



การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

วิทยานิพนธ์

ของ

ทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร

ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

พฤษภาคม 2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

วิทยานิพนธ์

ของ

ทัชชญา ภัทราอัมฤทธิ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
พฤศจิกายน 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF LEARNING AND INNOVATION SKILLS OF
MATHAYOMSUKSA 5 STUDENTS ON THE STRUCTURE AND GROWTH
OF FLOWERING PLANTS USING STEM EDUCATION INTEGRATED WITH
SCHOOL BOTANICAL GARDEN TASKS

BY

TATCHAYA PATTRAUMMARIT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirement for
The Master of Education Degree in Science Teaching
Sakon Nakhon Rajabhat University

November 2022

All Right Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์ ทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หรรษกร วรธนะสาร) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาลี) ประธานที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ กรรมการสอบและ
(ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล) แต่งตั้งเพิ่มเติม (ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์) กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ เทบ่ารุ่ง) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

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

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

เมื่อวันที่ 23 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้ความกรุณาและช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาติ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ เสนอแนะ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ ตลอดมาตั้งแต่ต้นจน สำเร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา ความเอื้ออาทร และขอกราบขอบพระคุณ เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล อาจารย์ประจำสาขา วิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร นางระพีพร พลเยี่ยมหาญ ครูชำนาญการพิเศษ และนางพรรณิภา เชื้อสิงห์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือต่าง ๆ ตลอดจนให้คำแนะนำและข้อคิดที่เป็นประโยชน์ แก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการ นายอิทธิพล พลเยี่ยมหาญ คณะครู และนักเรียนโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูลทุกท่าน ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลอง ใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ และให้ความอนุเคราะห์ความสะดวก ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยตลอด ทุก ๆ คนในครอบครัว เพื่อนนักศึกษา ซึ่งให้การ สนับสนุน เอาใจใส่และเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา นอกจากนี้ ยังมีผู้ให้ความช่วยเหลือ อีกหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมด จึงขอขอบคุณทุกท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่บิดา มารดา ของผู้วิจัย และบูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนจนผู้วิจัยสามารถดำรงตน และบรรลุผลสำเร็จในปัจจุบัน

ทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
ผู้วิจัย	ทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาลี ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล จำนวน 31 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน 2) แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที่แบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัย พบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.80/81.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$)

คำสำคัญ: ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สะเต็มศึกษา งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

TITLE	Development of Learning and Innovation Skills of Mathayomsuksa 5 Students on the Structure and Growth of Flowering Plants Using STEM Education Integrated with School Botanical Garden Tasks
AUTHOR	Tatchaya Pattraummarit
ADVISORS	Asst. Prof. Dr. Pithak Wongchalee Dr. Kulwadee Suwannatrai
DEGREE	M.Ed. (Teaching Science)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2022

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) construct lesson plans based on STEM education integrated with school botanical garden tasks on the structure and growth of flowering plants to meet the criteria efficiency of 80/80, 2) compare students' learning and innovation skills before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) examine the satisfaction of students toward the STEM education combined with school botanical garden tasks. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 31 students from Mathayomsuksa 5/4 at Renunakhonwittayanukul School, in the second semester of the academic year 2022. The instruments included 1) lesson plans based on STEAM education integrated with school botanical garden tasks, 2) a learning and innovation skills test, 3) a learning achievement test, and 4) a set of satisfaction questionnaires. The statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test for Dependent Samples.

The results were as follows:

1. The efficiency of constructed lesson plans based on STEM education integrated with school botanical garden tasks on the structure and growth of flowering plants was 82.80/81.50, which met the defined criteria of 80/80.

2. The learning and innovation skills of the students after the intervention was higher than that before the intervention at the 0.1 level of significance.

3. The students' learning achievement after the intervention was higher than that before the intervention at the 0.1 level of significance.

4. The students' satisfaction with the learning management based on STEM education integrated with the school botanical garden tasks was at the highest level ($\bar{X} = 4.73$).

Keywords: Learning and Innovation Skills, STEM Education,
School Botanical Garden Tasks

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
คำถามของการวิจัย.....	4
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	
พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	
(ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560).....	15
วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	
และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน.....	15
ความสำคัญของวิทยาศาสตร์.....	18
เป้าหมายของวิทยาศาสตร์.....	19
สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	20
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	20
คุณภาพผู้เรียน.....	22
ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาชีววิทยา	
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	24
คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	33

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม.....	35
ความหมายของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม.....	35
องค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม.....	36
แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรม.....	38
สะเต็มศึกษา	39
ความหมายและแนวคิดของสะเต็มศึกษา.....	39
สะเต็มศึกษาในประเทศไทย	40
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	42
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	43
การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	44
งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน.....	46
สวนพฤกษศาสตร์	47
สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน	47
งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน.....	47
วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน.....	47
ขั้นตอนการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน.....	47
ความพึงพอใจ.....	48
ความหมายของความพึงพอใจ.....	48
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ.....	49
การวัดความพึงพอใจ.....	52
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	53
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	55
ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	55
ประสิทธิภาพของเครื่องมือ.....	57
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	63
งานวิจัยในประเทศ.....	63
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	66
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	69
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	70
รูปแบบที่ใช้ในการวิจัย.....	70
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	72
ลักษณะของเครื่องมือ.....	72
การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ.....	73
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	86
วิเคราะห์ข้อมูล.....	87
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	107
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	107
สมมติฐานของการวิจัย.....	108

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	108
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	109
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	109
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	110
สรุปผลการวิจัย.....	112
อภิปรายผลการวิจัย.....	112
ข้อเสนอแนะ.....	116
บรรณานุกรม.....	119
ภาคผนวก.....	129
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	131
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ.....	141
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	157
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	173
ภาคผนวก จ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	299
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	323

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1	ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม.....24
2	รูปแบบการทดลองแบบ Quasi Group Pre-test and Post-test Design.....70
3	เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....72
4	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของมาตรฐาน ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะที่สำคัญ ความสามารถในการแก้ไขปัญหา ภาระงาน/ชิ้นงาน กิจกรรม และการวัดประเมินผล.....74
5	เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....78
6	โครงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ โดยใช้ความรู้พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูมในการจัดระดับจุดหมาย แบ่งน้ำหนักข้อสอบ.....81
7	โครงสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เรื่อง โครงสร้างและ การเจริญเติบโตของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ เพื่อใช้ไว้คัดจริง 30 ข้อ.....83
8	ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วม กับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80.....97
9	การเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก.....98

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
10	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการ เจริญเติบโตของพืชดอก.....99
11	ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวน พฤกษศาสตร์โรงเรียน.....100
12	ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการ ร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....143
13	ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5145
14	ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะ กระบวนการเรียนรู้และนวัตกรรม.....146
15	ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....148
16	ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับแบบสะเต็มศึกษาบูรณาการ ร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....150
17	ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความ เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม.....153

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
18	ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....155
19	ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E1) โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์.....159
20	ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E2) โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์.....161
21	วิเคราะห์คะแนนวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมแต่ละด้าน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน.....163
22	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก.....165
23	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของพืชดอก.....167
24	ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแผน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก.....169

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
2 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่องเฮอริบาเรียม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1.....	103
3 นักเรียนช่วยกันทำกิจกรรม การนำเสนอผลงานการจัดเก็บ ตัวอย่างพรรณไม้แห้ง.....	103
4 นักเรียนทำกิจกรรมเฮอริบาเรียมแข่งกับรากพืช แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	104
5 นักเรียนประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ลำต้นพืช แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	105
6 นักเรียนตื่นเต้นกับการทำกิจกรรมกับเพื่อนในกลุ่มเรื่อง กระดาษสาเด็กวิทย์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	106

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนไทย เป็นการเพิ่มต้นทุนทางสังคมให้แก่ประเทศการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนของสังคมในการจัดการศึกษา โดยเน้นให้เด็กเป็นคนดี คนเก่ง มีความสุข มีคุณธรรม อาศัยการสอนที่หลากหลายให้เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน เกิดการบูรณาการวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นสหวิทยาการ เพื่อให้การศึกษาสอดคล้องกับวิถีชีวิตความต้องการของผู้เรียนและชุมชนท้องถิ่นมากที่สุด (ประหยัด พิมพา, 2561, หน้า 242)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นหน่วยงานหลักของประเทศไทยที่มีหน้าที่หลักในการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทย ได้ตั้งเป้าพัฒนาเด็กไทยให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นฐาน ให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความสุขและมองเห็นเส้นทางในการประกอบอาชีพในอนาคต พัฒนาให้มีความสามารถระดับนานาชาติภายใน ปี 2570 หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกช่วงชั้นจะต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี ซึ่งจะวัดผลจากการสอบ Ordinary National Educational Test (O-Net) โดยเป้าหมายนี้จะใช้ระบบ “สะเต็มศึกษา” เป็นกลยุทธ์หลักในการพัฒนาและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้มีความเหมาะสมในศตวรรษที่ 21 ในเรื่องของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งจะช่วยให้ประเทศไทยมีนวัตกรรมที่ช่วยสร้างนวัตกรรมใช้พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้ประเทศได้ (ฉัตรดนัย สุวรรณรงค์ และสิทธิพล อัจฉรินทร์, 2563, หน้า 72)

การจัดการศึกษาในประเทศไทยเป็นที่ทราบกันดีว่ากำลังประสบปัญหาเป็นอย่างมาก ซึ่งจากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากหน่วยงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ รวมถึงผลการประเมินที่ปรากฏในรายงานประจำปีของ O-Net ทุกปีการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาวิทยาศาสตร์ 3 ปีย้อนหลังพบว่ามีค่าเฉลี่ยระดับประเทศร้อยละ 32.68, 29.20 และ 30.51 ตามลำดับ เพราะการสอนในปัจจุบันมุ่งเน้นเพียงแต่การให้ความรู้มากเพื่อใช้ในการสอบแข่งขันไม่มีการเชื่อมโยงความรู้ที่มีไปใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน ดังนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาจึงมีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้เป็นอย่างมาก โดยการใช้ความคิดแก้ปัญหาเป็นการใช้ความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้มีการฝึกปฏิบัติค้นพบปัญหาและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง (อุไร ดอกคำ และสาวิตรี เกาต์โท, 2563, หน้า 82-92) สำหรับโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูลซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.96, 29.82 และ 29.01 ตามลำดับ ซึ่งคะแนนของโรงเรียนอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ตามที่กำหนด จากผลการทดสอบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรได้รับการพัฒนาความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

ในปัจจุบันประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ทำให้เกิดการพัฒนารเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เกิดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชามากขึ้นและสามารถนำไปเชื่อมโยงกับชีวิตจริงได้ รวมทั้งการใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในชั้นเรียนกับบริบทของโลกแห่งความเป็นจริงสามารถดำเนินชีวิตอยู่ในสังคมกับการพัฒนางานสิ่งใหม่ ๆ และความสามารถของประเทศได้ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, หน้า 35) ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป ตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้

สะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านความรู้ สติปัญญา ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ความรับผิดชอบ ทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงตัวเลข ทักษะการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยีอีกด้วย (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559, หน้า 334)

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันได้มีการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการสร้างสรรค์สื่อแบบการบูรณาการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน จึงได้นำเอาแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการบูรณาการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน โดยเน้นหลักโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) ซึ่งเป็นโครงการที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงสืบสานพระราชปณิธานในการอนุรักษ์ทรัพยากรของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ที่ทรงมีสายพระเนตรอันกว้างไกล โดยทรงให้ความสำคัญและเห็นถึงความสำคัญของการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ทรัพยากร และการสร้างจิตสำนึก นับเป็นพระมหากรุณาธิคุณล้นเกล้าล้นกระหม่อมแก่ปวงชนชาวไทยและประเทศไทยเป็นล้นพ้น ที่ได้รับพระราชทาน แนวพระราชดำริ พระราชกระแส และพระราชวินิจฉัย เพื่อเป็นกรอบในการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ได้ทรงสืบสานพระราชปณิธานต่อโดยมีพระราชดำริกับนายแก้วขวัญ วัชโรทัย เลขาธิการพระราชวัง ให้ดำเนินการอนุรักษ์พืชพรรณของประเทศโดยพระราชทานให้โครงการสวนพระองค์ฯ สวนจิตรลดา ฝ่ายวิชาการเป็นผู้ดำเนินการจัดตั้งธนาคารพืชพรรณขึ้น ในปี พ.ศ. 2536-2549 นอกจากนี้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนจึงเป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีคุณค่าในการเรียนวิชาชีววิทยาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมนักเรียนจะได้รับทั้งความรู้ ทักษะปฏิบัติ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ด้านจิตวิทยาศาสตร์ และคุณธรรม จริยธรรม ตลอดจนทวงแหวนพรรณไม้และทรัพยากรธรรมชาตินำไปสู่จิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและทรัพยากร (คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน, 2560, หน้า ข-1)

จากที่มาและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้

และนวัตกรรม การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษาไปสู่การดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เพื่อสนองพระราชดำริสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

2. นักเรียนได้สร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

3. เป็นแนวทางสำหรับครูวิทยาศาสตร์ บุคลากรที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา และผู้ที่สนใจในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในเรื่องนั้น ๆ อีกต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาสาระกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) มัธยมศึกษาปีที่ 5 สาระชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน ดังนี้

1. เนื้อเยื่อพืช
2. โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก
3. โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น
4. โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 35 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 32 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 31 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 98 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 31 คน โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2565 ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้วิธีการจับสลาก โดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

3.2.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

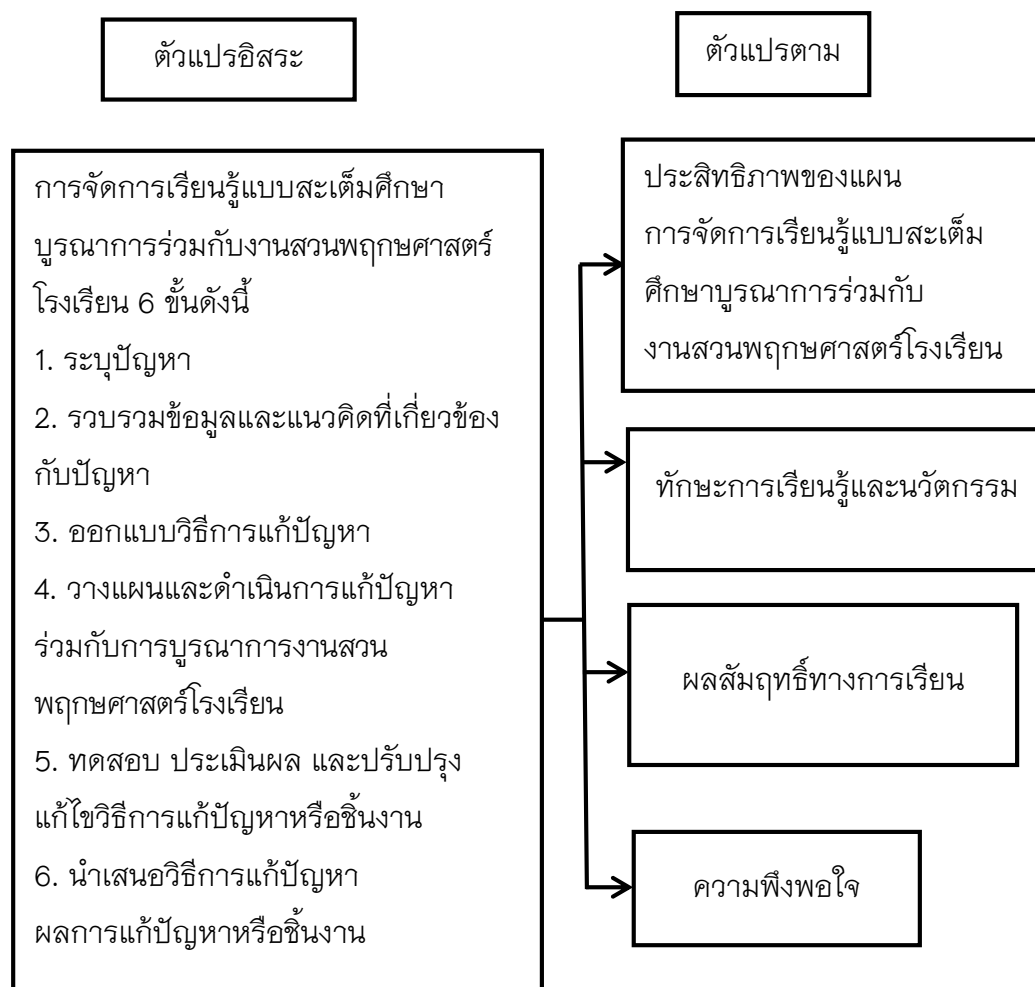
3.2.4 ความพึงพอใจ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาในการทดลองสอน จำนวน 16 ชั่วโมง เวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามเฉพาะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม หมายถึง ทักษะที่ผู้เรียนต้องเตรียมความพร้อมทั้งสภาพแวดล้อมที่มีความสลับซับซ้อนในอนาคต โดยมีจุดมุ่งหมายที่มีการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา (Critical Thinking & Problem Solving) การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ (Communication) การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ดังนี้

1.1 การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไข ประกอบด้วยประสิทธิภาพของการใช้เหตุผลทั้งในเชิงนิรนัย (Inductive) และอุปนัย (Deductive) ได้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นสามารถใช้วิธีคิดเชิงระบบโดยคิดจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ออย่างเป็นองค์รวมและเป็นระบบครบวงจรในวิธีการคิดนั้น และเกิดประสิทธิภาพในการตัดสินใจสำหรับการแก้ปัญหา สามารถแก้ไขปัญหาดifferent ๆ ได้หลากหลายเทคนิควิธีการตามสถานการณ์ที่เหมาะสมที่สุด

1.2 การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพสามารถสื่อสารได้ถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพทั้งการพูด การฟังและการเขียน และสามารถใช้อุปกรณ์ที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 การทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความสามารถในการเป็นผู้นำในการทำงานและเป็นที่ยอมรับในทีม มีความรับผิดชอบในงานและทำงานบรรลุผลตามที่มุ่งหวัง สร้างการมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบ และมองเห็นคุณค่าของการทำงานเป็นทีม

1.4 การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่และเสริมสร้างคุณค่าทางความคิดและสติปัญญา มีความละเอียดรอบคอบต่อการคิดวิเคราะห์และประเมินแนวความคิดเพื่อนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนางานในเชิงสร้างสรรค์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ สามารถสร้างวิกฤติให้เป็นโอกาสส่งผลต่อการเรียนรู้เข้าใจวิธีการสร้างสรรค์นวัตกรรมและสามารถนำข้อผิดพลาดมาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนางานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าไว้ด้วยกัน โดยการใช้สถานการณ์เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และคิดแนวทางการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจกับปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัด ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อระบุและกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมสืบค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่สืบค้นนำมาร่างแบบชิ้นงาน โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานุกรณาการร่วมกับงาน

สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ตั้งประเด็นปัญหา รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องของ ออกแบบการแก้ไขปัญหาและ ปฏิบัติการแก้ไขปัญหา ประเมินผลการแก้ปัญหาคงตลอดจนที่การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ระบุปัญหา หมายถึง ครูกำหนดสถานการณ์ที่ท้าทายความสามารถของนักเรียนหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการศึกษา โดยใช้ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในการแก้ปัญหาและหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไข้ปัญหา

3.2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หมายถึง การสืบค้นเกี่ยวกับวิธีแก้้ปัญหาหรือความต้องการมีการรวบรวมวิธีการแก้ไข้ปัญหา ข้อเสนอแนะ และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาหรือความต้องการแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3.3 ออกแบบวิธีการแก้้ปัญหา หมายถึง นักเรียนเลือกและออกแบบวิธีแก้้ปัญหามาออกแบบเป็น “ร่างแนวคิด” ของแต่ละวิธีแล้วประเมินในท้ายที่สุดว่าควร จะเลือกวิธีแก้้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง

3.4 วางแผนและดำเนินการแก้้ปัญหา หมายถึง เป็นการนำร่างแนวคิดที่ผ่านการเลือกแล้วว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุดในการจะนำไปปฏิบัติ

3.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน หมายถึง นักเรียนระดมความคิดภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ หากมีการปรับปรุง มีการบันทึกสาเหตุ แล้ววางแผน เพื่อปรับปรุงต่อไป

3.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยนักเรียน นำเสนอข้อสรุปในรูปแบบของการนำเสนอหน้าชั้นเรียน

4. งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน หมายถึง โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) เป็นโครงการที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงสืบสานพระราชปณิธาน ในการอนุรักษ์ทรัพยากรของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ที่ทรงมีสายพระเนตรอันกว้างไกล โดยทรงให้ความสำคัญและเห็นถึงความสำคัญของการ อนุรักษ์พันธุกรรมพืช ทรัพยากร และการสร้างจิตสำนึก นับเป็นพระมหากรุณาธิคุณ ล้นเกล้าล้นกระหม่อมแก่ปวงชนชาวไทยและประเทศไทยเป็นล้นพ้น ที่ได้รับพระราชทานแนว พระราชดำริ พระราชกระแสและพระราชวินิจฉัย เพื่อเป็นกรอบในการดำเนินงาน สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

4.1 สวนพฤกษศาสตร์ (Botanic Garden)

แหล่งที่รวบรวมพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ ที่มีชีวิต จัดปลูกตามความ เหมาะสมกับสภาพถิ่นอาศัยเดิม มีห้องสมุด สถานที่เก็บรวบรวมตัวอย่างพรรณไม้ รักษาสภาพ อาจเป็นตัวอย่างแห้ง ตัวอย่างดอง หรือเก็บรักษาโดยวิธีอื่น ๆ พันธุ์พืชที่ทำการเก็บรวบรวมไว้นั้นจะเป็นแหล่งข้อมูลและเผยแพร่ความรู้ นอกจากนี้สามารถใช้เป็น แหล่งพักผ่อนหย่อนใจ

4.2 สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน (School Botanical Garden)

ทุกสิ่งทุกอย่างที่มีอยู่ในโรงเรียนที่ใช้เพื่อการเรียนรู้โดยมีพืชเป็นปัจจัย หลัก ชีวภาพอื่นเป็นปัจจัยรอง กายภาพเป็นปัจจัยเสริม และวัสดุ อุปกรณ์เป็นปัจจัยประกอบ

4.3 งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

งานสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชทรัพยากรชีวภาพ และกายภาพ โดยมีการสัมผัส การเรียนรู้ การสร้างและปลูกฝังคุณธรรม การเสริมสร้าง ปัญญาและภูมิปัญญา

5. การวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถในการ เรียนรู้ของนักเรียนได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม แบบปรนัย

4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

7. ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการบูรณาการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีประสิทธิภาพเกณฑ์ 80/80 โดยคิดคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบประจำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้

80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก หลังการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

8. ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของนักเรียนที่แสดงออกมาว่าชอบใจ มีความสุข หรือพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.1 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน

1.2 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

1.3 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

1.4 สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.5 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.6 คุณภาพนักเรียน

1.7 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.8 คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.1 ความหมายของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.2 องค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

3. สะเต็มศึกษา
 - 3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 3.2 สะเต็มศึกษาในประเทศไทย
 - 3.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 - 3.5 การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
4. งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
 - 4.1 สวนพฤกษศาสตร์
 - 4.2 สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
 - 4.3 งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
 - 4.4 วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
 - 4.5 ขั้นตอนการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
5. ความพึงพอใจ
 - 5.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 5.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 5.3 การวัดความพึงพอใจ
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 6.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ประสิทธิภาพของเครื่องมือ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

**การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560)**

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)
สรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้

**1. วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญของนักเรียน
และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน**

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน
ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม
มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบ
ประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง
เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา ต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้น
นักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็ม
ตามศักยภาพ

หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ
มีจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้
ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาส
ได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคม
มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ
การเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเองมีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิดการแก้ปัญหาการใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับ และส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึ และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง

ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเอง และสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. อยู่อย่างพอเพียง

5. มุ่งมั่นในการทำงาน
6. รักความเป็นไทย
7. มีจิตสาธารณะ
8. ใฝ่เรียนรู้

2. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ องค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

การดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษา ครู ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและ

ประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้ เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจน การเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุง เพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ เพื่อทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1-2)

3. เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3)

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชา วิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

4. สาระสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3-5)

1. วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
2. วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น
3. วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เทคโนโลยี
 - 4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี การเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี เพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
 - 4.2 วิทยาการคำนวณ การเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้เรียนรู้ทั้งหมด 4 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 4-5) ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

1. เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้า และออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

1. เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปฏิกิริยาการที่เกี่ยวข้อกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

1. เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

2. เข้าใจองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ของระบบโลก
กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการ
เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลกรวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

1. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มี
การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์
และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึง
ผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจ และใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิต
จริงอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการเรียนรู้
การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

6. คุณภาพนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาพหุศตวรรษ 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ได้กำหนดคุณภาพของนักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สำหรับนักเรียนที่เน้น
วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 6-7)

1. เข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
รวมทั้งความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่ การทำหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ ของพืช
และการทำงานของระบบย่อยอาหารของมนุษย์

2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะและการเปลี่ยน
สถานะของสสารการละลาย การเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้
และผันกลับไม่ได้ และการแยกสารอย่างง่าย

3. เข้าใจลักษณะของแรงโน้มถ่วงของโลก แรงลัพธ์ แรงเสียดทาน
แรงไฟฟ้าและผลของแรงต่าง ๆ ผลที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุ ความดัน หลักการที่มีต่อ
วัตถุ วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ปรากฏการณ์เบื้องต้นของเสียง และแสง

4. เข้าใจปรากฏการณ์การขึ้นและตก รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
ปรากฏการณ์ของดวงจันทร์ องค์ประกอบของระบบสุริยะ คาบการโคจรของดาวเคราะห์
ความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์ การขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์
การใช้แผนที่ดาว การเกิดอุปราคา พัฒนาการและประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ

5. เข้าใจลักษณะของแหล่งน้ำ วัฏจักรน้ำ กระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง น้ำค้างแข็ง หยาดน้ำฟ้า กระบวนการเกิดหิน วัฏจักรหิน การใช้ประโยชน์และแร่ การเกิดซากดึกดำบรรพ์ การเกิดลมบก ลมทะเล มรสุม ลักษณะและผลกระทบของภัยธรรมชาติ ธรณีพิบัติภัย การเกิดผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจก

6. ค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพและประเมินความน่าเชื่อถือ ตัดสินใจเลือกข้อมูลใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการทำงานร่วมกัน เข้าใจสิทธิและหน้าที่ของตน เคารพสิทธิของผู้อื่น

7. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ คัดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สอดคล้องกับคำถามหรือปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ วางแผนและสำรวจตรวจสอบ โดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสม ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

8. วิเคราะห์ข้อมูล ลงความเห็น และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มาจากการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจ ตรวจสอบได้อย่างมีเหตุผลและหลักฐานอ้างอิง

9. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นของตนเอง ยอมรับในข้อมูลที่มีหลักฐานอ้างอิง และรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

10. แสดงความรับผิดชอบด้วยการทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่าง มุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จงงาน ลุล่วงเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

11. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้นและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงาน ตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

12. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

7. ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายวิชาชีววิทยาเป็นรายวิชาเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้
ข้อที่ 1-17 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง
พุทธศักราช 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 147-152) ดังนี้

สาระชีววิทยา

3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช
การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสงการสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต
และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตาราง 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและ ลักษณะของเนื้อเยื่อ พืช และ เขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของ เนื้อเยื่อพืช	<ul style="list-style-type: none"> - เนื้อเยื่อพืชแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร - เนื้อเยื่อเจริญแบ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญ ส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ และ เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง เนื้อเยื่อถาวรเปลี่ยนแปลงมาจาก เนื้อเยื่อเจริญ เนื้อเยื่อถาวรอาจแบ่งได้ เป็น 3 ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น และระบบเนื้อเยื่อ ท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน
ม.5	2. สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบโครงสร้างภายใน ของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและ รากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัด ตามขวาง	<ul style="list-style-type: none"> - ราก คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไป เจริญอยู่ที่ระดับผิวดิน ทำหน้าที่ยึดหรือ ค้ำจุนให้พืชเจริญเติบโตอยู่กับที่ได้ และ ยังมีหน้าที่สำคัญในการดูดน้ำและธาตุ อาหารในดิน เพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5		<ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้างภายในของปลายรากที่ตัดตามยาวประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ คือ บริเวณหมวก ราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ - โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวาง จะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิส ชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ในชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกัน ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ - โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดิร์ม ซึ่งมีคอร์ก เป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้นส่วน - โครงสร้างภายในของรากระยะการเติบโตทุติยภูมิ ชั้นเอพิเดอร์มิสจะถูกแทนที่ด้วยชั้นเพริเดิร์ม ซึ่งมีคอร์ก เป็นเนื้อเยื่อสำคัญ ชั้นคอร์เทกซ์อาจมี

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5		<p>การเปลี่ยนแปลงเกิดเซลล์ที่ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หรือเกิดเซลล์ที่สะสมอาหารเพิ่มขึ้นส่วนลักษณะมัดท่อลำเลียงจะเปลี่ยนไป เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงเพิ่มขึ้น</p>
ม.5	<p>3. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง</p>	<p>- ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมาจากรากทำหน้าที่สร้างใบและช่ใบ ลำเลียงน้ำธาตุอาหาร และอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ</p> <p>- โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้น เรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ ชั้นเอพิเดอร์มิสชั้นคอร์เทกซ์ และชั้นสตีล ซึ่งชั้นสตีลจะพบมัดท่อลำเลียงที่มีลักษณะแตกต่างกันในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพืชใบเลี้ยงคู่</p> <p>- ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิ จะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น และมี โครงสร้างแตกต่างจากเดิม เนื่องจากมีการสร้างเนื้อเยื่อเพริเดิร์ม และเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทุติยภูมิเพิ่มขึ้น</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	4. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง	<ul style="list-style-type: none"> - ใบมีหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำ ใบของพืชดอกประกอบด้วย ก้านใบ แผ่นใบ เส้นกลางใบ และเส้นใบ พืชบางชนิดอาจไม่มีก้านใบ ที่โคนก้านใบอาจพบหรือไม่พบหูใบ - โครงสร้างภายในของใบตัดตามขวาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 กลุ่ม ได้แก่ เอพิเดอร์มิส มีโซฟิลล์ และเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
ม.5	5. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช	<ul style="list-style-type: none"> - พืชมีการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำผ่านทางปากใบเป็นส่วนใหญ่ ปากใบพบได้ที่ใบและลำต้นอ่อน เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศภายนอกต่ำกว่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในใบพืช ทำให้น้ำภายในใบพืชระเหยเป็นไอออกมาทางปากใบ เรียกว่า การคายน้ำ - ความชื้นในอากาศ ลม อุณหภูมิ สภาพน้ำในดิน ความเข้มของแสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืช
ม.5	6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช	<ul style="list-style-type: none"> - ในสภาวะปกติการลำเลียงน้ำจากรากสู่ยอดของพืชอาศัยแรงดึงจากการคายน้ำ ร่วมกับแรงโคฮีชัน แรงแอดฮีชัน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	7. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่ สำคัญที่มีผลต่อการ เจริญเติบโตของพืช	<ul style="list-style-type: none"> - ในภาวะที่บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากจนไม่สามารถเกิดการคายน้ำได้ตามปกติ น้ำที่เข้าไปในเซลล์รากจะทำให้เกิดแรงดันเรียกว่าแรงดันราก ทำให้เกิดปรากฏการณ์กักตุน - พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณและชนิดของธาตุอาหารแตกต่างกัน สามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมบัติของธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในสารละลายธาตุอาหาร เพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ตามที่ต้องการ
ม.5	8. อธิบายกลไกการลำเลียง อาหารในพืช	<ul style="list-style-type: none"> - อาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจากแหล่งสร้างจะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นซูโครส และลำเลียงผ่านทางท่อโฟลเอ็มโดยอาศัยกลไกการลำเลียงอาหารในพืชซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงดันน้ำ ไปยังแหล่งรับ
ม.5	9. สืบค้นข้อมูล และสรุป การศึกษาที่ได้จากการ ทดลองของนักวิทยาศาสตร์ ในอดีต	<ul style="list-style-type: none"> - การศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมาเป็นลำดับชั้นจนได้ข้อสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตที่ได้คือ น้ำตาล ออกซิเจน

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3	<p>- กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงมี 2 ขั้นตอน คือ ปฏิกิริยาแสง และการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์</p> <p>- ปฏิกิริยาแสงเป็นปฏิกิริยาที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี โดยแสงออกซิไดซ์โมเลกุลสารสีที่ไทลาคอยด์ของคลอโรพลาสต์ทำให้เกิดการถ่ายทอดอิเล็กตรอน ได้ผลิตภัณฑ์เป็น ATP และ $NADPH^+ H^+$ ในสโตรมาของคลอโรพลาสต์</p> <p>- การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดในสโตรมา โดยใช้ RuBP และเอนไซม์รูบิสโก ได้สารที่ประกอบด้วยคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGA โดยใช้ ATP และ NADPH ที่ได้จากปฏิกิริยาแสงไปรีดิวซ์สารประกอบคาร์บอน 3 อะตอม ได้เป็นน้ำตาลที่มีคาร์บอน 3 อะตอม คือ PGAL ซึ่งส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสร้าง RuBP กลับคืนเป็นวัฏจักรโดยพืช C_3 จะมีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยวัฏจักรคัลวินเพียงอย่างเดียว</p>
ม.5	11. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C_3 พืช C_4 และ พืช CAM	<p>- พืช C_4 ตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ 2 ครั้ง ครั้งแรกเกิดขึ้นที่เซลล์มีโซฟิลล์ โดย PEP และเอนไซม์ เพปคาร์บอกซิเลส ได้สารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5		<p>คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม คือ กรดมาลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีทและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวิน</p> <p>- คือ OAA ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้สารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม คือ กรดมาลิก ซึ่งจะถูกลำเลียงไปจนถึงเซลล์บันเดิลชีทและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในคลอโรพลาสต์เพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวิน</p> <p>- พืช CAM มีกลไกในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์คล้ายพืช C_4 แต่มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ทั้ง 2 ครั้ง ในเซลล์เดียวกัน โดยเซลล์มีการตรึงคาร์บอนอนินทรีย์ครั้งแรกในเวลากลางคืนและปล่อยออกมาในเวลากลางวันเพื่อใช้ในวัฏจักรคัลวินต่อไป</p>
ม.5	<p>12. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้น คาร์บอนไดออกไซด์และ อุณหภูมิ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช</p>	<p>- ปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น ความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำในดิน ธาตุอาหาร อายุใบ</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5	13. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก	<ul style="list-style-type: none"> - พืชดอกมีวัฏจักรชีวิตแบบสลับประกอบด้วย ระยะที่สร้างสปอร์ เรียก ระยะสปอโรไฟต์ (2n) และระยะที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียก ระยะแกมีโทไฟต์ (n) - ส่วนประกอบของดอกที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรงคือชั้นเกสรเพศผู้และชั้นเกสรเพศเมียซึ่งจำนวนรังไข่เกี่ยวข้องกับการเจริญเป็นผลชนิดต่าง ๆ
ม.5	14. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการปฏิสนธิของพืชดอก	<ul style="list-style-type: none"> - พืชดอกสร้างไมโครสปอร์และเมกะสปอร์ ซึ่งอาจสร้างในดอกเดียวกันหรือต่างดอกหรือต่างต้นกัน - การสร้างไมโครสปอร์ของพืชดอกเกิดขึ้นโดยไมโครสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้ไมโครสปอร์ โดยไมโครสปอร์นี้แบ่งเซลล์แบบไมโทซิส 2 เซลล์ คือ ทิวบ์เซลล์และเจเนอเรทิฟเซลล์เมื่อมีการถ่ายเรณูไปตกบนยอดเกสรเพศเมีย ทิวบ์เซลล์จะงอกหลอดเรณู และเจเนอเรทิฟเซลล์แบ่งไมโทซิสได้เซลล์สืบพันธุ์ เพศผู้ 2 เซลล์ - การสร้างเมกะสปอร์เกิดขึ้นภายในออวุลในรังไข่ โดยเซลล์ที่เรียกว่า เมกะสปอร์มาเทอร์เซลล์แบ่งไมโอซิสได้ เมกะสปอร์ ซึ่งในพืชส่วนใหญ่จะเจริญพัฒนาต่อไปได้เพียง 1 เซลล์ ที่เหลืออีก 3 เซลล์จะฝ่อ เมกะสปอร์จะแบ่งไมโทซิส 3 ครั้ง ได้ 8 นิวเคลียส

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5		<p>ที่ประกอบด้วย 7 เซลล์โดยมี 1 เซลล์ที่ทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ เรียกเซลล์ไข่ ส่วนอีก 1 เซลล์มี 2 นิวเคลียส เรียกโพลาร์นิวคลีไอ</p> <p>- การปฏิสนธิของพืชดอกเป็นการปฏิสนธิคู่ โดยคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มเซลล์หนึ่งกับเซลล์ไข่ได้เป็นไซโกต ซึ่งจะเจริญและพัฒนาไปเป็นเอ็มบริโอ และอีกคู่หนึ่งเป็นการรวมกันของสเปิร์มอีกเซลล์หนึ่งกับโพลาร์นิวคลีไอได้เป็นเอนโดสเปิร์ม นิวเคลียส ซึ่งจะเจริญและพัฒนาต่อไปเป็นเอนโดสเปิร์ม</p>
ม.5	15. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืช ดอก โครงสร้างของเมล็ดและผล และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล	<p>- ภายหลังจากการปฏิสนธิ ออวุลจะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่จะมีการเจริญและพัฒนาไปเป็นผล โครงสร้างของเมล็ดประกอบด้วย เปลือกเมล็ด เอ็มบริโอ และเอนโดสเปิร์ม โครงสร้างของผลประกอบด้วย ผนังผล และเมล็ด ซึ่งแต่ละส่วนของโครงสร้างจะมีประโยชน์ต่อพืชเองและต่อสิ่งมีชีวิตอื่น</p>
ม.5	16. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ดและบอกแนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด	<p>- เมล็ดที่เจริญเต็มที่ที่มีการงอกโดยมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดเช่น น้ำหรือความชื้น ออกซิเจน อุณหภูมิ และแสง เมล็ดบางชนิดสามารถงอกได้ทันที แต่เมล็ดบางชนิด</p>

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
ม.5		<p>ไม่สามารถงอกได้ทันทีเพราะอยู่ในสภาพพักตัว</p> <p>- เมล็ดบางชนิดมีสภาพพักตัวเนื่องจากมีปัจจัย บางประการที่มีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดซึ่งสภาพพักตัวของเมล็ดสามารถแก้ไขได้หลายวิธีตามปัจจัยที่ยับยั้ง</p>
ม.5	<p>17. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอธิบายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร</p> <p>18. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับ สิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</p>	<p>- พืชสร้างสารควบคุมการเจริญเติบโตหลายชนิดที่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งสารนี้เป็นสิ่งเร้าภายในที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก</p> <p>- แสงสว่าง แรงแม่เหล็กของโลก สารเคมี และน้ำ เป็นสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช</p> <p>- ความรู้เกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายในและสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เพิ่มผลผลิต และยืดอายุผลผลิตได้</p>

8. คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เนื้อเยื่อพืช โครงสร้างและหน้าที่ของราก โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น โครงสร้างและหน้าที่ของใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส และการคายน้ำของพืช การลำเลียงน้ำของพืช ธาตุอาหารของพืช การลำเลียงอาหารของพืช

ศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โครงสร้างของใบพืช C_3 และใบพืช C_4 วัฏจักรคาร์บอนของพืช C_4 ศึกษาการสืบพันธุ์ของพืช ดอกและการเจริญเติบโต วัฏจักรชีวิตของพืชดอก การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชดอก การปฏิสนธิของพืชดอก การงอกของเมล็ดพืช ศึกษาการตอบสนองของพืช การตอบสนองของพืชต่อสารเคมี และการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย และการสรุปผล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด และความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม ผลการเรียนรู้

1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช
2. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
3. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้าง ภายในของลำต้นพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง
4. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง
5. สืบค้นข้อมูล สังเกต และอธิบายการแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช
6. สืบค้นข้อมูล และอธิบายกลไกการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช
7. สืบค้นข้อมูล อธิบายความสำคัญของธาตุอาหาร และยกตัวอย่างธาตุอาหารที่สำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช
8. อธิบายกลไกการลำเลียงอาหารในพืช
9. สืบค้นข้อมูล และสรุปการศึกษาที่ได้จากการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ในอดีตเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
10. อธิบายขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช C_3

11. เปรียบเทียบกลไกการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ในพืช C_3 พืช C_4 และ พืช CAM
 12. สืบค้นข้อมูล อภิปราย และสรุปปัจจัยความเข้มของแสง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และอุณหภูมิที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 13. อธิบายวัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืชดอก
 14. อธิบาย และเปรียบเทียบกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ และเพศเมียของพืชดอก และอธิบายการ ปฏิสนธิของพืชดอก
 15. อธิบายการเกิดเมล็ดและการเกิดผลของพืช ดอกโครงสร้างของ เมล็ดและผลและยกตัวอย่างการใช้ ประโยชน์จากโครงสร้างต่าง ๆ ของเมล็ดและผล
 16. ทดลอง และอธิบายเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการงอกของ เมล็ด สภาพพักตัวของเมล็ด และบอก แนวทางในการแก้สภาพพักตัวของเมล็ด
 17. สืบค้นข้อมูล อธิบายบทบาทและหน้าที่ของออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน เอทิลีน และกรดแอบไซซิก และอภิปรายเกี่ยวกับการนำไปใช้ประโยชน์ทาง การเกษตร
 18. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับ สิ่งรบกวนนอกที่มีผล ต่อการเจริญเติบโตของพืช
- รวม 18 ผลการเรียนรู้

ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

1. ความหมายของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

Tarbutton (2018, p. 4) กล่าวว่า กรอบทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทักษะที่สำคัญ คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ การสื่อสารในการทำงานร่วมกัน, การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสร้างสรรค์

ธนภฤตา แจ่มดวง (2560, หน้า 7) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) หมายถึง ทักษะที่มีความสำคัญในฐานะที่เป็นการเตรียม นักเรียนให้มีความพร้อมกับสภาพแวดล้อมที่มีความสลับซับซ้อนในอนาคต โดยมีจุดมุ่งหมาย ที่ความสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิพากษ์ การสื่อสาร และความร่วมมือ ซึ่งประกอบด้วย มีองค์ประกอบอยู่ด้วยกัน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ ทักษะการทำงานเป็นทีม และทักษะความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม

นันทวัน จันกลิ่น (2557, หน้า 21) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หมายถึง ความพร้อมของนักเรียนในการก้าวเข้าสู่โลกของการทำงาน ซึ่งนักเรียนจะต้องเผชิญโลกของการทำงานที่มีความซับซ้อน มากกว่าโลกของการศึกษา โดยมีการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการทำงาน ซึ่งทักษะในการเรียนรู้และนวัตกรรมนี้มุ่งเน้นให้เกิดความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์เพื่อแก้ปัญหาได้

Wikifoundry (2007) การเรียนรู้และนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์เพื่อแก้ปัญหาได้ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นการนำความคิดมาสร้างสรรค์งานหรือผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่เดิมหรือสร้างสรรค์ชิ้นใหม่ให้มีมูลค่า มีความหลากหลาย มีประโยชน์และจับต้องได้

สรุปได้ว่า ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม หมายถึง ทักษะที่ผู้เรียนต้องเตรียมความพร้อมกับสภาพแวดล้อมที่มีความสลับซับซ้อนในอนาคต โดยมีจุดมุ่งหมายที่มีการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา (Critical Thinking & Problem Solving) การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ (Communication) การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation)

2. องค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

เบญจวรรณ ธนอมชยธวัช, ผ่องศรี วาณิชย์, วุฒิชัย เนียมเทศ และณัฐวิทย์ พจนตันติ (2559, หน้า 214–216) กล่าวว่าทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ประกอบด้วย ทักษะย่อย ๆ ดังต่อไปนี้

การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา หมายถึง คิดแบบมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา ประกอบด้วยประสิทธิภาพของการใช้เหตุผลทั้งในเชิงนิรนัย (Inductive) และอุปนัย (Deductive) ได้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นสามารถใช้วิธีคิดเชิงระบบโดยคิดจากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ออย่างเป็นองค์รวมและเป็นระบบครบวงจรในวิธีการคิดนั้น และเกิดประสิทธิภาพในการตัดสินใจสำหรับการแก้ปัญหา สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้หลากหลายเทคนิควิธีการตามสถานการณ์ที่เหมาะสมที่สุด

การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ หมายถึง การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพสามารถสื่อสารได้ถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพทั้งการพูด การฟังและการเขียน และสามารถใช้สื่อที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทำงานร่วมกับผู้อื่น หมายถึง มีความสามารถในการเป็นผู้นำใน
การทำงานและเป็นที่ยอมรับในทีม มีความรับผิดชอบในงานและทำงานบรรลุผลตาม
ที่มุ่งหวังสร้างการมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบ และมองเห็นคุณค่าของการทำงานเป็นทีม

การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หมายถึง การคิดสร้างสรรค์และ
นวัตกรรม โดยสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่และเสริมสร้างคุณค่าทางความคิดและสติปัญญา
มีความละเอียดรอบคอบต่อการคิดวิเคราะห์ และประเมินแนวความคิดเพื่อนำไปสู่การ
ปรับปรุง พัฒนางานในเชิงสร้างสรรค์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์
สามารถสร้างวิกฤติให้เป็นโอกาสส่งผลต่อการเรียนรู้เข้าใจวิธีการสร้างสรรค์นวัตกรรม
และสามารถนำข้อผิดพลาดมาปรับปรุงแก้ไข และพัฒนางานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2558) “ทักษะ (Skill)” เป็นคำที่แสดงถึงระดับ
การกระทำหรือความสามารถขั้นสูงสุดหรือทำได้อย่างชำนาญ ที่คนจะปฏิบัติอย่างใดอย่าง
หนึ่ง ซึ่งการที่คน ๆ หนึ่งจะมีทักษะในเรื่องต่าง ๆ นั้นได้บุคคลเหล่านั้นจะต้องมีความรู้
ในเรื่องที่จะทำเกี่ยวกับวิธีการและเทคนิคต่าง ๆ ในเรื่องนั้นที่จะทำให้ได้มีคุณภาพและ
ประสิทธิภาพก่อน จากนั้นจึงลงมือปฏิบัติและฝึกฝนทำบ่อย ๆ จนสามารถกระทำหรือ
ปฏิบัติเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างชำนาญ ดังนั้น สรุปว่า ทักษะ หมายถึง ความสามารถในการ
การปฏิบัติหรือกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งอย่างชำนาญ

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ซึ่งกล่าวว่า การเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการ
หรือวิธีการเรียนรู้ที่บุคคลใช้ในการสร้างความหมายของข้อมูลและสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่รับเข้ามา
ทางประสาทสัมผัส ให้เกิดเป็นความรู้ความเข้าใจ ทักษะ เจตคติความรู้ลึก และพฤติกรรม
ที่พึงประสงค์การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ จากประสบการณ์และการฝึกหัด
อบรมบ่มนิสัย ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ

ทศนา แคมมณี (2554) นวัตกรรม หมายถึง สิ่งที่ทำขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้น
ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิดวิธีการการกระทำ หรือสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ โดยสิ่งนั้นอาจ
เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมด หรือใหม่เพียงบางส่วน หรืออาจใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่ง ในช่วงเวลา
ใดเวลาหนึ่ง หรือเป็นสิ่งใหม่ที่ได้รับการยอมรับนำไปใช้แต่ยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของระบบ
งานปกติคือได้รับการยอมรับนำไปใช้บ้างแล้วแต่ยังไม่แพร่หลายหรือยังไม่เป็นที่รู้จักกัน
อย่างกว้างขวาง

สรุปว่า ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถของผู้เรียนในการใช้วิธีการ กระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อแสวงหาความรู้ที่หลากหลายทั้งด้วยตนเองหรือการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น จนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้รับมาบูรณาการอย่างสร้างสรรค์จนเกิดการสร้างหรือพัฒนาเป็นนวัตกรรมในรูปแบบของสิ่งประดิษฐ์ที่มีความใหม่ แปลกแตกต่างไปจากเดิมได้อย่างชำนาญ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงหรือตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มเป้าหมายได้

3. แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

รัศมี ศรีนนท์, อุดมกฤษฎี ศรีนนท์, วิภารัตน์ ยมดิษฐ์ และกรรณิการ์ กิจนพเกียรติ (2561, หน้า 331-343) ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเองด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำกระตุ้นหรืออำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นโดยการวิเคราะห์ สังเคราะห์และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ดังนั้นการเรียนรู้ของผู้เรียนจะเป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรมจากการเรียนรู้ได้

จริยา พิชัยคำ (2559, หน้า 1-12) ได้พูดถึงการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) เป็นวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการค้นพบจากการลงมือปฏิบัติการค้นพบข้อเท็จจริงเฉพาะอย่าง เป็นการพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องที่สนใจ ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมนิสัยในการเรียนรู้ไปสู่การเรียนรู้เพื่อหาคำตอบอย่างเป็นระบบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) วิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผนวกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีโดยนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองต่อความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

สรุปได้ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ส่งเสริมผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรมได้ครูผู้สอนควรเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของตนเอง โดยเน้นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือสร้างนวัตกรรมผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เกิดการทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อให้มีส่วนร่วมในการคิด ได้วางแผนแนวทางในการออกแบบ และสร้างนวัตกรรมร่วมกัน

สะเต็มศึกษา (STEM Education)

1. ความหมายของสะเต็มศึกษา

ความหมายของสะเต็มศึกษาได้นักการศึกษาให้ความหมายแตกต่างกัน ดังนี้

ธารทิพย์ ช้วนมา และขวัญชัย ช้วนมา (2562, หน้า 4) สะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science: S), เทคโนโลยี (Technology: T), วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติแต่ละวิชาตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละวิชามาผสมผสานกัน อย่าง ลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ สถานการณ์ของโลกในปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ ความรู้ในหลายด้านในการทำงานทั้งสิ้นไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ เพื่อพัฒนาให้ นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ ของตนไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาโดยมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบมาผสมผสาน กันอย่างลงตัว

สุพรรณณี ชาญประเสริฐ (2557, หน้า 10-13) สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ และขณะเดียวกันต้องมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวัง ให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้เนื้อหาด้วยพฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจ ในการสืบเสาะหาความรู้การสำรวจตรวจสอบ

ชลธิป สมาหิต (2557, หน้า 1) สะเต็มศึกษา หมายถึง รูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระ อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาระวิชาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556, หน้า 50) STEM Education หมายถึง การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์ สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบันซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูหลายสาขาวิชาร่วมมือกันเพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้ STEM ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้นักเรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเห็นความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

2. สะเต็มศึกษาในประเทศไทย

พรพรรณ ไททยานุกร (2556, หน้า 17) การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ดังนั้น สสวท. จึงจำเป็นต้องสร้างเครือข่ายพันธมิตรกับหลายหน่วยงาน นับตั้งแต่โรงเรียนสถาบันอาชีวศึกษา สถาบันอุดมศึกษา ส่วนราชการในสังกัดกระทรวง ศึกษาธิการ นอกจากนี้ยังต้องขอความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งเป็นผู้จ้างผู้สำเร็จสะเต็มศึกษาสาขาต่าง ๆ รวมเรียกว่า กำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ผู้จ้างงานเหล่านี้จะมีผู้เชี่ยวชาญที่จะ

ทำหน้าที่เป็นทูตสะเต็มได้ และจะมีเครื่องมืออุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการ โรงงานอาคารและพื้นที่ภาคสนามที่จะให้นักเรียนไปเยี่ยมชมหรือฝึกงานได้ นอกจากนี้บางหน่วยงานอาจมอบโครงการให้นักเรียนช่วยวิเคราะห์ทดสอบก็ได้ หน่วยงานที่ดูแลโรงเรียนในพื้นที่ เช่น กรุงเทพมหานคร หน่วยงานประจำจังหวัดก็ควรเป็นพันธมิตรกับ สสวท. ในการดำเนินงานสะเต็มศึกษาประเทศไทย เพื่อช่วยส่งเสริมและพัฒนางานอย่างยั่งยืน สสวท. จำเป็นต้องติดต่อกับหน่วยงานในต่างประเทศ สมาคมวิชาการและวิชาชีพ ตลอดจนมูลนิธิเพื่อการศึกษาด้วย ดังนั้นสะเต็มศึกษาประเทศไทย จึงไม่ใช่งานของ สสวท. แต่ฝ่ายเดียว แต่ต้องเป็นความร่วมมือจากทุกภาคส่วนและได้อธิบายองค์ประกอบของสะเต็มศึกษา ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (Science) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษา มักชี้แนะให้อาจารย์ ครูใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry Based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาแต่ไม่เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจแต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (Technology) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองของความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถ

ถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้
 ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ
 ประการต่อมาคือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking)
 จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ธารทิพย์ ช้วนา และ ชวัญชัย ช้วนา (2562, หน้า 1-12) การบูรณาการ
 ภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของ
 สะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์
 และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูแต่ละวิชา จัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของ
 ตนเอง

การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้
 เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และ
 วิศวกรรมศาสตร์ แยกกันโดยมีหัวข้อหลัก (Theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกันและ
 มีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียน
 เห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียน
 เนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์
 ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ครูในวิชา
 ที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบ
 กิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือ ตัวชี้วัด

การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วย
 นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี
 และวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้น
 ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้
 ของตัวเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครู
 กำหนดกรอบหรือ Theme ของปัญหากว้าง ๆ ให้นักเรียนและให้นักเรียนระบุปัญหา
 ที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียน
 ศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องของ 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่
 1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ 2) ตัวชี้วัดในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ 3) ความรู้

เดิมของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) หรือการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (Instructional Strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาการแบบนี้ แนวทางการวัดผลประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การวัดและประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

นอกจากนี้การวัดผลการเรียนรู้ตามแนวทางการวัดผลของสาขาวิชาที่นำมาบูรณาการร่วมกันแล้ว ยังต้องมีการวัดสมรรถนะในการนำความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน รวมทั้งทักษะสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์ (Critical Thinking) การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) การทำงานร่วมกันเป็นทีม (Collaboration) และการสื่อสาร (Communication) ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตัวอย่างของเกณฑ์การประเมินกิจกรรมแบบโครงงานเป็นฐาน

4. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1) ระบุปัญหา ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่ เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหา วิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อ แก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้ง คำถามหรือปัญหาที่เราจะบูรณาจ ประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้อง พิจารณาปัญหา หรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหลังจากผู้แก้ปัญหา ทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวม ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหานั้นได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหานั้น และจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้น แล้วจึง ประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน

และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา คือ หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่รวบรวมมา ประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือก และใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

2.4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา บุคลากรงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

2.5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมิน อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

2.6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

5. การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นเน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่นักเรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิดเจตคติและความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนและตัวครูที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้และความสำเร็จของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใดมีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพและมีจุดอ่อนใดที่ควรได้รับการแก้ไขรวมทั้งครูจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนา นักเรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคลซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผล (ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2561) มีดังนี้

การประเมินจากสภาพจริงการประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองในขณะที่นักเรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงานซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้านโดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้

1. ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1.1 การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องโดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

1.2 สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อนความสามารถในการปฏิบัติงานศักยภาพของนักเรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่านักเรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

1.3 เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของนักเรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐานความคิดระดับสูงความสามารถในการแก้ปัญหาการสื่อสารเจตคติลักษณะนิสัยทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.4 เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของนักเรียนข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้านและหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของนักเรียนที่ควรจะให้ส่งเสริมและวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไขเพื่อให้เด็กนักเรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความสนใจและความสามารถของแต่ละบุคคล

1.5 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของครูว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ครูสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

1.6 เป็นการประเมินที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียน รู้จักตัวเองเชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

1.7 เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่านักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

2. วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูล และวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

2.2 ชิ้นงานผลงานรายงาน

2.3 การสัมภาษณ์

2.4 บันทึกของนักเรียน

2.5 การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู

2.6 การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ

2.7 การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ

2.8 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน

2.9 การทดสอบ

งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน พุทธศักราช 2560 (2560, หน้า ข) โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) เป็นโครงการที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงสืบสานพระราชปณิธานในการอนุรักษ์ทรัพยากรของ พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ที่ทรงมีสายพระเนตรอันกว้างไกล

โดยตรงให้ความสำคัญและเห็นถึงความสำคัญของการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ทรัพยากร และการสร้างจิตสำนึก นับเป็นพระมหากรุณาธิคุณล้นเกล้าล้นกระหม่อมแก่ปวงชนชาวไทยและประเทศไทยเป็นล้นพ้นที่ได้รับพระราชทาน แนวพระราชดำริ พระราชกระแส และพระราชวินิจฉัย เพื่อเป็นกรอบในการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

1. สวนพฤกษศาสตร์ (Botanic Garden)

แหล่งที่รวบรวมพันธุ์พืชชนิดต่าง ๆ ที่มีชีวิต จัดปลูกตามความเหมาะสมกับสภาพดินอากาศเดิม มีห้องสมุด สถานที่เก็บรวบรวมตัวอย่างพรรณไม้รักษาสภาพ อาจเป็นตัวอย่างแห้ง ตัวอย่างดอง หรือเก็บรักษาโดยวิธีอื่น ๆ พันธุ์พืชที่ทำการเก็บรวบรวมไว้นั้น จะเป็นแหล่งข้อมูลและเผยแพร่ความรู้ นอกจากนี้สามารถใช้เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ

2. สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน (School Botanical Garden)

ทุกสิ่งทุกอย่างที่มีอยู่ในโรงเรียนที่ใช้เพื่อการเรียนรู้โดยมี พืชเป็นปัจจัยหลัก ชีวภาพอื่นเป็นปัจจัยรอง กายภาพเป็นปัจจัยเสริม และวัสดุ อุปกรณ์เป็นปัจจัยประกอบ

3. งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

งานสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชทรัพยากรชีวภาพ และกายภาพ โดยมีการสัมผัส การเรียนรู้ การสร้างและปลูกฝังคุณธรรม การเสริมสร้างปัญญาและภูมิปัญญา

4. วัตถุประสงค์ของการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

เพื่อสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช และทรัพยากร

5. ขั้นตอนการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ในการจัดสวน

พฤกษศาสตร์โรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ จะมีองค์ประกอบและขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

5.1 การจัดทำป้ายชื่อ การจัดทำป้ายชื่อต้นไม้ในโรงเรียน ในขั้นแรก

เป็นชื่อพื้นเมือง จากนั้นศึกษาค้นคว้าข้อมูลการใช้ประโยชน์จากเอกสาร หรือข้อมูลพื้นบ้าน ค้นคว้าชื่อสามัญ ชื่อวิทยาศาสตร์จากเอกสารหรือจะเป็นชื่อชั่วคราว จากนั้นให้มีการตรวจสอบจากนักพฤกษศาสตร์หรือชื่อจากต้นที่สามารถอ้างอิง เพื่อให้ได้ชื่อที่ถูกต้องสมบูรณ์ หากไม่สามารถค้นคว้าได้ จัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้งโดยมีส่วนต่าง ๆ ครบ

ทั้งใบ ดอก ผล ส่งให้กับทางโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช เพื่อให้ให้นักพฤกษศาสตร์
อนุกรมวิธานพืชทำการศึกษาจำแนก หาชื่อวิทยาศาสตร์ วงศ์ และข้อมูลต่าง ๆ

5.2 การรวบรวมพันธุ์ไม้ นำเข้าปลูกในโรงเรียน การรวบรวมพันธุ์ไม้เข้า
ปลูกในโรงเรียนอาจเป็นพืชในกลุ่มที่สนใจโดยเน้นพืชพรรณไม้ในท้องถิ่น ซึ่งอาจมี
การศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้ชื่อที่ถูกต้องตามวิธีจัดทำป้ายชื่อ โดยมีการบันทึกแหล่งที่เก็บ
รวบรวม ข้อมูลการใช้ประโยชน์ของท้องถิ่น จะเป็นองค์ความรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่น เช่น
พืชผักพื้นเมือง พันธุ์พืชสมุนไพร ฯลฯ จัดทำแผนผังพันธุ์ไม้ในโรงเรียน ทั้งที่มีอยู่เดิมและการ
นำเข้าปลูกรวบรวม

5.3 การศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ทำการศึกษาด้านชีววิทยา สัตววิทยา นิเวศวิทยา
การขยายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ในท้องถิ่น การปลูกเลี้ยง โดยพืชบางชนิดอาจเป็นพืชที่ยังไม่ได้
ทำการศึกษามาก่อนจะก่อให้เกิดความรู้ในเรื่องการเจริญเติบโต สัตววิทยา ใบ ดอก ผล สภาพ
นิเวศน์ ฯลฯ

5.4 การเขียนรายงาน เป็นการเขียนรายงานผลการศึกษาเป็นข้อมูลเก็บไว้ใน
มุมสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ซึ่งอาจจะทำการศึกษาต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจน
อันจะก่อให้เกิดความเชี่ยวชาญท้องถิ่นของพืชชนิดนั้น ๆ

5.5 การนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ มีการนำพืชในสวนพฤกษศาสตร์
โรงเรียนไปใช้เป็นที่เรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ การนำไปขยายพันธุ์ ปลูกเลี้ยง จำหน่าย
เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่โรงเรียน จัดส่งข้อมูลให้กับโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นผลของการแสดงออกด้านเจตคติรูปหนึ่งเป็นความรู้สึก
ทางบวกของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่มนุษย์ได้รับมากหรือน้อยก็ได้ มีนักการศึกษา
ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้อย่างต่าง ๆ ดังนี้

วิลเลียมสัน โกลดาพานิชย์ (2559, หน้า 57) ความพึงพอใจ หมายถึง
ความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่มีต่อการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งมีผลอย่างยิ่งต่อ
การปฏิบัติงานนั้น ๆ ให้สำเร็จลงได้ด้วยดีตามวัตถุประสงค์หรือตามเป้าหมาย

เกวลี ผังดี และพิมพ์รดา ครองยุติ (2556, หน้า 11) ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรของภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ด้านรายวิชาในหลักสูตร ด้านผู้สอน ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน และด้านปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน

จารุวรรณ เทวกุล (2555, หน้า 6) ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือความคิดที่ดีที่เป็นไปตามคาดหวังโดยได้รับการสนใจทั้งในลักษณะที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมในการดำเนินการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่มีความเจริญงอกงามในทุกด้านมีความกระตือรือร้นในการเรียนมีความสนใจต่อกระบวนการเรียนการสอน

กาญจนา อรุณสุขขุจี (2546, หน้า 5) ความพึงพอใจ หมายถึง เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออก ที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคล เกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

จากข้อมูลที่กล่าวมา สรุปได้ว่าความพึงพอใจ หมายถึง เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสบายใจ ความคิด ความสุขใจต่อสภาพแวดล้อมในदानต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการในสิ่งนั้น ๆ

2. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

มีนักการศึกษาสาขาต่าง ๆ ทำการค้นคว้าและตามทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจ อันก่อให้เกิดกับความพึงพอใจในการทำงาน ดังนี้

การปฏิบัติงานใด ๆ ก็ตาม การที่ผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานนั้นมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจในงานที่มีอยู่ การสร้างสิ่งจูงใจ หรือแรงกระตุ้นให้เกิดกับผู้ปฏิบัติงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้เกิดการปฏิบัติงานนั้น ๆ เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ มีนักการศึกษาในสาขาต่าง ๆ ได้ศึกษาค้นคว้าและตั้งทฤษฎีเกี่ยวกับการจูงใจ ในการทำงานไว้ ดังนี้

Scott (2012, pp. 30-39) ได้นำเสนอแนวคิดในเรื่องการจูงใจให้เกิดความพึงพอใจต่อการทำงานที่จะให้เกิดผลเชิงปฏิบัติ มีลักษณะ ดังนี้

1. งานควรมีส่วนสัมพันธ์กับความปรารถนาส่วนตัวงานนั้นจะมีความหมาย
2. งานนั้นต้องมีการวางแผนและวัดความสำเร็จได้ โดยใช้ระบบการทำงานและการควบคุมที่มีประสิทธิภาพ
3. เพื่อให้ได้ผลในการสร้างสิ่งจูงใจภายในเป้าหมายของงานจะต้องมีลักษณะ ดังนี้
 - 3.1 คนทำงานมีส่วนในการตั้งเป้าหมาย
 - 3.2 ผู้ปฏิบัติได้รับทราบผลสำเร็จในการทำงานโดยตรง
 - 3.3 งานนั้นสามารถทำให้สำเร็จได้

Maslow (1970, pp. 69–80) ได้เสนอทฤษฎีลำดับขั้นตอนความต้องการ (Hierarchy of Needs) นับว่าเป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง ซึ่งตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า “มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุด เมื่อความต้องการได้รับการตอบสนองหรือพึงพอใจอย่างใดอย่างหนึ่งแล้ว ความต้องการสิ่งอื่น ๆ ก็จะมีเกิดขึ้นมา ความต้องการของคนเราอาจจะซ้ำซ้อนกันความต้องการอย่างหนึ่งอาจยังไม่ทั้งหมดไป ความต้องการอีกอย่างหนึ่งอาจเกิดขึ้นได้” ความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ เน้นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิต ได้แก่ อาหาร อากาศ ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ความต้องการพักผ่อน ความต้องการทางเพศ
2. ความต้องการความปลอดภัย (Safety Needs) ความมั่นคงในชีวิต ทั้งที่เป็นอยู่ปัจจุบันและอนาคต ความเจริญก้าวหน้า ความอบอุ่น
3. ความต้องการทางสังคม (Social Needs) เป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญต่อการเกิดพฤติกรรม ต้องการให้สังคมยอมรับตนเองเขาเป็นสมาชิก ต้องการความเป็นมิตร ความรักจากเพื่อนร่วมงาน
4. ความต้องการมีฐานะ (Esteem Needs) มีความอยากเด่นในสังคม มีชื่อเสียงอยากให้บุคคลยกย่องสรรเสริญตนเอง อยากมีความเป็นอิสระเสรีภาพ
5. ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self-Actualization Needs) เป็นความต้องการในระดับสูง อยากให้ตนเองประสบความสำเร็จทุกอย่างในชีวิต ซึ่งเป็นไปได้ยาก

Herzberg (1959, pp. 113–115) ได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เป็นมูลเหตุที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ เรียกว่า The Motivation Hygiene Theory ทฤษฎีนี้ได้กล่าวถึงปัจจัยที่ทำให้พึงพอใจในการทำงาน 2 ปัจจัย คือ

1. ปัจจัยกระตุ้น (Motivation Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับการงาน ซึ่งมีผลก่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น ความสำเร็จของงาน การได้รับการยอมรับนับถือลักษณะของงาน ความรับผิดชอบ ความก้าวหน้าในตำแหน่งการงาน

2. ปัจจัยค้ำจุน (Hygiene Factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในการทำงานและมีหน้าที่ทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการทำงาน เช่น เงินเดือน โอกาสที่จะก้าวหน้าในอนาคต สถานะของอาชีพ สภาพการทำงาน เป็นต้น

ในการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือต้องการปฏิบัติให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ครูซึ่งในสภาพปัจจุบันเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกหรือให้คำแนะนำปรึกษาจึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้ การทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจ ในการเรียนรู้ หรือการปฏิบัติงานนั้นมีแนวคิดพื้นฐาน 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การปฏิบัติงาน การตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงกว่าผู้ไม่ได้รับการตอบสนอง

2. ผลของการปฏิบัติงานนำไปสู่ความพึงพอใจ ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจและผลของการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ ผลการปฏิบัติงานที่ดีจะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสม ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจ

ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองในรูปของรางวัลหรือผลตอบแทน ซึ่งแบ่ง ออกเป็นผลตอบแทนภายใน (Intrinsic Rewards) และผลตอบแทนภายนอก (Extrinsic Rewards) โดยผ่านการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณ ของผลตอบแทนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับนั่นคือความพึงพอใจในงานของผู้ปฏิบัติงานจะถูกกำหนด โดยความแตกต่างระหว่างผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริงและการรับรู้เรื่องเกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทนที่รับรู้แล้วความพึงพอใจย่อมเกิดขึ้น

จากข้อมูลเบื้องต้น สรุปได้ว่า จากแนวคิดพื้นฐานดังกล่าว เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่เกิดแก่ตัวนักเรียนเอง เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่อสามารถเอาชนะความยุ่งยากต่าง ๆ และสามารถดำเนินงานภายใต้ความยุ่งยาก

ทั้งหลายได้สำเร็จทำให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่น สวนผลตอบแทนภายนอกนั้น เป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดหาให้มากกว่าที่ตนเองให้ตนเอง เช่น การได้รับคำยกย่องชมเชยจากครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือแม้แต่การได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพอใจ

3. การวัดความพึงพอใจ

ไกล์รุ่ง นคราวนากุล (2547, หน้า 70) ได้กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ว่าเป็นการวัดด้านทัศนคติ หรือเจตคติที่เป็นนามธรรม เป็นการแสดงออกที่ค่อนข้างซับซ้อนยากที่จะวัดได้โดยตรง ดังนั้นการวัดความพึงพอใจจึงใช้การวัดโดยอ้อมด้วยการวัดความคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้นแทน แต่การวัดความพึงพอใจมีขอบเขตจำกัด คือ การวัดจะเกิดความคลาดเคลื่อนได้ตลอดเวลาที่วัด ถ้าบุคคลแสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงซึ่งความคลาดเคลื่อนดังกล่าวย่อมเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาของการวัดทั่ว ๆ ไป

ทองอินทร ภูมิประสาธ (2547, หน้า 57) ได้กล่าวถึงแนวคิดของ Hayfield and Human ที่ได้พัฒนาแนวคิดของนักวิจัยมาเป็นเครื่องมือวัดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน พบว่าองค์ประกอบที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ประการ คือ

ตัวแปรที่ 1 องค์ประกอบเกี่ยวกับงานที่ทำในปัจจุบัน ประกอบด้วย

1. ความตื่นเต้น/น่าเบื่อ
2. ความสนุกสนาน/ความไม่สนุกสนาน
3. สภาพโล่ง/สภาพสลับ
4. ความท้าทาย/ไม่ท้าทาย
5. ความพอใจ/ไม่พอใจ

ตัวแปรที่ 2 องค์ประกอบด้านค่าจ้าง ประกอบด้วย

1. ถือเป็นรางวัล/ไม่เป็นรางวัล
2. มาก/น้อย
3. ยุติธรรม/ไม่ยุติธรรม
4. เป็นทางบวก/เป็นทางลบ

ตัวแปรที่ 3 องค์ประกอบด้านการเลื่อนตำแหน่ง ประกอบด้วย

1. ยุติธรรม/ไม่ยุติธรรม

2. เชื่อถือได้/เชื่อถือไม่ได้
3. เป็นเชิงบวก/เป็นเชิงลบ
4. เป็นเหตุเป็นผล/ไม่เป็นเหตุเป็นผล

ตัวแปรที่ 4 องค์ประกอบทางด้านนิเทศ/ผู้บังคับบัญชา ประกอบด้วย

1. อยู่ใกล้/อยู่ไกล
2. ยุติธรรมแบบจริงจัง/ยุติธรรมแบบไม่จริงจัง
3. เป็นมิตร/ค่อนข้างไม่เป็นมิตร
4. เหมาะสมทางคุณสมบัติ/ไม่เหมาะสมทางคุณสมบัติ

ตัวแปรที่ 5 องค์ประกอบทางด้านเพื่อนร่วมงาน ประกอบด้วย

1. เป็นระเบียบเรียบร้อย/ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย
2. จงรักภักดีต่อสถานที่ทำงานและเพื่อนร่วมงาน/ไม่จงรักภักดีต่อสถานที่ทำงานและเพื่อนร่วมงาน
3. สนุกสนานร่าเริง/ไม่สนุกสนานร่าเริง
4. ตูน่าสนใจ เอาจริงเอาจัง/ดูเหน้อยหนาย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (Learning Achievement) เป็นสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้จากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักวิชาการศึกษาให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

รสสุคนธ์ อินทฤฎากร สวัสดิ์วงศ์ชัย (2562, หน้า 38) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

สุมิตรา ทวีสุข (2561, หน้า 8) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนทางการเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนสิ้นสุดการทดลองโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ณัฐวุฒิ จันละมุด (2554, หน้า 5) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ความจำความเข้าใจการนำความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยวัดจากคะแนนที่นักเรียนได้รับจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงมวลและกฎการเคลื่อนที่ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยวัดจากพฤติกรรมของนักเรียน 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงความคิดรวบยอดหลักการกฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัย ประกอบด้วยทักษะ 6 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการทดลอง

ปราณี กองจินดา (2549, หน้า 42) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางด้านความคิด ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายแบบแตกต่างกันไปจะใช้รูปแบบใดก็ควรพิจารณาถึงจุดประสงค์ในการวัดเป็นสำคัญ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้ (สุทธิวรรณ พิศัยโสภณ, 2561, หน้า 2)

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเอง
2. แบบทดสอบมาตรฐาน

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียน จำแนกออกได้ ดังนี้

1. ชนิดที่ผู้สอบเป็นผู้ให้คำตอบ ได้แก่
 - 1.1 แบบทดสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective Test or Essay Test) จำแนกออกเป็น
 - 1.1.1 แบบ จำกัด คำตอบ (Restricted-Response Type)
 - 1.1.2 แบบไม่จำกัด คำตอบ (Unrestricted-Response Type)
 - 1.2 แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น (Completion or Short Answer Test)
2. แบบทดสอบชนิดที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบ ได้แก่
 - 2.1 แบบทดสอบแบบถูกผิด (True False Test)
 - 2.2 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)
 - 2.3 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื่องจากแบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอันจะทำให้ครูได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนและทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนการสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายสำหรับครูผู้ออกข้อสอบดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบดังนี้ (สุทธิวรรณ พิศัยโสภณ, 2561, หน้า 2-3)

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไรสอบกับใครในระดับชั้นใด
2. กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัดในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไรเช่นต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระของกลุ่มวิทยาศาสตร์นี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไรประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้างต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้างพฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไรต้องกำหนดให้ชัดเจนซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสารตำราและทฤษฎีต่าง ๆ ได้ในขั้นตอนนี้เราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว
3. กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดในการกำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดนั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่าคืออะไรซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตรและต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใดจะวัดกับใครที่ไหนเมื่อไรอย่างไรด้วยเพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิดแต่ละชนิดก็เหมาะกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย
4. เขียนข้อสอบเมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบโดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดและให้ถูกต้องตามหลักวิชาของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขเมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้วควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระวิชาและผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านวัดผลเป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่
6. การทดลองใช้ข้อสอบหลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้วก็นำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพและพัฒนาแบบทดสอบต่อไปในการทดลองใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป
7. สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนการสร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนก็เพื่อต้องการบอกให้ทราบว่าถ้าบุคคลใดสอบได้คะแนนเท่าไรเขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

8. การเขียนรายงานและคู่มือการใช้การเขียนรายงานและคู่มือการใช้จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้นและรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไรคะแนนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไรซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้ใช้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

บุญชม ศรีสะอาด (2547, หน้า 98-103) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา (E_1/E_2) ในการวิจัยบางครั้งนักวิจัยใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมทางการศึกษา เช่น แผนการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ ชุดสื่อผสมเป็นเครื่องมือในการทำวิจัยด้วย ดังนั้น ต้องมีวิธีหาค่าคุณภาพของสื่อดังกล่าวด้วย ซึ่งมีขั้นตอนคล้ายกับการหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบหรือเครื่องมือชนิดอื่น ๆ คือ วิเคราะห์ ค่าอภิปรายรายวิชา กำหนดเนื้อหาสาระเป็นรายบทแล้ววิเคราะห์เนื้อหาสาระเป็นรายบทในรูปของตารางความสัมพันธ์ ระหว่างเนื้อหาย่อยความคิดรวบยอด และจุดประสงค์การเรียนรู้ ขึ้นต่อไปดำเนินการ ดังนี้

1. ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) มักอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งควรให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตารางความสัมพันธ์ดังกล่าว

2. สร้างแผนการสอนหรือสื่อต่าง ๆ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้องจากนั้นนำไปทดลองกับนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งนิยมใช้กับนักเรียนระดับการเรียนรู้ เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อพิจารณาเรื่องการออกแบบสื่อ คำอธิบายการใช้สื่อ การสื่อความหรืออาจจะทดลองใช้แผนการสอนเป็นรายกลุ่มเพียง 1-2 แผน เพื่อดูเรื่องเวลาที่ใช้จัดกิจกรรมบรรยายภาคการเรียนการสอน เป็นต้น ส่วนการหาประสิทธิภาพของสื่อ (E_1/E_2) เป็นขั้นตอนทำการทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้แล้ว (ไม่ใช่เป็นขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง) สรุปได้ ดังนี้

2.1 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนา นักเรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ภายใต้สถานการณ์ และกิจกรรมที่กำหนดให้

โดยจะมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากนวัตกรรมหรือแผนการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการ และความงอกงามของนักเรียนได้ โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยแบบฝึกทักษะการใช้ชุดการเรียนรู้หรือคะแนนจากพฤติกรรมการเรียนในระหว่างที่นักเรียนกำลังเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน ของนักเรียนทุกคน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

2.2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้สามารถส่งผลให้นักเรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของนักเรียนทุกคนซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนทุกคน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

จากที่กล่าวมาสามารถคำนวณได้ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้ แต่การที่จะสรุปว่าสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้น

มีประสิทธิภาพหรือไม่จะต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณาโดยเกณฑ์ดังกล่าว นิยมใช้หลักการเรียนแบบครอบรู้ (Mastering Learning) คือ ตั้งเกณฑ์ไว้ที่ร้อยละ 80 และยอมรับความผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 ดังนั้นต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า $80 - 2.5 = 77.5$ หรือยอมรับความผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 5 ดังนั้น ต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า $80 - 5 = 75$ ตัวอย่าง เช่น ตั้งเกณฑ์ของ E_1/ E_2 ไว้ที่ 80/80 และกำหนดความผิดพลาดที่ยอมรับได้ไม่เกินร้อยละ 5 ค่ารวมค่า E_1/ E_2 ได้ 76/77 ก็ถือได้ว่ามีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ส่วนการกำหนดเกณฑ์ความผิดพลาดที่ยอมรับได้ไม่ควรเกินร้อยละ 5

หมายเหตุ การเลือกเกณฑ์เพื่อกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมควรพิจารณาจากหลายปัจจัย เช่น ประเภทของสื่อนวัตกรรม สถิติปัญญาของกลุ่มนักเรียน ความสามารถในการอ่านและเขียนของนักเรียน วุฒิภาวะของนักเรียน และวัตถุประสงค์ของการเรียน เป็นต้น โดยทั่วไปนวัตกรรมหรือสื่อการสอนที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะมักจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพต่ำกว่าการพัฒนาความรู้ ทั้งนี้ เนื่องจากทักษะเป็นสิ่งที่พัฒนาได้ยากกว่าและอาจต้องใช้เวลาในการพัฒนามากกว่า

เผชิญ กิจระการ (2544, หน้า 46-57) ได้กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนใด ๆ มีกระบวนการสำคัญอยู่ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนของการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) และขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามวิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ทั้งสองวิธีนี้ควรทำความเข้าใจกันไปจึงจะมั่นใจได้ว่าสื่อหรือเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพจะเป็นที่ยอมรับได้ มีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงเหตุผล (Rational Approach) กระบวนการนี้เป็นการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักของความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าซึ่งเป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในด้านความถูกต้องของการนำไปใช้ (Usability) ผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะนำมาหาประสิทธิภาพ

ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินสื่อการเรียนการสอนตามแบบประเมินที่สร้างขึ้นในลักษณะของแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) (นิยมใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ) นำค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนไปแทนค่าในสูตรสำหรับค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับจะต้องอยู่ในระดับมากขึ้นไป คือ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50-5.00 ค่าที่คำนวณได้ ต้องสูงกว่าค่าในตารางตามจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. วิธีการหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) วิธีการนี้จะนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อส่วนใหญ่ใช้วิธีนี้ ประสิทธิภาพส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียนหรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัวเช่น $E_1/E_2 = 80/80$, $E_1/E_2 = 85/85$, $E_1/E_2 = 90/90$ เป็นต้น

เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ ในที่นี้จะยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 80/80$ ดังนี้

- เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-Test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ส่วนการหา E_1 และ E_2 ใช้สูตร ดังนี้

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน ของนักเรียนทุกคน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนทุกคน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

- เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1)

คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

- เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1)

คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยเทียบกับคะแนนที่ได้ก่อนการเรียน (Pre-test)

- เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ

นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าสื่อไม่มีประสิทธิภาพและชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่องกล่าวโดยสรุปเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข

3 ลักษณะ คือ 80/80 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ นั้นถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับวิชาที่มีเนื้อหาง่ายก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 90/90 เป็นต้น นอกจากนี้ยังตั้งเกณฑ์เป็นค่าความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 นั่นคือถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วค่าที่ถือว่าใช้ได้คือ 87.51/87.5 หรือ 87.51/90 เป็นต้น (เชษฐา กิจระการ, 2544, หน้า 50)

การปรับปรุงนวัตกรรม

ชูศรี วงศ์รัตน์, วันทยา วงศ์ศิลปวิกรมย์ และศิริกาญจน์ โกลุภภัก (2544, หน้า 76-77) ได้กล่าวว่าหลังจากที่หาประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไม่ว่าจะโดยวิธีใดก็ตามควรนำความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเหล่านั้นมาปรับปรุงนวัตกรรมให้มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในห้องเรียนมากขึ้น โดยเฉพาะถ้าหาประสิทธิภาพ โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจ และการบรรยายคุณภาพก่อนการทดลองใช้ และหลังการทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็กจะทำให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจน และเป็นรายละเอียดที่จะปรับปรุงนวัตกรรมได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะในแง่ของการใช้ภาษาความพึงพอใจของผู้ตรวจนวัตกรรมหรือผู้ที่ทดลองใช้นวัตกรรม ซึ่งบางครั้งอาจจะไปได้ข้อมูลส่วนนี้จากการหาประสิทธิภาพ ด้วยวิธีการคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนและการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการ

เรียนรู้โดยใช้สูตร E_1/E_2 และการหาประสิทธิภาพวงจรด้วยวิธีนี้ก็เป็นวิธีการที่เป็นที่ยอมรับเพราะมีตัวเลขอ้างอิง และสามารถนำวงจรมาปรับปรุงได้ตรงจุด เช่น ผลจากการหาประสิทธิภาพวิธีที่ 3 คือการหาค่าร้อยละของนักเรียนที่มีคะแนนสอบผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดถ้ามีค่าคะแนนร้อยละของนักเรียนที่สอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดน้อยก็ต้องทบทวนดูว่าขั้นตอนใดในวงจรที่น่าจะเป็นปัญหาสำหรับนักเรียนหรือนำข้อมูลการผ่านของนักเรียนไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง เพื่อขอคำแนะนำในการปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

สำหรับการหาประสิทธิภาพวงจรด้วยวิธีการหาประสิทธิภาพของวงจรการเรียนรู้โดยใช้สูตร E_1/E_2 จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบฝึกหัดหรือการปฏิบัติก่อนการเรียนรู้กับร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบหลังการเรียนรู้ถ้าคะแนนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบฝึกหัดหรือการฝึกปฏิบัติต่ำกว่าก็อาจจะต้องปรับปรุงการจัดกิจกรรมหรือปรับปรุงวงจรที่เป็นขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับจุดประสงค์ของวงจรให้มากขึ้นหรือสอบถามนักเรียนถึงสิ่งที่ทำให้นักเรียนยังไม่เข้าใจหรือคิดว่าควรปรับปรุงแก้ไขรวมทั้งปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและนำข้อมูลทั้งหมดมาปรับปรุงวงจรให้มีประสิทธิภาพตรงตามที่ต้องการมากขึ้นเพื่อที่จะแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพของนักเรียนในห้องเรียนต่อไป

เพชัญ กิจระการ (2544, หน้า 46) ได้กล่าวว่า สื่อเทคโนโลยีการศึกษาได้รับการผลิตขึ้นมาแล้วต้องมีการทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อเทคโนโลยีศึกษานั้นก่อนนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอน ถ้าหากใช้สื่อการสอนใด ๆ ที่ไม่ได้ผ่านการทดสอบหาประสิทธิภาพ นอกจากจะไม่มี ความมั่นใจในประสิทธิภาพ และประสิทธิผลซึ่งหมายถึงคุณภาพของสื่อหรือเทคโนโลยีการศึกษา ที่ยืนยันได้ในเชิงปริมาณหรือตัวเลขแล้วยังอาจก่อให้เกิดผลข้างเคียงอันเกิดแก่ผู้เรียนในด้านคุณธรรมและจริยธรรมที่ไม่พึงประสงค์ของสังคมอีกด้วย นอกจากนี้ ยังได้กล่าวอีกว่า ครูสอนจำนวนมากที่ใช้สื่อและเทคโนโลยีการเรียนการสอน โดยไม่มีหลักการหรือทฤษฎีที่ถูกต้อง ทำให้การใช้สื่อการสอนเหล่านั้นมีค่าเท่ากับนำเอาเครื่องมือมาประกอบการสอนเท่านั้น โดยไม่ทราบว่าสื่อเข้าไปมีบทบาทหรือคุณภาพมากน้อยเพียงใด จากคำกล่าวแสดงให้เห็นว่า สื่อและเทคโนโลยีที่ได้รับการผลิตขึ้นเพื่อที่จะนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพของสื่อเสียก่อน

สรุปได้ว่า การปรับปรุงนวัตกรรมทำหลังจากที่หาประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นโดยการนำความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงนวัตกรรมจากนั้นทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็กจะทำให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและเป็นรายละเอียดที่จะปรับปรุงนวัตกรรมได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะในแง่ของการใช้ภาษา ความพึงพอใจของผู้ตรวจนวัตกรรมหรือผู้ที่ทดลองใช้นวัตกรรมหรือได้ข้อมูลส่วนนี้จากการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีการคำนวณค่าร้อยละของนักเรียนและการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่งการหาประสิทธิภาพนวัตกรรมด้วยวิธีนี้ก็ เป็นวิธีการที่เป็นที่ยอมรับ เพราะมีตัวเลขอ้างอิงและสามารถนำนวัตกรรมมาปรับปรุงได้ตรงจุดให้มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในห้องเรียนมากขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า ตำรา บทความ และงานวิจัย ที่มีนักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาไว้ ดังนี้

นัสรินทร ปือชา (2558, หน้า 5) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 39 คน ซึ่งได้จากวิธีสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับสลาก (Simple Random Sampling) โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 18 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

แบบบันทึกภาคสนามและแบบสัมภาษณ์ซึ่งดำเนินการทดลองแบบกลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest-Posttest Design) วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent group) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก

อรัญญา ราชการกลาง (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาสื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง ผลการวิจัย พบว่า 1) องค์ประกอบของสื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง พบว่า องค์ประกอบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ 1 การนำเข้าข้อมูล ส่วนที่ 2 การจัดการสื่อเสมือนจริง และส่วนที่ 3 การแสดงผล ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมขององค์ประกอบสื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.50) 2) สื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย ส่วนที่ 1 การนำเข้าข้อมูล มีส่วนประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ (1) รูปภาพ (2) เนื้อหา และ (3) เสียง ส่วนที่ 2 การจัดการสื่อเสมือนจริง ได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ด้าน ได้แก่ (1) แอปพลิเคชัน (2) มาร์คเกอร์ และส่วนที่ 3 การแสดงผล ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.31$, S.D. = 0.653) 3) ผลการทดลองใช้สื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์ โรงเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง พบว่า (1) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (2) การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$,

S.D. = 0.55) และ 4) ผลการศึกษาครูมีต่อการยอมรับสื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์ โรงเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการการศึกษابันเทิงเพื่อส่งเสริมความฉลาดทางอารมณ์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) ปัจจัยนำเข้า (Input) (2) กระบวนการเรียนการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงตามหลักการการศึกษابันเทิง (Process IIAR) และ (3) ผลผลิต (Output)

ฉัตรดนัย สุวรรณรงค์ และสิทธิพล อาจอินทร์ (2563, หน้า 71–79) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเฉลี่ย เท่ากับ 80.30 จากคะแนนเต็ม 92 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.29 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 35 คน คิดเป็นร้อยละ 85.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 60.23 จากคะแนนเต็ม 70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 86.04 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 35 คน คิดเป็นร้อยละ 87.50 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความคิดและความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหาได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม ได้สื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน อยากที่จะเรียน ส่งผลให้มีพัฒนาการในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

นราธิป สถาพรสุข และสิทธิพล อาจอินทร์ (2563, หน้า 23–31) ได้ศึกษาทำการศึกษาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเฉลี่ยเท่ากับ 20.73 คิดเป็นร้อยละ 76.77 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 19 คน คิดเป็นร้อยละ 86.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.00 คิดเป็นร้อยละ 71.43 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 18 คน คิดเป็นร้อยละ 81.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อาศิรา ราชเวียง, สมใจ ศรีเนตร, ธนิชชา ชัยชัชวาลประทีป และทัศนีย์ สิงห์เจริญ (2563, หน้า 80–94) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนางานสวนพฤกษศาสตร์ โรงเรียนในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ผลการศึกษาพบว่า 1) การบริหารสวนพฤกษศาสตร์ โรงเรียนโดยเน้นประโยชน์เชื่อมโยงแบบบูรณาการกับการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ในโรงเรียนอย่างครอบคลุม 2) ความต้องการด้านบริหารงานสวนพฤกษศาสตร์ โรงเรียนในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ของนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.18$, $SD. = 0.40$) และผลจากการเปรียบเทียบความต้องการพบว่านักเรียนที่มีเพศ อายุ ระดับชั้นการศึกษา เกรดเฉลี่ยสะสม วัตถุประสงค์ในการใช้บริการสวนพฤกษศาสตร์ และบุคคลที่มีอิทธิพลต่อการเข้าใช้บริการสวนพฤกษศาสตร์ต่างกัน ความต้องการด้านการดำเนินงานบริหารสวนพฤกษศาสตร์ในโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์โดยรวมและรายด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) แนวทางในการพัฒนาสวนพฤกษศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ 1) การนำพันธุ์ไม้มาปลูกในสวนพฤกษศาสตร์ 2) การกำหนดป้ายบอกตำแหน่งที่ชัดเจนทำให้ผู้ที่สนใจเข้าชมได้ง่าย 3) มีการลำดับและจัดกลุ่มพันธุ์ไม้ตามกลุ่มหรือภูมิภาคอย่างเหมาะสม 4) มีการจัดโต๊ะเก้าอี้เพื่อให้ผู้ที่ศึกษาพันธุ์ไม้ได้มีจุดพักและศึกษาอย่างเต็มที่ในบริเวณที่เหมาะสม รูปแบบในการประเมินผลโครงการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนต้องมีรูปแบบ มาตรฐานในการประเมินและสามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาสวนพฤกษศาสตร์ให้เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ยั่งยืน

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

Quang, Hoang, Chuan, Nam, Anh, & Nhung (2015, pp. 1–12) ได้ศึกษาการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ด้วยการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคของนักเรียนในโรงเรียนของเวียดนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสะเต็มศึกษา 2) ศึกษากิจกรรมสะเต็มศึกษากับความคิดสร้างสรรค์และการเสริมสร้างประสบการณ์ 3) แนะนำการประยุกต์ใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา การศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ ใช้การบูรณาการการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาและนำไปใช้กับการเรียนการสอนในสาขาเทคโนโลยีในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศเวียดนามในเดือนเมษายน ปี ค.ศ. 2015 ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนใน

โรงเรียนมัธยมศึกษา ของเวียดนาม ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเห็นประโยชน์ที่เป็นรูปธรรม และแนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคมีความเป็นไปได้และมีความสอดคล้องกันกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

Barak & Assal (2018, pp. 121–144) ได้ศึกษารูปแบบของการออกแบบการแก้ปัญหาของนักเรียนในหลักสูตรหุ่นยนต์ วิชาสะเต็มศึกษา (STEM) และศึกษาการส่งเสริม แรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียน ผลจากการศึกษาปรากฏว่า ในการทดสอบความรู้ เกี่ยวกับรูปแบบของการออกแบบการแก้ปัญหา มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีรูปแบบการคิด ที่ซับซ้อน จากการสังเกต การสัมภาษณ์ และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคน มีแรงจูงใจสูงในการทำกิจกรรม อย่างไรก็ตามในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลักสูตรนี้ ควรตระหนักถึงศักยภาพของนักเรียนในการออกแบบอย่างรอบคอบ และควรตระหนักถึง นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ต่างกัน นักเรียนเหล่านี้ยังต้องได้รับความรู้เพิ่มเติม และทักษะก่อนที่จะทำกิจกรรมที่ซับซ้อนขึ้น

Park, Park, & Bates (2018, pp. 275–294) ได้ศึกษาความเข้าใจและการประยุกต์แนวคิด เรื่อง ปริมาตร ของนักเรียนด้วยการออกแบบเชิงวิศวกรรมในกิจกรรมสะเต็มโดยการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างกิจกรรมสะเต็มแบบการเล่นเป็นฐาน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและประยุกต์ใช้แนวคิดเกี่ยวกับปริมาตรในการสร้างเรือดินน้ำมันด้วยการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนอาสาสมัคร จำนวน 3 คน อายุ 6–7 ขวบ ซึ่งได้ทำการรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การถ่ายภาพผลงานของนักเรียนในแต่ละขั้นตอน และการบันทึกผลการสังเกต มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เป็นรายกรณี ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบทางวิศวกรรมในกิจกรรมสะเต็มแบบการเล่นเป็นฐาน มีรูปแบบทั่วไปที่ใช้ปฏิบัติได้ง่ายเมื่อกำหนดปัญหาเชิงวิศวกรรม โดยใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกัน นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับปริมาตรได้โดยผ่านการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักเรียนสามารถแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาตรได้โดยสัมพันธ์กับระดับช่วงวัย และประสบการณ์เดิมของพวกเขาที่เคยพบเจอในชีวิตจริงด้วย

Unger & Baruch (2018, pp. 183–191) ศึกษาอัตลักษณ์วิชาชีพครูในยุคดิจิทัลที่มีความต้องการสร้างนวัตกรรมการสอน โดยการศึกษาการรับรู้ของครูเกี่ยวกับการสร้างนวัตกรรมการสอนจากการสัมภาษณ์ครูจำนวน 27 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้กรอบ 3 ด้านของนวัตกรรมการสอน ประกอบด้วย ด้านแนวคิด ด้านการปฏิบัติ และด้านปัจจัยสนับสนุน ผลการศึกษา พบว่า

ด้านแนวคิดเป็นเงื่อนไขสำคัญที่เชื่อมโยง อย่างมากกับการสร้างความเป็นมืออาชีพของครู ประกอบกับความต้องการครูในยุคดิจิทัลยังบังคับให้ครูต้องตรวจสอบอัตลักษณ์ความเป็นมืออาชีพ โดยใช้เทคโนโลยีบูรณาการกับการสอน ส่วนปัจจัยสนับสนุนด้านสถาบันเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างอัตลักษณ์มืออาชีพ ซึ่งข้อค้นพบดังกล่าวช่วยสร้างความเข้าใจในการสร้างอัตลักษณ์ความเป็นมืออาชีพของครูที่มีความต้องการสร้าง นวัตกรรมการสอน

Lavi, Tal, & Dori (2021, pp. 1–12) ศึกษาการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนและศิษย์เก่าด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่าทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มีความสำคัญต่อการประกอบอาชีพในการดำรงชีวิตและได้พัฒนานักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมสู่ทักษะในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) จึงได้ทำการออกแบบสอบถามซึ่งครอบคลุมทั้ง 14 ทักษะและปรับใช้กับนักเรียนและศิษย์เก่าประมาณ 1,500 คน ผู้ตอบแบบสอบถามจะได้คะแนนแต่ละทักษะตามระดับการพัฒนาระหว่างการศึกษา แล้วทำให้ความสัมพันธ์ของแต่ละทักษะคะแนนได้สูงกว่า STEM สัมพันธ์ของทักษะในแต่ละด้านจะทำให้ได้คะแนนสูงเมื่อเทียบกับสะเต็มศึกษา

ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เมื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน จะทำให้นักเรียนสามารถ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ค้นคว้าหาความรู้ และสามารถหาวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา ที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน ส่งผลให้ระดับผลการเรียนของนักเรียน ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรูแบบสะเต็มศึกษามบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มีความกระตือรือร้น สนุกสนาน มองเห็นประโยชน์ของการใช้เทคโนโลยี และการออกแบบทางวิศวกรรมมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนเรียนและหลังเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้เสนอวิธีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากร
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบที่ใช้ในการวิจัย
 - 2.1 รูปแบบของการทดลอง
 - 2.2 ขั้นตอนการทดลอง
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 3.1 ลักษณะของเครื่องมือ
 - 3.2 การสร้างและการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 35 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 32 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 31 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 98 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 31 คน โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้วิธีการจับสลาก โดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

รูปแบบที่ใช้ในการวิจัย

รูปแบบของการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้รูปแบบศึกษากลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน (The One-Group Pretest-Posttest Design) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังตาราง 2

ตาราง 2 รูปแบบการทดลองแบบ (The One-Group Pretest-Posttest Design)

กลุ่มตัวอย่าง	ก่อนเรียน	วิธีการจัดการ เรียนรู้	หลังเรียน
กลุ่มทดลอง (E)	T ₁	X	T ₂

เมื่อ E แทน กลุ่มตัวอย่าง (Experimental Group)

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-Test)

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับงาน
 สอนพฤษภาคมศาสตร์โรงเรียน

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-Test)

ขั้นตอนการทดลอง

ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน
 สอนพฤษภาคมศาสตร์โรงเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ
 โดยขั้นตอน ดังนี้

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรม
 การวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 109/2565
2. ขออนุญาตจากบัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
 เพื่อขอความร่วมมือไปยังโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ก่อนดำเนินการสอนผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียน
 ทราบเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในการปฏิบัติตนในการเรียนและมีความพร้อมที่จะ
 ทดลอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน
 สอนพฤษภาคมศาสตร์โรงเรียน แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม แบบแผน
 ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน
 20 ข้อ ทดลอง และตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
4. ดำเนินการทดลองตามแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้เวลาการสอน
 16 ชั่วโมง รวมการทำแบบทดสอบ
5. หลังสิ้นสุดระยะดำเนินการทดลองแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบด้วย
 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับหลังเรียน (Post-Test) ด้วยแบบทดสอบ
 ฉบับเดียวกับก่อนเรียน ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565
6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
7. รวบรวมข้อมูลจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน
 และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
8. ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลอื่นเพิ่มเติมระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรม
 การเรียนการสอนโดยการสังเกตเพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบการอภิปรายผล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน จำนวน 4 แผน รวมเป็น 16 ชั่วโมง มีเนื้อหาสาระที่เรียน ดังตาราง 3

ตาราง 3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1/2565 เวลา 16 ชั่วโมง	
เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	เวลา (ชั่วโมง)
1. เนื้อเยื่อพืช	3
2. โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก	5
3. โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น	5
4. โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	3
รวม	16

2. แบบทดสอบ

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.3 แบบทดสอบความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก จำนวน 20 ข้อ

การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือแต่ละประเภท ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ดังนี้

1.1.1 ศึกษาแนวคิดและองค์ประกอบเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน วิธีการ หลักการ เขียนแผนการจัดการเรียนรู้จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของโรงเรียน เรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม

1.1.3 ศึกษาวิเคราะห์มาตรฐาน ตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของมาตรฐาน ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม จุดประสงค์การเรียนรู้ ทักษะกระบวนการ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ภาระงานชิ้นงาน กิจกรรม และเครื่องมือ/การวัดผล เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกชั้นมัธยมศึกษา ดังตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของมาตรฐาน ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะที่สำคัญทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
ภาระงาน/ชิ้นงาน กิจกรรม และการวัดประเมินผล

ผล การเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้ เพิ่มเติม	จุดประสงค์ การเรียนรู้	สมรรถนะที่สำคัญ	ทักษะ การเรียนรู้และ นวัตกรรม	กิจกรรมการ เรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัด การประเมินผล
1. อธิบาย เกี่ยวกับชนิด และลักษณะ ของเนื้อเยื่อพืช และเขียน แผนผังเพื่อ สรุปชนิดของ เนื้อเยื่อพืช	ชนิด ลักษณะ ของเนื้อเยื่อ พืชและเขียน แผนผังเพื่อ สรุปชนิดของ เนื้อเยื่อพืช	1. นักเรียนสามารถรู้ และเข้าใจลักษณะ ของเนื้อเยื่อพืช (K) 2. นักเรียนสามารถ เขียน แผนผังเพื่อจำแนก สรุปประเภทของ เนื้อเยื่อพืช (P) 3. นักเรียนสามารถ รับผิดชอบหน้าที่และ งานที่ได้รับ มอบหมาย (A)	1. ความสามารถในการ คิด 2. ความสามารถในการ สื่อสาร 3. ความสามารถในการ แก้ปัญหา 4. ความสามารถในการ ใช้ทักษะชีวิต	1. การคิดเชิงการ วิพากษ์และการแก้ไข ปัญหา 2. การสื่อสารชัดเจน มีประสิทธิภาพ 3. การทำงานร่วมกับ ผู้อื่น 4. การคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม	- การจัดการ เรียนรู้แบบสะ เต็ม	- ใบงาน/ ใบกิจกรรม - นำเสนอ ผลงานหน้าชั้น เรียน	1. แบบวัดทักษะ การเรียนรู้และ นวัตกรรม 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน 3. แบบประเมินผล งานชิ้นงาน 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจของ นักเรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้ เพิ่มเติม	จุดประสงค์ การเรียนรู้	สมรรถนะที่สำคัญ	ทักษะ การเรียนรู้และ นวัตกรรม	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัด การประเมินผล
2. สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบ เปรียบเทียบ โครงสร้าง ภายในของราก พืชใบเลี้ยง เดี่ยวและราก พืชใบเลี้ยงคู่ จากการตัด ตามขวาง	โครงสร้าง ภายในของ รากพืชใบ เลี้ยงเดี่ยว และรากพืช ใบเลี้ยงคู่จาก การตัดตาม ขวาง	1. นักเรียนสามารถรู้ และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายในของ รากพืชใบเลี้ยงคู่และใบ เลี้ยงเดี่ยว (K) 2. นักเรียนสามารถ จำแนกประเภทของพืช ได้ (P) 3. นักเรียนสามารถ รับผิดชอบหน้าที่และ งานที่ได้รับมอบหมาย (A)	1. ความสามารถ ในการคิด 2. ความสามารถ ในการสื่อสาร 3. ความสามารถ ในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ทักษะชีวิต	1. การคิดเชิงการ วิพากษ์และการ แก้ไขปัญหา 2. การสื่อสาร ชัดเจนมี ประสิทธิภาพ 3. การทำงาน ร่วมกับผู้อื่น 4. การคิด สร้างสรรค์และ นวัตกรรม	- การจัดการ เรียนรู้แบบ สะสม เพิ่มเติม	- ใบงาน/ ใบกิจกรรม - นำเสนอ ผลงานหน้าชั้น เรียน	1. แบบวัดทักษะ การเรียนรู้และ นวัตกรรม 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนรู้ 3. แบบประเมินผล งานชิ้นงาน 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจของ นักเรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้ เพิ่มเติม	จุดประสงค์ การเรียนรู้	สมรรถนะที่สำคัญ	ทักษะ การเรียนรู้และ นวัตกรรม	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัด การประเมินผล
3. สังเกต อธิบาย และ เปรียบเทียบ โครงสร้าง ภายในของ ลำต้นพืชใบ เลี้ยงเดี่ยวและ ลำต้นพืช ใบเลี้ยงคู่จาก การตัดตาม ขวาง	โครงสร้าง ภายในของลำ ต้นพืชใบเลี้ยง เดี่ยวและลำ ต้นพืช ใบเลี้ยงคู่จาก การตัดตาม ขวาง	1. นักเรียนสามารถรู้ และเข้าใจลักษณะของ โครงสร้าง ภายในของลำต้นพืชใบ เลี้ยงเดี่ยวและ ใบเลี้ยงคู่ (K) 2. นักเรียนสามารถ จำแนกประเภทของพืช ได้ (P) 3. นักเรียนสามารถ รับผิดชอบหน้าที่และ งานที่ได้รับมอบหมาย (A)	1. ความสามารถ ในการคิด 2. ความสามารถ ในการสื่อสาร 3. ความสามารถใน การแก้ปัญหา 4. ความสามารถ ในการใช้ทักษะชีวิต	1. การคิดเชิงการ วิพากษ์และการ แก้ไขปัญหา 2. การสื่อสาร ชัดเจนมี ประสิทธิภาพ 3. การทำงาน ร่วมกับผู้อื่น 4. การคิด สร้างสรรค์และ นวัตกรรม	- การจัดการ เรียนรู้แบบ สะสม - การจัดการ เรียนรู้แบบ สะสม	- ใบงาน/ ใบกิจกรรม - นำเสนอ ผลงานหน้า ชั้นเรียน	1. แบบวัดทักษะ การเรียนรู้และ นวัตกรรม 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 3. แบบ ประเมินผลงาน/ ชิ้นงาน 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจของ นักเรียน

ตาราง 4 (ต่อ)

ผล การเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้ เพิ่มเติม	จุดประสงค์ การเรียนรู้	สมรรถนะที่ สำคัญ	ทักษะ การเรียนรู้และ นวัตกรรม	กิจกรรม การเรียนรู้	ภาระงาน/ ชิ้นงาน	การวัด การประเมินผล
4. สังเกต และ อธิบาย โครงสร้าง ภายในของ ใบพืช จากการ ตัดตามขวาง	โครงสร้าง ภายในของใบ พืช จากการ ตัดตามขวาง	1. นักเรียนสามารถรู้และ เข้าใจโครงสร้างภายใน ของใบพืช จากการตัด ตามขวาง(K) 2. นักเรียนสามารถ จำแนกสัณฐานประเภทของ ใบได้ (P) 3. นักเรียนสามารถ รับผิดชอบหน้าที่และงาน ที่ได้รับมอบหมาย (A)	1. ความ สามารถในการคิด 2. ความ สามารถในการสื่อสาร 3. ความ สามารถในการ แก้ปัญหา 4. ความ สามารถในการใช้ทักษะ ชีวิต	1. การคิดเชิงการ วิพากษ์และการ แก้ไขปัญหา 2. การสื่อสาร ชัดเจนมี ประสิทธิภาพ 3. การทำงาน ร่วมกับผู้อื่น 4. การคิด สร้างสรรค์และ นวัตกรรม	- การจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็ม	- ใบงาน/ ใบกิจกรรม - นำเสนอ ผลงานหน้าชั้น เรียน	1. แบบวัดทักษะ การเรียนรู้และ นวัตกรรม 2. แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน 3. แบบประเมิน ผลงาน/ชิ้นงาน 4. แบบสอบถาม ความพึงพอใจของ นักเรียน

1.1.4 ศึกษา และวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา สรุปลักษณะการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 มีทั้งหมด 5 หน่วย ผู้วิจัยได้เลือก เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มาศึกษาให้เหมาะสมกับการพัฒนา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จึงทำการวิเคราะห์เนื้อหา ความคิดรวบยอด และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.1.5 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการ เรียนรู้การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและ งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

1.1.6 นำหน่วยการเรียนรู้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเนื้อหา เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ออกแบบการ วัดผลประเมินการเรียนรู้ แล้วจัดทำแผนการเรียนรู้ โดยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน และได้กำหนดรายละเอียดโครงสร้างการสอน ดังตาราง 5

ตาราง 5 เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ลำดับที่	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	เนื้อเยื่อพืช	3
2	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก	5
3	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น	5
4	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	3
รวม		16

1.1.7 จัดทำ และผลิตสื่อการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ประกอบแผนการ จัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงการครอบคลุมเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ รวมไปถึงความชัดเจน ของเนื้อหาและความน่าสนใจของสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนด้วย

1.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อ อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงของด้านเนื้อหา ภาษา

และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนหรือไม่จากนั้นนำมาปรับแก้ไขตาม คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและการ เจริญเติบโตของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องในจุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหา กระบวนการเรียนรู้สื่อ และแหล่งเรียนรู้การวัด และประเมินผลโดยการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีจำนวน 3 คน ประกอบด้วย

1. ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ อาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2. ดร.ระพีพร พลเยี่ยมหาญ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาขนาดนครพนม

3. นางพรรณนิภา เชื้อสิงห์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาขนาดนครพนม

พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือความสอดคล้อง ของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแผนการจัดการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาและขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง $IOC \geq 0.50$ ขึ้นไป

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

1.1.10 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าเฉลี่ยของระดับความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินที่มีลักษณะเป็นแบบมาตรา ส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71) ซึ่งมีคุณภาพเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของกลุ่ม

ค่าเฉลี่ย 4.51–5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51–4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00–1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

1.1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ

มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเสนอประธานและกรรมการผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาความถูกต้องอีกครั้งจึงนำไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

1.1.12 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try-Out)

กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ปีการศึกษา 2565

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

และสาระการเรียนรู้ เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก แล้วสร้างข้อสอบโดยใช้กรอบแนวคิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีของเบนจามินบลูม ซึ่งได้แบ่งการเรียนรู้เป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehend) การนำไปใช้ (Implementation) การวิเคราะห์ (Analysis) การประเมินค่า (Evaluation) และการสร้างสรรค์ (Creativity)

2.1.2 สร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมแผนการจัดการเรียนรู้

ผลการเรียนรู้ และพฤติกรรมกรเรียนรู้ด้วยพุทธิพิสัย วัดการเรียนรู้ในระดับต่าง ๆ

ทั้ง 6 ระดับ ตามทฤษฎีของบลูม ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อใช้ไว้ตัดสินจริง

30 ข้อ ดังตาราง 6

ตาราง 6 โครงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ เพื่อใช้วัดัดจริง 30 ข้อ โดยใช้ความรู้พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของบลูมในการจัดระดับจุดหมาย แบ่งน้ำหนักข้อสอบ

แผนการจัดการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อ						รวม
		ความรู้-ความเข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การคิดวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์	
1	อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืชและเขียนแผนผังเพื่อสรุพชนิดของเนื้อเยื่อพืช	2	1	2	2	2	2	10
2	สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดขวาง	1	2	2	1	2	2	10
3	สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดขวาง	1	2	2	1	2	2	10
4	สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดขวาง	2	2	2	2	1	1	10
	รวม	6	7	6	6	7	6	40

2.1.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณา ให้ข้อคิดเห็น และปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ให้ถูกต้องเหมาะสมตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.1.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

2.1.5 เสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม พิจารณาความสอดคล้องแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ในด้านความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเนื้อหา ความเหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ IOC ของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ $IOC \geq 0.50$

2.1.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.1.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ที่ได้ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.1.8 นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า (p) ตั้งแต่ 0.20–0.80 และ (r) ตั้งแต่

0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ แล้วจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมขึ้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 หลักการ ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.2.2 สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมให้ครอบคลุมแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 4 ข้อหัว ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก 6 สถานการณ์ จำนวน 40 ข้อ เพื่อใช้ไว้คัดจริง 30 ข้อ ดังตาราง 7

ตาราง 7 โครงสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 ข้อ เพื่อใช้ไว้คัดจริง 30 ข้อ

สถานะการณ์	จำนวนข้อ				รวม
	การคิดเชิงการวิพากษ์และการแก้ปัญหา	การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ	การทำงานร่วมกับผู้อื่น	การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	
1	2	2	2	1	7
2	2	1	1	2	6
3	2	2	2	1	7
4	2	1	2	2	7
5	1	2	2	2	7
6	2	2	1	2	6
รวม	10	10	10	10	40

2.2.3 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจพิจารณา ให้ข้อคิดเห็น และปรับปรุงแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ให้ถูกต้องเหมาะสมตาม ข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

2.2.5 เสนอแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม พิจารณาความสอดคล้องแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ในด้านความสัมพันธ์ของทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเนื้อหา ความเหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญหาค่าดัชนีความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ IOC ของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ $IOC \geq 0.50$

2.2.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.2.7 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ที่ได้ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.8 นำผลการสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า (p) ตั้งแต่ 0.20-0.80 และ (r) ตั้งแต่

0.20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ แล้วจัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

ผู้สร้างดำเนินการสร้าง และพัฒนาแบบสอบถามความพึงพอใจ
ดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของความพึงพอใจ และสรุปคำนิยามของความพึงพอใจ แนวคิด ทฤษฎี จากเอกสาร ตำราต่าง ๆ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวัดประเมินผลความพึงพอใจ

2.3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียน วิทยาศาสตร์ จำนวน 16 ข้อ ซึ่งเป็นข้อความในแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียน วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ด้านคือ ด้านเนื้อหาสาระความรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดผลประเมินผล ผู้ตอบแบบสอบถามจะต้องอ่านข้อความในแบบสอบถามความพึงพอใจให้ตรงกับความรู้สึก มีทั้งสิ้นจำนวน 16 ข้อ โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบมาตราส่วนประมาณ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับ ความพึงพอใจและความหมาย ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนนการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการแปล ผลการวิเคราะห์ให้ความหมายดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71)

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ
น้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ

ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจ

มากที่สุด

2.3.3 นำแบบสอบถามกับวัตถุประสงค์ความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3.4 นำแบบสอบถามกับวัตถุประสงค์ความพึงพอใจที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3.5 นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมจำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรง วิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้อง ในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้ นำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ความสอดคล้อง โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง IOC

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเหมาะสมสอดคล้อง

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่เหมาะสมสอดคล้อง

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน พบว่าแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC เท่ากับ 0.50–1.00 จำนวน 20 ข้อ

2.3.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.3.7 จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจที่วิเคราะห์หาคุณภาพ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้น ดังนี้

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 109/2565

2. ขอหนังสือจากบัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครเพื่อขอความร่วมมือไปยังโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ก่อนดำเนินการสอนผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในการปฏิบัติตนในการเรียนและมีความพร้อมที่จะ

ทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม แบบแผนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 20 ข้อ ทดลอง และตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4. ดำเนินการทดลองตามแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้เวลาการสอน 16 ชั่วโมง รวมการทำแบบทดสอบ
5. หลังสิ้นสุดระยะดำเนินการทดลองแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับหลังเรียน (Post-Test) ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกับก่อนเรียน ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565
6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
7. รวบรวมข้อมูลจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
8. ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลอื่นเพิ่มเติมระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการสังเกตเพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบการอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1. วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เทียบกับเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
2. แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) (วาโร เฟ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 245) วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบและวิเคราะห์

ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) (วารุ เฟิงส์วัตต์, 2551, หน้า 245) วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ด้วยการหาค่า (\bar{x}) และสวนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับของลิเคออร์ท (Likert) ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

เกณฑ์การให้คะแนนการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับการแปลผลการวิเคราะห์ให้ความหมายดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71)

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

1. วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 (เพชฌัญญู กิจระการ, 2544, หน้า 49-51)

2. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 109)

3. วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติ ในการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 109)

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เพื่อทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจโดยยึดเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 121)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 122-126)

1.1 ร้อยละ (Percentage)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

(Item-Objective Congruence; IOC)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
วัตถุประสงค์

$\sum I$ แทน ผลรวมคะแนนการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าระดับความยาก (Difficulty)

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

เมื่อ p แทน ค่าระดับความยาก

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและต่ำ

2.3 อำนาจจำแนก (Discrimination)

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกกลุ่มต่ำ

N_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

2.5 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียน
ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน
สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

2.6 หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง
ข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม (วาโร พึงสวัสดิ์,
2551, หน้า 245) มีสูตร ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหา

หรือความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบ ระหว่างเรียนของนักเรียนทุกคน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum Y}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum Y$	แทน	คะแนนรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน ของนักเรียนทุกคน
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียน

3.2 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การทดสอบสถิติค่าที (t-test Dependent Sample) แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน

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

เมื่อ t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
D	แทน	ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.3 การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 69-71)

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และ
นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน
สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผล

การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการสื่อความหมายของข้อมูล
ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความชัดเจนและเกิดความเข้าใจ
ตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- | | |
|-----------|---|
| N | แทน จำนวนนักเรียน |
| \bar{X} | แทน คะแนนเฉลี่ย |
| S.D. | แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| E_1 | แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
บูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน |
| E_2 | แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์
โรงเรียน |
| D | แทน ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน |
| $\sum D$ | แทน ผลรวมของความต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน |

t แทน สถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมี
นัยสำคัญ** แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที (t-test for dependent Samples)
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที (t-test for dependent Samples)
4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ด้วยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับของลิเคิร์ท (Likert's Rating Scale)

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพระหว่างเรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน การซักถามรายบุคคล และรายกลุ่มของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนจำนวน 31 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรมชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 4 แผน และหาค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังตาราง 7

ตาราง 8 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

กระบวนการ/ ผลลัพธ์	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของ กระบวนการ (E_1)	31	280	231.84	14.42	82.80
ประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (E_2)	31	60	48.90	4.28	81.50

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ E_1/E_2 เท่ากับ 82.80/81.50

จากตาราง 8 พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนในแต่ละแผน จำนวน 4 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 231.84 จากคะแนนเต็ม 280 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 14.42 มีคะแนนเฉลี่ย จากการทำแบบทดสอบ วัดความรู้ด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับ 48.90 คิดเป็นร้อยละ 81.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.28 ประสิทธิภาพ ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวน พฤษศาสตร์โรงเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของพืชดอก ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.80/81.50 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับ งานสวนพฤษศาสตร์โรงเรียน

ผลการเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก ดังตาราง 9

ตาราง 9 การเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนเรียน และหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการร่วมกับงานสวนพฤษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของพืชดอก

การทดสอบ	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรม	\bar{X}	S.D.	คะแนนรวม	t
ก่อนเรียน	31	30	การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา	3.45	1.59	17.18	7.54**
			การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ	5.48	2.27		
			การทำงานร่วมกับผู้อื่น	3.84	1.42		
			การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	4.41	2.45		
หลังเรียน	31	30	การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา	5.45	0.68	25.67	
			การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ	8.29	1.24		
			การทำงานร่วมกับผู้อื่น	5.48	0.51		
			การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	6.45	1.26		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df 30 = 2.45)

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ก่อนเรียน และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.18 และ 25.67 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 7.54 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (df เท่ากับ 30) มีค่า t เท่ากับ 2.45 แสดงว่า นักศึกษามีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับ งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตาราง 10

ตาราง 10 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S.D.	t
ก่อนเรียน	31	30	10.06	2.84	28.73
หลังเรียน	31	30	24.26	1.73	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df 30 = 2.45)

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.06 และ 24.26 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 28.73 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง ค่าวิกฤตการแจกแจง t ที่ df = 30 ได้ค่าเท่ากับ 2.45 แสดงว่าค่า t คำนวณมากกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลของความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียน
โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน
สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัด และจุดประสงค์	4.56	0.54	มากที่สุด
2	เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.43	0.50	มาก
3	เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	4.25	0.58	มาก
4	เนื้อหาที่มีความน่าสนใจ	4.65	0.47	มากที่สุด
5	เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับ เวลาเรียน	4.59	0.50	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.49	0.51	มาก
6	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาสาระมีความน่าสนใจ	4.78	0.44	มากที่สุด
7	น่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้	4.62	0.56	มากที่สุด
8	เน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือ ปฏิบัติด้วยตนเอง	4.68	0.56	มากที่สุด
9	ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	4.65	0.50	มากที่สุด
10	ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรม ในการจัดการเรียนรู้ อย่างเหมาะสม	4.81	0.48	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.70	0.50	มากที่สุด

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
11	ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ สอดคล้องกับเนื้อหา	4.93	0.44	มากที่สุด
12	ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	4.75	0.57	มากที่สุด
13	สื่อและอุปกรณ์เหมาะสม ในการนำไปใช้	4.78	0.50	มากที่สุด
14	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับ เนื้อหาและกิจกรรม	4.75	0.56	มากที่สุด
15	ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับค้นคว้าอย่าง เหมาะสม และเพียงพอ	4.71	0.55	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.78	0.52	มากที่สุด
16	ด้านการวัดประเมินผล การวัดประเมินผลสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ครอบคลุม ทุกด้าน	4.87	0.57	มากที่สุด
17	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้อง กับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	0.49	มากที่สุด
18	เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล	5.00	0.49	มากที่สุด
19	การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม	4.96	0.57	มากที่สุด
20	ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่ การพัฒนาตนเอง	5.00	0.67	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.96	0.55	มากที่สุด
	เฉลี่ยรวม	4.73	0.52	มากที่สุด

จากตาราง 11 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้การจัดการแบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.73 อยู่ในระดับมากที่สุด เรียงลำดับค่าเฉลี่ยในแต่ละด้านจากค่าเฉลี่ยมากไปหาน้อย 4 อันดับ คือ 1) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ $\bar{X} = 4.78$ 2) ด้านการวัดและประเมินผล $\bar{X} = 4.73$ 3) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ $\bar{X} = 4.70$ และ 4) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ $\bar{X} = 4.49$ รวมแปลผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อยู่ในระดับมากที่สุด

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการสังเกตพฤติกรรม ชักถามและสัมภาษณ์ และตรวจผลงาน ชิ้นงาน ทั้งในระหว่างและหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความคิดเห็นด้านการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 4 แผน จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การทดลอง พบว่า นักเรียนมีความตั้งใจทำการทดลอง มีความสนใจกระตือรือร้น ให้ความร่วมมือ ร่วมกันวางแผนทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง สรุปผลและอภิปรายผลการทดลองร่วมกัน เมื่อเกิดปัญหา ข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจก็จะซักถามครู ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“นักเรียนชอบในการทำกิจกรรม เพราะได้ปฏิบัติจริงไม่น่าเบื่อ”

ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 นักเรียนทำกิจกรรม เรื่องเฮอริบาเรียม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

“ฝึกการใช้ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในการทำกิจกรรม” ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 นักเรียนช่วยกันทำกิจกรรม การนำเสนอผลงาน
การจัดเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การจัดกิจกรรมด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก จากการสังเกตพบว่า จากการสังเกตนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการคิดและเลือกปัญหาที่ศึกษา วางแผนการทำงาน ลงมือปฏิบัติ เขียนรายงาน และแสดงผลงานร่วมกัน อีกทั้งยังมีความมุ่งมั่นในการเรียน นักเรียนแสดงความคิดเห็นของนักเรียนและภาพประกอบ 4 ดังนี้

“ได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้นค่ะ รู้แนวทางการจัดการแก้ไขปัญหาและนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้”



ภาพประกอบ 4 นักเรียนทำกิจกรรมเฮอริบาเตรียมแข่งกับรากพืช
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

“ขอปรึกษากรรมประดิษฐ์กระถางต้นไม้ได้จากลำต้นของพีชมากเลย เพราะลงมือปฏิบัติจริง และยังได้ความรู้ด้วยค่ะ” ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 นักเรียนประดิษฐ์สิ่งประดิษฐ์ลำต้นพีช
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

3. ความพึงพอใจของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก จากการสังเกตพฤติกรรม พบว่า นักเรียนเกิดความตื่นเต้น มีความเชื่อมั่นในตัวเอง กล้าตอบคำถาม ทำให้บรรยากาศการจัดการเรียนรู้มีความสุขสนุกสนาน นักเรียนตั้งใจทำงานและภูมิใจในผลงานของตนเอง ดังคำตอบจากการสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้

“ตื่นเต้นกับการทำกิจกรรมกับเพื่อนในกลุ่ม”
“ได้ปฏิบัติจริงในการเรียนทำให้ไม่น่าเบื่อ” ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 นักเรียนตื่นเต้นกับการทำกิจกรรมกับเพื่อนในกลุ่ม
เรื่อง กระดาษสาเด็กวิทย์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัด
การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ผู้วิจัยได้
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ตามหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผล
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับ
งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก อยู่ในระดับมาก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้องเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 35 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 32 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 31 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 98 คน

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 31 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้วิธีการจับสลาก โดยกำหนดให้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองของการวิจัย ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน

สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 แผน 16 ชั่วโมง Pre-test และ Post-test 2 ชั่วโมง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล จำนวน 31 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ 109/2565
2. ขอลงหนังสือจากบัณฑิตมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครเพื่อขอความร่วมมือไปยังโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ก่อนดำเนินการสอนผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบเพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจในการปฏิบัติตนในการเรียนและมีความพร้อมที่จะทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน

สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม แบบแผนทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 20 ข้อ ทดลอง และตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4. ดำเนินการทดลองตามแผนการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยใช้เวลาการสอน 16 ชั่วโมง รวมการทำแบบทดสอบ
5. หลังสิ้นสุดระยะดำเนินการทดลองแล้วผู้วิจัยทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับหลังเรียน (Post-Test) ด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกับก่อนเรียน ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565
6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
7. รวบรวมข้อมูลจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน
8. ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลอื่นเพิ่มเติมระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการสังเกตเพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบการอภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ
 - 1.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เทียบกับเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
 - 1.2 แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) (วารุ เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 245) วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบ และวิเคราะห์ ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) (วาโร เฟ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 245) วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

1.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นการตรวจสอบคุณภาพมาตรฐาน ส่วนประมาณค่า วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยหาค่าเฉลี่ย \bar{X} แล้วเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจ โดยยึดเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 121)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 (เผชญ กิจระการ, 2544, หน้า 49-51)

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรมก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อทดสอบ สมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 109)

2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติ ในการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 109)

2.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนเพื่อทดสอบสมมติฐาน ข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเทียบเกณฑ์ความพึงพอใจโดยยึดเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 121)

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.80/81.50 ซึ่งตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80
2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความพึงพอใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มีความพึงพอใจ 4.58 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปราย ดังนี้

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.80/81.50 ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะ

การเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียน ทำให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนแบบสะเต็มศึกษาอย่างเป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมต่าง ๆ และเกิดแนวคิดใหม่ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนทำให้ค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แผน (E_1) และค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยนักเรียนที่ได้จากการวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 สอดคล้องกับ Suwannarong & Art-in (2020) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีค่าเท่ากับ 81.65/78.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ท้าทายความคิดและความสามารถของนักเรียน ทำให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหาได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม ได้สื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน อยากที่จะเรียน ส่งผลให้มีพัฒนาการในการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชีระชัย เอี่ยมพอง (2562, หน้า 84) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การประยุกต์การแปลงทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่ามีประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าเท่ากับ 85.95/82.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ เพราะกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการคิดแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงาน โดยนำความรู้มาผสมผสานใหม่ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปุญญพัฒน์ โคตรบุตร, ต้นสกุล ศานติบุรณ และสมาน เอกพิมพ์. (2560, หน้า 1306-1311) ได้ศึกษาการบูรณาการแนวคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.04/84.51 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียน 17.18 และคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 25.67 แสดงว่า ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยบูรณาการความรู้จากศาสตร์วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนการออกแบบ วิธีแก้ปัญหา สะเต็มศึกษาจะมีส่วนช่วยให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานได้อย่างเป็นรูปธรรมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยคำนึงถึงความรู้เกี่ยวกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนมาใช้ในการเลือกวัสดุ อุปกรณ์ที่จำเป็นมาสร้างชิ้นงาน ซึ่งในขั้นตอนร่างชิ้นงานนักเรียนจะได้ฝึกการคิดเชิงวิพากษ์และความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบชิ้นงานเพื่อให้เกิดความแปลกใหม่และสมบูรณ์อีกทั้งนักเรียนยังได้ฝึกการสื่อสารในการนำเสนอชิ้นงานและการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยให้ระบุคำตอบให้ได้มากที่สุดบนพื้นฐานของเหตุผลตามหลักงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมต่อเนื่อง ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสูงขึ้น สอดคล้องกับ Bungbua (2020) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมอยู่ในภาพรวมระดับสูง และสามารถนำไปใช้ในการสอนแบบกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา และสอดคล้องกับ Klomin (2016) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยจะพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ อีกทั้งสอดคล้องกับ เจษฎา นาจันทร์ทอง (2560, หน้า 42) ได้กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ (Communication and Collaboration) คือ พฤติกรรมความสามารถในการสื่อสารความคิด โดยใช้ภาษาพูด ภาษาเขียนและอวัจนภาษา รวมทั้งการฟังได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้สำเร็จตามเป้าหมาย ดังนั้น การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การสื่อสารและการร่วมมือจึงมีความสำคัญต่อทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียน มาเป็นอันดับแรก

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 10.06 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.26 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนเป็นกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เน้นการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ ตั้งแต่การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานให้มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมมากขึ้น และการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือผลการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีความกล้าแสดงออกทางความคิดพร้อมเสนอแนวทางในการพัฒนาชิ้นงานให้นำไปต่อยอด จากกิจกรรมสะเต็มศึกษานักเรียนได้ลงมือแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ Chaumklang, Pihanthanond, & Srisa-ard (2019) พบว่า STEM Education เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นการนำความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง สอดคล้องกับ Honey, Pearson, & Schweingruber (2014) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันรวมทั้งการทำงานในอาชีพต่าง ๆ คือ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย Besa (2015) พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดแบบสะเต็มศึกษา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งยังงานวิจัยของ ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม และกัญญารัตน์ โคจร (2559, หน้า 463-474) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 16.00 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมเท่ากับ 4.73 อยู่ในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เป็นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองและร่วมกิจกรรมกลุ่ม คิดแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ได้พัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ตอบคำถาม อภิปรายอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องผลการศึกษา Pitchayaputit & Lincharoen (2020) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนแบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากและนักเรียนมีความสนุกสนานจากการทำกิจกรรมและได้ทำการทดลองวางแผนทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง อีกทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นัสรินทร์ ปือชา (2558, หน้า 66) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับ สุริยนต์ คุณนารักษ์ (2560, หน้า 97-100) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนโดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ซึ่งมีระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ในการจัดการเรียนการสอนมือเสนอแนะ ดังนี้

1. สำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ผู้สอนควรเตรียมความพร้อม โดยการจัดเตรียมสภาพแวดล้อม และอุปกรณ์ การเตรียมสื่อ การใช้คำถาม การกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ กิจกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพส่งผลต่อการพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็ม คักยภาพ กิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดขึ้นควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออก ทางความคิด การพูด การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ร่วมอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างอิสระ สามารถแสดงออกถึงผลงานแห่งการเรียนรู้ของ ตนเองได้

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน สอนพหุศาสตร์โรงเรียน เป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ในแต่ละชั้นตอนมี กิจกรรมที่ต้องใช้เวลาเป็นอย่างมาก ผู้สอนอาจจะต้องยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม และให้สอดคล้องกับเวลาตามแผนที่กำหนด

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน สอนพหุศาสตร์โรงเรียนกับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มี ความสามารถด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ ส่งเสริมและพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา

2.3 ควรนำกลยุทธ์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ไปทดลองใช้กับโรงเรียน ประถมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อพิจารณาผลที่เกิดขึ้นว่ากลยุทธ์ที่พัฒนาขึ้นช่วยทำให้ทักษะ การเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษาเพิ่มมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่อมอ้อม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับ
นักศึกษา วิชาชีวเคมี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 18(4), 334-348.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร
แห่งประเทศไทย จำกัด.
- กาญจนา อรุณสุขจุฑา. (2546). *ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของ
สหกรณ์การเกษตรไชยปราการจำกัดอำเภอไชยปราการจังหวัดเชียงใหม่.
วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.
- เกวลี ผังดี และพิมพ์รดา ครองยุติ. (2556). *ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน
ในหลักสูตรของภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- ไกล่รุ่ง นครวานากุล. (2547). *การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
ด้วยการเรียนแบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนพุทธศักราช 2560. (2560). *โครงการ
อนุรักษ์พันธุกรรมอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ
สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.)*. กรุงเทพฯ: สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรม
พืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี.
- จรรยา พิษย์คำ. (2559). *ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมพัฒนาได้ด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบโครงงาน*. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์*, 11(1), 1-12.
- จารุวรรณ เทวกุล. (2555). *ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนระดับ
ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพประเภทวิชาพาณิชยกรรม ชั้นปีที่ 1 ชั้นปีที่ 2
และชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยอาชีวศึกษาฉะเชิงเทรา*. กศ.ม. กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- เจษฎา นาจันทอง. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบสังคมเชิงรุกออนไลน์ที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ฉัตรดนัย สุวรรณรงค์ และสิทธิพล อัจฉินทร์. (2563). การศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรม รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 17(78), 71-80.
- ชลธิป สมานิติ. (2557). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดการกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับปฐมวัย. เมื่อวันที่ 18 มกราคม และ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 ณ สมาคมอนุบาลแห่งประเทศไทย.
- ชูศรี วงศ์รัตน์, วันทยา วงศ์ศิลปกรรม และศิริกาญจน์ โกสุมภ์. (2544). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ทิพย์ พับลิเคชั่น.
- ณัฐวุฒิ จันละมุด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโมเดลซิปปาและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทองอินทร ภูมิประสาท. (2547). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องรูปและรูปทรงเลขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการกิจกรรมแบบกลุ่มและการจัดการกิจกรรมตามแนว สสวท. วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ทิตนา แหมมณี. (2554). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 14). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนฤตา แจ่มดวง. (2560). แนวทางพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากรตามนโยบาย ประเทศไทย 4.0. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ธารทิพย์ ช้วน และขวัญชัย ช้วน. (2562) สะเต็มศึกษาเพื่อการจัดการเรียนรู้สู่ทักษะการทำงาน ในศตวรรษที่ 21. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ร้อยเอ็ด, 16(73), 1-12.

- ธีระชัย เอี่ยมผ่อง. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตาม
แนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การประยุกต์การแปลงทางเรขาคณิตสำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ วท.ม. บุรพา: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นราธิป สถาพรสุข และสิทธิพล อาจอินทร์. (2563). การศึกษาทักษะการเรียนรู้และ
นวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.
วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
14(1), 23-31.
- นันทวัน จันทกกลิ่น. (2557). การศึกษาปัญหาและแนวทางบริหารจัดการทักษะผู้เรียนใน
ศตวรรษที่ 21: โรงเรียนเนินมะปราง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา
พิษณุโลก เขต 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูล
สงคราม.
- นัสนรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและ
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เบญจวรรณ ถนอมชยวัช, ผ่องศรี วาณิชย์, วุฒิชัย เนียมเทศ และณัฐวิทย์ พจนตันติ.
(2559). ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21: ความท้าทายในการพัฒนาการศึกษา.
วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้, 3(2),
208-221.
- ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม และกัญญารัตน์ โคจร. (2559). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการ
เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 10(ฉบับพิเศษ), 463-474.
- ประหยัด พิมพ์า. (2561). การศึกษาไทยในปัจจุบัน. วารสารมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
วิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด, 7(1), 242-249.

- ปราณี กองจินดา. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบซิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. พระนครศรีอยุธยา: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- บุญญพัฒน์ โคตรบุตร, ต้นสกุล ศานติบุรณ และสมาน เอกพิมพ์. (2560). การบูรณาการแนวคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1 “นวัตกรรมสร้างสรรค์ศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนไทยแลนด์ 4.0”*. หน้า 1306-1311. กรุงเทพฯ: กองส่งเสริมการวิจัย.
- เผชิญ กิจระการ. (2544). *ดัชนีประสิทธิผล Effectiveness Index*. มหาสารคาม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49-56.
- พรพรรณ ไวกายกูร. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. *นิตยสาร สสวท*, 42(185), 1-60.
- รสสุคนธ์ อินทฤกษ์ สวัสดิ์วงศ์ชัย. (2562). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่องแรงและความดันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- รัศมี ศรีนนท์, ชุตมกฤษฎี ศรีนนท์, วิภารัตน์ ยมดิษฐ์, และกรรณิการ์ กิจนพเกียรติ. (2561). การจัดการเรียนรู้เชิงรุกในยุคไทยแลนด์ 4.0. *วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 9(2), 331-343.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน.

- วิไลลักษณ์ โภคาพานิชย. (2559). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงการเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2561). *คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา*. เข้าถึงได้จาก <http://www.etemdthailand.org/wpcontent/uploads/2015/03/newIntro-to-STEM.pdf>. 18 พฤษภาคม 2561.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา*. เข้าถึงได้จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23. 25 พฤศจิกายน 2565.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.
- สุทธิวรรณ พืรงค์ดีโสภณ. (2561). *การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. เข้าถึงได้จาก <http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/achiev-1.pdf>. 31 กรกฎาคม 2564.
- สุพรรณิชา ชาญประเสริฐ. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)*, 42(185), 10-13.
- สุมิตรา ทวีสุข. (2561). *ผลการใช้บทเรียนแบบเว็บควสต์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุริยนต์ คุณารักษ์. (2560). *การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา. *นิตยสาร สสวท*, 42(185), 35-37.
- อรัญญา ราชการกลาง. (2562). *การพัฒนาสื่อการเรียนรู้งานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- อาศิรา ราชเวียง, สมใจ ศรีเนตร, ธนิชชา ชัยชัชวาลประทีป และทัศนีย์ สิงห์เจริญ. (2563). การศึกษาแนวทางการพัฒนางานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนในเขตจังหวัด ประจวบคีรีขันธ์. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ*, 10(2), 80–94.
- อุไร ดอกคำ และสาวิตรี เกาว์โท. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องดินในท้องถิ่นของเรา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. *วิจัยและประเมินผล อุบลราชธานี*, 9(1), 82–92.
- Barak, M., & Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121–144.
- Besa, N. (2015). *Effects of STEM Education Approach on Biology Achievement, Problem Solving Ability and Instrucional Satisfaction of Grade 11 Students*. Prince of Songkhla University Pattant Campus.
- Bungbua, P. (2020). Learning Process as STEM Education to Promote Learning and Innovation Skills for High School Students. *Journal of MCU Peace Studies*, 8(3), 968–980.
- Chaumklang, S., Pилanthanon, N., & Srisa-ard, S. (2019). Development of Appropriate Management Model for STEM Education in Thailand. *KKU Research Journal of Humanities and Social Sciences (Graduate Studies)*, 8(1), 1–12.
- Herzberg, A. (1959). *Administrative Behavior*. New York: Mcmilllet Company. Hills, California: Sage Publication, Inc.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2014). *STEM integration in K–12 education: Status, prospects, and an agenda for research (Vol. 500)*. Washington, DC: NAP.
- Klomin, K. (2016). Learning Management Based on STEM Education for Student Teachers. *Journal of Education Naresuan University*, 18(4), 334–348.

- Lavi, R., Tal, M., & Dori, T. J. (2021). *Perceptions of STEM alumni and students on developing 21st century skills through methods of teaching and learning*, 70, 1–12.
- Maslow, A. (1970). *Motivation and Personality*. New York: Harper and Row Publishers.
- Park, D–Y., Park, M–H., & Bates, A. B. (2018). Exploring Young Children’s Understanding About the Concept of Volume Through Engineering Design in a STEM Activity: A Case Study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, (16), 275–294.
- Pitchayapusit, W. & Lincharoen, A. (2020). Development of Learning Activities on Chemistry Course on Rate of Chemical Reactions using STEM Education Approach to Learning and Innovation Skills of Students for Grade 11 Students. *Social Sciences Research and Academic Journal*, 15(3), 89–104.
- Quang, L. T., Hoang, L. H., Chaun, V. D., Nam, N. H., Anh, N. T., & Nhung, V. T. (2015). Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education through active experience of designing technical toys in vietnam schools. *British Journal of Education, Society & Behavioral Science*, 11(2), 1–12.
- Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30–39.
- Suwannarong, C. & Art-in, S. (2020). Development of Mathayomsuksa 6 Students’ Learning and Innovation Skills in the Physics Subject on the Topic of Hydrodynamics in STEM Education. *Journal of Graduate School*, 17(78), 71–80.
- Tarbutton, T. (2018). Leveraging 21st century learning & technology to create caring diverse classroom cultures. *Multicultural Education*, 25(2), 4.
- Ungar, O. A. & Baruch, A. F. (2018). *Professional identity of teacher educators in the digital era in light of demands of pedagogical innovation*. *Teaching and Teacher Education*, 73, 183–191.

Wikifoundry. (2007). *Introduction to Creating a 21st Century School System*. Retrieved from <http://wvdeskills21.wikifoundry.com/page/Introduction+to+Creating+a+21st+Century+School+System>. December 3rd, 2022.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

- | | |
|---------------------------|--|
| 1. ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล | อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร |
| 2. นางระพีพร พลเยี่ยมหาญ | ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล |
| 3. นางพรรณนิภา เชื้อสิงห์ | ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล |



ที่ อว ๐๖๒๓.๑๒/ว ๔๒๑

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

๔ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.อรุณรัตน์ คำแหงพล

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

ด้วย นางสาวหทัยญา ภักธราอัมฤทธิ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๙ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาติ เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยโดยพิจารณาประเด็นความสอดคล้องของเนื้อหาในแบบสอบถามให้ตรงกับกรอบแนวคิดการวิจัย นิยามศัพท์เฉพาะ และพิจารณาผลกระทบอันจะก่อให้เกิดความอ่อนไหวกับผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวหทัยญา ภักธราอัมฤทธิ์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๔๔๙๐ ๕๖๒๒

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๔๒๑

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

๙ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ระพีพร พลเยี่ยมหาญ

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

ด้วย นางสาวหทัยชญา ภัทรอำมฤทธิ์ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๙ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาติ เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยโดยพิจารณาประเด็นความสอดคล้องของเนื้อหาในแบบสอบถามให้ตรงกับกรอบแนวคิดการวิจัย นิยามศัพท์เฉพาะ และพิจารณาผลกระทบอันจะก่อให้เกิดความอ่อนไหวกับผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิกานต์ เพียรธัญญกรณ์)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวหทัยชญา ภัทรอำมฤทธิ์ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๔๔๙๐ ๕๖๒๒

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๔๒๑

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

๙ พฤษภาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางพรณิภา เชื้อสิงห์

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

ด้วย นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๙ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาติ เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไธโร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าว จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยโดยพิจารณาประเด็นความสอดคล้องของเนื้อหาในแบบสอบถามให้ตรงกับกรอบแนวคิดการวิจัย นิยามศัพท์เฉพาะ และพิจารณาผลกระทบอันจะก่อให้เกิดความอ่อนไหวกับผู้ตอบแบบสอบถาม เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ศีกานต์ เพียรชัยคุณ)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๔๔๙๐ ๕๖๒๒

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



COA NO. ๑๐๘/๒๕๖๕
IEC NO. HE ๖๕-๐๘๓

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน (Development of Learning and Innovation Skills of Mathayom Suksa ๕ Students on the Structure and Growth of Plants Flower by Learning STEM Education Integration with the School Botanical Garden)

หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวทัศนญา ภัทรอำมฤทธิ์

ผู้ร่วมโครงการวิจัย : ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงชาลี
๒. อาจารย์ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์

หน่วยงานต้นสังกัด : สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

เอกสารที่รับรอง

๑. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
๒. แบบฟอร์มโครงการวิจัย
๓. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย
๔. เอกสารชี้แจงสำหรับผู้ปกครองอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม-เด็กอายุ ๑๓ - ๑๗ ปี)
๕. เอกสารชี้แจงสำหรับอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม-เด็กอายุ ๑๓-๑๗ ปี)
๖. เอกสารชี้แจงสำหรับอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย (สำหรับตอบแบบสอบถาม-เด็กอายุ ๑๘ ปี)
๗. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับ เด็กอายุ ๑๓ - ๑๗ ปี)
๘. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับผู้ปกครองเด็กอายุ ๑๓ - ๑๗ ปี)
๙. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร (สำหรับเด็กอายุ ๑๘ ปี)
๑๐. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม, แผนการจัดการเรียนรู้, และแบบสอบถามความพึงพอใจ

เรียนรู้, และแบบสอบถามความพึงพอใจ

ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น (Exemption Review) จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับรอง ณ ๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๕
วันหมดอายุ ๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๖
รายงานความก้าวหน้า -

(นางสาวสุธาสินี คุปตะบุตร)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๖๖๗



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

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๙ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาติ เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ใบรับรอง ๑๐๙/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๒๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์ท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วาโร เพ็งสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๔๔๙๐ ๕๖๒๒

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๗๐๓

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

๗ สิงหาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๓๔๒๑๒๓๘๒๐๙ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิทักษ์ วงษ์ชาติ เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์แบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ใบรับรอง ๑๐๙/๒๕๖๕ ลงวันที่ ๒๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๕ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วโร เฟิงสวัสดิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๖ ๔๔๙๐ ๕๖๒๒

“อยู่สกล รักสกล ทำเพื่อสกลนคร”

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

1. ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
2. ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
3. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
4. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
5. ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับแบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ
6. ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
7. ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 12 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการ
ร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต
ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	สรุปความ เหมาะสม
	1	2	3		
ด้านที่ 1 สารการเรียนรู้					
1. ถูกต้องได้ใจความ	5	4	5	4.66	มากที่สุด
2. แสดงความคิดหลักได้ชัดเจน	5	4	4	4.33	มาก
3. สอดคล้องกับสารการเรียนรู้	5	4	5	4.66	มากที่สุด
ด้านที่ 2 ผลการเรียนรู้					
4. นำไปสู่การปฏิบัติได้	5	5	5	5	มากที่สุด
5. สอดคล้องกับสารการเรียนรู้	5	4	5	4.66	มากที่สุด
6. สอดคล้องกับกิจกรรม	5	5	4	4.66	มากที่สุด
7. ระบุพฤติกรรมที่วัดประเมินได้ชัดเจน	5	4	4	4.33	มาก
8. ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย	5	4	4	4.33	มาก
ด้านที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้					
9. กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย	5	5	4	4.66	มากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	5	5	มากที่สุด
11. กิจกรรมที่เน้นการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม	5	4	4	4.33	มาก
12. พัฒนาคุณลักษณะผู้เรียนได้ชัดเจน	5	4	4	4.33	มาก
13. เน้นผู้เรียนให้แสวงหาความรู้มีส่วนร่วม ค้นคว้าวิเคราะห์และลงข้อสรุป	5	4	5	4.66	มากที่สุด
14. กิจกรรมเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	4	5	4.66	มากที่สุด
15. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนของการสอน แบบโครงงานร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง	5	4	4	4.33	มาก

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			เฉลี่ย	สรุป
	1	2	3		
ด้านที่ 4 สื่อ/อุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้					
16. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรม	5	4	4	4.33	มาก
17. สื่อเหมาะสม ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้	5	4	5	4.66	มากที่สุด
18. สนองต่อผลการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	4.66	มากที่สุด
ด้านที่ 5 การวัดและประเมินผล					
19. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระสำคัญ	5	4	5	4.66	มากที่สุด
20. ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้เหมาะสม	5	4	4	4.33	มาก
21. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	5	5	5	5	มากที่สุด
22. มีการวัดและประเมินผลที่หลากหลายตามสภาพจริง	5	5	5	5	มากที่สุด
รวม	110	94	100	101.24	มากที่สุด
เฉลี่ย				4.6	มากที่สุด

ตาราง 13 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด

เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืชรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระการเรียนรู้	แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช	แผนที่ 1 เนื้อเยื่อพืช	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบภายในรากพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืช ใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	แผนที่ 2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	แผนที่ 3 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. สังเกต และอธิบายโครงสร้างภายในของใบพืชจากการตัดตามขวาง	แผนที่ 4 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะ
การเรียนรู้และนวัตกรรม

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าIOC	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 14 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าIOC	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

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าIOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	0	2	0.67	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	0	2	0.67	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	0	2	0.67	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
23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 15 (ต่อ)

ข้อ	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าIOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
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

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับแบบประเมินศึกษาบูรณาการ
ร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของ
พืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตัวชี้วัด	ข้อความถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
สาระที่ 3	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้						
1. อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืชและเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช 2. สังเกต อธิบายและเปรียบเทียบภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง	1. เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	2. เนื้อหาที่มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	3. เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	4. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	5. เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
	6. สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	7. น่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	8. เน้นนักเรียนมีส่วนร่วมได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9. ส่งเสริมการฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้	

ตาราง 16 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
3. สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบ โครงสร้างภายใน ของลำต้นพืชใบ เลี้ยงเดี่ยวและลำ ต้นพืชใบเลี้ยงคู่จาก การตัดตามขวาง	10. ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้อย่างเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียน						
	11. สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	12. ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	13. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	14. ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหาและกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	15. ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับ ค้นคว้าอย่างเหมาะสม และเพียงพอ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	ด้านการวัดและประเมินผล						
	16. การวัดประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	17. มีการวัดและประเมินผล ที่สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

ตาราง 16 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ตัวชี้วัด	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
4. สังเกต และ อธิบาย โครงสร้าง ภายในของใบพืช จากการตัดตาม ขวาง	18. เปิดเผยคะแนนที่ได้จาก การวัดผล	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	19. การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	20. ให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
เฉลี่ย					3	1	ใช้ได้

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
1	0.67	พอใช้	0.33	พอใช้
2	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
3	0.75	พอใช้	0.39	พอใช้
4	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
5	0.78	พอใช้	0.44	ดี
6	0.78	พอใช้	0.44	ดี
7	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
8	0.75	พอใช้	0.39	พอใช้
9	0.78	พอใช้	0.44	ดี
10	0.72	พอใช้	0.44	ดี
11	0.75	พอใช้	0.28	พอใช้
12	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
13	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
14	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
15	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
16	0.72	พอใช้	0.22	พอใช้
17	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
18	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
19	0.67	พอใช้	0.22	พอใช้
20	0.72	พอใช้	0.33	พอใช้
21	0.72	พอใช้	0.39	พอใช้
22	0.69	พอใช้	0.39	พอใช้
23	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
24	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้

ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
25	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
26	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
27	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
28	0.75	พอใช้	0.28	พอใช้
29	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
30	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้

สูตร KR-20 เท่ากับ 1.00

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
1	0.72	พอใช้	0.33	พอใช้
2	0.61	พอใช้	0.22	พอใช้
3	0.72	พอใช้	0.22	พอใช้
4	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
5	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
6	0.78	พอใช้	0.44	ดี
7	0.72	พอใช้	0.22	พอใช้
8	0.72	พอใช้	0.22	พอใช้
9	0.67	พอใช้	0.22	พอใช้
10	0.64	พอใช้	0.50	ดี
11	0.72	พอใช้	0.33	พอใช้
12	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
13	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
14	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
15	0.78	พอใช้	0.44	ดี
16	0.75	พอใช้	0.28	พอใช้
17	0.75	พอใช้	0.28	พอใช้
18	0.72	พอใช้	0.22	พอใช้
19	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
20	0.72	พอใช้	0.33	พอใช้
21	0.67	พอใช้	0.22	พอใช้
22	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
23	0.67	พอใช้	0.22	พอใช้
24	0.72	พอใช้	0.22	พอใช้

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
25	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
26	0.72	พอใช้	0.22	พอใช้
27	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
28	0.78	พอใช้	0.22	พอใช้
29	0.78	พอใช้	0.33	พอใช้
30	0.72	พอใช้	0.22	พอใช้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20
เท่ากับ 1.00

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_1)
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์
2. ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E_2)
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์
3. วิเคราะห์คะแนนวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมแต่ละด้าน ก่อนเรียนและ
หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์
โรงเรียน
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแผน
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์
เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E₁)

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์

คะแนน	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)				รวมคะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4		
เลขที่	แผน 1 (70)	แผน 2 (70)	แผน 3 (70)	แผน 4 (70)	280	60
1	46	64	63.50	63	236.50	51
2	52	55.50	55	55	217.50	47
3	46	52.50	53	53	204.50	53
4	48	65	65.50	65.50	244	56
5	48	55.50	56.50	55	215	58
6	50	66.50	66	65.50	248	51
7	48	57.50	57.50	57	220	44
8	51	57	57.50	58	223.50	49
9	49	63	64.50	63	239.50	47
10	51	58.50	57.50	57	224	53
11	53	59	59	59.50	230.50	44
12	57	65.50	66	65.50	254	48
13	55	55	56	55	221	54
14	49	57.50	56.50	57	220	48
15	52	65	65	66	248	51
16	50	64.50	65.50	65	245	47
17	51	58	57.50	59	225.50	48
18	56	63	64.50	63.50	247	57
19	56	57.50	57.50	57	228	53
20	56	65	65	65	251	54
21	51	56.50	58	57.50	223	43

ตาราง 19 (ต่อ)

คะแนน เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)				รวมคะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4		
	แผน 1 (70)	แผน 2 (70)	แผน 3 (70)	แผน 4 (70)	280	60
22	52	58.50	59.50	59	229	50
23	51	65.50	66	64.50	247	48
24	54	66.50	65	65.50	251	42
25	53	58	60	59	230	43
26	52	54	53	53.50	212.50	46
27	48	57.50	58	56.50	220	47
28	50	65	67	66	248	48
29	54	66	66.50	65.50	252	45
30	48	54.50	55.50	54	212	44
31	54	55	56	55	220	47
รวม					7187	1516.00
เฉลี่ย					231.84	48.90
S.D.					14.42	4.28
ร้อยละ					82.80	81.50

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ (E₂)

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์

เลขที่	แบบทดสอบวัดทักษะ การเรียนรู้และนวัตกรรม (30 คะแนน)	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (30 คะแนน)	คะแนนเต็ม (60)
1	25	26	51
2	23	24	47
3	27	26	53
4	30	26	56
5	30	28	58
6	27	24	51
7	21	23	44
8	26	23	49
9	22	25	47
10	30	23	53
11	21	23	44
12	26	22	48
13	28	26	54
14	23	25	48
15	26	25	51
16	24	23	47
17	23	25	48
18	30	27	57
19	30	23	53
20	28	26	54
21	19	24	43
22	27	23	50
23	23	25	48

ตาราง 20 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบวัดทักษะ การเรียนรู้และนวัตกรรม	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน	คะแนนเต็ม (60)
24	20	22	42
25	19	24	43
26	21	25	46
26	25	22	47
28	25	23	48
29	20	25	45
30	20	24	44
31	21	26	47
รวม	760	756	1516
เฉลี่ย	24.52	24.39	48.90
ร้อยละ	81.72	81.29	81.51
S.D.	3.60	1.54	4.28

ตาราง 21 วิเคราะห์คะแนนวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมแต่ละด้าน ก่อนเรียนและ
หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงาน
สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

เลขที่	การคิดเชิงวิพากษ์ และการแก้ไข ปัญหา (6 คะแนน)		การสื่อสารชัดเจน มีประสิทธิภาพ (10 คะแนน)		การทำงาน ร่วมกับผู้อื่น (6 คะแนน)		การคิด สร้างสรรค์และ นวัตกรรม (8 คะแนน)	
	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน
1	2	4	3	10	4	6	1	5
2	2	5	3	8	3	5	3	8
3	5	6	7	7	5	6	8	8
4	5	6	8	10	5	6	7	8
5	5	6	9	10	5	6	7	8
6	5	5	8	8	5	6	7	8
7	3	6	6	7	4	5	6	7
8	5	6	6	8	5	6	5	6
9	3	5	6	7	4	5	4	5
10	6	6	9	10	6	6	7	8
11	4	6	4	9	4	5	4	6
12	5	5	9	10	5	5	6	6
13	5	6	8	9	5	6	7	7
14	4	5	6	7	5	5	6	6
15	3	6	3	7	3	6	3	7
16	4	5	8	8	5	5	6	6
17	3	4	8	8	5	5	6	6
18	5	6	9	10	5	6	7	8
19	5	6	10	10	6	6	7	8

ตาราง 21 (ต่อ)

เลขที่	การคิดเชิงวิพากษ์ และการแก้ไข ปัญหา (6 คะแนน)		การสื่อสารชัดเจน มีประสิทธิภาพ (10 คะแนน)		การทำงาน ร่วมกับผู้อื่น (6 คะแนน)		การคิด สร้างสรรค์และ นวัตกรรม (8 คะแนน)	
	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน
20	5	6	5	9	4	5	7	8
21	1	5	2	9	2	5	1	7
22	5	6	5	8	4	6	6	7
23	1	5	2	7	1	6	1	5
24	0	5	2	5	1	5	1	5
25	2	5	3	8	2	5	1	7
26	4	4	5	7	4	5	4	5
27	2	6	3	8	3	5	1	6
28	2	5	4	9	3	6	2	5
29	2	6	2	8	2	6	2	5
30	2	6	3	8	2	5	2	4
31	2	6	4	8	2	5	2	5
ค่าเฉลี่ย	3.45	5.45	5.48	8.29	3.84	5.48	4.42	6.45
S.D.	1.59	0.68	2.57	1.24	1.42	0.51	2.45	1.26
t-test	7.5		6.96		6.75		6.04	

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

เลขที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30)	แบบทดสอบ หลังเรียน (30)	D	D ²	t-test
1	10	25	15	225	7.54
2	11	23	12	144	
3	25	27	2	4	
4	25	30	5	25	
5	26	30	4	16	
6	25	27	2	4	
7	19	21	2	4	
8	21	26	5	25	
9	17	22	5	25	
10	28	30	2	4	
11	16	21	5	25	
12	25	26	1	1	
13	25	28	3	9	
14	20	23	3	9	
15	12	26	14	196	
16	23	24	1	1	
17	22	23	1	1	
18	26	30	4	16	
19	28	30	2	4	
20	21	28	7	49	
21	6	19	13	169	
22	20	27	7	49	
23	5	23	18	324	

ตาราง 22 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30)	แบบทดสอบ หลังเรียน (30)	D	D ²	t-test
24	4	20	16	256	
25	8	19	11	121	
26	17	21	4	16	
27	9	25	16	256	
28	11	25	14	196	
29	8	20	12	144	
30	9	20	11	121	
31	10	21	11	121	
รวม	532	760	228	2560	
เฉลี่ย	17.16	24.52			
S.D.	7.66	3.60			
ร้อยละ	57.20	81.72			

* $\alpha = .01$ df = 30

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

เลขที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30)	แบบทดสอบ หลังเรียน (30)	D	D ²	t-test
1	10	26	20	400	28.73
2	11	24	15	225	
3	25	26	13	169	
4	25	26	13	169	
5	26	28	13	169	
6	25	24	11	121	
7	19	23	12	144	
8	21	23	10	100	
9	17	25	13	169	
10	28	23	15	225	
11	16	23	15	225	
12	25	22	14	196	
13	25	26	13	169	
14	20	25	16	256	
15	12	25	16	256	
16	23	23	10	100	
17	22	25	13	169	
18	26	27	15	225	
19	28	23	15	225	
20	21	26	13	169	
21	6	24	13	169	
22	20	23	9	81	
23	5	25	15	225	
24	4	22	12	144	

ตาราง 23 (ต่อ)

เลขที่	แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30)	แบบทดสอบ หลังเรียน (30)	D	D ²	t-test
25	8	24	18	324	
26	17	25	16	256	
27	9	22	13	169	
28	11	23	18	324	
29	8	25	21	441	
30	9	24	17	289	
31	10	26	17	289	
รวม	312	756	444	197136	
เฉลี่ย	10.06	24.39			
S.D.	2.84	1.54			
ร้อยละ	33.55	81.29			

* $\alpha = .01$ df = 30

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์คะแนนความพึงพอใจต่อการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์ เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล					\bar{X}	S.D.	สรุป
	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	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5	0.49	มากที่สุด
2	3	4	3	5	4	4	3	4	4	5	5	3	4	4	4	4	5	5	4	3	4	0.73	มาก
3	4	4	3	5	5	5	4	3	5	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	0.69	มาก
4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	0.51	มากที่สุด
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	0.41	มาก
6	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.37	มาก
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	0.22	มากที่สุด
8	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	0.50	มาก
9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.00	มาก
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	มากที่สุด
11	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	0.44	มากที่สุด
12	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	0.47	มากที่สุด
13	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	0.51	มาก

ตาราง 24 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระ การเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรม การเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล					\bar{X}	S.D.	สรุป	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
14	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	0.47	มากที่สุด	
15	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.31	มากที่สุด
16	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	3	4	5	4	5	5	5	0.60	มากที่สุด	
17	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	0.41	มากที่สุด	
18	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	0.47	มากที่สุด	
19	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	5	0.51	มากที่สุด	
20	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	0.50	มาก	
21	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	0.50	มากที่สุด	
22	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.22	มากที่สุด	
23	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	0.50	มากที่สุด	
24	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	0.47	มากที่สุด	
25	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	0.50	มากที่สุด	
26	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	0.50	มากที่สุด	
27	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	0.51	มากที่สุด	
28	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	0.51	มากที่สุด	

ตาราง 24 (ต่อ)

เลขที่	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้					ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้					ด้านการวัดและประเมินผล					\bar{X}	S.D.	สรุป
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
29	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	0.51	มาก
30	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	3	5	0.60	มากที่สุด
31	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	0.50	มากที่สุด
รวม	146	142	136	149	147	153	148	150	149	154	158	152	153	152	151	156	160	166	162	163			
เฉลี่ย	4.56	4.43	4.25	4.65	4.59	4.78	4.62	4.68	4.65	4.81	4.93	4.75	4.78	4.75	4.71	4.87	5.00	5.00	4.96	5.00			
S.D.	0.54	0.50	0.58	0.47	0.50	0.44	0.56	0.56	0.50	0.48	0.44	0.57	0.50	0.56	0.55	0.57	0.49	0.49	0.57	0.67			
เฉลี่ย รายด้าน	$\bar{X} = 4.49$					$\bar{X} = 4.70$					$\bar{X} = 4.78$					$\bar{X} = 4.96$							
	S.D. = 0.51					S.D. = 0.50					S.D. = 0.52					S.D. = 0.55							
เฉลี่ยรวม	$\bar{X} = 4.73$																						
	S.D. = 0.52																						มาก

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
เรื่องโครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา ชีววิทยา	รหัสวิชา ว30243
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2565
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก		เวลา 16 ชั่วโมง
เรื่อง เนื้อเยื่อพืช		เวลา 3 ชั่วโมง

1. สาระและผลการเรียนรู้

สาระที่ 3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืชรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ อธิบายเกี่ยวกับชนิดและลักษณะของเนื้อเยื่อพืช และเขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช

2. สาระการเรียนรู้

เนื้อเยื่อพืช

3. สาระสำคัญ

พืชดอก มีเนื้อเยื่อประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร เนื้อเยื่อเจริญประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่สามารถแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส มีการเติบโตขยายขนาด และเปลี่ยนแปลงเพื่อไปทำหน้าที่เฉพาะส่วน เนื้อเยื่อถาวรเป็นกลุ่มเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ แบ่งได้เป็น 3 ระบบ คือ ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพิน และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ซึ่งทำหน้าที่ต่างกัน เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวรจะมีลักษณะและหน้าที่เฉพาะของเนื้อเยื่อแต่ละชนิด

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ความรู้ (Knowledge)

4.1.1 อธิบายลักษณะหน้าที่ และระบุบริเวณที่พบเนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อเจริญถาวรของพืชดอกได้

4.1.2 เขียนแผนผังสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืชดอก

4.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process)

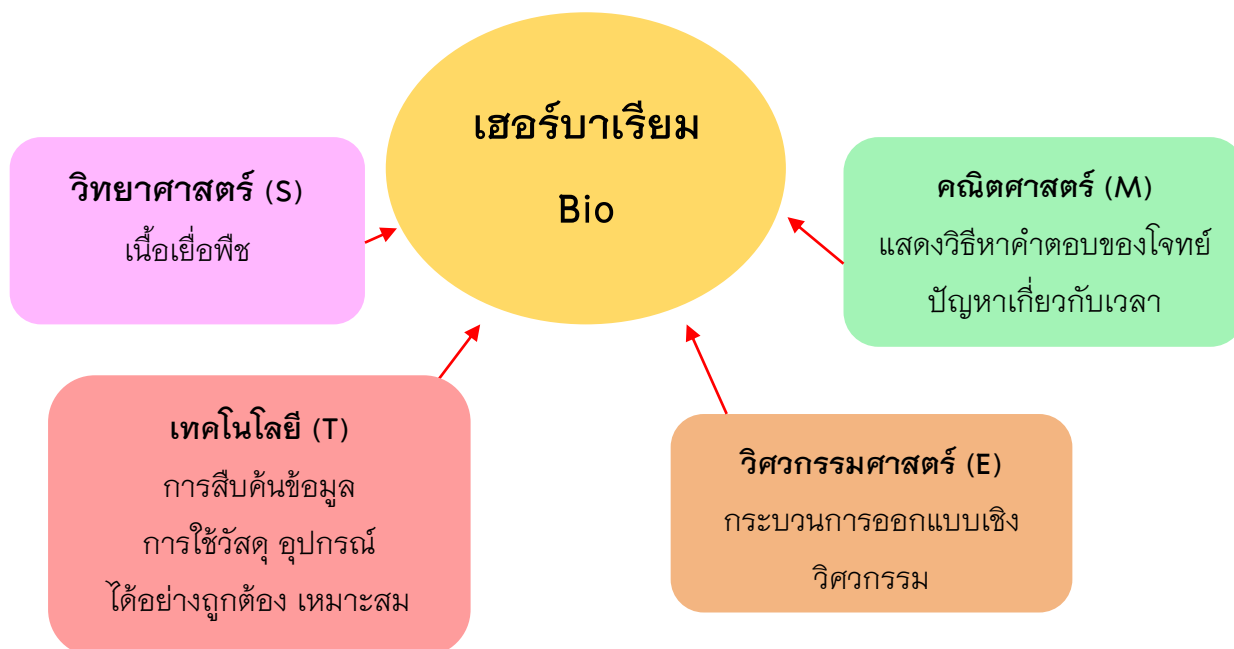
4.2.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

- 1) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
- 2) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา
- 3) การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ
- 4) การทำงานร่วมกับผู้อื่น

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ (Attitude)

- 1) มีความซื่อสัตย์สุจริต
- 2) มีวินัย
- 3) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) มีจิตสาธารณะ
- 6) ความสามารถในการสื่อสาร
- 7) ความสามารถในการคิด
- 8) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 9) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 10) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา



ภาพประกอบ 7 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

6. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจกับปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัด ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อระบุและกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมสืบค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่สืบค้นนำมาร่างแบบชิ้นงาน โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหาร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

7. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการบูรณาการงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มี 6 ชั้น ดังนี้

1. ชั้นระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

1.2 เข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนศึกษารูปต้นไผ่แล้วตอบคำถามต่อไปนี้



ภาพประกอบ 8 ต้นไผ่

ที่มา : <https://adeq.or.th/ไผ่เลี้ยง/>

- ไผ่ เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

(แนวคำตอบ: ไผ่เป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์)

- เนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวรพบที่ส่วนใดของพืช เนื้อเยื่อแต่ละชนิดมีหน้าที่และความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชดอกอย่างไร

(แนวคำตอบ: คำตอบมีได้หลากหลายแนวซึ่งนักเรียนจะได้คำตอบหลังจากเรียนเรื่องเนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวร)

1.3 นักเรียนทำใบงานที่ 1 ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

1.4 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

“ในช่วงสถานการณ์โควิด 19 มีพืชสมุนไพร คือฟ้าทะลายโจร มีสรรพคุณที่ใช้เป็นยาแก้ไข้ แก้ไอ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบันนี้ แต่ถ้าฟ้าทะลายโจรในบ้านของนักเรียนมีจำนวนมากนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรที่จะทำการเก็บรักษาไว้ใช้ประโยชน์หรือศึกษาในอนาคตได้”

วัตถุประสงค์ : ศึกษาพืชสมุนไพร

เงื่อนไข : ใช้ความรู้ในเรื่องเนื้อเยื่อพืช

1.5 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ลงในใบบันทึกกิจกรรม ผักกักขยะการเรียนรู้และนวัตกรรม เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

2. ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด และรวบรวมข้อมูลในการสร้างเฮอรับาเรียม และครูอธิบายให้นักเรียนรับฟังความหมาย เนื้อเยื่อพืช การออกแบบเฮอรับาเรียม (Herbarium) นักเรียนจะต้องศึกษาปัจจัยต่าง ๆ โดยทำกิจกรรมดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 ทำความรู้จักเนื้อเยื่อพืช

2.2 นักเรียนร่วมกันอธิบายความหมายเนื้อเยื่อพืช พร้อมยกตัวอย่างพืชที่รู้จัก

2.3 นักเรียนตัวแทนกลุ่มมารับอุปกรณ์หน้าชั้นเรียน เพื่อทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

กิจกรรมผักกักขยะการเรียนรู้และนวัตกรรม เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

3.1 นักเรียนทบทวนสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรมจากที่ครูมอบหมายให้นักเรียนจะต้องออกแบบเฮอรับาเรียมได้จริง โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่และใช้งบประมาณในการผลิตน้อยที่สุด โดยเชื่อมโยงความรู้ที่นักเรียนได้รับจากใบความรู้ที่ 1 กับการออกแบบการสร้างเฮอรับาเรียม ดังนี้

3.1.1 กิจกรรมฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม กิจกรรมนี้ให้นักเรียนได้ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการจัดเก็บพรรณไม้ คือ การอนุรักษ์พันธุกรรมพืชสมุนไพร และขั้นตอนในการออกแบบเฮอร์บาเรียม

3.2 นักเรียนเข้าสู่กิจกรรม โดยตอบคำถาม และอภิปรายร่วมกัน ดังนี้

- ถ้าต้องการสร้างเฮอร์บาเรียมเนื้อเยื่อพืช นักเรียนควรเลือกใช้วัสดุใด เพื่อออกแบบเฮอร์บาเรียมให้เหมาะสมใช้งบน้อยที่สุด

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบอุปกรณ์ที่ได้รับ ดังนี้ แพงอัดพรรณไม้ 1 คู่ เชือก 1 ม้วน กระดาษลูกฟูก 1 แผ่น กระดาษหนังสือพิมพ์ 1 ฉบับ ป้ายแสดงพรรณไม้ 1 แผ่น ป้ายข้อมูล 1 แผ่น เข็มเบอร์ 8 และด้าย 1 ชุด กระดาษสีขาว 300 แกรม 1 แผ่น และปกตัวอย่างพรรณไม้แห้ง 300 แกรม 1 แผ่น โดยที่ไม่มีค่าใช้จ่าย

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบเฮอร์บาเรียมพืช แล้วร่างภาพออกแบบเฮอร์บาเรียม ลงในใบงานที่ 3 เรื่องเฮอร์บาเรียม Bio

4. ชี้แจงแผน และดำเนินการแก้ปัญหาพร้อมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน (ชั่วโมงที่ 3)

4.1 นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ร่างไว้ โดยการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ

4.2 นักเรียนดำเนินการทำเฮอร์บาเรียมตามที่ได้วางแผนและดำเนินการไว้

5. ขั้นตอนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของสิ่งประดิษฐ์ และตรวจสอบผลที่ได้ว่าสามารถใช้ได้เป็นอย่างดีหรือไม่

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

5.3. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

5.4. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดยการระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1 ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

6. ชี้แนะวิธีแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเฮอริบาเรียมที่ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่

6.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในขนาดใดได้อย่างไร

6.3 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 ของ สสวท.
- 2) คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน พุทธศักราช 2560
- 3) อินเทอร์เน็ต
- 4) ใบความรู้ เรื่อง เฮอริบาเรียม (Herbarium)
- 5) ใบความรู้ เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

8.2 แหล่งเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้	- ตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ตรวจสอบบันทึกกิจกรรม	- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ใบบันทึกกิจกรรม	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. ด้านทักษะกระบวนการ	- ตรวจสอบแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม	- แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (ก่อนเรียน-หลังเรียน)	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- สังเกตพฤติกรรมความซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย มุ่งมั่นในการทำงาน ใฝ่เรียนรู้ มีจิตสาธารณะ และสมรรถนะที่สำคัญ 10 ประการ	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์อยู่ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ใบความรู้ เรื่องทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม



ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ทักษะด้านนี้ มีจุดเน้นด้าน 1) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา 2) การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น และ 4) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

1. การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดีและสามารถอธิบายเหตุและผลตามสถานการณ์ได้

2. การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ คือ การสื่อความหมายได้ถูกต้อง สามารถสื่อสารได้ทุกบริบท การมีทักษะการพูด เขียนที่ดี

3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น คือ สามารถปรับตัวในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และยอมรับความสามารถและความแตกต่างของบุคคลอื่นได้

4. การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม คือ การคิดนอกกรอบสามารถนำมาต่อยอดชิ้นงานได้ มีกระบวนการคิดที่ดีสามารถต่อยอดไอเดียความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดเป็นรูปธรรม

ใบความรู้ที่ 1

เรื่อง เฮอร์บาเรียม

วัตถุประสงค์

- เพื่อทราบขั้นตอนการทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

กระบวนการเรียนรู้

1. เรียนรู้การทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

1.1 เรียนรู้หลักการทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

- 1.1.1 สามารถทำได้ทุกส่วนของพืช เช่น ราก ลำต้น ใบ ดอก และผล
- 1.1.2 ตัวอย่างมีความสมบูรณ์เลือกเก็บต้นหรือกิ่งที่มีลักษณะปกติไม่เหี่ยว ไม่มีรอยแมลงกัด ไฟไหม้หรือเป็นโรค (ขึ้นอยู่กับระยะเวลาการติดผลและดอกของพืชแต่ละชนิด)
- 1.1.3 ทำตัวอย่างที่เหมือนกัน คือ ตัวอย่างสำหรับพืชแต่ละชนิดจะต้องมีตั้งแต่ 2 ชิ้นขึ้นไป

1.2 เรียนรู้วัสดุอุปกรณ์ในการทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

- 1.2.1 ชิ้นตัวอย่างยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ประกอบไปด้วยกิ่งใบดอกหรือกิ่งใบผล
- 1.2.2 แผงอัดพรรณไม้กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมผืนผ้า 2 แผงประกบกัน
- 1.2.3 เชือกใส่ตะเกียงแบบแบนสำหรับผูกแผงอัดพรรณไม้กว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 150 เซนติเมตรจำนวน 2 เส้นต่อแผง
- 1.2.4 กระดาษลูกฟูก (หรือเทียบเท่า) กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร
- 1.2.5 กระดาษหนังสือพิมพ์กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร
- 1.2.6 ป้ายแสดงข้อมูลพรรณไม้กว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร
- 1.2.7 ป้ายข้อมูล (Tag) สำหรับผูกพรรณไม้กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร ปลายข้างหนึ่งเจาะรูสำหรับร้อยด้าย (ด้ายยาว 20 เซนติเมตร ทำเป็น 2 ทบ)
- 1.2.8 เข็มเบอร์ 8 และด้าย
- 1.2.9 กระดาษสีขาว 300 แกรม สำหรับเย็บตัวอย่างพรรณไม้แห้งกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร

1.2.10 ปกตัวอย่างพรรณไม้แห้งใช้กระดาษสีขาว 300 แกรม พับครึ่งให้ได้
ขนาดกว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร

วัสดุ



ตัวอย่างพันธุ์ไม้สด ความยาว 30 เซนติเมตร

อุปกรณ์



กรรไกรตัดกิ่ง



ป้ายข้อมูล (Tag) สำหรับผูกพันธุ์ไม้



กระดาษลูกฟูก



กระดาษหนังสือพิมพ์



แผงอัดพรรณไม้ขนาด 30*45 เซนติเมตร

และเชือกสำหรับผูกแผงอัดพรรณไม้

ภาพประกอบ 9 วัสดุ-อุปกรณ์ ในการจัดเก็บพรรณไม้แห้ง

ที่มา: คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

พุทธศักราช 2560

1.3 เรียนรู้ขั้นตอนการทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

1.3.1 คัดเลือกส่วนของพืชในการทำตัวอย่างพรรณไม้แห้งประกอบด้วยกิ่งใบ ดอกหรือกิ่งใบผลตัดขึ้นตัวอย่างพันธุ์ไม้อาว 30 เซนติเมตร โดยพันธุ์ไม้หนึ่งชนิดให้ เก็บอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง

1.3.2 ผูกป้ายข้อมูลที่ขึ้นตัวอย่างพันธุ์ไม้ในตำแหน่งกิ่งที่แข็งแรงที่สุด เพื่อป้องกันการสูญหาย



ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

ที่มา: คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
พุทธศักราช 2560

1.3.3 เตรียมอุปกรณ์สำหรับอัดพรรณไม้โดยวางแผงอัดพรรณไม้ 1 แผง กระจาดลูกฟูก 1 แผง และกระดาษหนังสือพิมพ์ 1 คู่ ตามลำดับ



ภาพประกอบ 11 การตากหรืออบตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

ที่มา: คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
พุทธศักราช 2560

1.3.4 จัดชั้นตัวอย่างพรรณไม้บนกระดาษหนังสือพิมพ์ให้เห็นลักษณะของหน้าใบ หลังใบ ดอก และผลชัดเจน แล้วจึงปิดด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ กระจาดลูกฟูก 1 แผง และแผงอัดพรรณไม้ 1 แผง ตามลำดับ แล้วจึงผูกเชือกรัดแผงอัดพรรณไม้ให้แน่น (แผงอัดพรรณไม้ 1 แผง สามารถอัดพรรณไม้ได้ 1 – 10 ตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับขนาดและชนิดของพรรณไม้)

1.3.5 อบตัวอย่างพรรณไม้ การอบพรรณไม้หรือตากตัวอย่างพรรณไม้สามารถตากไว้ในบริเวณ พื้นที่ที่มีแสงแดดส่องถึง หากในฤดูฝนหรือฤดูหนาวสามารถใช้วิธีการอบไว้ในตู้อบพรรณไม้ได้

1.3.6 เย็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง นำตัวชั้นตัวอย่างพันธุ์ไม้ที่แห้งสนิทวางบนกระดาษสำหรับ เย็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง เย็บยึดด้วยเข็มและด้ายบริเวณกึ่งและเส้นกลางใบให้ชั้นตัวอย่างพันธุ์ไม้ติดแน่นกับ กระจาด โดยเว้นระยะแต่ละปมประมาณ 1 นิ้ว หรือตามความเหมาะสมโดยไม่มีการตัดด้ายระหว่างการเย็บ

1.3.7 ติดป้ายแสดงข้อมูลพรรณไม้ ตรงมุมล่างด้านซ้ายของตัวอย่างพรรณไม้แห่งที่ทำการเย็บเสร็จแล้วโดยทากาวเพียง 1 เซนติเมตร ทางด้านซ้าย เพื่อให้สามารถเปิดปิดป้ายรายละเอียดข้อมูลพรรณไม้ได้



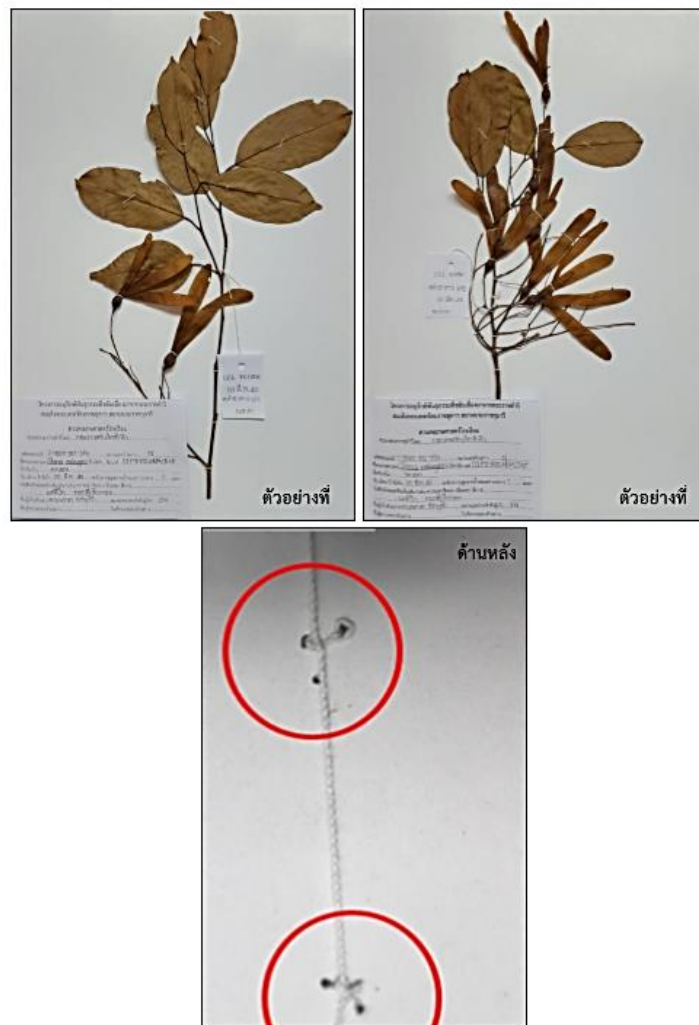
กระดาษ 300 แกรม

ป้ายแสดงข้อมูลพรรณไม้



เข็มและด้าย

ภาพประกอบ 13 อุปกรณ์สำหรับการใช้เย็บตัวอย่างพรรณไม้แห่งที่
ที่มา: คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
พุทธศักราช 2560



ภาพประกอบ 14 วิธีการเก็บตัวอย่างพรรณไม้ด้านหน้าและด้านหลังที่มีการมัดปม
ที่มา: คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
พุทธศักราช 2560

1.3.8 เรียนรู้ระบบการจัดเก็บและสืบค้น เช่น แฟ้มทะเบียนตัวอย่าง
ชั้นตัวอย่าง วางบนชั้นวาง หรือตู้

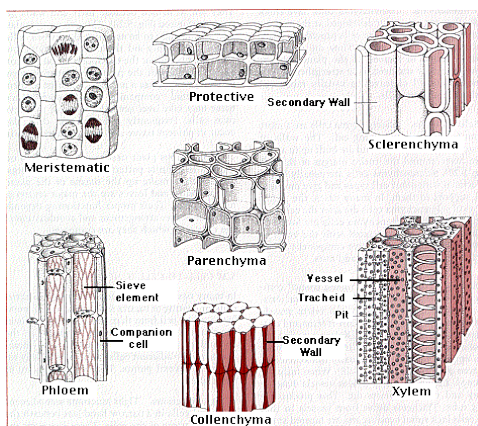


ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างระบบการจัดเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง
ที่มา: คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน
พุทธศักราช 2560

ใบความรู้ที่ 2

เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

พืชทุกชนิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ (Tissue) และต้นอ่อน (Embryo) อันเป็นลักษณะที่ไม่มีในสาหร่าย โดยเนื้อเยื่อเกิดจากการที่เซลล์ต่าง ๆ มาอยู่และทำงานร่วมกัน เซลล์ต่าง ๆ เหล่านี้จะดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ดำรงอยู่ได้ ซึ่งเซลล์ที่มาประกอบมีลักษณะแตกต่างกันออกไป แต่มีลักษณะร่วมที่สำคัญประการหนึ่งของเซลล์พืช คือ การมีผนังเซลล์ (Cell Wall) ที่เป็นกรอบล้อมอยู่รอบนอกและให้ความแข็งแรงต่อโครงสร้างเซลล์พืช เซลล์พืชทุกชนิดมีผนังเซลล์ที่เรียกว่า ผนังเซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell Wall) อยู่ด้านนอกสุด เกิดขึ้นเมื่อเซลล์กำลังเจริญเติบโต ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญเป็น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพคตินและไกลโคโปรตีน ผนังเซลล์ปฐมภูมิของเซลล์ที่อยู่ติดกัน จะถูกยึดไว้ด้วยมิดเดิลเลมลา (Middle Lamella) โดยมิดเดิลเลมลา เป็นตัวยึดติดระหว่างเซลล์ ประกอบด้วย เพคตินที่อยู่ในรูปแคลเซียมเพคเตต และแมกนีเซียมเพคเตต อยู่ตรงกลางระหว่างผนังเซลล์ชั้นแรกหรือผนังเซลล์ปฐมภูมิของเซลล์ 2 เซลล์ จึงมีทำหน้าที่ช่วยยึดเซลล์ข้างเคียง นอกจากนั้นเซลล์บางชนิดของพืชยังสะสมผนังเซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell Wall) เพิ่มเติมขึ้นเป็นผนังชั้นในสุด สร้างขึ้นหลังจากที่เซลล์หยุดขยายขนาดแล้ว โดยมีการสะสมแบบแทรกอยู่ในผนังเซลล์ปฐมภูมิและเยื่อหุ้มเซลล์ มีสารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ คือ ลิกนิน คิวติน และซูเบอร์ริน ซึ่งเป็นสารที่เพิ่มความแข็งแรง จึงทำให้มีความหนาและแข็งแรงกว่าผนังเซลล์ปฐมภูมิ ในชั้นนี้ไม่พบไกลโคโปรตีน



ภาพเนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic Tissue) และ เนื้อเยื่อถาวร (Permanent Tissue)

ที่มา: <http://www.biology-pages.info/P/PlantTissues.html>.

เนื้อเยื่อของพืชชั้นสูงพวกพืชดอก (Flower plant) หรือ (Angiosperm) เมื่อพิจารณาตามลักษณะการเจริญของเนื้อเยื่อ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic Tissue) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์เจริญ (Meristematic Cell) ซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์ที่มีผนังเซลล์ปฐมภูมิซึ่งมีลักษณะบางสม่ำเสมอ มักมี Nucleus ใหญ่มองเห็นได้ชัด มี Vacuole เล็ก ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ Intercellular Spaces และกลุ่มเซลล์เจริญนี้สามารถแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ตลอดชีวิตของเซลล์จึงเป็นเหตุทำให้เนื้อเยื่อเจริญมีการแบ่งตัวแบบไมโทซิสได้ตลอดชีวิต

เราสามารถจำแนกตามตำแหน่งที่อยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ 3 ชนิด

1. เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (Apical Meristem) เมื่อแบ่งเซลล์จะทำให้ลำต้นยืดยาวออกไป ช่วยเพิ่มความยาว ความสูงของพืชจัดเป็นการเจริญเติบโตปฐมภูมิ (Primary Growth) เราสามารถพบได้ที่ ยอด ราก จะเรียกชื่อตามตำแหน่งที่พบนั้น ๆ คือ ที่รากจะเรียกว่าเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายราก (Apical Root Meristem) พบที่ยอด เรียกว่า เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด (Apical Shoot Meristem)

2. เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (Intercalary Meristem) อยู่ระหว่างข้อตรงบริเวณเหนือข้อล่างหรือโคนของปล้อง มีการแบ่งเซลล์ได้ยาวนานกว่าเนื้อเยื่อบริเวณอื่นในปล้องเดียวกันทำให้ปล้องยาวขึ้น เป็นการเจริญเติบโตปฐมภูมิ พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น หญ้า ข้าว ข้าวโพด อ้อย และไผ่ เป็นต้น

3. เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (Lateral Meristem) อยู่ในแนวขนานกับเส้นรอบวง มีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนออกทางด้านข้าง เพื่อเพิ่มขนาดความกว้างหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นและราก ทำให้ลำต้นและรากขยายขนาดใหญ่ขึ้น เป็นการเจริญเติบโตขั้นที่สอง (Secondary Growth) พบได้ในพืชใบเลี้ยงคู่ทุกชนิด และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น หมากผู้หมากเมีย จันทน์ผา เป็นต้น เนื้อเยื่อเจริญชนิดนี้เรียกอีกอย่างว่า แคมเบียม (Cambium) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ ถ้าพบอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อท่อลำเลียงน้ำและเนื้อเยื่อท่อลำเลียงอาหารจะเรียกว่า วาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular Cambium) ซึ่งเมื่อแบ่งเซลล์ทำให้เกิดเนื้อเยื่อท่อลำเลียงเพิ่มมากขึ้น (Vascular Tissue) และถ้าพบอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นผิวหรือเอพิเดอร์มิส (Epidermis) หรือพบถัดเข้าไป เรียกว่า คอร์กแคมเบียม (Cork Cambium) ซึ่งเมื่อแบ่งเซลล์ทำให้เกิดเนื้อเยื่อคอร์ก (Cork)

เราสามารถจำแนกตามการกำเนิดและการเจริญได้ 3 แบบ คือ

1. Promeristem เป็นเนื้อเยื่อแรกเริ่มที่เกิดขึ้นใหม่ ๆ ของเนื้อเยื่อเจริญ ส่วนปลายสุดของราก ยอด
 2. Primary meristem เนื้อเยื่อเจริญระยะปฐมภูมิ เจริญมาจาก Promeristem ได้แก่
 - 2.1 Protoderm เจริญต่อไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรในชั้น Epidermis
 - 2.2 Ground Meristem เจริญต่อไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรในส่วน Pith, Pith Ray, Cortex และ Endodermis
 - 2.3 Procambium ปรากฏอยู่เป็นแถบ ๆ ระหว่าง Ground Meristem
 - เจริญต่อไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรส่วน Stele เช่น ไชล์มปฐมภูมิ โพลเอ็มปฐมภูมิ
 - เจริญต่อไปเป็น Secondary Beristem ได้แก่ Vascular Cambium Cork Cambium
3. Secondary Meristem เนื้อเยื่อเจริญระยะทุติยภูมิ เจริญมาจากเนื้อเยื่อเจริญระยะปฐมภูมิ
 - 3.1 Vascular Cambium เจริญแบ่งตัวได้เป็น ไชล์มทุติยภูมิ โพลเอ็มทุติยภูมิ
 - 3.2 Cork Cambium เจริญแบ่งตัวได้เป็น Cork

2. เนื้อเยื่อถาวร (Permanent Tissue) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีการเจริญเต็มที่แล้ว ซึ่งเกิดจากการที่เนื้อเยื่อเจริญมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อไปทำหน้าที่เฉพาะที่แตกต่างกันออกไป มีรูปร่างคงที่ เนื้อเยื่อถาวรจะไม่มีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนอีกแล้ว ยกเว้นพาเรงคิมา (Parenchyma) สามารถกลับไปแบ่งเซลล์ได้อีกครั้ง ซึ่งเป็น การกลับกลายเป็น Redifferentiation เนื้อเยื่อถาวรบางชนิดอาจประกอบมาจากกลุ่มเซลล์ชนิดเดียวกัน ในขณะที่บางชนิดอาจประกอบขึ้นมาจากเซลล์หลายชนิดก็ได้

เนื้อเยื่อเจริญสามารถจำแนกตามลักษณะของเซลล์ที่มาประกอบได้ 2 ประเภท

1. เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (Simple Permanent Tissue) คือ ประกอบขึ้นมาจากกลุ่มเซลล์เดียวกัน ได้แก่
 - เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบขึ้นมาจากเซลล์ เอพิเดอร์มิส (Epidermal Cell) ที่มีลักษณะแบน ซึ่งกลุ่มเซลล์จะเรียงตัวกันเพียงชั้นเดียว โดยมีการเรียงตัวอัดแน่นจนไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ไม่มีคลอโรพลาสต์ และมักพบ

คิวตินมาเคลือบทับเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ แต่จะไม่พบในราก ซึ่งเอพิเดอร์มิสเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่รอบนอกสุดของส่วนต่าง ๆ ของพืช พบได้ทั่วไปตามส่วนต่าง ๆ ของพืชที่มีอายุน้อย ๆ ทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อที่อยู่ด้านใน สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ชนิดอื่นได้ เช่น เซลล์คุม guard cell ขนราก Root Hair ขนหรือหนาม Trichome

- คอร์ก (Cork) เกิดจากการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของคอร์กแคมเปียมบริเวณใกล้ ๆ กับเอพิเดอร์มิส เรามักพบบริเวณนอกสุดของลำต้น กิ่ง ก้าน และพบในพืชที่มีอายุมากแล้ว มีหน้าที่ป้องกันการระเหยของน้ำและเซลล์จะตายเมื่อโตเต็มที่

- พาเรงคิมา (Parenchyma) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบขึ้นมาจากเซลล์พาเรงคิมา Parenchyma Cell เป็นเซลล์ที่มีชีวิต ผนังเซลล์บางสม่ำเสมอเป็นผนังเซลล์ปฐมภูมิ มีรูปร่างได้หลายแบบ หน้าตัดค่อนข้างกลม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ถ้ามีคอลลอโรพลาสต์จะเรียกว่า Chlorenchyma พาเรงคิมาเป็นเนื้อเยื่อพื้นฐานของพืช มีหน้าที่สะสมอาหารสังเคราะห์ด้วยแสง หลังสารพวกแทนนิน ฮอร์โมน เอนไซม์ เป็นต้น มีความสามารถแปรสภาพกลับกลายเป็น Redifferentiation มาแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้อีก

- คอลเลงคิมา (Collenchyma) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบขึ้นมาจากเซลล์คอลเลงคิมา (Collenchyma Cell) เป็นเซลล์ที่มีชีวิต มีลักษณะคล้ายพาเรงคิมา แต่มีผนังเซลล์หนาไม่สม่ำเสมอ พบมากบริเวณใต้เอพิเดอร์มิสของก้านใบ เส้นกลางใบ ช่วยเพิ่มความแข็งแรง

- สเคอเรงคิมา (Sclerenchyma) เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบขึ้นมาจากเซลล์สเคอเรงคิมา (Sclerenchyma Cell) เป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิตแล้วมีผนังเซลล์ทั้งสองชั้นที่ค่อนข้างหนาหรือหนามาก ช่วยพยุงและให้ความแข็งแรงให้กับพืช สามารถจำแนกตามรูปร่างเซลล์ได้เป็น 2 ชนิด คือ ถ้าเป็นเส้นใย รูปร่างเรียวยาว หัวท้ายแหลม เรียกว่า ไฟเบอร์ (Fiber) ถ้ารูปร่างไม่ยาวมากนัก มีหลายแบบเช่น รูปดาว หลายเหลี่ยม เรียกว่าสเกลอริด (Sclereid)

2. เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (Complex Permanent Tissue) คือประกอบขึ้นมาจากเซลล์หลายชนิด ได้แก่

- ไซเล็ม (Xylem) ประกอบขึ้นมาจากเซลล์ 4 ชนิด เป็นเซลล์ที่มีชีวิต คือ พาเรงคิมา ช่วยสะสมอาหารและเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว คือ ไฟเบอร์ ช่วยเพิ่มความแข็งแรง เทรคีด รูปร่างเรียวยาวมีรูพรุน เวลเซลเมมเบอร์ อ้วนสั้น หัวท้ายทูลู่ถึงกันเหมือนท่อประปา ซึ่งไซเล็มทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุอาหารจากรากไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช เรียกว่า Conduction

- โพลีเอ็ม (Phloem) ประกอบขึ้นมาจากเซลล์ 4 ชนิด คือ พาเรงคิมา ช่วยสะสมอาหาร ไฟเบอร์ ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (Sieve Tube Member) เป็นเซลล์ที่มีชีวิต ตอนเกิดใหม่มีนิวเคลียสแต่เมื่อโตได้ถูกสลายไป ซึ่งจะมาเรียงต่อกัน เป็นท่อลำเลียงอาหาร และคอมพานีเยนเซลล์ (Companion Cell) เป็นเซลล์ติดกับซีฟทิวบ์เมมเบอร์ มีนิวเคลียส เพื่อช่วยซีฟทิวบ์เมมเบอร์ในการขนส่งน้ำตาลไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช โพลีเอ็มทำหน้าที่ลำเลียงอาหารสารอินทรีย์จากใบไปส่วนต่าง ๆ การลำเลียงทางโพลีเอ็ม เรียกว่า ทรานสโลเคชัน (Translocation)

เนื้อเยื่อถาวรสามารถจำแนกตามหน้าที่ ได้ 3 ระบบ

1. ระบบเนื้อเยื่อผิว Dermal System: Epidermis, Cork
2. ระบบเนื้อเยื่อพื้น Ground System: Parenchyma, Collenchyma, Sclerenchyma
3. ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง Vascular System: Xylem, Phloem

**กิจกรรมฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
เรื่อง เนื้อเยื่อพืช**

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ความรู้ (Knowledge)

1.1.1 อธิบายลักษณะและหน้าที่ และระบุบริเวณที่พบเนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อเจริญถาวรของพืชดอก

1.1.2 เขียนแผนผังเพื่อสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืชดอก

1.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process)

1.2.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

- 1) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
- 2) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา
- 3) การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ
- 4) การทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ (Attitude)

- 1) มีความซื่อสัตย์สุจริต
- 2) มีวินัย
- 3) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) มีจิตสาธารณะ
- 6) ความสามารถในการสื่อสาร
- 7) ความสามารถในการคิด
- 8) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 9) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 10) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

วัสดุ/อุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวนต่อ กลุ่ม
1	ชิ้นตัวอย่างพืช	1 ชิ้น
2	แผงอัดพรรณไม้กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร	2 แผง
3	เชือก	1 ม้วน
4	กระดาษลูกฟูก	1 แผ่น
5	กระดาษหนังสือพิมพ์	1 ฉบับ
6	ป้ายแสดงข้อมูลพรรณไม้	1 แผ่น
7	ป้ายข้อมูล (Tag)	1 แผ่น
8	เข็มเบอร์ 8 และด้าย	1 เล่ม
9	กระดาษสีขา 300 แกรม สำหรับเย็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง	1 แผ่น
10	ปกตัวอย่างพรรณไม้แห้งใช้กระดาษสีขา 300 แกรม	1 แผ่น

กิจกรรมสะเต็มศึกษา
เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ แล้วระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ ต่อไปนี้

สถานการณ์

“ในช่วงสถานการณ์โควิด 19 มีพืชสมุนไพร คือ ฟักทะลายใจ มีสรรพคุณใช้เป็นยา แก้ไข้ แก้ไอ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในปัจจุบันนี้ แต่ถ้าฟักทะลายใจในบ้าน ของนักเรียนมีจำนวนมาก นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรที่จะทำการเก็บรักษาไว้ใช้ ประโยชน์หรือศึกษาในอนาคตได้”

วัตถุประสงค์ : ศึกษาพืชสมุนไพร

เงื่อนไข : ใช้ความรู้ในเรื่องเนื้อเยื่อพืช

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ ได้แก่

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

ใบงานที่ 1 ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนใส่เครื่องหมายถูก (□) หรือผิด (X) หน้าข้อความตามความเข้าใจ
ของนักเรียน

-1. เซลล์พืชทุกชนิดมีผนังเซลล์หุ้มอยู่ด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์
-2. เซลล์ทุกชนิดของพืชมีคลอโรพลาสต์
-3. เซลลูโลสเป็นโครงสร้างหลักของผนังเซลล์พืช
-4. พืชดูดน้ำและธาตุอาหารผ่านทางเซลล์ขนราก
-5. รากลำต้นและใบเป็นอวัยวะที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการสืบพันธุ์แบบ

อาศัยเพศพืชดอก

-6. พืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่เจริญเติบโตเต็มที่มีรากแก้ว
-7. รากทำหน้าที่ช่วยยึดโครงสร้างของลำต้นพืชให้ติดอยู่กับดินหรือวัสดุปลูก
-8. ลำต้นทำหน้าที่ลำเลียงน้ำธาตุอาหารและอาหารไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

ใบงานที่ 2 ความรู้ความเข้าใจ เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเขียนแผนผังสรุปชนิดของเนื้อเยื่อพืช พร้อมทั้งบอกหน้าที่และความสำคัญของเนื้อเยื่อพืชลงในแผนผัง



ใบงานที่ 3 เรื่อง “เฮอริบาเรียม Bio”

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงาน โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาลงในกรอบที่กำหนดให้ ซึ่งเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และยึดหลักงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน ด้านการอนุรักษ์พรรณไม้ พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้

1. ชื่อผลงานของนักเรียน คือ.....
2. จุดเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม คือ
3. วัสดุ-อุปกรณ์ ที่นำมาออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน ได้แก่.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้วัสดุ-อุปกรณ์ชนิดนั้นมาใช้ในการออกแบบ
แก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา

คำชี้แจง: ครูให้นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ละขั้นตามลำดับอย่างชัดเจน

ขั้นตอนของการแก้ปัญหา.....

ขั้นที่ 1

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของปรับปรุง เปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่
วางแผนแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในอนาคตได้อย่างไร
โดยใช้ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมมาช่วยในการสรุป

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

แบบฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

คำชี้แจง:

1. ให้นักเรียนระบุสิ่งประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้เนื้อเยื่อพืชที่นักเรียนเคยพบเจอ
2. ให้นักเรียนคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่ตนเองอยากเก็บรักษาพืชดอกไม้ศึกษาระบุเหตุผลที่อยากประดิษฐ์ชิ้นงานนั้น พร้อมทั้งบอกจุดเด่น และข้อดี ของชิ้นงาน โดยเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร น่าสนใจและแตกต่างกันออกไป
4. แบบทดสอบนี้ให้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการคิดหาคำตอบ
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษ

กิจกรรมที่ 1 ฝึกการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบอกเหตุผลจากกิจกรรมที่ 1 ว่าเพราะอะไรถึงประดิษฐ์สิ่งนั้นขึ้นมา

- | | |
|---------|-----------|
| 1)..... | 2) |
| 3)..... | 4) |
| 5)..... | 6) |
| 7)..... | 8) |
| 9)..... | 10) |

กิจกรรมที่ 2 ฝึกการสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนระบุแนวทางการนำเสนอชิ้นงานของตนเองมาจำนวนมากที่สุด

- | | |
|---------|-----------|
| 1)..... | 2) |
| 3)..... | 4) |
| 5)..... | 6) |
| 7)..... | 8) |
| 9)..... | 10) |

กิจกรรมที่ 3 ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบอกวิธีการทำงานร่วมกับผู้อื่นของตนเองมาจำนวนให้มากที่สุด

- | | |
|---------|-----------|
| 1)..... | 2) |
| 3)..... | 4) |
| 5)..... | 6) |
| 7)..... | 8) |
| 9)..... | 10) |

กิจกรรมที่ 4 ฝึกการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนระบุสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ เพื่อจัดเก็บพรรณไม้ไว้ศึกษาต่อในอนาคตมา
จำนวนมากที่สุด

- | | |
|---------|-----------|
| 1)..... | 2) |
| 3)..... | 4) |
| 5)..... | 6) |
| 7)..... | 8) |
| 9)..... | 10) |

แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

เรื่อง เนื้อเยื่อพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท

(X)

ลงในกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ 1

พืชทุกชนิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อและต้นอ่อนเป็นลักษณะที่ไม่มีในสาหร่าย โดยเนื้อเยื่อเกิดจากการที่เซลล์ต่าง ๆ มาอยู่และทำงานร่วมกัน

สิ่งที่สำคัญของเซลล์พืช คือ การมีผนังเซลล์ที่เป็นกรอบล้อมอยู่รอบนอก และให้ความแข็งแรงต่อโครงสร้างเซลล์พืช ซึ่งถ้าหากพืชมีการเจริญเติบโตเต็มที่ก็จะทำให้มีประโยชน์ต่อมนุษย์มากยิ่งขึ้น แต่ปัจจุบันนั้นพฤติกรรมของมนุษย์ได้เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้พืชสมุนไพรที่อยู่รอบตัวเราหายไปจำนวนมากหรือสูญพันธุ์ได้อย่างง่าย

1. จากสถานการณ์ 1 ข้อใดต่อไปนี้อาจก่อให้เกิดนวัตกรรมได้ (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. พืช
- ข. มนุษย์
- ค. สิ่งมีชีวิต
- ง. ผนังเซลล์พืช

2. บุคคลใดต่อไปนี้จะแสดงถึงการต่อยอดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้ดีที่สุด (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. ฟังใส่นำกระดาษที่ไม่ได้ใช้ไปทิ้งในถังขยะ
- ข. แดงนำส่วนประกอบของพีชมาตกแต่งชิ้นงาน
- ค. ชวีญ์ขำนำใบไม้ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์มาประดิษฐ์เป็นกระถางต้นไม้
- ง. ชันชอบตัดต้นไม้และเผาใบไม้อยู่เสมอ

3. จากสถานการณ์ 1 ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมาจากอะไร (การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา)

- ก. การเจริญเติบโตของพืช
- ข. พืชสูญเสียพันธุ์
- ค. พฤติกรรมมนุษย์
- ง. พืชสมุนไพรมี

4. ถ้าบ้านทุ่งของนักเรียนมีผักตบชวาจำนวนมาก นักเรียนจะมีแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างไรให้เหมาะสมที่สุด (การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา)

- ก. ระดมเพื่อนมาช่วยเก็บผักตบชวาออกจากบริเวณสระ
- ข. นำยาฆ่าหญ้ามาฉีดบริเวณสระ
- ค. ปลปล่อยไว้ให้เกิดตามธรรมชาติ
- ง. นำผักตบชวาไปประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ เช่น

กระถางต้นไม้จากผักตบชวา

5. จากสถานการณ์ 1 นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร ในการสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ถึงปัญหาได้เหมาะสมที่สุด (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. หอญงจัดทำโปสเตอร์ในการนำเสนอปัญหาให้ทุกคนรับทราบ
- ข. น้ำฝนจัดทำแผ่นพับเพื่อบอกข้อมูลของปัญหา
- ค. ตาลทำอินโฟกราฟิกนำเสนอปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา
- ง. ถูกทุกข้อ

6. ถ้านักเรียนต้องการให้เพื่อนร่วมงานของตนเองทราบถึงขั้นตอนการประดิษฐ์ของใช้จากฟิช นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรให้เพื่อนร่วมงานเข้าใจได้ง่าย (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. จัดทำสื่อนำเสนอ (PPT)
- ข. สรุปรายการรอบแนวคิดทั้งหมดแล้วอธิบายให้เพื่อนร่วมงานรับทราบ
- ค. ถูกทั้งข้อ ก และ ข
- ง. ไม่มีข้อถูก

7. บุคคลในข้อใดต่อไปนี้จะสามารถทำงานร่วมกับคนอื่นได้เหมาะสมที่สุด (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

- ก. ดันไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม
- ข. แดงไม่สนใจงานที่เพื่อนมอบหมายให้ทำช่วยกัน
- ค. น้ำไม่ทราบว่าเพื่อนมอบหมายงานอะไรเลยไม่ช่วยเพื่อนทำงาน
- ง. หนึ่งไม่ทราบว่าเพื่อนให้มอบหมายงานอะไรเลยปรึกษาแล้วถามเพื่อนในกลุ่มตนเอง

8. ครูได้มอบหมายงานให้นักเรียนนำฟิชที่ตนเองสนใจมาศึกษาที่โรงเรียน บุคคลในข้อใดต่อไปนี้จะปฏิบัติตนได้ถูกต้อง (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

- ก. ขวัญไม่ฟังที่ครูอธิบาย
- ข. มีนาตั้งใจฟังครูและปฏิบัติตาม
- ค. เตือนชอบขโมยฟิชของเพื่อนที่นำมาศึกษาในโรงเรียน
- ง. ไม่มีข้อถูก

9. จากสถานการณ์ 1 ฟิชสมุนไพร์ นักเรียนจะมีแนวทางอย่างไรในการนำเสนองานองค์ความรู้ (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. ใช้ถ้อยคำที่สุภาพในการนำเสนอข้อมูล
- ข. ทำการเปิดสไลด์ให้ผู้สนใจศึกษาเอง
- ค. แจกข้อมูลให้ผู้สนใจ
- ง. ไม่มีข้อถูก

10. ฟิชสมุนไพรมหาโยทิตที่หายากนักเรียนจะมีวิธีการจัดเก็บไว้ศึกษาต่อในอนาคตอย่างไร
(การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. ไม่สามารถนำมาต่อขยายได้
- ข. ปลุก
- ค. เพาะพันธุ์
- ง. จัดเก็บแบบเฮอร์บาเรียม

เฉลยแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

เรื่อง เนื้อเยื่อพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

-
1. ตอบ ก
 2. ตอบ ค
 3. ตอบ ค
 4. ตอบ ง
 5. ตอบ ง
 6. ตอบ ค
 7. ตอบ ง
 8. ตอบ ข
 9. ตอบ ก
 10. ตอบ ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง เนื้อเยื่อพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

.....
คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. เนื้อเยื่อถาวรที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชมีอะไรบ้าง (ความรู้ – ความจำ)
 - ก. เอพิเดอร์มิส
 - ข. พาเรงคิมา
 - ค. คอลเลงคิมา
 - ง. ญกทุกข้อ
2. หากแบ่งเนื้อเยื่อเจริญตามตำแหน่งที่อยู่ จะแบ่งได้กี่ประเภท อะไรบ้าง (ความรู้ – ความจำ)
 - ก. 1 ประเภท ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย
 - ข. 1 ประเภท ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง
 - ค. 2 ประเภท ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย และ เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง
 - ง. 3 ประเภท ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง และเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ
3. ถ้าตัดต้นมะขามตามขวางซึ่งมีอายุ 1 ปี พบว่ามีเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ข้อใดต่อไปนี้เรียงลำดับเนื้อเยื่อจากชั้นในสุดออกมาด้านนอกสุดได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
 - ก. ไซเลม โพลเอม แคมเบียม
 - ข. ไซเลม แคมเบียม โพลเอม
 - ค. โพลเอม แคมเบียม ไซเลม
 - ง. ไซเลม โพลเอม ไซเลม
4. นายทีระ ต้องการนำพืชมาศึกษาในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง เนื้อเยื่อพืช นักเรียนคิดว่านายทีระจะต้องนำพืชชนิดใดมาศึกษา (การนำไปใช้)
 - ก. เฟิร์น
 - ข. ไม้ดอก
 - ค. ไม้ยืนต้น
 - ง. พืชล้มลุก

5. ถ้านักเรียนเกิดมีคืบขาดที่นิ้วมือ นักเรียนควรใช้พืชชนิดใดในการสมานแผลอันดับแรก (การนำไปใช้)
- ใบมะยม
 - ลูกใต้ใบ
 - ใบสาบเสือ
 - ใบน้อยหน้า
6. เนื้อเยื่อถาวรแบ่งหน้าที่ออกเป็น 3 ระบบ ข้อใดต่อไปนี้แบ่งได้ถูกต้อง (การวิเคราะห์)
- ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพิน และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
 - ระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ระบบถาวร และระบบเนื้อเยื่อพิน
 - ระบบเนื้อเยื่อพิน ระบบถาวร และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
 - ระบบเนื้อเยื่อพิน ระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง และระบบเนื้อเยื่อเจริญถาวร
7. เพราะเหตุใดน้ำจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของพืช (การวิเคราะห์)
- ใช้ในการลำเลียงสารต่าง ๆ
 - ใช้ในการเจริญเติบโตของพืช
 - ใช้ในการแพร่ของสาร
 - ถูกทุกข้อ
8. เกษตรกรเติมปุ๋ยให้ต้นไม้มักไม่ใส่ติดกับโคนต้น แต่จะใส่เป็นวงกว้างรอบ ๆ ลำต้น นักเรียนคิดว่าเหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด (การประเมินค่า)
- ป้องกันโคนต้นเน่า
 - รากแก้วบริเวณโคนต้นไม่ทำงาน
 - ให้ปุ๋ยถูกแดดบ้าง รากจึงจะดูดปุ๋ยเข้าไปได้
 - รากขนอ่อนซึ่งเป็นตัวดูดปุ๋ยนั้นอยู่ห่างออกไปจากโคนต้น
9. เพราะเหตุใดหญ้าขนจึงเหมาะสมกับการนำมาศึกษาเนื้อเยื่อพืช (การประเมินค่า)
- พืชที่หาได้ง่าย
 - พืชที่พบได้โดยทั่วไป
 - เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
 - หญ้าขนเป็นพืชที่เหมาะสมที่สุดในการศึกษาเนื้อเยื่อและสามารถหาได้ง่าย

10. ข้อใดระบุส่วนประกอบของการจัดเก็บตัวอย่างพรรณไม้ได้ถูกต้อง (การสร้างสรรค์)
- ก. ขึ้นตัวอย่างผล
 - ข. ป้ายข้อมูล (Tag) เข็มเบอร์ 10 และด้าย
 - ค. แผงอัดพรรณไม้กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร
 - ง. กระดาษสีขาว 400 แกรม สำหรับเย็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน
เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

.....

1. ตอบ ง
2. ตอบ ง
3. ตอบ ข
4. ตอบ ง
5. ตอบ ค
6. ตอบ ก
7. ตอบ ง
8. ตอบ ง
9. ตอบ ง
10. ตอบ ค

แบบประเมินทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

คำชี้แจง: สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก (✓)

ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	สูง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม			
2. การคิดเชิงวิพากษ์และแก้ปัญหา			
3. การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ			
4. การทำงานร่วมกับผู้อื่น			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

เกณฑ์การให้คะแนน

ความสามารถในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสูง	ให้ 3 คะแนน
ความสามารถในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมพอใช้	ให้ 2 คะแนน
ความสามารถในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-12	สูง
5-8	พอใช้
0-4	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	การคิดนอกกรอบ สามารถนำมาต่อขยาย ขึ้นงานได้ มี กระบวนการคิดที่ดี สามารถต่อขยาย ไอเดียความคิด สร้างสรรค์ให้เกิด เป็นรูปธรรม ถ่ายทอด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้และ ยอมรับมุมมองผู้อื่นได้ อย่างสมบูรณ์ ครบถ้วน	การคิดนอกกรอบ สามารถนำมาต่อขยาย ขึ้นงานได้ มี กระบวนการคิดที่ดี สามารถต่อขยาย ไอเดียความคิด สร้างสรรค์ให้เกิด เป็นรูปธรรม ถ่ายทอด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้และ ยอมรับมุมมองผู้อื่นได้ แต่ไม่สมบูรณ์ครบถ้วน	การคิดนอกกรอบ สามารถนำมาต่อขยาย ขึ้นงานได้ มี กระบวนการคิดที่ดี สามารถแต่ไม่สามารถ ต่อขยาย ไอเดียความคิด สร้างสรรค์ให้เกิด เป็นรูปธรรม ถ่ายทอด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้และ ยอมรับมุมมองผู้อื่น ไม่ได้
2) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไข ปัญหา	การคิดอย่างมี วิจารณญาณและ แก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ดีและสามารถอธิบาย เหตุและผลตาม สถานการณ์ได้อย่าง สมบูรณ์ครบถ้วน	การคิดอย่างมี วิจารณญาณและ แก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี และสามารถอธิบาย เหตุและผลตาม สถานการณ์ได้แต่ยังไม่ สมบูรณ์ครบถ้วน	การคิดอย่างมี วิจารณญาณและ แก้ปัญหาได้และ สามารถอธิบายเหตุ และผลตาม สถานการณ์ได้แต่ยังไม่ ถูกต้อง
3) การสื่อสารชัดเจนมี ประสิทธิภาพ	การสื่อความหมายได้ ถูกต้องสามารถ สื่อสารได้ทุกบริบท การมีทักษะการพูด เขียนที่ดี อย่าง สมบูรณ์ครบถ้วน	การสื่อความหมายได้ ถูกต้อง สามารถ สื่อสาร ได้ทุกบริบท มีทักษะการพูด เขียนที่ค่อนข้างไม่ ตรงกัน	การสื่อความหมายได้ ถูกต้องไม่สามารถ สื่อสาร ได้ทุกบริบท และมี ทักษะการพูด เขียนที่ ไม่ตรงตามลำดับ
4) การทำงานร่วมกับผู้อื่น	สามารถปรับตัวใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และยอมรับความ สามารถและความ แตกต่างของบุคคลอื่น ได้เป็นอย่างดี	สามารถปรับตัวใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ แต่ไม่ยอมรับ ความสามารถและ ความแตกต่างของ บุคคลอื่นได้เล็กน้อย	สามารถปรับตัวใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ แต่ไม่ยอมรับ ความสามารถและ ความแตกต่างของ บุคคลอื่นได้

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-12	สูง
5-8	พอใช้
0-4	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอ

คำชี้แจง: สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓)

ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่นำเสนอ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

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	มีความมั่นใจ ในตนเอง แต่งกายถูกระเบียบ สะอาดเรียบร้อย	มีความมั่นใจ ในตนเอง แต่แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเอง และแต่ง กายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาท ในการพูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินห่าง เสียดสีผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและ สบตาผู้ฟัง อาย พูด ไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบ กล้ำใช้ถ้อยคำ ข้อความสุภาพ	มีบางครั้งที่พูดไม่ ชัดเจน ตามหลัก ภาษาตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อ ความสุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ ถ้อยคำข้อความที่ ไม่สุภาพ
4. วิธีการ นำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่หลากหลาย เช่น ใช้ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอ เลย ท่องตามที่ เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่ นำเสนอ	เนื้อหาที่นำเสนอ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อ ประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อ ประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

เกณฑ์การให้คะแนน

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

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง: ให้ครูประเมินพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓)
ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ความร่วมมือในการทำกิจกรรม			
2. การแบ่งหน้าที่และเป้าหมายงานได้ชัดเจน			
3. ความสามารถในการสื่อสาร			
4. ความมุ่งมั่นในการทำงาน			
5. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง: สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓)
ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามทีออกแบบไว้			
2. ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไข ที่กำหนดไว้			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความสวยงามของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
รวมคะแนน			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทัชชญา ภัทราอัมฤทธิ)

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การวัดและการประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้
2. ชิ้นงานคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์ แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานไม่มีคุณภาพและไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีจินตนาการในการคิดหรือแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิมหรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูลแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ และมีการอ้างอิงแนวคิดเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการพัฒนาปรับปรุงแนวคิดต้นแบบ
4. ความสวยงามของชิ้นงาน	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีความสวยงาม แปลกใหม่ และเป็นที่ชื่นชอบของเพื่อนในห้อง 80% ขึ้นไป	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีความสวยงาม แปลกใหม่ และเป็นที่ชื่นชอบของเพื่อนในห้อง 50% ขึ้นไป	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีความสวยงาม แปลกใหม่ และเป็นที่ชื่นชอบของเพื่อนในห้อง 25% ขึ้นไป
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง: สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียนแล้วทำ
เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิ ของผู้อื่น			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ			
2. มีความ ซื่อสัตย์สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ไม่หาประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง			
3. มุ่งมั่นใน การทำงาน	3.1 เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมาย			
	3.2 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความ เพียรพยายามในการเรียนรู้			

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
	4.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน			
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
6. ความสามารถในการสื่อสาร	6.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
	6.2 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			
7. ความสามารถในการคิด	7.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่างสร้างสรรค์			
	7.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	7.3 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	8.2 ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตามวัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกหลังการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....
ได้แก่

1).....

2).....

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครู

(นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

ความคิดเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....แล้วมี
ความคิดเห็น ดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ดีมาก
- ดี
- พอใช้
- ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
- ยังไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- นำไปใช้ได้จริง
- ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางระพีพร พลเยี่ยมหาญ)

ตำแหน่ง ครูพี่เลี้ยง

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางชนเนรินทร์ ศรีหาเศษ)

ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวสาวิตรี มาตรขาว)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รายวิชา ชีววิทยา	รหัสวิชา ว30243
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2565
หน่วยการเรียนรู้ที่ 9	เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก	เวลา 16 ชั่วโมง
เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น		เวลา 5 ชั่วโมง

1. สาระและผลการเรียนรู้

สาระที่ 3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืชรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จากการตัดตามขวาง

2. สาระการเรียนรู้

โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

3. สาระสำคัญ

ลำต้น คือ ส่วนแกนของพืชที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับผิวดินถัดขึ้นมาจากราก ทำหน้าที่สร้างใบและช่ใบ ลำเลียงน้ำ ธาตุอาหารและอาหารที่พืชสร้างขึ้นส่งไปยังส่วนต่าง ๆ โครงสร้างภายในของลำต้นระยะการเติบโตปฐมภูมิเมื่อตัดตามขวางจะเห็นโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ชั้นเรียงจากด้านนอกเข้าไป คือ เอพิเดอร์มิส คอर्टเทกซ์ และสตีล ลำต้นในระยะการเติบโตทุติยภูมิจะมีเส้นรอบวงเพิ่มขึ้นและมีโครงสร้างแตกต่างจากเดิมเนื่องจากการสร้างเพริเดิร์มและเนื้อเยื่อท่อลำเลียงเพิ่มขึ้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1 ความรู้ (Knowledge)

- 1) อธิบายโครงสร้างภายนอก และบอกหน้าที่ของลำต้นพืชดอก
- 2) สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปลายยอดตัดตามยาว
- 3) สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ และลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามขวาง

4.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process)

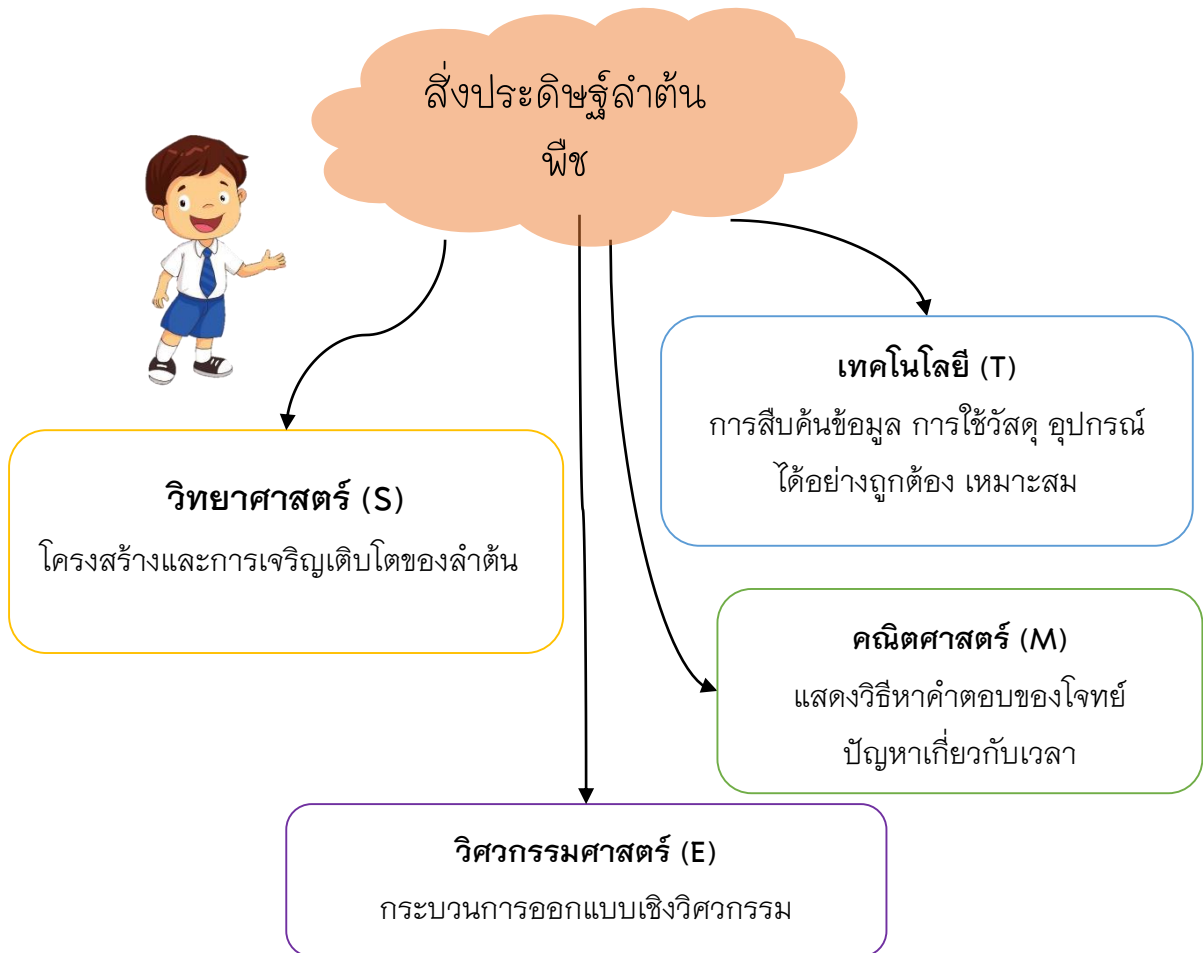
4.2.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

- 1) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
- 2) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา
- 3) การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ
- 4) การทำงานร่วมกับผู้อื่น

4.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ (Attitude)

- 1) มีความซื่อสัตย์สุจริต
- 2) มีวินัย
- 3) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) มีจิตสาธารณะ
- 6) ความสามารถในการสื่อสาร
- 7) ความสามารถในการคิด
- 8) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 9) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 10) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา



ภาพประกอบ 16 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

6. กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจกับปัญหา วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัด ของสถานการณ์ปัญหา เพื่อระบุและกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมสืบค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ระบุไว้ วิธีการ แนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อจะสามารถนำความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่สืบค้นนำมาร่างแบบ
 ชิ้นงาน โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์
โรงเรียน เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้าง
 ชิ้นงาน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา
 นักเรียนทดสอบชิ้นงาน และประเมินผลงานโดยยึดว่าได้ผลเป็นรูปธรรมตามวัตถุประสงค์
 หรือไม่ ชิ้นงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้
 หรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา โดยให้นักเรียน
 นำเสนอผลงานการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนการทำความเข้าใจ
 ของปัญหา จนถึงขั้นผลลัพธ์สุดท้าย และการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการบูรณาการงาน
 สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน มี 6 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและ
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

1.2 ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูให้นักเรียนศึกษาพืชจากรูป 9.19 ในหนังสือ
 เรียนชีววิทยา เล่ม 3 ซึ่งแสดงลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ระยะการเติบโตปฐมภูมิและการ
 เจริญเติบโตทุติยภูมิ เพื่อทบทวนเกี่ยวกับลำต้นเป็นอวัยวะที่โดยทั่วไปเจริญอยู่เหนือระดับ
 ผิวดินถัดขึ้นมาจากราก ทำหน้าที่ชูกิ่ง ก้านใบ ดอก และผล และเป็นเส้นทางลำเลียงน้ำ
 ธาตุอาหาร และอาหารส่งออกไปยังส่วนต่าง ๆ

1.3 ครูใช้รูป 9.5 ซึ่งแสดงเนื้อเยื่อถาวรและคำถามในหนังสือเรียนถาม
 นักเรียน

คำถาม: โครงสร้างของลำต้นประกอบด้วยเนื้อเยื่ออะไร มีความเหมาะสมต่อ
 การทำหน้าที่ของลำต้นอย่างไร

แนวตอบ: คำตอบมีได้หลายคำตอบนักเรียนจะได้คำตอบหลังจากเรียน เรื่อง
 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

1.4. นักเรียนดูวีดิทัศน์เกี่ยวกับโครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

<https://www.youtube.com/watch?v=HDzFCHsxlw8> 16.39 นาที

และอภิปรายร่วมกันในประเด็นของโครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

1.5 นักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แล้วสมมติสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษารายละเอียดและเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา ดังนี้

“เช้าวันหนึ่งมีลุงท่านหนึ่งได้ทำการตัดต้นกล้วยทิ้งที่บ้านของตนเอง เพราะมองเห็นว่ามันไม่มีประโยชน์แล้วนอกจากผลที่ใช้รับประทานและใบที่ใช้ห่ออาหารหรือขนม แต่ลุงคนนั้นจะทราบหรือไม่ว่าลำต้นของกล้วยนั้นมีประโยชน์อีกหลากหลายอย่างที่ลุงมองข้ามไปเพราะนอกจากนำลำต้นมาทำกระทงแล้วยังสามารถนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ สิ่งประดิษฐ์ อื่น ๆ ได้อีกมากมาย จากสถานการณ์นักเรียนคิดว่าตนเองจะนำลำต้นของกล้วยมาทำประโยชน์อะไร”

วัตถุประสงค์ : ศึกษาลำต้นของพืช

เงื่อนไข : ใช้ความรู้ในเรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

1.6 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ลงในใบบันทึกกิจกรรม ฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

2. ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2.1 นักเรียนศึกษาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความรู้ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น จากใบความรู้ที่ 1 พร้อมทั้งศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากหนังสือเรียนและอินเทอร์เน็ต เพื่อจะนำข้อมูลที่ได้มาทำใบงานที่ 1

กิจกรรมที่ 1 ทำความรู้จักโครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

2.2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้นคืออะไร ประกอบด้วยอะไรบ้าง โดยครูให้นักเรียนศึกษาข้อมูลในหนังสือเรียนและศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากใบความรู้ที่ 1

2.3. ครูชี้แจงงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น และให้นักเรียนนำอุปกรณ์การทดลองมาในคาบถัดไป

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนเกี่ยวกับสถานการณ์

3.2 ครูแจกใบงานที่ 2 เรื่องการศึกษาพรรณไม้ที่สนใจ ภายนอก-ภายใน

3.3 ครูแนะชี้แจงใบงานที่ 2 เรื่องการศึกษาพรรณไม้ที่สนใจ
ภายนอก-ภายใน อย่างละเอียด

3.4 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง “สิ่งประดิษฐ์เด็กแนวจากลำต้นพืช”
ให้นักเรียน พร้อมอธิบายอย่างละเอียด

3.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงานเขียน
ร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหาลงในใบงานที่ 3 เรื่อง “สิ่งประดิษฐ์เด็กแนวจากลำต้น
พืช” โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพซึ่งเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ได้แก่ การคิดสร้างสรรค์
และนวัตกรรม การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ
และการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยมีจุดเน้นงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน อย่างเหมาะสม

**4. ขั้ววางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา ร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์
โรงเรียน (ชั่วโมงที่ 3)**

4.1 นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ร่างไว้
โดยการระบุนขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ

4.2 นักเรียนลงมือทำสิ่งประดิษฐ์จากลำต้นพืชตามขั้นตอนที่ได้ร่วมกัน
ออกแบบและวางแผนไว้

**5. ขั้นการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา
(ชั่วโมงที่ 4)**

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของสิ่งประดิษฐ์ และตรวจสอบผล
ที่ได้ว่าสามารถใช้ได้เป็นอย่างดีหรือไม่

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทาง
ในการแก้ปัญหา จากการแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

5.3. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของ
การแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น

5.4. นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอีกครั้ง ตามแผนที่วางไว้ บันทึกผลโดย
การระบุการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่วางแผนการแก้ปัญหา
ในครั้งที่ 1 ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 5)

6.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงสิ่งประดิษฐ์ที่ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
พร้อมนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล

การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง
และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขหรือไม่

6.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในขนาดใด
อย่างไร

6.3 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมและวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม 3 ของ สสวท.
- 2) คู่มือการดำเนินงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน พุทธศักราช 2560
- 3) อินเทอร์เน็ต
- 4) ใบความรู้ เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

8.2 แหล่งเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) ห้องปฏิบัติการ

9. การวัดและประเมินผล

รายการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้	- ตรวจสอบแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน) - ตรวจสอบบันทึก กิจกรรม	- แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน (ก่อนเรียน- หลังเรียน) - ใบบันทึกกิจกรรม	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	- ตรวจสอบแบบทดสอบ วัดทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรม	- แบบทดสอบวัด ทักษะการเรียนรู้ และนวัตกรรม (ก่อนเรียน- หลังเรียน)	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์ - ผ่านเกณฑ์อยู่ ในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์และ สมรรถนะสำคัญของ ผู้เรียน	- สังเกตพฤติกรรม ความซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย มุ่งมั่นใน การทำงาน ใฝ่เรียนรู้ มีจิตสาธารณะ และสมรรถนะ ที่สำคัญ 10 ประการ	- แบบประเมิน คุณลักษณะ อันพึงประสงค์ และ สมรรถนะสำคัญ ของผู้เรียน	- ผ่านเกณฑ์อยู่ ในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

ใบความรู้ เรื่องทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม



ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ทักษะด้านนี้ มีจุดเน้นด้าน 1) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา 2) การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ 3) การทำงานร่วมกับผู้อื่น และ 4) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

1. การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดีและสามารถอธิบายเหตุและผลตามสถานการณ์ได้

2. การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ

คือ การสื่อความหมายได้ถูกต้อง สามารถสื่อสารได้ทุกบริบท การมีทักษะการพูด เขียนที่ดี

3. การทำงานร่วมกับผู้อื่น

คือ สามารถปรับตัวในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และยอมรับความสามารถและความแตกต่างของบุคคลอื่นได้

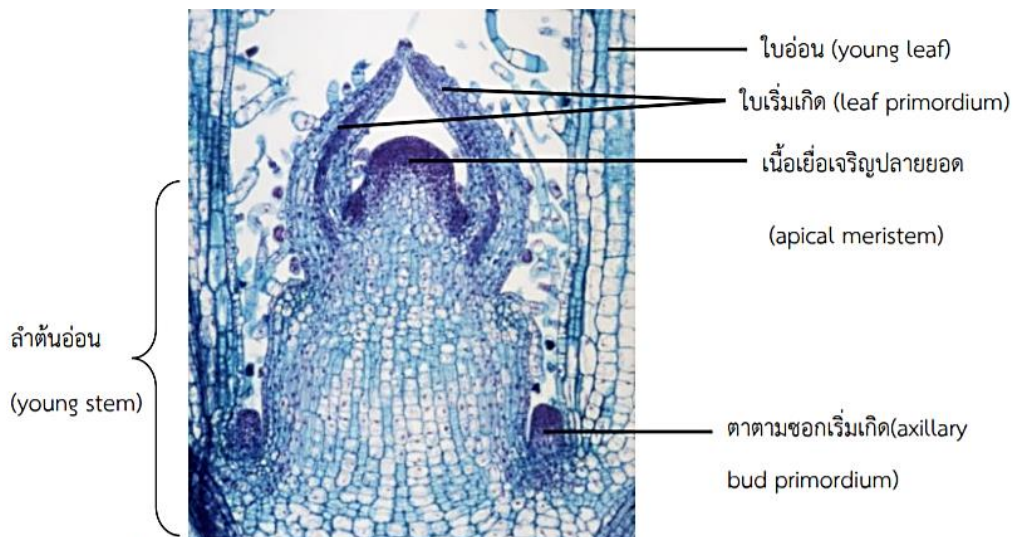
4. การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

คือ การคิดนอกกรอบสามารถนำมาต่อยอดชิ้นงานได้ มีกระบวนการคิดที่ดีสามารถต่อยอดไอเดีย ความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดเป็นรูปธรรม

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

ลำต้น (Stem) เป็นอวัยวะของพืชที่ส่วนใหญ่จะเจริญขึ้นเหนือดิน เจริญมาจาก ส่วนที่เรียกว่า Hypocotyl ของเมล็ด ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ข้อ (Node) ส่วนใหญ่มักมีตา (Bud) ซึ่งจะเจริญไปเป็น กิ่ง ใบ หรือดอก ต่อไป และ ปล้อง (Internode) ซึ่งอยู่ระหว่างข้อ โดยในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นข้อและปล้องชัดเจน แต่ในพืชใบเลี้ยงคู่ เห็นข้อและปล้องชัดเจนในขณะที่เป็นต้นอ่อนหรือกิ่งอ่อน แต่เมื่อเจริญเติบโตและมี Cork มาหุ้มทำให้เห็นข้อและปล้องไม่ชัดเจน ลำต้นเป็นโครงสร้างของพืชที่เจริญถัดขึ้นมาจากราก ลำต้นมีข้อปล้อง บริเวณข้อจะมีใบ ที่ซอกใบมีตา ลำต้นทำหน้าที่ชูกิ่ง ใบ ดอก ผล และทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร ธาตุอาหาร และ น้ำ

เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอด เมื่อตัดตามยาวผ่านกลางส่วนปลายยอด แล้วนำไปศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อโดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย ต่าง ๆ จะเห็นเซลล์มีลักษณะ ขนาด รูปร่าง และการเรียงตัวเป็นบริเวณต่าง ๆ ดังนี้

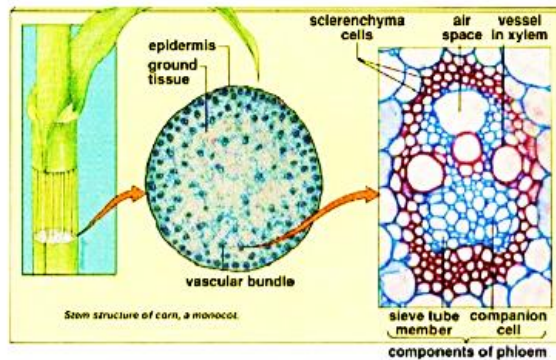


ภาพ : เนื้อเยื่อบริเวณปลายยอด ที่มา : <http://www.biologie.uni-hamburg.de/>

1. เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (Apical Meristem) เป็นบริเวณปลายสุดของลำต้น เซลล์บริเวณนี้จะ แบ่งตัวอยู่ตลอดเวลา มีการเจริญไปเป็นลำต้น ใบ และตาตามซอก (Axillary Bud)
2. ใบเริ่มเกิด (Leaf Primordium) อยู่ตรงด้านข้างของปลายยอดส่วนที่เป็นขอบของความโค้ง ถ้าพืชตัวอย่างที่ศึกษามีใบแบบตรงข้ามกันจะเห็นใบเริ่มเกิดอยู่ 2 ข้าง ใบเริ่มเกิดนี้ต่อไปจะพัฒนาเป็นใบอ่อน ตรงโคนของใบเริ่มเกิดจะเห็นเซลล์ขนาดเล็กกรูปร่างยาวเรียงตัวเป็นแนวยาวจากลำต้นขึ้นไปจนถึงใบอ่อน
3. ใบอ่อน (Young Leaf) เป็นใบที่ยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ เซลล์ของใบยังมีการแบ่งเซลล์ และ เจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงเซลล์ต่อไปอีกจนในที่สุดจะได้เป็นใบที่เจริญเต็มที่ ขณะที่ใบอ่อนยังไม่กางออกเต็มที่ จะเห็นตาตามซอกเริ่มเกิด (Axillary Bud Primordium) ซึ่งต่อไปจะพัฒนาไปเป็นตาตามซอกเมื่อใบที่รองรับอยู่นั้นเจริญเต็มที่
4. ลำต้นอ่อน (Young Stem) อยู่ถัดจากตำแหน่งใบเริ่มเกิดลงมา ลำต้นส่วนใต้ใบอ่อนก็ยังเป็นลำต้น ระยะที่ยังเจริญไม่เต็มที่ คือ เซลล์บางบริเวณอาจพัฒนาไปจนเจริญเต็มที่ในระดับหนึ่งแล้ว แต่บางบริเวณยังแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวน และขยายขนาดต่อไปได้อีก

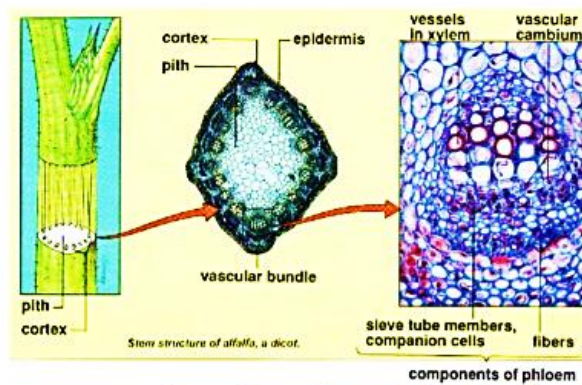
โครงสร้างภายในลำต้น

1. เอพิเดอริส อยู่นอกสุดประกอบด้วยเซลล์ผิวเรียงเป็นแถวเดียว บางเซลล์อาจเปลี่ยนไปเป็นขนผิว ด้านนอกของเซลล์ในชั้นนี้จะมีสารคิวทินเคลือบอยู่
2. คอร์เทกซ์ เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเอพิเดอริสเข้ามาประกอบด้วยเซลล์หรือเนื้อเยื่อหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมาและมีคอลเลงคิมา (Collenchyma) อยู่ใต้ผิวหรืออยู่ตามสันของลำต้น
3. สตีล สำหรับพืชใบเลี้ยงคู่จะกว้างมากและแยกจากชั้นคอร์เทกซ์ได้ไม่ชัดเจน ประกอบด้วย
 - 3.1 มัดท่อลำเลียง อยู่เป็นกลุ่ม ๆ ด้านในเป็นไซเล็ม ด้านนอกเป็นโฟลเอ็ม เรียงตัวในแนวรัศมี เดียวกัน
 - 3.2 วาสคิวลาร์เรย์ เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมาที่อยู่ระหว่างมัดท่อลำเลียง เชื่อมต่อระหว่างคอร์ เทกซ์และพิธ
 - 3.3 พิธ อยู่ชั้นในสุดเป็นไส้ในของลำต้นประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา ทำหน้าที่สะสมแป้ง หรือสารต่าง ๆ



ภาพ : โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ที่มา : <http://function-planty.exteen.com/images/real%20pri%202.jpg>



ภาพ : โครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

ที่มา : <http://function-planty.exteen.com/images/real%20pri%202.jpg>

สำหรับลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวชั้นของเนื้อเยื่อต่าง ๆ คล้ายกับในพืชใบเลี้ยงคู่ แต่แตกต่างกันตรงที่มัดท่อลำเลียงในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะกระจายอยู่ทั่วไป ไม่มีวาสคิวลาร์แคมเบียมคั่นระหว่างไซเล็มและโฟลเอ็มพืชบางชนิดพิธจะสลายไปกลายเป็นช่องกลวงอยู่ใจกลางลำต้น เรียกว่า ช่องพิธ (pith cavity) พบมากใน บริเวณปล้อง

การเจริญเติบโตขั้นที่สองของลำต้น การเจริญขั้นที่สองของลำต้น เกิดจากการแบ่งเซลล์ออกทางด้านข้างของวาสคิวลาร์แคมเบียม (Vascular Cambium) ซึ่งพบชั้นระหว่างเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ และแร่ธาตุ (Xylem) และ เนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร (Phloem) การแบ่งเซลล์ของวาสคิวลาร์แคมเบียมจะแบ่งได้ 2 ทิศทาง คือแบ่งเข้าด้านในและแบ่งออก

ด้านนอก การแบ่งเข้าด้านในของวาสคิวลาร์แคมเบียมจะเกิดได้เร็วกว่าแบ่งออกด้านนอก และเจริญเป็นเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ และแร่ธาตุเรียกเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและแร่ธาตุที่เกิดจากวาสคิวลาร์แคมเบียมว่า เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและแร่ธาตุชั้นที่สอง (Secondary Xylem) การแบ่งออกทางด้านนอกแบ่งได้ช้ากว่าเข้าด้านในและเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร เรียกเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารที่เปลี่ยนแปลงมาจากวาสคิวลาร์แคมเบียมว่า เนื้อเยื่อลำเลียงอาหารชั้นที่สอง (Secondary Phloem)

**กิจกรรมฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น**

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ความรู้ (Knowledge)

- 1) อธิบายโครงสร้างภายนอก และบอกหน้าที่ของลำต้นพืชดอก
- 2) สังเกต และอธิบายโครงสร้างของปลายยอดตัดตามยาว
- 3) สังเกต อธิบาย และเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามขวาง

1.2 ทักษะ/กระบวนการ (Process)

1.2.1 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

- 1) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
- 2) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา
- 3) การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ
- 4) การทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์และสมรรถนะ (Attitude)

- 1) มีความซื่อสัตย์สุจริต
- 2) มีวินัย
- 3) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) มีจิตสาธารณะ
- 6) ความสามารถในการสื่อสาร
- 7) ความสามารถในการคิด
- 8) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 9) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 10) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

วัสดุ/อุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1	ลำต้นพืช 1 ชนิด	1 ช่อ
2	แป้งมันสำปะหลัง 480g	1 ถุง
3	น้ำเปล่า 600 ml	1 ขวด
4	เครื่องปั่น 1,800 W	1 เครื่อง
5	กะละมังพลาสติก	1-2 ใบ
6	แม่พิมพ์ซิลิโคน	1 ชุด

กิจกรรมสะเต็มศึกษา
เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

คำชี้แจง: นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ และระบุปัญหาที่พบจากสถานการณ์

สถานการณ์

“เช้าวันหนึ่งมีลุงท่านหนึ่งได้ทำการตัดต้นกล้วยที่ที่บ้านของตนเองเพราะมองเห็นว่ามันไม่มีประโยชน์แล้วนอกจากผลที่ใช้รับประทานและใบที่ใช้ห่ออาหารหรือขนม แต่ลุงคนนั้นจะทราบหรือไม่ว่าลำต้นของกล้วยนั้นมีประโยชน์อีกหลากหลายอย่างที่ลุงมองข้ามไปเพราะนอกจากนำลำต้นมาทำกระทงแล้ว ยังสามารถนำมาทำเป็นอาหารสัตว์ สิ่งประดิษฐ์ อื่น ๆ ได้อีกมากมาย จากสถานการณ์นักเรียนคิดว่าตนเองจะนำลำต้นของกล้วยมาทำประโยชน์อะไร โดยมีวัตถุประสงค์และเงื่อนไขดังนี้”

วัตถุประสงค์ : ศึกษาลำต้นของพืช

เงื่อนไข : ใช้ความรู้ในเรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ ได้แก่

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

ใบงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างภายนอกและภายในของลำต้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองศึกษาโครงสร้างภายนอกและภายในของลำต้น อย่างละเอียด

ตาราง 1 รายการอุปกรณ์ การทดลอง เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	จำนวน/ กลุ่ม
1	ต้นถั่วเขียวและต้นข้าวโพดที่เพาะแล้วหรืออาจใช้พืชอื่น - พืชใบเลี้ยงคู่ เช่น หมอน้อย ต้อยติ่ง กะเพรา โหระพา และชบา - พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น หญ้าขน หญ้าแพรก วาสนา ใผ่เขียว กวนอิม	
2	สไลด์ถาวรปลายยอดพืชใบเลี้ยงคู่	1 แผ่น
3	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงเชิงประกอบ	1 ตัว
4	สไลด์และกระจกปิดสไลด์	10 ชุด
5	ใบมีดโกน	3 ใบ
6	ฟู่กัน	1 ด้าม
7	เข็มเย็บ	1 อัน
8	หลอดหยด	1 หลอด
9	จานเพาะเชื้อ	3 จาน
10	ทิชชู	1 ม้วน
11	ปิเกตอร์ขนาด 50 mL หรือขวดแก้วปากกว้างสำหรับใส่น้ำ	1 ใบ
12	สีชาฟรานินความเข้มข้นประมาณ 1% หรือน้ำยาอุทัย	1 ขวด
13	น้ำเปล่า 600 ml	1 ขวด

ตารางผลการทดลอง
เรื่อง ลักษณะภายนอกของลำต้นถั่วเขียวและข้าวโพด

ตอนที่ 1

ลักษณะภายนอก	ลำต้นถั่วเขียว	ลำต้นข้าวโพด
.....
.....
.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ลักษณะที่สำคัญของโครงสร้างภายนอกของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกันหรือแตกต่างกัน

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. กลุ่มเซลล์บริเวณปลายยอดแต่ละบริเวณ มีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวคำตอบ ตอนที่ 1

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะภายนอกของลำต้นถั่วเขียวและข้าวโพด

ลักษณะภายนอก	ลำต้นถั่วเขียว	ลำต้นข้าวโพด
1. ข้อละปล้อง	เห็นไม่ชัดเจน	เห็นได้ชัดเจน
2. ตำแหน่งที่เกิดใบ และตาตามซอก	เกิดในอยู่ตรงข้อบริเวณที่มีการใบติดอยู่ซอกใบมีตาตามซอกซึ่งต่อไปจะเจริญไปเป็นกิ่งหรือดอก	ใบเกิดอยู่ตามข้อโดยมีก้านใบซึ่งเปลี่ยนแปลงไปเป็นกาบใบหุ้มบริเวณข้อไม่เห็นตาตามซอกโผล่ออกมาและไม่ค่อยมีการแตกกิ่ง
3. ผิว ลำของลำต้น และรูปร่างของลำต้น	ผิวของลำต้นขรุขระ มีขนสีของลำต้นอาจจะมีสีเขียวหรือมีสีอื่นปนรูปร่างของลำต้นค่อนข้างกลม	ผิวของลำต้นเรียบสีของลำต้นมีสีเขียวรูปร่างของลำต้นค่อนข้างกลมหรือรี

เฉลยคำถามท้ายการทดลอง

1. ลักษณะที่สำคัญของโครงสร้างภายนอกของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนกันหรือแตกต่างกัน

ตอบ ส่วนที่เหมือนกันของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเช่นผิวของลำต้นอาจเรียบหรือขรุขระมีขนสีของลำต้นมีสีเขียวหรือมีสีอื่นปน

ส่วนที่ต่างกันของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น

- ข้อและปล้องเห็นได้ไม่ชัดเจนในพืชใบเลี้ยงคู่แต่เห็นได้ชัดเจน

ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

- ตาตามซอกเห็นได้ชัดในพืชใบเลี้ยงคู่ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่เห็น

ตาตามซอก

2. กลุ่มเซลล์บริเวณปลายยอดแต่ละบริเวณ มีลักษณะเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ ปลายยอดสุดของพืชเป็นเนื้อเยื่อเจริญเหมือนกัน เซลล์จะมีขนาดเล็กและมีการแบ่งเซลล์ตลอดเวลา

แนวคำตอบ ตอนที่ 2

ตารางเปรียบเทียบชนิดของเซลล์หรือเนื้อเยื่อและการจัดเรียงเนื้อเยื่อบริเวณลำต้น
ถั่วเขียวและข้าวโพดที่มีการเติบโตปฐมภูมิ

ชั้นเนื้อเยื่อ	ลำต้นถั่วเขียว	ลำต้นข้าวโพด
1. เอพิเดอร์มิส	เอพิเดอร์มิสเรียงเป็นแถวเดียว ประกอบด้วยเซลล์ผิว เซลล์คุมและ ขน	เอพิเดอร์มิสเรียงเป็นแถวเดียว ประกอบด้วยเซลล์ผิวและเซลล์คุม
2. คอร์เทกซ์	มีบริเวณชัดเจน ประกอบด้วยเซลล์จำนวน 5-8 ชั้น ส่วนใหญ่เป็น พาราเรติคูลา	ไม่ชัดเจนประกอบด้วยเซลล์จำนวน 2-3 ชั้น ส่วนใหญ่เป็นพาราเรติคูลา และมักพบสเกลอเรติคูลาอยู่ถัดจากพาราเรติคูลาเข้ามาด้านใน
3. สตีล		
3.1 วาสคิวลาร์บันเดิล	วาสคิวลาร์บันเดิลจำนวนมากเรียงตัวเป็นวงกลม แต่ละกลุ่มประกอบด้วยไซเล็มปฐมภูมิอยู่ด้านในและโฟลเอ็มปฐมภูมิอยู่ด้านนอกโดยเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกัน	วาสคิวลาร์บันเดิลเรียงตัวสลับกระจายอยู่ทั่วเนื้อเยื่อชั้นใน โดยไซเล็มปฐมภูมิอยู่ด้านในและโฟลเอ็มปฐมภูมิอยู่ด้านนอกเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกันมีลักษณะเฉพาะคล้ายหัวกะโหลกคน
3.2 พิธ	เห็นได้ชัดเจน ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลล์พาราเรติคูลา	ไม่สามารถแยกพิธได้ชัดเจนเนื่องจากวาสคิวลาร์บันเดิลเรียงตัวแบบกระจาย

เฉลยคำถาม

1. เนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ และการจัดเรียงตัวของวาสคิวลาร์บันเดิลในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

คำตอบ ลักษณะที่เหมือนกัน คือ ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 บริเวณ เอพิคอร์มิส คอร์เทกซ์ สตีล ลักษณะที่แตกต่างกันคือ ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวคู่มีคอร์เทกซ์ชัดเจน ในชั้นสตีลมีวาสคิวลาร์บันเดิลหลายกลุ่มเรียงตัวเป็นระเบียบเป็นวงแต่ละกลุ่มมีเนื้อเยื่อทอลำเลียงด้านในเป็นไซเล็มและด้านนอกเป็นโฟลเอ็มเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกันส่วนลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีวาสคิวลาร์บันเดิลกระจายทั่วเนื้อเยื่อพื้นทำให้เห็นขอบเขตของพิธและคอร์เทกซ์ไม่ชัดเจนไซเล็มและโฟลเอ็มเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกันมีลักษณะคล้ายหัวกระโหลกคน

2. โครงสร้างตัดตามขวางที่เห็นในกล้องจุลทรรศน์เป็นส่วนของลำต้นใก้ลอยดหรือใก้โคนลำต้นทราบได้อย่างไร

คำตอบ ทราบได้จากการสังเกตเนื้อเยื่อผิวและการจัดเรียงของวาสคิวลาร์บันเดิล

ใบงานที่ 2 เรื่อง ศึกษาพรรณไม้ที่ตนเองสนใจ (พืชศึกษา)

คำชี้แจง: ให้นักเรียนศึกษาพืชที่ตนเองสนใจอย่างละ 1 ชนิด ห้ามซ้ำกัน

วัสดุ-อุปกรณ์

- พืชตัวอย่างทั้งส่วนของลำต้น
- คู่มือที่ใช้ในการศึกษาลักษณะของพืช
- ใบมีดโกน
- กล้องจุลทรรศน์
- สีย้อมซาฟานิน

วิธีปฏิบัติการ

1. ศึกษาโครงสร้างภายนอกของลำต้นพร้อมวาดภาพประกอบ
2. ศึกษาโครงสร้างภายในโดยการใช้ใบมีดโกนผ่าลำต้นแล้วนำไปย้อมสีซาฟานิน

ผลการทดลอง

ลักษณะภายนอกของลำต้น



สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3 เรื่อง สิ่งประดิษฐ์ลำต้นพืช

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบวิธีการสร้างชิ้นงาน โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ซึ่งเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และยึดหลักงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนด้านการอนุรักษ์พรรณไม้ พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้

1. ชื่อผลงานของนักเรียน คือ.....
2. จุดเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม คือ
3. วัสดุ-อุปกรณ์ ที่นำมาออกแบบแก้ปัญหาของนักเรียน ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกใช้วัสดุ-อุปกรณ์ชนิดนั้นมาใช้ในการออกแบบ
แก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ครูให้นักเรียนวางแผนและเขียนขั้นตอนของการแก้ไขปัญหา โดยการระบุขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ละขั้นตามลำดับ

ขั้นตอนของการแก้ปัญหา.....

ขั้นที่ 1

.....

.....

.....

ขั้นที่ 2

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค ครั้งที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของปรับปรุง เปลี่ยนแปลงวิธีการ หรือข้อมูลจากที่
วางแผนแก้ปัญหาในครั้งที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในอนาคตได้อย่างไร
โดยใช้ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมมาช่วยในการสรุป

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

แบบฝึกทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

คำชี้แจง:

1. ให้นักเรียนระบุสิ่งประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้นที่นักเรียนเคยพบเจอ
2. ให้นักเรียนคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่ตนเองอยากทำขึ้นจากลำต้นพืช พร้อมระบุเหตุผลที่อยากประดิษฐ์ชิ้นงานนั้น พร้อมทั้งบอกจุดเด่น และข้อดี ของชิ้นงาน โดยเน้นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใครน่าสนใจและแตกต่างกันออกไป
4. แบบทดสอบนี้ให้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการคิดหาคำตอบ
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1 ฝึกการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบอกเหตุผลจากกิจกรรมที่ 1 ว่าเพราะอะไรถึงประดิษฐ์สิ่งนั้นขึ้นมา

- | | |
|---------|-----------|
| 1)..... | 2) |
| 3)..... | 4) |
| 5)..... | 6) |
| 7)..... | 8) |
| 9)..... | 10) |

กิจกรรมที่ 2 ฝึกการสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนระบุแนวทางการนำเสนอชิ้นงานของตนเองมาจำนวนมากที่สุด

- | | |
|---------|-----------|
| 1)..... | 2) |
| 3)..... | 4) |
| 5)..... | 6) |
| 7)..... | 8) |
| 9)..... | 10) |

กิจกรรมที่ 3 ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบอกวิธีการทำงานร่วมกับผู้อื่นของตนเองมาจำนวนให้มากที่สุด

- | | |
|---------|-----------|
| 1)..... | 2) |
| 3)..... | 4) |
| 5)..... | 6) |
| 7)..... | 8) |
| 9)..... | 10) |

กิจกรรมที่ 4 ฝึกการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

คำชี้แจง: ให้นักเรียนระบุสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ เพื่อจัดเก็บพรรณไม้ไว้ศึกษาต่อในอนาคตมา
จำนวนมากที่สุด

- | | |
|---------|-----------|
| 1)..... | 2) |
| 3)..... | 4) |
| 5)..... | 6) |
| 7)..... | 8) |
| 9)..... | 10) |

แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท

(X)

ลงในกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ 1

เด็กชายแดงได้มองเห็นแม่ของตนเองทำอาหารไปขายที่ตลาดเลยพบว่าแม่ใช้ใบตองกล้วยห่ออาหารแต่ในส่วนของลำต้นกล้วยนั้นไม่มีการนำมาใช้ประโยชน์ ดังนั้นนักเรียนคิดว่าลำต้นกล้วยที่แม่ของเด็กชายแดงไม่ใช้ประโยชน์นั้นสามารถนำมาประดิษฐ์เป็นสิ่งใดได้บ้าง

1. จากสถานการณ์ 1 นักเรียนคิดว่าลำต้นกล้วยสามารถนำมาใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)
 - ก. ประกอบอาหาร
 - ข. เป็นอาหารของสัตว์
 - ค. ทำปุ๋ยหมัก
 - ง. กระจ่างเพาะจากลำต้นกล้วย
2. ลำต้นกล้วยในข้อใดที่เกิดจากการคิดสร้างสรรค์และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)
 - ก. ทำกระดาษสา
 - ข. กระจ่างต้นไม้
 - ค. ปุ๋ยอินทรีย์
 - ง. ถูกทุกข้อ

3. จากสถานการณ์ 1 นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากสาเหตุใด (การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไข้ปัญหา)
- ลำต้นกล้วย
 - แดง
 - แม่ของแดง
 - สิ่งประดิษฐ์
4. ถ้าหมู่บ้านของนักเรียนมีลำต้นพืชที่ไม่ใช้ประโยชน์ นักเรียนจะมีวิธีในการใช้ลำต้นพืชอย่างไรให้เกิดประโยชน์สูงสุด (การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไข้ปัญหา)
- ปล่อยให้ผ่านไป
 - ไม่สนใจพืชชนิดนั้นเพราะไม่ใช่บ้านของตนเอง
 - ศึกษาพืชชนิดนั้นว่าสามารถนำมาประดิษฐ์หรือใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
 - ไม่มีข้อถูก
5. นักเรียนต้องการให้คนในชุมชนทราบถึงประโยชน์ของลำต้นพืชชนิดหนึ่ง นักเรียนจะเลือกวิธีการใดในการนำเสนอความรู้ (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)
- อินโฟกราฟิก
 - พาวเวอร์พอย
 - จัดบอร์ดนำเสนอข้อมูล
 - ถูกทุกข้อ
6. ถ้านักเรียนต้องนำเสนอหน้าชั้นเรียนและต้องการให้ผู้ฟังเข้าใจมากที่สุด นักเรียนควรปฏิบัติตนอย่างไร (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)
- พูดในประเด็นที่ต้องการสื่อสารอย่างเดียว
 - ทำความเข้าใจในเรื่องที่จะพูดอย่างเดียว
 - เตรียมความพร้อมในการพูดล่วงหน้า
 - ไม่ต้องเตรียมความพร้อม

7. เมื่อเพื่อนมอบหมายงานให้ศึกษาข้อมูลของลำต้นกล้วยว่าสามารถนำมาประดิษฐ์อะไรได้บ้าง บุคคลข้อใดต่อไปนี้จะปฏิบัติตนได้ถูกต้อง (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

- ก. สิ้น ขอบช่วยงานเพื่อนเสมอ
- ข. เวียร ไปเที่ยวเล่นไม่ทำงานช่วยเพื่อน
- ค. นนท์ ไม่สนใจงานที่เพื่อนสั่ง
- ง. ณเดช ไม่ชอบทำงานช่วยเพื่อน

8. จากสถานการณ์ 1 บุคคลในข้อใดต่อไปนี้จะปฏิบัติตนได้เหมาะสมที่สุด (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

- ก. แดง เห็นแม่ห่ออาหารเลยเดินผ่าน
- ข. ดำ เมื่อเห็นแม่ห่ออาหารเลยเดินเข้าไปช่วยแม่
- ค. ขาว ขอแม่ไปเล่นบ้านเพื่อนในขณะที่แม่ทำห่ออาหาร
- ง. พ้า ไม่ชอบช่วยเหลืองานบ้าน

9. ถ้าต้องการนำเสนอข้อมูลเรื่อง โครงสร้างของลำต้นกล้วย นักเรียนมีวิธีการอย่างไรให้คนอื่นสามารถเข้าใจได้ง่าย (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. สรุปย่อใจความสำคัญในรูปแบบอินโฟกราฟิก
- ข. นำเนื้อหาปรี้นใส่กระดาษ A4 แล้วให้ศึกษาเอง
- ค. ส่งเว็บข้อมูลให้ศึกษา
- ง. ไม่มีข้อถูก

10. นักเรียนคิดว่าลำต้นของผักตบชวาสามารถนำมาต่อยอดและเกิดประโยชน์อะไรได้บ้าง (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. กระดาษต้นไม้ ข. ที่เพาะต้นกล้า
- ค. อาหารสัตว์ ง. ถูกทุกข้อ

เฉลย แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. ตอบ ง
2. ตอบ ง
3. ตอบ ก
4. ตอบ ค
5. ตอบ ง
6. ตอบ ค
7. ตอบ ก
8. ตอบ ข
9. ตอบ ก
10. ตอบ ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน

เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น

จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

.....
คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท

(X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. เมื่อนักเรียนตัดตามขวางลำต้นข้าวโพดเพื่อศึกษาเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือเซลล์ใด (ความรู้-ความจำ)

ก. ซีฟทิวิบ

ข. เวสเซลล์

ค. พาเรงคิมา

ง. คอมพาเนียน

2. ถ้าตัดตามขวางลำต้นของพืชที่อยู่หน้า เช่น ผักกระเฉด เนื้อเยื่อที่พบในชั้น Cortex ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดใด (ความเข้าใจ)

ก. Chlorenchyma, Sclerenchyma, Parenchyma

ข. Collenchyma, Chlorenchyma, Parenchyma

ค. Chlorenchyma, Sclerenchyma, Air space

ง. Chlorenchyma, Parenchyma, Air space

3. ถ้าพบวงปีของลำต้นพืชมีเซลล์ไซเลมใหญ่ แอบกว้างและสีจางแสดงว่าอย่างไร (ความเข้าใจ)

ก. วาสคิวลาร์แคมเบียมมีผนังเซลล์หนา

ข. วาสคิวลาร์แคมเบียมมีขนาดใหญ่

ค. วาสคิวลาร์แคมเบียมเจริญในฤดูน้ำมาก

ง. เนื้อเยื่อเจริญในฤดูน้ำน้อย

4. การตอนต้นไม้ต้องควั่นลำต้นโดยรอบเป็น 2 แถว ห่างกันประมาณ 2-3 ซม. ปอกเปลือกไม้ชุดเนื้อเยื่อโดยรอบออกให้หมดก่อน เอาดินพอกและให้น้ำ นักเรียนคิดว่า จะเกิดรากตรงบริเวณใด (การนำไปใช้)
- รอยแผล โดยเจริญจากเซลล์มีชีวิตในเนื้อไม้
 - รอยแผล โดยเจริญจากแคมเปียม
 - เหนือรอยแผล โดยเจริญจากแคมเปียม
 - เหนือรอยแผล โดยเจริญจากเซลล์ผิว
5. ถ้านักเรียนต้องการศึกษาโครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น ควรเลือกพืชชนิดใด มาทำการศึกษาทดลอง (การนำไปใช้)
- ไผ่
 - ดาวเรือง
 - ทานตะวัน
 - ไม่มีข้อถูก
6. นักเรียนจะอธิบายวิธีการเคลื่อนที่ของน้ำจากรากสู่ปลายยอดสุดของลำต้นของต้นสัก ที่สูงที่สุดในโลกที่พบอยู่ในป่าของ จังหวัดอุตรดิตถ์ได้ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ข้อใด (การวิเคราะห์)
- กระบวนการออสโมซิสและแอกทีฟทรานสปอร์ต
 - โมเลกุลของน้ำเคลื่อนที่ไปตามไซเลมและโฟลเอ็ม
 - การระเหยและการแทนที่ของโมเลกุลของน้ำในไซเลม
 - การระเหย ออสโมซิส และแรงดึงระหว่างโมเลกุลของน้ำในไซเลม
7. ลักษณะของ endodermis ในรากและลำต้นมีลักษณะอย่างไร (การประเมินค่า)
- ในรากไม่มี endodermis
 - ในลำต้นมี endodermis ที่แคบกว่าในราก
 - ในลำต้นเห็นได้ไม่ชัดเจนแต่ในรากมีและเป็นเซลล์เรียงกันชั้นเดียว
 - ในลำต้นไม่มี endodermis ในรากจะมี endodermis เรียงอยู่หลาย ๆ ชั้น

8. ข้อใดต่อไปนี้มีความสัมพันธ์กันระหว่างชนิดและหน้าที่น้อยที่สุด (การประเมินค่า)
- ก. Xylem กับการลำเลียง
 - ข. Phloem กับการคายน้ำ
 - ค. Root hair กับการออสโมซิส
 - ง. Guard cell กับการสร้างอาหาร
9. ทางเดินอาหารของสัตว์เปรียบเทียบกับโครงสร้างใดของพืช (การสร้างสรรค์)
- ก. ราก
 - ข. ไส้เลม
 - ค. โพลเอม
 - ง. วาสคิวลาร์บันเดิล
10. ถ้าตัดต้นไม้ยืนต้นตามขวางมีอายุ 1 ปี จะพบ เนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ โดยเรียงลำดับจากชั้นในสุดออกมาด้านนอกสุด ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง (การสร้างสรรค์)
- ก. ไส้เลม โพลเอม แคมเปียม
 - ข. ไส้เลม แคมเปียม โพลเอม
 - ค. โพลเอม แคมเปียม ไส้เลม
 - ง. แคมเปียม โพลเอม ไส้เลม

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน**เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น**

จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

-
1. ตอบ ข
 2. ตอบ ง
 3. ตอบ ค
 4. ตอบ ค
 5. ตอบ ก
 6. ตอบ ง
 7. ตอบ ค
 8. ตอบ ข
 9. ตอบ ค
 10. ตอบ ข

แบบประเมินทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

คำชี้แจง: สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก (✓)

ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	สูง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม			
2. การคิดเชิงวิพากษ์และแก้ปัญหา			
3. การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ			
4. การทำงานร่วมกับผู้อื่น			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทัชชญา ภัทราอัมฤทธิ)

เกณฑ์การให้คะแนน

ความสามารถในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมสูง	ให้ 3 คะแนน
ความสามารถในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมพอใช้	ให้ 2 คะแนน
ความสามารถในทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-12	สูง
5-8	พอใช้
0-4	ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนแล้วทำเครื่องหมายถูก

(✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	การคิดนอกกรอบ สามารถนำมาต่อยอด ชิ้นงานได้ มี กระบวนการคิดที่ดี สามารถต่อยอด ไอเดียความคิด สร้างสรรค์ให้เกิด เป็นรูปธรรม ถ่ายทอด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้และ ยอมรับมุมมองผู้อื่นได้ อย่างสมบูรณ์ ครบถ้วน	การคิดนอกกรอบ สามารถนำมาต่อยอด ชิ้นงานได้ มี กระบวนการคิดที่ดี สามารถต่อยอด ไอเดียความคิด สร้างสรรค์ให้เกิด เป็นรูปธรรม ถ่ายทอด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้และ ยอมรับมุมมองผู้อื่นได้ แต่ไม่สมบูรณ์ครบถ้วน	การคิดนอกกรอบ สามารถนำมาต่อยอด ชิ้นงานได้ มี กระบวนการคิดที่ดี สามารถแต่ไม่สามารถ ต่อยอดไอเดียความคิด สร้างสรรค์ให้เกิด เป็นรูปธรรม ถ่ายทอด ให้ผู้อื่นเข้าใจได้และ ยอมรับมุมมองผู้อื่น ไม่ได้
2) การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา	การคิดอย่างมี วิจารณญาณและ แก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี ดีและสามารถอธิบาย เหตุและผลตาม สถานการณ์ได้อย่าง สมบูรณ์ครบถ้วน	การคิดอย่างมี วิจารณญาณและ แก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี และสามารถอธิบาย เหตุและผลตาม สถานการณ์ได้แต่ยังไม่ สมบูรณ์ครบถ้วน	การคิดอย่างมี วิจารณญาณและ แก้ปัญหาได้และ สามารถอธิบายเหตุ และผลตาม สถานการณ์ได้แต่ยังไม่ ถูกต้อง
3) การสื่อสารชัดเจนมี ประสิทธิภาพ	การสื่อความหมายได้ ถูกต้องสามารถ สื่อสารได้ทุกบริบท การมีทักษะการพูด เขียนที่ดี อย่าง สมบูรณ์ครบถ้วน	การสื่อความหมายได้ ถูกต้อง สามารถ สื่อสารได้ทุกบริบท มีทักษะการพูด เขียนที่ ค่อนข้างไม่ตรงกัน	การสื่อความหมายได้ ถูกต้องไม่สามารถ สื่อสารได้ทุกบริบท และมีทักษะการพูด เขียนที่ไม่ตรง ตามลำดับ
4) การทำงานร่วมกับผู้อื่น	สามารถปรับตัวใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ และยอมรับความ สามารถและความ แตกต่างของบุคคลอื่น ได้เป็นอย่างดี	สามารถปรับตัวใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ แต่ไม่ยอมรับ ความสามารถและ ความแตกต่างของ บุคคลอื่นได้เล็กน้อย	สามารถปรับตัวใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ แต่ไม่ยอมรับ ความสามารถและ ความแตกต่างของ บุคคลอื่นได้

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-12	สูง
5-8	พอใช้
0-4	ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอ

คำชี้แจง: สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓)

ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. บุคลิก การแต่งกาย			
2. มารยาทในการพูด			
3. การใช้ภาษา			
4. วิธีการนำเสนอ			
5. เนื้อหาที่นำเสนอ			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

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	มีความมั่นใจ ในตนเอง แต่งกายถูกระเบียบ สะอาดเรียบร้อย	มีความมั่นใจ ในตนเอง แต่แต่งกายไม่ถูกระเบียบ	ไม่มีความมั่นใจ ในตนเอง และ แต่งกายไม่ถูกระเบียบ
2. มารยาท ในการพูด	มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง ไม่เหินห่าง เสียดสีผู้อื่น	เขินอายไม่ค่อยกล้า มองหน้าและสบตา ผู้ฟัง	ไม่มองหน้าและ สบตาผู้ฟัง อาย พูดไม่ได้
3. การใช้ภาษา	พูดชัดเจน ตามหลัก ภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	มีบางครั้งที่พูด ไม่ชัดเจน ตามหลัก ภาษาตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ ถ้อยคำข้อความ สุภาพ	พูดไม่ชัดเจน ตามหลักภาษา ตัว ว ร ล คำควบกล้ำ ใช้ถ้อยคำข้อความที่ ไม่สุภาพ
4. วิธีการ นำเสนอ	มีวิธีการนำเสนอ ที่หลากหลาย เช่น ใช้ท่าทางประกอบ รูปภาพ ตั้งคำถาม เล่นเกม	วิธีการนำเสนอ ไม่ค่อยน่าสนใจ หลากหลาย	ไม่มีวิธีการนำเสนอ ท่องตามที่ เขียนมา เท่านั้น
5. เนื้อหาที่ นำเสนอ	เนื้อหาที่นำเสนอ มีสาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อ ประเด็นที่กำหนด	มีเนื้อสาระสำคัญ บางส่วนไม่ตรงกับ หัวข้อ ประเด็น	ไม่มีเนื้อหา สาระสำคัญ ตรงกับหัวข้อเรื่อง

เกณฑ์การให้คะแนน

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

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

คำชี้แจง: ให้ครูประเมินพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓)

ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ความร่วมมือในการทำกิจกรรม			
2. การแบ่งหน้าที่และเป้าหมายงานได้ชัดเจน			
3. ความสามารถในการสื่อสาร			
4. ความมุ่งมั่นในการทำงาน			
5. ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด			
คะแนนรวม			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง: สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน แล้วทำเครื่องหมายถูก (✓)

ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ยกแบบไว้			
2. ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้			
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			
4. ความสวยงามของชิ้นงาน			
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด			
รวมคะแนน			
ระดับคุณภาพ			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

เกณฑ์การให้คะแนน

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

เกณฑ์การวัดและการประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. รูปแบบชิ้นงานตรงตามที่ออกแบบไว้	รูปแบบมีความชัดเจนและสามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่างชัดเจน	รูปแบบมีความชัดเจนแต่ไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้อย่าง	รูปแบบไม่มีความชัดเจนและไม่สามารถนำเหตุผลมาสนับสนุนในการออกแบบได้
2. ชิ้นงานคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานมีคุณภาพ ตรงตามวัตถุประสงค์ แต่ไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้	ชิ้นงานไม่มีคุณภาพและไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์เงื่อนไขที่กำหนดไว้
3. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	มีจินตนาการในการคิดหรือแนวคิดที่แปลกใหม่ในการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิม หรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	มีการพัฒนาและปรับปรุงชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวคิดเดิมหรือแนวคิดต้นแบบ พร้อมอ้างอิงเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง	ค้นคว้าข้อมูลแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ และมีการอ้างอิงแนวคิดเจ้าของแนวคิดต้นแบบอย่างถูกต้อง แต่ไม่มีการพัฒนาปรับปรุงแนวคิดต้นแบบ
4. ความสวยงามของชิ้นงาน	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีความสวยงามแปลกใหม่ และเป็นที่ยอมรับของเพื่อนในห้อง 80% ขึ้นไป	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีความสวยงามแปลกใหม่ และเป็นที่ยอมรับของเพื่อนในห้อง 50% ขึ้นไป	ชิ้นงานที่สร้างขึ้นมีความสวยงามแปลกใหม่ และเป็นที่ยอมรับของเพื่อนในห้อง 25% ขึ้นไป
5. ทำงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 5 นาที	ทำงานเสร็จช้ากว่าเวลาที่กำหนด 10 นาที

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน

คำชี้แจง: สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียนแล้วทำ

เครื่องหมายถูก (✓) ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

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

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1. มีวินัย รับผิดชอบ	1.1 ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่น			
	1.2 มีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ			
2. มีความ ซื่อสัตย์สุจริต	2.1 ให้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นจริง			
	2.2 ไม่หาประโยชน์ในทางที่ไม่ถูกต้อง			
3. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	3.1 เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย			
	3.2 ปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง			
4. ใฝ่เรียนรู้	4.1 ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายาม ในการเรียนรู้			
	4.2 แลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน			
	4.3 ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม			

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสมรรถนะสำคัญของนักเรียน (ต่อ)

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
5. มีจิตสาธารณะ	5.1 รู้จักทำงานให้ผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจ และกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ			
6. ความสามารถในการสื่อสาร	6.1 มีความสามารถในการนำเสนอผลงาน			
7. ความสามารถในการคิด	7.1 มีทักษะในการคิดนอกกรอบอย่าง สร้างสรรค์			
	7.2 มีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ			
	7.3 ตัดสินใจแก้ปัญหาเกี่ยวกับตนเองได้			
8. ความสามารถในการแก้ปัญหา	8.1 สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้			
	8.2. ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา			
9. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	9.1 สามารถทำงานกลุ่มร่วมกับผู้อื่นได้			
	9.2 นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวัน			
10. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	10.1 เลือกและใช้เทคโนโลยีได้เหมาะสมตาม วัย			
	10.2 ใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์			
คะแนนรวม				
ระดับคุณภาพ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

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

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกหลังการเรียนรู้

สรุปผลการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน

ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....

ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน คิดเป็นร้อยละ.....
ได้แก่

1).....

2).....

ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ครู

(นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ)

ความคิดเห็นของหัวหน้าสถานศึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

ได้ทำการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ของ.....แล้วมี
ความคิดเห็น ดังนี้

1. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- ดีมาก
- ดี
- พอใช้
- ควรปรับปรุง

2. การจัดกิจกรรมได้นำเอากระบวนการเรียนรู้

- เน้นนักเรียนเป็นสำคัญมาใช้ในการสอนได้อย่างเหมาะสม
- ยังไม่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนาต่อไป

3. เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่

- นำไปใช้ได้จริง
- ควรปรับปรุงก่อนนำไปใช้

4. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางระพีพร พลเยี่ยมหาญ)

ตำแหน่ง ครูพี่เลี้ยง

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางชเนรินทร์ ศรีหาเศษ)

ตำแหน่ง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวสาวิตรี มาตรขาว)

ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 3 รหัสวิชา ว30243
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก จำนวน 30 ข้อ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท

(X) ลงในกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ 1

พืชทุกชนิดเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อและต้นอ่อนเป็นลักษณะที่ไม่มีในสาหร่าย โดยเนื้อเยื่อเกิดจากการที่เซลล์ต่าง ๆ มาอยู่และทำงานร่วมกัน สิ่งที่สำคัญของเซลล์พืช คือ การมีผนังเซลล์ที่เป็นกรอบล้อมรอบนอกและให้ความแข็งแรงต่อโครงสร้างเซลล์พืช ซึ่งถ้าหากพืชมีการเจริญเติบโตเต็มที่ก็จะทำให้มีประโยชน์ต่อมนุษย์มากยิ่งขึ้น แต่ปัจจุบันนี้พฤติกรรมของมนุษย์ได้เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้พืชสมุนไพรที่อยู่รอบตัวเราหายไปจำนวนมากหรือสูญพันธุ์ได้อย่างง่าย

จากสถานการณ์ 1 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 1-5

1. จากสถานการณ์ 1 ข้อใดต่อไปนี้อาจก่อให้เกิดนวัตกรรมได้ (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. พืช
- ข. มนุษย์
- ค. ผนังเซลล์พืช
- ง. สิ่งมีชีวิต

2. จากสถานการณ์ 1 ข้างต้นนักเรียนคิดว่าปัญหาเกิดจากอะไร (การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา)

- ก. พืชสมุนไพร
- ข. พืชสูญพันธุ์
- ค. พฤติกรรมมนุษย์
- ง. การเจริญเติบโตของพืช

3. จากสถานการณ์ 1 นักเรียนมีวิธีการสื่อสารอย่างไร เพื่อให้ผู้อื่นรับรู้ถึงปัญหาได้เหมาะสมที่สุด (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. น้ำ ทำแผ่นพับเพื่อบอกข้อมูลของปัญหา
- ข. ต้น จัดทำโปสเตอร์ในการนำเสนอปัญหาให้ทุกคนรับทราบ
- ค. ตาล ทำอินโฟกราฟิก (Infographic) นำเสนอปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา
- ง. ถูกทุกข้อ

4. บุคคลใดต่อไปนี้จะสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เหมาะสมที่สุด (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

- ก. แดง ไม่สนใจงานที่เพื่อนมอบหมายให้ทำช่วยกัน
- ข. นิ่ม ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม
- ค. นุ่ม ไม่ทราบว่าเพื่อนมอบหมายให้ทำงานอะไรจึงไม่ช่วยงานเพื่อน
- ง. หินง ไม่ทราบว่าเพื่อนมอบหมายให้ทำงานอะไรจึงสอบถามและปรึกษาเพื่อนในกลุ่ม

ตนเอง

5. จากสถานการณ์ 1 พีชสมุนไพโร นักเรียนมีแนวทางอย่างไรในการนำเสนอองค์ความรู้ (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. ใช้ถ้อยคำที่สุภาพในการนำเสนอข้อมูล
- ข. ทำโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์
- ค. แจกแผ่นพับข้อมูลให้ผู้ที่สนใจ
- ง. ทำการเปิดสื่อนำเสนอ (PPT) ให้ผู้ที่สนใจศึกษาเอง

สถานการณ์ 2

ครูวิภาได้เดินสำรวจบริเวณโรงเรียน แล้วพบว่ามียูนิคอร์นหายากบางชนิด
ยังเหลืออยู่เป็นจำนวนน้อยในบริเวณโรงเรียนแต่ไม่มีใครสนใจ จากสถานการณ์
ดังกล่าวนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการรักษายูนิคอร์นหายากไว้ศึกษาในอนาคต

จากสถานการณ์ 2 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 6-10

6. จากสถานการณ์ 2 ข้อใดต่อไปนี้อาจก่อให้เกิดนวัตกรรมได้ (การคิดสร้างสรรค์
และนวัตกรรม) (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. ต้นไม้
- ข. ยูนิคอร์นหายาก
- ค. กระถางต้นไม้
- ง. แจกันดอกไม้

7. จากสถานการณ์ 2 ถ้าที่บ้านของนักเรียนมียูนิคอร์นหายากบางชนิดซึ่งปัญหาคือเป็นยูนิคอร์นหายากที่หายาก นักเรียนจะมีแนวทางการแก้ไขปัญหาอย่างไร (การคิดเชิงวิพากษ์
และการแก้ไขปัญหา)

- ก. เผาทิ้ง
- ข. ปล่อยให้ตาย
- ค. ทำการจับยูนิคอร์นหายาก
- ง. นำยาฆ่าหญ้ามาฉีดพ่น

8. จากสถานการณ์ 2 ถ้านักเรียนต้องการให้เพื่อนร่วมงานของตนเองทราบถึงขั้นตอน
การประดิษฐ์ของใช้จากยูนิคอร์นหายาก นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรให้เพื่อนร่วมงานเข้าใจ
ขั้นตอนได้ง่ายที่สุด (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. อธิบายการทำงานแต่ละขั้นตอน
- ข. สรุปรายงานรอบแนวคิดทั้งหมดแล้วอธิบายให้เพื่อนร่วมงานรับทราบ
- ค. ไม่พูดอะไรให้เพื่อนร่วมงานมาสอบถามด้วยตนเอง
- ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

9. จากสถานการณ์ 2 เมื่อครูสั่งงานให้นักเรียนนำพืชสมุนไพรที่ตนเองสนใจมาศึกษาที่โรงเรียนเพื่อศึกษาในบทปฏิบัติการ เรื่องเนื้อเยื่อพืช บุคคลใดต่อไปนี้จะปฏิบัติตนได้ถูกต้อง (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

- ก. พิว ฟังที่ครูอธิบายแล้วนำไปปฏิบัติตาม
- ข. แดง ไม่ชอบฟังครูอธิบายแล้วไม่เข้าใจงาน
- ค. เตือน ชอบขโมยพืชของเพื่อนที่นำมาศึกษาในโรงเรียน
- ง. ไม่ได้นำพืชมาศึกษา

10. จากสถานการณ์ 2 ถ้าในบริเวณโรงเรียนมีพืชสมุนไพรที่หายากนักเรียนจะมีวิธีการเก็บพืชสมุนไพรอย่างไร เพื่อศึกษาต่อไปในอนาคต (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. ปลูกพืชสมุนไพร
- ข. ขยายพันธุ์พืชสมุนไพร
- ค. ไม่สามารถนำมาต่อยอดได้
- ง. ทำการจัดเก็บพืชสมุนไพรไว้ศึกษาต่อโดยการทำเฮอร์บาเรียม

สถานการณ์ 3

วันหนึ่งนักเรียนได้เดินทางไปหมู่บ้านดงหวานแล้วพบว่า มีพืชสมุนไพรหลากหลายชนิดที่ช่วยในการรักษาโรค เช่น รากของต้นกะทกรกช่วยในการแก้ไอตัวร้อน และรากต้นมะไฟแก้ดับพิษร้อน ซึ่งรากแต่ละชนิดนั้นมีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก แต่ในหมู่บ้านดงหวานนั้นพฤติกรรมของชาวบ้านได้ส่งผลให้พืชสมุนไพรบางชนิดที่ส่วนของรากมีประโยชน์ได้สูญพันธุ์เป็นจำนวนมาก ดังนั้นนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการเก็บรักษาพืชสมุนไพรในส่วนของราก

จากสถานการณ์ 3 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 11-15

11. จากสถานการณ์ 3 ช่างต้นนักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการจัดเก็บพืชสมุนไพรส่วนราก (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. นำรากพืชที่ต้องการศึกษามาจัดเก็บแบบวิธีเฮอร์บาเรียมส่วนราก
- ข. นำพืชสมุนไพรมาจัดเก็บโดยวิธีการดอง
- ค. นำพืชสมุนไพรมาจัดเก็บแบบแห้ง
- ง. ถูกทุกข้อ

12. จากสถานการณ์ 3 นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุใด (การคิดเชิงวิพากษ์ และการแก้ไขปัญหา)

- ก. รากกะทกรก
- ข. นักเรียน
- ค. ชาวบ้านในหมู่บ้านดงหวาน
- ง. ทุกคน

13. จากสถานการณ์ 3 ถ้านักเรียนต้องการให้ชาวบ้านดงหวานสนใจสรรพคุณของรากต้นกะทกรก นักเรียนมีวิธีการสื่อสารอย่างไรเพื่อให้ชาวบ้านเข้าใจมากที่สุด (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. จัดทำอินโฟกราฟิกเพื่อนำเสนอ
- ข. สื่อนำเสนอ (PPT)
- ค. จัดทำป้ายประชาสัมพันธ์เพื่อให้ข้อมูล
- ง. ถูกทุกข้อ

14. จากสถานการณ์ 3 บุคคลในข้อใดสามารถทำงานร่วมกับคนอื่นได้เหมาะสมที่สุด (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

- ก. วิว ชอบเล่นโทรศัพท์เวลาที่เพื่อนทำงาน
- ข. โม ช่วยเพื่อนหาพืชสมุนไพรมาทำงานตามที่ครูมอบหมาย
- ค. นัท ชอบลาเวลาที่เพื่อนนัดทำงาน
- ง. โย ชอบแอบไปนั่งเล่นเกมส์

15. จากสถานการณ์ 3 บุคคลใดต่อไปนี้จะแสดงพฤติกรรมการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารได้ชัดเจนและประสิทธิภาพมากที่สุด (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. พล บอกเพื่อนว่าทุกคนต้องมารวมตัวกันที่โรงเรียน
- ข. หญิง บอกเพื่อนว่าเธอขอยไปเอาของให้ชั้นหน่อย
- ค. ปราง บอกเพื่อนว่ามีคนอื่นมาหาพืชสมุนไพรบ้านข่อย
- ง. น้ำ นัดเพื่อนให้มาทำงานกันที่โรงเรียน เวลา 09.00 น. ในวันเสาร์

สถานการณ์ 4

วันหนึ่ง นนท์ได้เดินเล่นบริเวณทุ่งนาแล้วพบพืชสมุนไพรที่สามารถนำรากมาต้มน้ำรับประทานน้ำมีสรรพคุณช่วยรักษาอาการแต่ไม่มีใครทราบและนำไปใช้ประโยชน์ จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการเก็บรักษาพืชสมุนไพรในส่วนราก

จากสถานการณ์ 4 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 16–20

16. จากสถานการณ์ 4 นักเรียนคนใดต่อไปนี้จะสามารถนำส่วนรากของพืชสมุนไพรมาทำการตัดยอดความคิดสร้างสรรค์ได้เหมาะสมที่สุด (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. น้ำ ได้นำรากของพืชสมุนไพรไปเผาหึ่ง
- ข. ฟ้า นำรากของส้มป่อยไปตากแห้งแล้วเก็บไว้ใช้เมื่อยามมีไข้
- ค. ฟน ขุดตะไคร้ทิ้งเพราะรอบ ๆ บริเวณบ้านมีจำนวนมาก
- ง. นัท ทำการขุดรากต้นกะทกรกทิ้งเพราะคิดว่าเป็นวัชพืช

17. จากสถานการณ์ 4 ถ้าที่บ้านของนักเรียนมีต้นกระชายจำนวนมาก นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการเก็บจัดเก็บกระชายไว้ใช้ในหน้าแล้ง (การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา)

- ก. ปล่อยให้ขึ้นเองตามธรรมชาติ
- ข. ไม่เก็บรักษาเพราะบ้านของตนเองมีจำนวนมาก
- ค. ถางต้นกระชายทิ้งบางส่วนเพราะมีจำนวนมากแล้ว
- ง. ทำการตากแห้งเก็บส่วนรากต้นกระชายไว้ใช้ประโยชน์เพราะมีสรรพคุณ

ในการแก้โรคปากเปื่อย

18. จากสถานการณ์ 4 เมื่อนักเรียนตั้งใจฟังเพื่อนอธิบายชนิดและประโยชน์ของพืชสมุนไพรแต่ยังไม่เข้าใจนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรเพื่อให้เพื่อนสื่อสารได้ชัดเจนมีประสิทธิภาพ (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. ลุกขึ้นแล้วเดินออกไป
- ข. ปล่อยให้เพื่อนพูดให้จบเรื่อง
- ค. ยกมือขึ้นสอบถาม
- ง. ต่อกว่าเพื่อน

19. จากสถานการณ์ 4 ครูแบ่งกลุ่มและมอบหมายงานให้นักเรียนนำพืชสมุนไพรที่นักเรียนสนใจมาศึกษาที่โรงเรียน ใครปฏิบัติตนได้เหมาะสมที่สุด (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

- ก. จิม ช่วยเพื่อนหาพืชสมุนไพร
- ข. นะโม ไม่สอบถามงานกับเพื่อน
- ค. หวาน ชอบเที่ยวเล่นไม่สนใจงานกลุ่ม
- ง. ปราณิ ไม่สนใจหาพืชสมุนไพร

20. จากสถานการณ์ 4 รากของพืชสมุนไพรสามารถนำมาต่อยอดเพื่อให้เกิดประโยชน์ด้านใดดีที่สุด (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. ด้านการแพทย์ ผลิตภัณฑ์แคปซูล
- ข. ด้านเครื่องแต่งกาย เครื่องประดับ
- ค. ด้านเกษตรกรรม นำมาทำปุ๋ย
- ง. ด้านความสวยความงาม ใช้ทำผงทาหน้า

สถานการณ์ 5

วันหนึ่ง ฟ้าไลได้เดินทางไปบ้านสวนแล้วพบว่าบริเวณรอบ ๆ บ้านสวนมีต้นกล้วยจำนวนมาก ที่คุณยายได้ปลูกทิ้งไว้ได้นำมาใช้ประโยชน์เพียงแคใบ เช่น นำใบตองมาห่อขนมและห่อหมก ซึ่งส่วนอื่น ๆ ของต้นกล้วยไม่ได้ใช้ประโยชน์ทุกส่วนของต้นกล้วยนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการใช้ประโยชน์จากต้นกล้วยให้เกิดประโยชน์สูงสุด

จากสถานการณ์ 5 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 21-25

21. จากสถานการณ์ 5 นักเรียนคิดว่าลำต้นกล้วยสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดเป็นสิ่งใดได้บ้าง (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. ทำอาหารสัตว์อัดเม็ด
- ข. นำหมักชีวภาพ
- ค. กระจายเพาะพันธุ์พืช
- ง. ถูกทุกข้อ

22. จากสถานการณ์ 5 นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคืออะไร (การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา)

- ก. ไม่ได้ใช้ประโยชน์จากต้นกล้วยได้อย่างเต็มที่
- ข. ใบตองใช้ทำขนมและห่อหมก
- ค. พ่าไสเดินทางกลับบ้านสวน
- ง. บ้านสวนมีต้นกล้วยจำนวนมาก

23. จากสถานการณ์ 5 นักเรียนต้องการให้คนในชุมชนทราบถึงประโยชน์ของลำต้นกล้วย นักเรียนจะเลือกวิธีการสื่อสารใดให้คนในชุมชนเข้าใจชัดเจนมีประสิทธิภาพ (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. นำเสนอด้วยอินโฟกราฟิก
- ข. นำเสนอ PPT
- ค. จัดทำป้ายประชาสัมพันธ์
- ง. ถูกทุกข้อ

24. เมื่อเพื่อนสั่งให้ศึกษาข้อมูลของลำต้นกล้วยว่าสามารถนำมาทำสิ่งประดิษฐ์อะไรได้บ้าง บุคคลข้อใดต่อไปนี้เป็นปฏิบัติตนได้เหมาะสมถูกต้องที่สุด (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

- ก. มีนา ชอบช่วยงานเพื่อนเสมอ
- ข. เมษา ไปเที่ยวเล่นไม่ทำงานช่วยเพื่อน
- ค. เปิ้ล ไม่สนใจงานที่เพื่อนมอบหมาย
- ง. นนท์ ไม่ชอบทำงานช่วยเพื่อน

25. ถ้านักเรียนต้องการบอกโครงสร้างของลำต้นกล้วยเพื่อให้คนอื่นเห็นว่ามิโครงสร้างอย่างไรและสามารถนำมาใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง นักเรียนจะมีวิธีการนำเสนออย่างไรให้คนอื่นสามารถเข้าใจได้ง่าย (การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ)

- ก. อธิบายเป็นรายบุคคล
- ข. สรุปใจความสำคัญในรูปแบบอินโฟกราฟิก
- ค. ส่งลิงค์ข้อมูลให้ศึกษาด้วยตนเอง
- ง. นำเนื้อหาปริ้นใส่กระดาษ A4 ที่มีจำนวนเนื้อหาหมาก

สถานการณ์ 6

วันหนึ่งเด็กหญิงไอซ์เดินเล่นรอบบ้านของตนเองแล้ว พบว่ามีใบไม้ร่วงหล่นจากต้นไม้จำนวนมากจึงทำให้บ้านรกสกปรกเป็นที่อยู่ของสัตว์มีพิษและไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ซึ่งทำการกำจัดโดยกวาดและเผาส่งผลให้มีฝุ่นควันและเกิดมลพิษทางอากาศ จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานจากใบไม้

จากสถานการณ์ 6 ใช้ตอบคำถาม ข้อที่ 26-30

26. จากสถานการณ์ 6 นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรในการคิดสร้างสรรค์ประดิษฐ์ชิ้นงานจากใบไม้เพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด (การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม)

- ก. นำไปทำปุ๋ยหมัก
- ข. จัดทำสิ่งประดิษฐ์จากใบไม้
- ค. ของตกแต่งสมุดเล่มเล็ก
- ง. ถูกทุกข้อ

27. จากสถานการณ์ 6 สาเหตุของปัญหาคืออะไร (การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ไขปัญหา)

- ก. ดิน
- ข. ใบไม้
- ค. การเผา
- ง. ต้นไม้

28. บุคคลในข้อใดต่อไปนี้จะเลือกใช้วิธีการสื่อสารได้อย่างเหมาะสม (การสื่อสารชัดเจน มีประสิทธิภาพ)

1 ไก่ มอบหมายให้เพื่อนศึกษาข้อมูลใบพืชมาอย่างละเอียดเพื่อนำข้อมูลแต่ละคน มาปรึกษากัน

2 มีนา แจ้งเพื่อน ๆ ว่าวันพรุ่งนี้จะมีการทำกิจกรรมเรื่องใบพืชจึงชี้แจงรายละเอียดให้เพื่อนทราบ

3 น้ำ ไม่ชี้แจงรายละเอียดงานให้เพื่อนทราบเพราะรอให้เพื่อนมาสอบถามข้อมูลด้วยตนเอง

ก. เฉพาะข้อ 1

ข. เฉพาะข้อ 2

ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 1 และ 2

29. เมื่อเพื่อนในกลุ่มมอบหมายให้ศึกษาข้อมูลใบพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่น บุคคลข้อใดต่อไปนี้จะปฏิบัติตนในการทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างเหมาะสม (การทำงานร่วมกับผู้อื่น)

ก. ล้มไม่ชอบทำงานช่วยเพื่อน

ข. สายฝนไม่สนใจงานที่เพื่อนมอบหมาย

ค. ก้อยชอบช่วยงานเพื่อนเสมอ

ง. น้ำฝนไปเที่ยวเล่นไม่ทำงานช่วยเพื่อน

30. ถ้าต้องการบอกโครงสร้างภายในและภายนอกของใบพืช นักเรียนมีวิธีการสื่อสารอย่างไรให้คนอื่นสามารถเข้าใจได้ง่าย (การสื่อสารชัดเจน มีประสิทธิภาพ)

ก. ส่งเว็บข้อมูลให้ศึกษา

ข. นำเนื้อหาปรี้นใส่กระดาษ A4

ค. สรุปย่อใจความสำคัญในรูปแบบอินโฟกราฟิก

ง. ไม่มีข้อถูก

เฉลยแบบทดสอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม**จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน**

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

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา 3 รหัสวิชา ว30243

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2565

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก จำนวน 30 ข้อ

คำชี้แจง: ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท

(X) ลงในกระดาษคำตอบ

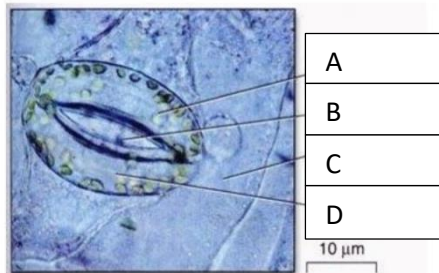
- เนื้อเยื่อถาวรที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืชมีอะไรบ้าง (ความรู้ – ความจำ)
 - ไซเลม
 - พาเรงคิมา
 - คอลเลงคิมา
 - ข้อ ก และ ข ถูกต้อง
- หากแบ่งเนื้อเยื่อเจริญตามตำแหน่งที่อยู่ จะแบ่งได้กี่ประเภทอะไรบ้าง (ความรู้ – ความจำ)
 - 1 ประเภท ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย
 - 1 ประเภท ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง
 - 3 ประเภท ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง และเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ
 - 3 ประเภท ได้แก่ เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย เนื้อเยื่อเจริญส่วนกลาง และเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง
- ถ้าตัดต้นมะขามตามขวางซึ่งมีอายุ 1 ปี พบว่ามีเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรียงลำดับเนื้อเยื่อจากชั้นในสุดออกมาด้านนอกสุดได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

ก. ไซเลม โพลีเอม แคมเบียม	ข. ไซเลม แคมเบียม โพลีเอม
ค. โพลีเอม แคมเบียม ไซเลม	ง. ไซเลม โพลีเอม ไซเลม
- ถ้านักเรียนเกิดมีคืบขาดที่นิ้วมือ นักเรียนควรใช้พืชชนิดใดในการสมานแผลอันดับแรก (การนำไปใช้)

ก. ใบสาบเสือ	ข. เปลือกต้นมะเฟือง
ค. ใบหญ้าคา	ง. ใบน้อยหน่า

5. เนื้อเยื่อถาวรแบ่งหน้าที่ออกเป็น 3 ระบบ ข้อใดต่อไปนี้เป็น **ได้ถูกต้อง** (การวิเคราะห์)
- ระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง ระบบถาวร และระบบเนื้อเยื่อพื้น
 - ระบบเนื้อเยื่อพื้น ระบบถาวร และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
 - ระบบเนื้อเยื่อผิว ระบบเนื้อเยื่อพื้น และระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง
 - ระบบเนื้อเยื่อพื้น ระบบเนื้อเยื่อท่อลำเลียง และระบบเนื้อเยื่อเจริญถาวร
6. **เพราะเหตุใด**น้ำจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของพืช (การวิเคราะห์)
- ใช้ในการลำเลียงสารต่าง ๆ
 - ใช้ในการเจริญเติบโตของพืช
 - ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
 - ถูกทุกข้อ
7. เกษตรกรเติมปุ๋ยให้ต้นไม้มักไม่ใส่ติดกับโคนต้น แต่จะใส่เป็นวงกว้างรอบ ๆ ลำต้น นักเรียนคิดว่า **เหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด** (การประเมินค่า)
- เหมาะสม เพราะรากขนอ่อนซึ่งเป็นตัวดูดปุ๋ยนั้นอยู่ห่างออกไปจากโคนต้น
 - เหมาะสม เพราะรากแก้วบริเวณโคนต้นทำงานเป็นระบบ
 - ไม่เหมาะสม เพราะจะทำให้โคนต้นเน่า
 - ไม่เหมาะสม เพราะใส่ติดกับโคนต้นมากเกินไป
8. สมศรี ได้นำหน่อกิ่งมาศึกษาเนื้อเยื่อพืช นักเรียนคิดว่า สมศรีเลือกพืชได้ **เหมาะสมหรือไม่ เพราะเหตุใด** (การประเมินค่า)
- เหมาะสม เพราะพืชที่หาได้ง่าย
 - เหมาะสม เพราะพืชใบเลี้ยงคู่ที่พบได้โดยทั่วไป
 - ไม่เหมาะสม เพราะเป็นพืชที่ไม่มีใครศึกษา
 - ไม่เหมาะสม เพราะเป็นพืชที่หายากพบเฉพาะในบางพื้นที่
9. จากข้อมูลต่อไปนี้
- ชิ้นตัวอย่างผล
 - ป้ายข้อมูล (Tag)
 - ซีมเบอร์ 10 และด้าย
 - แผ่นอัดพรรณไม้กว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร
 - กระดาษสีขาว 400 แกรม สำหรับเย็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง
 - ลวดเย็บกระดาษ

28. ข้อใดต่อไปนี้ไม่สัมพันธ์กันระหว่างลักษณะและการสร้างอาหารของใบ (การวิเคราะห์)
- ใบมีลักษณะหนา
 - ใบมีลักษณะบางอ่อน
 - ด้านบนของใบมีสีเขียวเข้มกว่าด้านล่างของใบ
 - ด้านบนของใบเป็นมันเรียบ มีคิวติเคิลเคลือบ
29. ลักษณะใดของใบที่เหมาะสมสำหรับการทำหน้าที่สร้างอาหารมากที่สุด (การประเมินค่า)
- ใบมีลักษณะเป็นเส้นบาง ๆ กระจายไปทั่วกิ่ง
 - ใบแบนบาง พื้นที่ผิวมากใบแผ่ออกแต่ละใบไม่ซ้อนกัน
 - ใบหนา มีขนาดใหญ่ แต่ละใบเรียงซ้อน ๆ กันหลาย ๆ ชั้น
 - ใบแบนบาง มีความหนาและมีแพลลิสเซดเซลล์กันหลาย ๆ ชั้น
30. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพ A B C D และข้อความได้ถูกต้อง (การสร้างสรรค)



<http://sweetmilk-sweetmilk.blogspot.com/>

- เซลล์คุม
- ปากใบ
- คลอโรพลาสต์
- เซลล์ข้างเคียงปากใบ

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน**

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

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ () ชาย () หญิง
2. อายุ.....ปี
3. ระดับชั้น
 - 3.1 () มัธยมศึกษาตอนต้น 3.2 () มัธยมศึกษาตอนปลาย
 - 3.3 () อื่น ๆ ระบุ.....

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจ

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจนี้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการร่วมกับงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยศึกษา 4 ด้าน คือ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อและอุปกรณ์ 4) ด้านการวัดและประเมินผล ใช้คำถามด้านละ 5 ข้อ รวมเป็น 20 ข้อ
2. ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน
 - ระดับ 5 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมากที่สุด
 - ระดับ 4 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจมาก
 - ระดับ 3 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจปานกลาง
 - ระดับ 2 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อย
 - ระดับ 1 หมายถึง นักเรียนพึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เนื้อหาที่ใช้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและจุดประสงค์					
2	เนื้อหา มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
3	เนื้อหาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน					
4	เนื้อหา มีความน่าสนใจ					

ข้อ ที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
5	เนื้อหา มีความเหมาะสมกับเวลาเรียน					
6	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาสาระมีความน่าสนใจ					
7	น่าสนใจ สนุก กระตุ้นการเรียนรู้					
8	เน้นนักเรียนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง					
9	ส่งเสริมการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
10	ใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้ อย่างเหมาะสม					
11	ด้านสื่อและอุปกรณ์ สอดคล้องกับเนื้อหา					
12	ส่งเสริมกระตุ้นความสนใจ					
13	สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมในการนำไปใช้					
14	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์กับเนื้อหา และกิจกรรม					
15	ความพร้อมของ สื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับ ค้นคว้าอย่างเหมาะสม และเพียงพอ					
16	ด้านการวัดและประเมินผล การวัดประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ ครอบคลุมทุกด้าน					
17	มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้					
18	เปิดเผยคะแนนที่ได้จากการวัดผล					
19	การวัดและประเมินผล มีความชัดเจนและยุติธรรม					
20	ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง					

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ/ความไม่พึงพอใจ

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวทัชชญา ภัทรอำมฤทธิ
วัน เดือน ปีเกิด	18 กรกฎาคม 2540
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	196 หมู่ 11 ตำบลเรณู อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม รหัสไปรษณีย์ 48170
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2559	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม
พ.ศ. 2563	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
พ.ศ. 2564	ปริญญาโท ค.ม. การสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร