเก็บ อุปกรณ์อย่าง ถูกต้องตามหลัก สรุปผลการ ทดลองด้วย ตนเองได้ดี อภิปรายผลการ ทดลองได้อย่าง ถูกต้องบางส่วน

แบบประเมินการนำเสนอ

คำชี้แจง: ให้ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

1. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
6. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่น่าสนใจ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
11-15	ดี
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินการนำเสนอ

การนำเสนอ หมายถึง การถ่ายทอดเนื้อหา สารที่ผสมผสานกันระหว่างศิลปะ การพูดกับการแสดงข้อมูล ในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านสื่อและอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

แนวทางการให้คะแนน

รายการประเมิน	คำอธิบายและคะแนน		
	ดี (3 คะแนน)	ดี (2 คะแนน)	ดี (1 คะแนน)
1. บุคลิก การแต่งกาย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่งกายถูก ระเบียบ สะอาด เรียบร้อย	มีความมั่นใจใน ตนเอง แต่แต่งกาย ไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเองและแต่ง กายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาทในการ พูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินห่าง เสียดลี ผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มอง หน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและ สบตา ผู้ฟัง อาย พูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำ ควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำ ข้อความ สุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำ ควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำ ข้อความ สุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตาม หลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ ถ้อยคำข้อความที่ ไม่สุภาพ
4. วิธีการนำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่ หลากหลาย เช่น ใช้ ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอ เลย ท่องตามที่ เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่นำเสนอ	เนื้อหาที่นำเสนอ มี สาระสำคัญ ตรงกับ หัวข้อประเด็น กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับ หัวข้อเรื่อง

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนประเมินผลงานนักเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓ □) ลงในช่อง
ที่ตรงกับระดับคะแนน

1. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
6. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยกแบบไว้			
2	ตรงตามวัตถุประสงค์และเงื่อนไขที่กำหนดไว้			
3	มีความคิดสร้างสรรค์			
4	ความแข็งแรงของชิ้นงาน			
5	ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
10-13	ดี
6-9	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

เกณฑ์การวัดและประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้
2. ตรงตามวัตถุประสงค์และเงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์และเงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์ แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานคุณภาพและไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์และเงื่อนไขที่กำหนดไว้
3. มีความคิดสร้างสรรค์	มีจินตนาการในการคิด หรือแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น จากแนวคิดเดิมหรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิมหรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูล แนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ และมีการอ้างอิงแนวคิดเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการพัฒนาปรับปรุงแนวคิดต้นแบบ
4. ความแข็งแรงของชิ้นงาน	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน และสะอาด	ชิ้นงานมีความแข็งแรง ทนทาน แต่ไม่มีความสะอาด	ชิ้นงานไม่มีความแข็งแรง ทนทาน และไม่มีความสะอาด
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	เสร็จตามเวลาที่กำหนด	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	เสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญ

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียน

แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓ □) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

1. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
6. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตนตามข้อตกลง กกเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิด สิทธิของผู้อื่น			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ			
2. มีความซื่อสัตย์ สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และเป็นจริง			
	2.2 ไม่หาประโยชน์ในทางไม่ถูกต้อง			
3. มุ่งมั่น ในการทำงาน	3.1 เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย			
	3.2 ปรับปรุง และพัฒนาการทำงานด้วย ตนเอง			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่ และมีความเพียร พยายามในการเรียนรู้			
	4.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน			
5. มีจิตสาธารณะ	รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			

ตาราง (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
6. ความสามารถในการสื่อสาร	6.1 มีความสามารถในการนำเสนองาน			
	6.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
7. ความสามารถในการคิด	7.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	7.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	7.3 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	8.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมนักเรียน	คะแนน
ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	3
ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	2
ปฏิบัติบางครั้ง	1

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
46-60	ดีมาก
31-45	ดี
16-30	พอใช้
ต่ำกว่า 15	ปรับปรุง

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์

(Torrance Test of Creative Thinking)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด 6 กิจกรรม ดังนี้
 - กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด
 - กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลกระทบที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
 - กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งที่กำหนดให้
 - กิจกรรมที่ 4 การสร้างรูปภาพ
 - กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ
 - กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น
2. นักเรียนอ่านคำชี้แจงในแต่ละฉบับให้เข้าใจ และดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบ ทั้งหมด 60 นาที
3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยคิดค้นคำตอบที่มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร มีความน่าสนใจ มีความหลากหลาย ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่กำหนด และบรรยายละเอียดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วนชัดเจน
4. แบบทดสอบนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ ที่จะคิดค้นหาคำตอบ
5. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด

คำชี้แจง	สถานการณ์/กิจกรรม
1. การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด	
ให้นักเรียนระบุ สาเหตุจาก เหตุการณ์ที่ เกิดขึ้น โดยได้ ระบุผลสาเหตุ จากภาพที่ กำหนดให้ ระบุสาเหตุให้ ได้หลากหลาย ด้าน และระบุ ให้ได้จำนวน มากที่สุด ภายในเวลา 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 กระบวนการผลิตสีเทียนเคมีสังเคราะห์  ที่มา : https://www.cnet.com/pictures/the-making-of-crayolas-crayons-photos/ 1. สาเหตุ คือ ต้องการสร้างอุปกรณ์วาดเขียน 2. สาเหตุ คือ 3. สาเหตุ คือ 4. สาเหตุ คือ 5. สาเหตุ คือ 6. สาเหตุ คือ 7. สาเหตุ คือ 8. สาเหตุ คือ



คำชี้แจง	สถานการณ์/กิจกรรม
1. การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด	เหตุการณ์ที่ 2 ปลวกทะลุไม้  ที่มา : https://us-fbcloud.net/wb/data/1451/1451930-img.vwtv92.rqq6.jpg 1. สาเหตุ คือ ไม้เป็นแหล่งอาหารของปลวก 2. สาเหตุ คือ 3. สาเหตุ คือ 4. สาเหตุ คือ 5. สาเหตุ คือ 6. สาเหตุ คือ 7. สาเหตุ คือ 8. สาเหตุ คือ

คำชี้แจง	สถานการณ์/กิจกรรม
	1. การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด เหตุการณ์ที่ 3 สีส้มอาหาร  ที่มา : https://www.tvpoolonline.com 1. สาเหตุ คือ ไม้เป็นแหล่งอาหารของปลวก 2. สาเหตุ คือ 3. สาเหตุ คือ 4. สาเหตุ คือ 5. สาเหตุ คือ 6. สาเหตุ คือ 7. สาเหตุ คือ 8. สาเหตุ คือ

กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลกระทบที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง	สถานการณ์/กิจกรรม
2. การเขียนผลกระทบที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์	
ระบุผลกระทบที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยระบุผลกระทบจากภาพที่กำหนดให้ระบุผลกระทบให้ได้หลากหลายด้าน และระบุให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในเวลา 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 กระบวนการผลิตสีเทียนเคมีสังเคราะห์  ที่มา : https://www.cnet.com/pictures/the-making-of-crayolas-crayons-photos/ 1. ผลกระทบ คือ สารเคมีอันตรายสะสมในร่างกาย 2. ผลกระทบ คือ 3. ผลกระทบ คือ 4. ผลกระทบ คือ 5. ผลกระทบ คือ 6. ผลกระทบ คือ 7. ผลกระทบ คือ 8. ผลกระทบ คือ

คำชี้แจง	สถานการณ์/กิจกรรม
2. การเขียนผลกระทบที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์	
	เหตุการณ์ที่ 2 ปลวกแทะไม้  ที่มา : https://us-fbcloud.net/wb/data/1451/1451930-img.vwtv92.rqq6.jpg 1. ผลกระทบ คือ เนื้อไม้ผุพัง 2. ผลกระทบ คือ 3. ผลกระทบ คือ 4. ผลกระทบ คือ 5. ผลกระทบ คือ 6. ผลกระทบ คือ 7. ผลกระทบ คือ 8. ผลกระทบ คือ

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งที่กำหนดให้

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง	สถานการณ์/กิจกรรม
3. การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งที่กำหนดให้	
ระบุประโยชน์พิเศษที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยระบุประโยชน์พิเศษจากภาพที่กำหนดให้ระบุประโยชน์พิเศษให้ได้หลากหลายด้าน และระบุให้ได้จำนวนมากที่สุดภายในเวลา 5 นาที	เหตุการณ์ที่ 1 ไขมันจากพืช  ที่มา : https://health.kapook.com 1. ประโยชน์พิเศษ คือ มีส่วนช่วยให้ผิวมีความชุ่มชื้น 2. ประโยชน์พิเศษ คือ 3. ประโยชน์พิเศษ คือ 4. ประโยชน์พิเศษ คือ 5. ประโยชน์พิเศษ คือ 6. ประโยชน์พิเศษ คือ 7. ประโยชน์พิเศษ คือ 8. ประโยชน์พิเศษ คือ

คำชี้แจง	สถานการณ์/กิจกรรม
3. การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งที่กำหนดให้	
	เหตุการณ์ที่ 2 ผักสด  ที่มา : https://healthserv.net/imgcntupload/pix0vcnt12595.jpg 1. ประโยชน์พิเศษ คือ เพิ่มกากใยอาหาร 2. ประโยชน์พิเศษ คือ 3. ประโยชน์พิเศษ คือ 4. ประโยชน์พิเศษ คือ 5. ประโยชน์พิเศษ คือ 6. ประโยชน์พิเศษ คือ 7. ประโยชน์พิเศษ คือ 8. ประโยชน์พิเศษ คือ

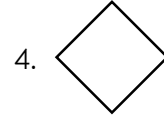
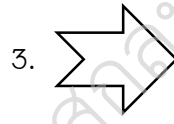
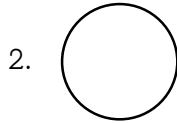
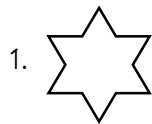
คำชี้แจง	สถานการณ์/กิจกรรม
3. การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งที่กำหนดให้	เหตุการณ์ที่ 3 สีสันจากพืช  ที่มา : https://www.khaosod.co.th/pr-news/news_5812373 1. ประโยชน์พิเศษ คือ เพิ่มสีสันให้อาหาร 2. ประโยชน์พิเศษ คือ 3. ประโยชน์พิเศษ คือ 4. ประโยชน์พิเศษ คือ 5. ประโยชน์พิเศษ คือ 6. ประโยชน์พิเศษ คือ 7. ประโยชน์พิเศษ คือ 8. ประโยชน์พิเศษ คือ

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 4 การสร้างภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างภาพตามแนวคิดของตนเอง จากรูปที่กำหนดให้ โดยใช้ขนาดใดก็ได้ และก็รูปก็ได้ ให้มีความแปลกใหม่ น่าตื่นเต้น และน่าสนใจมากที่สุด แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที



1. ชื่อภาพ.....	2. ชื่อภาพ.....
3. ชื่อภาพ.....	4. ชื่อภาพ.....

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนต่อเติมรูปภาพที่กำหนดให้ โดยการต่อเติมในรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้มีความแปลกใหม่ และน่าสนใจมากขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 5 นาที

 1. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://stock.adobe.com/nl/images/leaves-branch-line-art-drawing-floral-minimalist-contour-drawing-one-line-illustration-simple-plant-black-sketch-isolated-on-white-background-vector-eps-10/447820660	 2. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.onlygfx.com/wp-content/uploads/2022/01/pomegranate-drawing-6177.png

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม (ต่อ)

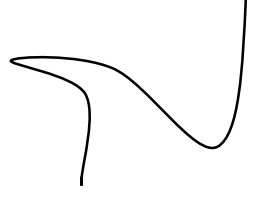
 3. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://t3.ftcdn.net/jpg/02/96/04/04/360_F_296040417_6ANFXe238jcp5sGNPXfeF8sJ21VXJL9F.jpg	 4. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://cdn.pixabay.com/photo/2022/10/16/12/38/zebra-7524981_1280.png

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์: ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนวาดภาพโดยต่อเติมจากเส้นที่กำหนดให้ โดยให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจมากขึ้น โดยพยายามคิดในสิ่งที่แปลกใหม่ ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน และ ต่อเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที

 1. ชื่อภาพ.....	 2. ชื่อภาพ.....
 3. ชื่อภาพ.....	 4. ชื่อภาพ.....

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรม
ในแต่ละกิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (96)	คิดเป็น ร้อยละ (100)
		ความคิด คล่องแคล่ว (25)	ความคิด ยืดหยุ่น (25)	ความคิด ริเริ่ม (25)	ความคิด ละเอียดลออ (25)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นายชาญชัย คำมุงคุณ)

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครมีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับนี้ มีข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ
3. กำหนดเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ 60 นาที
4. นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมาย

กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			

หากนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบในกระดาษคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย =
 ทับข้อที่ไม่ต้องการ แล้วจึงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่ต้องการ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
	≠	X		

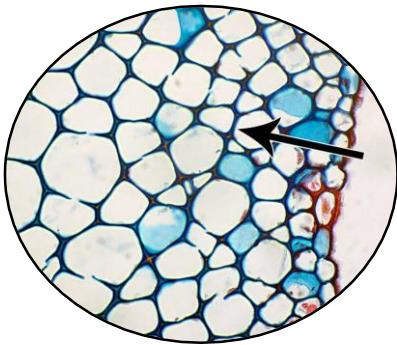
4. หากนักเรียนไม่เลือกคำตอบ หรือเลือกคำตอบมากกว่า 1 ข้อ ถือว่านักเรียน
 จะไม่ได้รับคะแนนในข้อนั้น

5. ห้ามทำเครื่องหมายหรือขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้
6. ห้ามลงมือทำข้อสอบ จนกว่าจะได้รับคำสั่งจากครูผู้ควบคุมห้องสอบ
7. ห้ามคัดลอก หรือนำแบบทดสอบฉบับนี้ออกจากห้องเด็ดขาด
8. หากข้อสอบไม่ชัดเจน ข้อสอบไม่ครบ ขาดหาย หรือมีปัญหาอื่นใด
 ให้นักเรียนยกมือขึ้นเพื่อขอเปลี่ยนแบบทดสอบชุดใหม่กับครูผู้ควบคุมห้องสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

คำชี้แจง นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1.



พิจารณาจากภาพข้างต้น เนื้อเยื่อบริเวณที่ถูกศรชี้มีชื่อเรียกว่าอะไร

- ก. Parenchyma
- ข. Collenchyma
- ค. Sclerenchyma
- ง. Vascular Bundle

2. พิจารณาภาพจากข้อ 1 เพราะเหตุใดจึงสามารถระบุชนิดของเนื้อเยื่อที่ถูกศรชี้ออกจากเนื้อเยื่อชนิดอื่นได้อย่างชัดเจน

- ก. เซลล์ของเนื้อเยื่อชนิดนี้มีการสะสมอาหาร
- ข. ผนังเซลล์ของเนื้อเยื่อชนิดนี้มีความหนามาก
- ค. รูปร่างเซลล์มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ของเนื้อเยื่อชนิดอื่น
- ง. เนื้อเยื่อมีขอบเขตชัดเจนและไม่มีโปรโตพลาสซึม

3. หากนักเรียนมีอาชีพสวนกระติบข้าวจากไม้ไผ่ นักเรียนจะเลือกใช้เนื้อเยื่อชนิดใดของไม้ไผ่มาจักสวนกระติบข้าว เพราะเหตุใด

- ก. Parenchyma เพราะ เซลล์มีการสะสมอาหารมาก
- ข. Collenchyma เพราะ ผนังเซลล์มีความหนาและแข็งแรง
- ค. Sclerenchyma เพราะ ผนังเซลล์มีความยืดหยุ่นสูง
- ง. Vascular Bundle เพราะ มีลักษณะเป็นเส้นสาย

4. หากเปรียบเทียบการกลืนเป็นต้นไม้ โครงทางปากกาจะประกอบ ด้วยเนื้อเยื่อชนิดใด

- ก. Parenchyma
- ข. Collenchyma
- ค. Sclerenchyma
- ง. Vascular Bundle

5. ควรใช้หลักเกณฑ์ใดในการวินิจฉัยว่าตะกร้าไม้จักสวนใบใดเหมาะแก่การนำมาใช้งานในระยะยาว

- ก. สานโดยช่างฝีมือดี
- ข. ทำจากไม้ราคาสูง
- ค. ทำจากไม้ที่มีน้ำหนักมาก
- ง. ทำจากไม้เนื้อแข็ง

6. เหตุผลข้อใดเหมาะสมกับความเป็นจริงที่สุด ถ้าหากเซลล์พืชไม่มีผนังเซลล์

- ก. พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้
- ข. พืชมีการสะสมแป้งได้ดีขึ้น
- ค. พืชสามารถเคลื่อนที่ได้เหมือนสัตว์
- ง. พืชสามารถเอนไหวตามสิ่งแวดล้อม

7.



พิจารณาจากภาพข้างต้น เนื้อเยื่อบริเวณที่ถูกศรชี้มีชื่อเรียกว่าอะไร

- ก. Shoot Apical Meristem
- ข. Root Apical Meristem
- ค. Lateral Meristem
- ง. Intercalary Meristem

8. เพราะเหตุใดจึงพบการสะสมเพกทิน (Pectin) บริเวณผนังเซลล์ของ Collenchyma แต่ไม่พบบริเวณผนังเซลล์ของ Parenchyma

- ก. เพื่อยับยั้งการสูญเสียของต้นอ่อนพืช
- ข. เพื่อให้ความแข็งแรงแก่ต้นอ่อนของพืชในการเจริญเติบโตแบบปฐมภูมิ
- ค. เพื่อใช้เป็นอาหารสำหรับต้นอ่อนของพืชในยามขาดแคลน
- ง. เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์พืชใกล้เคียง

9. ในการทำดอกมัดข้าว ชาวนาจะเลือกตัดเอาเนื้อเยื่อส่วนใด เพราะเหตุใด

- ก. Epidermis เพราะมีสารคิวทินเคลือบเซลล์ สามารถป้องกันการคายน้ำได้
- ข. Cortex เพราะประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังเซลล์หนา มีความแข็งแรง
- ค. Stele เพราะมีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงจำนวนมาก ทำให้ดูดซึมน้ำได้ดี
- ง. Shoot Apical Meristem เพราะประกอบด้วยเซลล์ปฐมภูมิ จึงสามารถตัดได้ง่าย

10. หากพิจารณารากำบนขนมปังเป็นต้นไม้ บริเวณปลายสุดเส้นใยของรากำจะเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อของพืชเจริญชนิดใด

- ก. Shoot Apical Meristem
- ข. Root Apical Meristem
- ค. Lateral Meristem
- ง. Intercalary Meristem

11. บริเวณใดของรากำพืชที่มีความสำคัญต่อการดูดซึมน้ำของพืชมากที่สุด

- ก. Root Cap ข. Area of cell Division
- ค. Area of Elongation ง. Area of Maturation

12. เหตุผลข้อใดเหมาะสมกับความเป็นจริงที่สุด ถ้าหากเซลล์พืชไม่มีผนังเซลล์

- ก. พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้
- ข. พืชมีการสะสมแป้งได้ดีขึ้น
- ค. พืชสามารถเคลื่อนที่ได้เหมือนสัตว์
- ง. พืชสามารถเอนไหวตามสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ

13. Epidermis ของรากำโดยทั่วไปมีลักษณะพิเศษอย่างไร

- ก. ผนังเซลล์ประกอบไปด้วยคิวทิเคิล
- ข. เซลล์มีผนังบางและไม่มีคิวทิเคิล
- ค. เซลล์มักหลั่งสารเมือกออกมาอยู่เสมอ
- ง. ผนังเซลล์หนาและสัมผัสอากาศโดยตรง

14. ป่าไม้ช่วยบรรเทาน้ำท่วมด้วยเหตุใด

- ก. ใบไม้สามารถอุ้มน้ำได้มาก
- ข. รากสามารถดูดซับน้ำได้อย่างไม่จำกัด
- ค. ท่อไซเล็มสามารถลำเลียงน้ำได้อย่างรวดเร็ว
- ง. รากสามารถแตกแขนงและไซซอนไปในดินเป็นบริเวณกว้าง

15. ในการทอนกิ่งไม้ นั้น การควั่นเอาเปลือกกรอบ ๆ ออกไป มีเนื้อเยื่ออะไรที่ชาวสวนตั้งใจเอาออก เพื่อช่วยให้รากสามารถงอกได้เร็วยิ่งขึ้น

- ก. Phloem
- ข. Cork และ กระพี้
- ค. Epidermis
- ง. Cambium

16. จากการศึกษาโครงสร้างรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ หากเปรียบเทียบระหว่างอ้อยกับต้นมะม่วง อัตราการดูดน้ำชนิดใดเกิดขึ้นมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

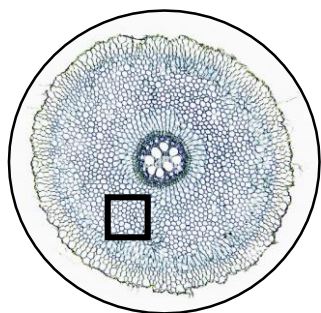
- ก. อ้อย เพราะมีระบบรากแขนงซึ่งสามารถหาน้ำได้รอบทิศ
- ข. มะม่วง เพราะรากมีขนาดใหญ่จึงมีพื้นที่รับน้ำมาก
- ค. รากของพืชทั้งสองชนิดมีอัตราการดูดน้ำในปริมาณเท่ากัน
- ง. ไม่สามารถหาคำตอบได้

17. จงเรียงลำดับโครงสร้างรากจากลำต้นถึงปลายรากพืช

1. Root Cap 2. Area of Elongation 3. Area of Maturation 4. Area of cell Division

- ก. 1-2-3-4
- ข. 4-3-2-1
- ค. 3-2-4-1
- ง. 4-2-3-1

18.



พิจารณาจากภาพข้างต้น ภาคตัดตามขวางที่พบเป็นบริเวณสีเหลี่ยมเรียกว่าอะไร

- ก. Parenchyma
- ข. Collenchyma
- ค. Sclerenchyma
- ง. Vascular Bundle

19. นักเรียนนำรากพืชหลายชนิดมาศึกษาลักษณะภายนอก ปรากฏว่าเป็นรากพืชที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเพื่อทำหน้าที่พิเศษ มีลักษณะอ้วนใหญ่ และไม่เป็นรากที่เกิดจากลำต้นหรือกิ่ง อยากทราบว่าเป็นพืชชนิดใด

- ก. กระชาย
- ข. ข้าวโพด
- ค. มันฝรั่ง
- ง. แห้ว

20. เพราะเหตุใดจึงไม่สามารถขยายพันธุ์พืชใบเลี้ยงเดี่ยวโดยวิธีการตอน

- ก. ลำต้นมีท่อลำเลียงกระจายอยู่ทั่วไป
- ข. ลำต้นมีการแตกกิ่งก้านน้อยมาก
- ค. ลำต้นไม่มีจุดกำเนิดของรากอยู่
- ง. ลำต้นอ่อนแอเกินไป จึงไม่เหมาะสม

21. การลำเลียงในข้อใดที่อาศัยกลไก Osmosis

- ก. การลำเลียงของ Xylem Parenchyma
- ข. การลำเลียงใน Vessel และ Tracheid
- ค. การลำเลียงใน Sieve Tube
- ง. การขับน้ำออกไปที่ปลายเส้นใบที่เรียก Hydathode

22. จงเรียงลำดับโครงสร้างที่พบในพืชใบเลี้ยงคู่ จากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน

1. Cortex 2. Epidermis 3. Xylem 4. Phloem 5. Collenchyma

- ก. 2-1-3-4-5
- ข. 2-3-1-5-4
- ค. 2-5-1-4-3
- ง. 2-4-5-1-3

23. Turgor Pressure ของเซลล์พืชมีความสำคัญในการค้ำจุนโครงสร้างของพืชอย่างไร

- ก. ค้ำจุนลำต้นของเนื้อแข็ง
- ข. ค้ำจุนยอดอ่อนของไม้ล้มลุก
- ค. ค้ำจุนปลายยอดของพืชน้ำ
- ง. ค้ำจุนใบของไม้พวงสน

24. ถ้านำสไลด์ของใบพืชใบเลี้ยงคู่ตัดตามขวางมาตรวจสอบดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ลักษณะใดจะบอกให้ทราบได้ว่าเป็นด้านหลัง

- ก. ด้านที่มีปากใบมากกว่า
- ข. ด้านที่มีปากใบน้อยกว่า
- ค. ด้านที่ใกล้ Xylem มากกว่า
- ง. อยู่ใกล้ Phloem มากกว่า

25. เพราะเหตุใด แม่ค้าห่อหมกจึงมักนำใบกล้วยมาใช้ห่อเครื่องอาหารก่อนนำไปนึ่ง แทนการใช้ใบพืชชนิดอื่น

- ก. ใบมีขนาดใหญ่มาก
- ข. เส้นใบมีการเรียงตัวแบบขนาน
- ค. สามารถหาได้ง่าย
- ง. เป็นพืชเศรษฐกิจ

26. จากการตรวจสอบสไลด์ภาคตัดขวางของใบพืชชนิดหนึ่งด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่า Cuticle หนา ชั้น Epidermis มีเซลล์เรียงตัวซ้อนกัน ชั้น Palisade Parenchyma เรียงตัวกันอย่างแน่นอบบางเซลล์มีลักษณะพองใหญ่และมีปากใบจมลึกลงไปแสดงลักษณะของพืชพวกใด

- ก. Xerophyte
- ข. Halophyte
- ค. Mesophyte
- ง. Hydrophyte

27. คำในข้อใดต่อไปนี้มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

- ก. Lenticel, Stomata
- ข. Lenticel, Hydathode
- ค. Guttation, Stomata
- ง. Guttation, Hydathode

28. หน้าโรงเรียนแห่งหนึ่งมีต้นยางนาสูงใหญ่ตระหง่าน บริเวณกลางลำต้นมีเฟิร์น กระเช้าสีดาเจริญโอบลำต้นยางนาเอาไว้ ผู้อำนวยการโรงเรียนเห็นว่าบดบังทัศนียภาพ จึงมีคำสั่งให้ตัดออกนักเรียนจะสามารถนำใบเฟิร์นกระเช้าสีดามาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้อย่างไรบ้าง

- ก. ตากแห้งเพื่อใช้สำหรับเป็นเชื้อก่อไฟ
- ข. ปูรองพื้นเป็นที่นั่ง
- ค. ตัดให้เป็นชิ้นเล็กและนำไปทำเป็นปุ๋ยหมัก
- ง. ตากแห้งและประยุกต์เป็นปีกหมวกแฟนซี

29. พืช ก และ ข มีลักษณะอวบน้ำ พืช ค และ ง ไม่อวบน้ำ พืชทั้ง 4 ชนิดนี้ มีขนาดเท่ากัน ได้รับน้ำในตอนเช้าเท่ากัน พอดตอนบ่ายพบว่า พืช ข และ คอ เหี่ยว พืชชนิดใดมีปากใบเปิดกว้างมากที่สุด

ก. ก

ข. ข

ค. ค

ง. ง

30. ในช่วงใกล้ ๆ เวลาเที่ยงของฤดูร้อนในเดือนเมษายน ภายใน Air Space ของใบพืชใบเลี้ยงคู่จะมีอัตราส่วนของแก๊สใดต่ำที่สุด

ก. $\text{CO}_2 : \text{N}_2$

ข. $\text{O}_2 : \text{N}_2$

ค. $\text{H}_2\text{O} : \text{N}_2$

ง. $\text{Cl}_2 : \text{O}_2$

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

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

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา
รวมกับการคิดเป็นภาพ วิชาชีวิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษารวมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีการวัดความพึงพอใจทั้งหมด 4 ด้าน ดังนี้

- 1.1 ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้
- 1.2 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- 1.3 ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้
- 1.4 ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2. ทำเครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert Rating Scale) 5 ระดับ มีการกำหนดความหมายของเกณฑ์ความพึงพอใจ ดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด
- ระดับ 4 หมายถึง ความพึงพอใจมาก
- ระดับ 3 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง
- ระดับ 2 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย
- ระดับ 1 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
1	เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2	เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
3	เนื้อหาสาระส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
4	นักเรียนสามารถนำเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้					
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
5	กิจกรรมมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้					
6	กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์					
7	กิจกรรมเน้นนักเรียนมีส่วนร่วมกับสังคมโดยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง					
8	กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
9	กิจกรรมมีการใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม					
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้						
11	สื่อและอุปกรณ์มีความเหมาะสมสอดคล้องกับกิจกรรม					
12	สื่อและอุปกรณ์กระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน					

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
13	สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียน เกิดความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์					
14	สื่อและอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับ เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
15	กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียน มีส่วนร่วมในการวัดและประเมินผล					
16	การวัดประเมินผลมีความสอดคล้อง และครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะ อันพึงประสงค์					
17	การวัดและประเมินผลมีความ สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
18	การวัดและประเมินผลมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
19	มีการให้ข้อมูลย้อนกลับนักเรียนหลัง ทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปสู่ การพัฒนาตนเอง					
20	มีการกำหนดเกณฑ์การประเมินผล ชัดเจน สะดวก เข้าใจง่าย และ สามารถนำไปใช้ได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายชาญชัย คำมุงคุณ
วัน เดือน ปีเกิด	9 พฤษภาคม 2541
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	207 หมู่ 4 ถนนไตรยราช ตำบลนาแก อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม รหัสไปรษณีย์ 48130
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2553	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนาแกผดุงราชกิจเจริญ อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม
พ.ศ. 2556	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนาแกพิทยาคม อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม
พ.ศ. 2559	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาแกพิทยาคม อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม
พ.ศ. 2564	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
พ.ศ. 2568	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2566	ตำแหน่งครูสอนพิเศษ โครงการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (Gifted Program) ปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 1 โรงเรียนนาแก สามัคคีวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม