

ผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียน
ผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

นางปวีณ์กร บัวเพชร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2561

The Effects of the 7E Inquiry Learning Management together with Graphic Organizer on Science Learning Achievement in the Topic of Plant life and Analytical Thinking Ability of Mathayom Suksa I Students at Thachana School in Surat Thani Province



Mrs. Pawikorn Buaphet

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Educational
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirath Open University

2018

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ชื่อและนามสกุล นางปวีณ์กร บัวเพชร

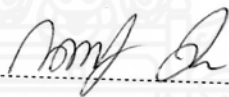
วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา

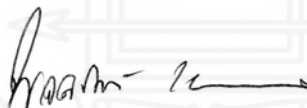
วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2562

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



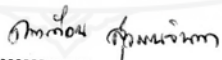
(อาจารย์ ดร.กุลธิดา นุกุลธรรม)

ประธานกรรมการ



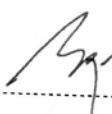
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์)

กรรมการ



(รองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา)

กรรมการ



(รองศาสตราจารย์ ดร.กุลษณา รุ่งโรจน์วนิชย์)

ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา



ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้วิจัย นางปวีณ์กร บัวเพชร **รหัสนักศึกษา** 2592000521 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา **ปีการศึกษา** 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนดังกล่าว ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ (3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนดังกล่าว ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน โดยการจับสลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ (3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ผังกราฟิก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มัธยมศึกษา

Thesis title: The Effects of the 7E Inquiry Learning Management Together with Graphic Organizer on Science Learning Achievement in the Topic of Plant life and Analytical Thinking Ability of Mathayom Suksa I Students at Thachana School in Surat Thani Province

Researcher: Mrs. Pawikorn Buaphet; **ID:** 2592000521;

Degree: Master of Education (Science Educational);

Thesis advisors: (1) Dr.Nuanjid Chaowakeratipong, Associate Professor;

(2) Dr.Duongdearn Suwanjinda, Assistant Professor; **Academic year:** 2018

Abstract

The objectives of this study were to (1) compare science learning achievement of Mathayom Suksa I students at Thachana School in Surat Thani Province, who were taught by the 7E inquiry learning management together with graphic organizer with that of the students who were taught by the traditional method; and (2) compare analytical thinking ability of the students who were taught by the 7E inquiry learning management together with graphic organizer with that of the students who were taught by the traditional method; and (3) compare analytical thinking ability of the students who were taught by the 7E inquiry learning management together with graphic organizer between before and after learning.

The study was conducted with 69 Mathayom Suksa I students in two intact classrooms of Thachana School in Surat Thani Province, obtained by cluster random sampling. One of the classrooms was randomly assigned as the experimental group to learn under the 7E inquiry learning management together with graphic organizer; while the other classroom, the control group to learn under the traditional method. The employed research instruments included (1) learning management plans for the 7E inquiry learning management together with graphic organizer; (2) learning management plans for the traditional method; (3) a science learning achievement test; and (4) an assessment scale for analytical thinking ability. Statistics used for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

The finding revealed that (1) science learning achievement of the students who were taught by the 7E inquiry management together with graphic organizer was significantly higher than the students who were taught by the traditional method at the .05 level; (2) analytical thinking ability of the students who were taught by the 7E inquiry learning management together with graphic organizer was significantly higher than that of the students who were taught by the traditional method at the .05 level; and (3) the analytical thinking ability of the students who were taught by the 7E inquiry learning management together with graphic organizer indicated that the score of students after using this method was significantly higher than that of before at the .05 level

Keywords: 7E Inquiry learning management, Graphic organizer, Analytical thinking ability, Learning achievement, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ดวงเดือน สุวรรณจินดา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ อย่างใกล้ชิดตลอดมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ นางสาวศิริ รัตนบุรี ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนทุ่งสง นางจรรุวรรณ รักษ์รอด ครูวิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพุนพินพิทยาคม และนายอังคาร เทพรัตนันท์ ครูวิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนสวนศรีวิทยา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ และกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และได้ให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในศึกษาวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนนักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

ปวีณ์กร บัวเพชร

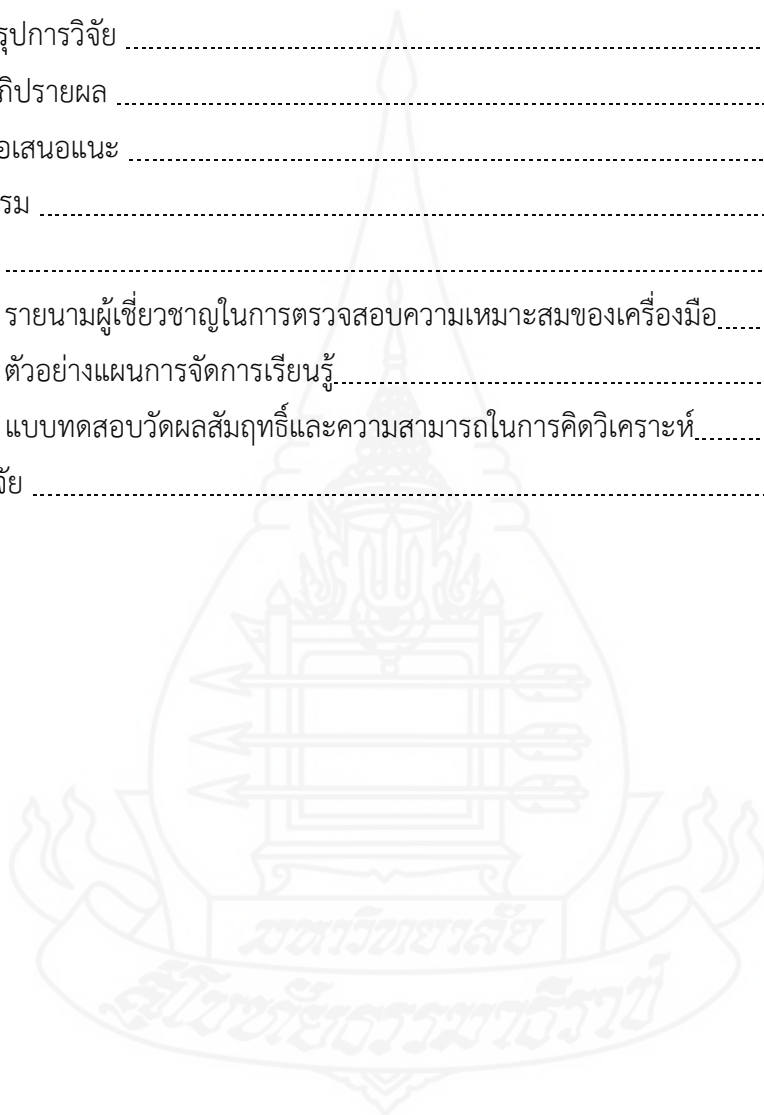
มกราคม 2562

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
กรอบแนวคิดการวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	11
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน	11
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E	17
การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก	32
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	45
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	54
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	66
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	66
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	66
วิธีการสร้างเครื่องมือ	67
การเก็บรวบรวมข้อมูล	77
การวิเคราะห์ข้อมูล	79
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
ตอนที่ 1 สถานภาพของประชากรหรือกลุ่มตัวอย่าง	85

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล	85
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	89
สรุปการวิจัย	89
อภิปรายผล	91
ข้อเสนอแนะ	96
บรรณานุกรม	98
ภาคผนวก	106
ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือ.....	107
ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้.....	109
ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	128
ประวัติผู้วิจัย	162



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	ขอบเขตสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 12
ตารางที่ 2.2	วิเคราะห์ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 14
ตารางที่ 2.3	บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ 7E 27
ตารางที่ 2.4	เป้าหมายนักเรียนและบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E..... 30
ตารางที่ 2.5	รูปแบบผังกราฟิกของเดวิด ไฮเยอเล โดยการจัดกลุ่มภาพเชื่อมโยงกับการคิด..... 37
ตารางที่ 2.6	ตัวอย่างผังข้อสอบสำหรับแนวการวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ 60
ตารางที่ 3.1	โครงสร้างการสอน การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก..... 67
ตารางที่ 3.2	วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก..... 69
ตารางที่ 3.3	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมการเรียนรู้..... 72
ตารางที่ 3.4	วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบกับ ระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์..... 76
ตารางที่ 4.1	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการสืบเสาะ หาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกกับนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบปกติ..... 86
ตารางที่ 4.2	เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการ เรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 86
ตารางที่ 4.3	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการ ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับ การเขียนผังกราฟิก 87

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบจัดลำดับ	40
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบแสดงมโนคติ	41
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบเรียงลำดับ	41
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบวงจร	42
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบเปรียบเทียบ	42
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบเหตุและผล	43



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวัน และในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือ เครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิต และในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อจะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติ และเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, น. 1) การเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม ส่งผลให้เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไปเพื่อเตรียมนักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตแห่งศตวรรษที่ 21 (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558, น. 35) และเนื่องจากการวิเคราะห์เป็นการคิดขั้นสูง เริ่มต้นการคิดขั้นสูงอื่น ๆ ซึ่ง ได้แก่ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา และการคิดอย่างมีระบบ (นวลจิตต์ เขาวงกตพิงค์, 2557, น. 8) ดังนั้นการคิดวิเคราะห์จึงมีความสำคัญมากขึ้นทุกทีในสังคมของไทย ทั้งนี้เพราะสังคมไทยได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงทางสังคมอันเนื่องมาจากเทคโนโลยีและการค้าขาย ทำให้สังคมไทยมีข้อเสนอแนะทางเลือกที่หลากหลายกับพฤติกรรมของแต่ละบุคคล คุณสมบัติของบุคคลในสังคมไทยจึงจำเป็นต้องมีลักษณะของการคิดวิเคราะห์แยกแยะความดี ความงาม ความเหมาะสม ถูกต้อง ความเป็นประโยชน์ และมีประโยชน์ให้มากยิ่งขึ้น โดยเหตุนี้การฝึกฝนนักเรียนให้รู้จักเข้าใจ และสามารถปฏิบัติได้ในเรื่องของการคิดวิเคราะห์จึงจำเป็นอย่างมาก (ไพฑูรย์ สีนลาร์ตัน, 2557, น. 1) ด้วยเหตุผลดังกล่าว การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนจึงเป็นงานสำคัญอันดับแรกที่ต้องตระหนักเมื่อทำการสอน (ชนาธิป พรกุล, 2554, น. 12) และถ้าครูจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์อยู่เสมอจะทำให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เก่งมากขึ้นเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่เขาจะเป็นกำลังที่สำคัญที่จะช่วยพัฒนาประเทศได้ ดังนั้น การจัดการศึกษาจึงต้องพัฒนาความสามารถในการคิดของมนุษย์ การที่นักเรียนไม่สามารถคิดเป็น หรือคิดเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ได้

ไม่ใช่ความผิดของนักเรียนแต่สะท้อนให้เห็นถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ส่งเสริมสนับสนุนการคิด ทั้งนี้ความสามารถในการคิดสามารถพัฒนาได้โดยอาศัยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่มีความท้าทาย การลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่อาศัยความรู้และสติปัญญาเท่านั้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงต้องให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ ปรับปรุงความรู้ ตลอดจนแก้ไขเปลี่ยนแปลงความรู้ที่มีอยู่แล้ว พร้อมกับให้นักเรียนได้ใช้ความคิด ปรับเปลี่ยนความคิด ตลอดจนสร้างแนวความคิดใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นในปัจจุบัน (ศศิธร เวียงวงษ์, 2556, น. 150)

ปัจจุบัน พบว่า ผลการทดสอบและผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งระดับนานาชาติและระดับชาติมีแนวโน้มต่ำลง ทั้งที่วิทยาศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด เป็นทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและตรวจสอบได้โดยมีประจักษ์พยาน (สถาบันวิทยาศาสตร์สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2557, น. 8) สอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559, ออนไลน์) ได้สรุปผลการประเมิน PISA 2000 จนถึง PISA 2015 ของประเทศไทย พบว่า วิทยาศาสตร์มีคะแนนลดลง คะแนนเฉลี่ย อยู่ในช่วงลำดับที่ 51-57 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าหนึ่งระดับ และคะแนนอยู่ในกลุ่มเดียวกับประเทศมอลโดวา แอลเบเนีย ตุรกี คาตาร์ และเม็กซิโก ประเทศในเอเชียที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าไทยมีเพียงอินโดนีเซีย แสดงว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2560 สาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกลุ่มโรงเรียนขนาดใหญ่ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 สุราษฎร์ธานี มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.33 (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 สุราษฎร์ธานี, 2561, น. 34) และผลการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2559-2560 ระดับโรงเรียนพบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 32.48 และ 30.14 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง และต่ำกว่าร้อยละ 50 ซึ่งล้วนแต่เป็นการประเมินทักษะการคิดในด้านการคิดวิเคราะห์

จากรายงานการประเมินตนเอง (SAR) ปีการศึกษา 2560 ของโรงเรียนท่าชนะ พบว่า ในวิชาวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ โดยมีคะแนนเฉลี่ยของวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2559-2560 เท่ากับ 62.94 และ 63.06 ตามลำดับ เป็นคะแนนที่ต่ำกว่าเป้าหมายที่โรงเรียนกำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ทั้งนี้เนื่องจากนักเรียนขาดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ จุดที่ควรพัฒนา ครูควรจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกความคิด ฝึกการกระทำ ฝึกแก้ปัญหา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และ ใช้สื่อนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี (โรงเรียนท่าชนะ, 2560, น. 87-99) สอดคล้องกับการวัดผลประเมินผลในสภาพจริงในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสอนอยู่ โดยได้สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ตรวจสอบผลงาน และการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ นักเรียนมักเรียนรู้ด้วยการ

ท่องจำ ไม่ชอบคิด มักให้ครูชี้คำตอบอยู่เสมอ ขาดความมั่นใจในการแสดงออกทางความคิด ไม่สามารถคิดวิเคราะห์ในด้านความสำคัญ ความสัมพันธ์และด้านหลักการได้ถูกต้อง จากสภาพปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนดังกล่าว ทั้งผลการทดสอบในระดับนานาชาติ ระดับประเทศในภาพรวม ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับโรงเรียน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และมีทักษะในความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นนักเรียนควรได้รับการพัฒนาการเรียนรู้เพื่อให้เท่าทันโลกแห่งการเปลี่ยนแปลงในยุคศตวรรษที่ 21

จากสภาพปัญหานักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับต่ำ ผู้วิจัยจึงสนใจหาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้สูงขึ้น จากการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ (จรรยา สุจารีกุล, 2550, น. 3) เป็นการจัดการเรียนรู้แนวใหม่ เพื่อหวังสร้างให้เด็กไทยให้คิดเป็น ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรคร์สร้างความรู้ ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นในตัว of นักเรียนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นผู้อำนวยการความสะดวก ซักถาม และจัดสถานการณ์ให้เหมาะสมกับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและเชื่อมโยงความรู้เองจนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (พิมพ์พันธ์ เอ่งประดิษฐ์, 2550, น. 5) และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่นิยมใช้กันคือแบบ 5E ซึ่งต่อมาไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft. 2003) ได้เสนอรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จาก 5E เป็น 7E โดยมีเป้าหมายเพื่อ กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนซึ่งจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ และนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังสามารถให้นักเรียนมีโอกาสในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงพร หมวกสกุล (2555) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สืบเนื่องจากการให้ความสำคัญของการเชื่อมโยงความคิดในขั้นการทบทวนความรู้เดิมและการประยุกต์ใช้ความรู้ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เพิ่มจาก 5E เป็น 7E ทำให้การสร้างความรู้ใหม่ของนักเรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ผนวกกับการเรียนรู้เนื้อหาที่มีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น อาจทำให้นักเรียนเกิดความสับสน ครูจึงต้องการตัวช่วยเพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหา

นี้ เมื่อพิจารณาแนวคิดเกี่ยวกับการใช้เทคนิคผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้ พบว่า การเขียนผังกราฟิกเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยให้นักเรียนจัดระบบข้อมูลความรู้ในกระบวนการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้รับประสบการณ์ใหม่จะพยายามนำข้อมูลที่เป็นความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงเข้ากับโครงสร้างความรู้เดิมในกระบวนการทางสมอง โดยให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่รู้และเข้าใจออกมาเป็นแผนผัง แสดงให้เห็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ และอธิบายถึงความสัมพันธ์เหล่านั้นตามความเข้าใจ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ยืนยันความเข้าใจและสามารถตรวจสอบได้ (นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์, 2557, น. 9-24) และครูสามารถเลือกใช้ผังกราฟิกชนิดต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551, น. 248) ผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิดซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้ หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ การใช้ผังกราฟิกเป็นทักษะที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และจดจำได้นาน นอกจากนี้ใช้ประมวลความรู้หรือจัดการความรู้ดังกล่าวแล้ว หลายกรณีที่นักเรียนมีความคิดริเริ่มหรือสร้างความคิดขึ้น ผังกราฟิกยังเป็นเครื่องมือทางการคิดได้ดี เนื่องจากการสร้างความคิดซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมอยู่ในสมอง จำเป็นต้องมีการแสดงออกมาให้เห็นเป็นรูปธรรม ผังกราฟิกจึงเป็นรูปแบบของการแสดงออกของความคิดที่สามารถมองเห็นและอธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจนและประหยัดเวลาด้วย (ทิตนา แคมมณี, 2550, น. 388) นอกจากนี้ยังพบว่าผังกราฟิกยังช่วยพัฒนานักเรียนในหลายด้าน โดยเฉพาะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการนำเสนอข้อมูล (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, น. 202) ฉะนั้นการใช้เทคนิคผังกราฟิกมาใช้ร่วมกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ในครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลและสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ได้ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ระหว่างความคิดหลัก ความคิดรอง และความคิดย่อยที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยการวิเคราะห์ จัดกระทำและนำเสนอข้อมูลเนื้อหาสาระจากการเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบได้เป็นอย่างดี อันจะทำให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นและส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้นได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรพร พองจันทร์, (2558) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการพิจารณาเลือกเนื้อหาสาระ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ซึ่งอยู่ในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับ

ปรับปรุง 2560) ซึ่งมีเนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ซึ่งการดำรงชีวิตของพืชเป็นเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตที่ใกล้ตัวนักเรียน แต่อาจมีกระบวนการซับซ้อนบ้างในการดำรงชีวิตของพืช จำเป็นที่นักเรียนต้องใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์ หรือความรู้เดิมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เป็นการช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกความคิด ฝึกการกระทำ เพื่อให้ นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และถ่ายโอนการเรียนรู้ไปยังสถานการณ์ใหม่ได้ และเลือกใช้กลุ่มประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเป็นระดับชั้นพื้นฐานของระดับมัธยมศึกษา เพื่อสร้างพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ระดับสูงต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

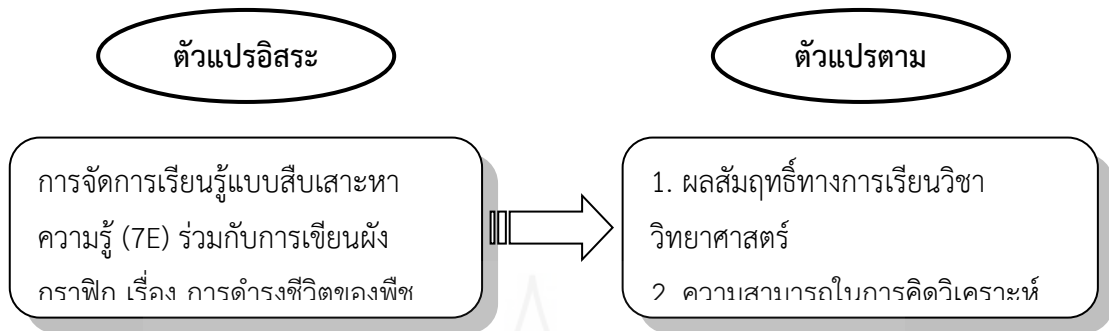
2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนดังกล่าว ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนดังกล่าว ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E การเขียนผังกราฟิก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในแบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกเพื่อใช้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืชและ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.1 ประชากร ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 260 คน จัดเป็นห้องเรียนแบบอิสระความสามารถ

5.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

5.2 ตัวแปรของการวิจัย

ตัวแปรที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ ประกอบด้วย

5.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

5.3 ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้รายวิชาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเนื้อหาตรงตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

5.4 ระยะเวลาในการทดลอง

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการดำเนินการวิจัย สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 6 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 18 ชั่วโมง

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้โดยครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในสภาพการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ โดยนำเทคนิคการเขียนผังกราฟิกมาใช้อธิบายโครงสร้างความคิด และพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ช่วยจัดระบบข้อมูลและนำเสนอข้อมูลจากเรียนรู้ โดยการนำข้อมูลที่เป็นความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงเข้ากับโครงสร้างความรู้เดิมในกระบวนการทางสมอง โดยให้นักเรียนเขียนข้อมูลที่เรียนรู้และเข้าใจออกมาเป็นแผนผังกราฟิกซึ่งสามารถเขียนได้ในหลายรูปแบบ เช่น ผังความคิด (Mind Mapping) ผังใยแมงมุม (Spider Map) ผังมโนทัศน์ (Concept Map) ผังที่ชาร์ต (T-Chart) ผังเรียงลำดับ (Event Chain) และ ผังวัฏจักร (Cyclical Map) โดยการแทรกผังกราฟิกในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขันขยายความรู้ ของ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7E ตามความเหมาะสมของเนื้อหา และวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และเกิดการจดจำที่ยาวนาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก มีขั้นตอนดังนี้

6.1.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) หมายถึง ขั้นที่ครูจะต้องทำหน้าทีในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้กับนักเรียนและครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

6.1.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) หมายถึง การนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

6.1.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) หมายถึง ขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจและค้นพบคำตอบด้วยตนเองด้วยการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

6.1.4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) หมายถึง ขั้นที่นักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอเมื่อได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ ตามรูปแบบของผังกราฟิก ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลองได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพื่อหาคำตอบสำหรับข้อสงสัยที่ตั้งประเด็นไว้ในขั้นสร้างความสนใจ โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลาย

ทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้ เกิดการเรียนรู้

6.1.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) หมายถึง การนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มาก และทำให้เกิดความรู กว้างขวางขึ้น โดยการใช้เทคนิคผังกราฟิกเป็นการขยายกรอบแนวคิดของนักเรียนและต่อเติมให้ สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม โดยการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดง ความ คิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6.1.6 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) หมายถึง ขั้นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วย ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้ ครูจึงส่งเสริมให้ นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ และเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

6.1.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase) หมายถึง ขั้นที่ครูจะต้องมีการ จัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อ ชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้นำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

6.2 การจัดการเรียนรู้ตามแบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 3 ขั้น หรือ 5 ขั้นให้กับนักเรียนตามคู่มือครูรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามมาตรฐาน การเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดจากความรู้ ความสามารถของนักเรียน ในเนื้อหาสาระตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดให้เรียน ตามแนวคิด ของบลูมซึ่งมีขอบเขตของพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ และการ วิเคราะห์ ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

6.4 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อหา ส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไร เป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการของอะไร จนได้ความคิดเพื่อนำไปสู่การสรุป ประยุกต์ใช้ ทำนายหรือคาดการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสร้างสรรค์ โดยวัดจากการ เปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่

ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับการเรียน การสอนตามแบบปกติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประเภทของการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม ประกอบด้วย

6.4.1 การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะ ค้นหา ส่วนประกอบย่อย ที่สำคัญของสิ่งของ/เรื่องราว/เหตุการณ์ ได้อย่างถูกต้องชัดเจน

6.4.2 การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความสำคัญย่อย ๆ ของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์นั้นว่ามีความสัมพันธ์ เกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร การระบุความเหมือนและความแตกต่าง และการวิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์เพื่อระบุความมาก น้อย เรียงลำดับความสัมพันธ์ รวมถึงการวิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์

6.4.3 การคิดวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การระบุโครงสร้าง เรื่องราว สิ่งของ เหตุการณ์ว่าสิ่งเหล่านั้นดำรงอยู่ในสภาพเช่นนั้นเนื่องจากอะไร มีอะไรเป็นแกนหลัก มีหลักการ ใด ๆ และสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยงหลักการนั้น

7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

7.1 นักเรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้นและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน

7.2 ได้แนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

7.3 เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่จะนำเอาความรู้ จากการศึกษามาประยุกต์ใช้ และปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับ สภาพของความต้องการ วุฒิภาวะของนักเรียน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่องการดำรงชีวิตของพืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และได้นำเสนอหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. สารระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

1.1 ขอบเขตสารระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.2 ตัวชี้วัด และสารระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

2.1 ความหมายของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

2.3 ขั้นตอนกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

3. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก

3.1 ความหมายของผังกราฟิก

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้

3.3 ประเภทของผังกราฟิก

3.4 ประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายและขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.2 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5.1 ความหมายและขอบเขตของการคิดวิเคราะห์

- 5.2 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
- 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. สารระการเรีนรู้วิทยาศาสตร์หลักรูตรแกนกลางการศึกษาชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาชั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 1-2) ได้พัฒนาหลักรูตรและจัดทำสารระการเรีนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักรูตรแกนกลางการศึกษาชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยมีขอบเขตสารระการเรีนรู้ ดังนี้

1.1 ขอบเขตสารระการเรีนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรีนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรีนได้เรีนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้งด้านความรู้ในเนื้อหาและกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการต่าง ๆ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้งองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากรหลาย ให้นักเรีนมีส่วนร่วมในการเรีนรู้ทุกชั้นตอน มีการลงมือปฏิบัติอย่างหลากรหลาย เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน โดยมีสารระการเรีนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น 4 สารระ ดังแสดงตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขอบเขตสารระการเรีนรู้วิทยาศาสตร์

สารระที่	เรีน	ขอบเขตสารระการเรีนรู้วิทยาศาสตร์
1	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological Science)	เรีนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากรหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
2	วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical Science)	เรีนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงานและคลื่น

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

สาระที่	เรื่อง	ขอบเขตสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3	วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ (Earth and Space Science)	เรียนรู้เกี่ยวกับโลกและกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางธรณีวิทยา และการนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของโลก การเปลี่ยนแปลงลักษณะลมฟ้าอากาศ และการดำรงชีวิตของมนุษย์โลกใน เอกภพ และดาราศาสตร์กับมนุษย์
4	เทคโนโลยี (Technology)	<ul style="list-style-type: none"> การออกแบบและเทคโนโลยี (Designing and Technology) เรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคม ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม <ul style="list-style-type: none"> วิทยาการคำนวณ (Computing Science) เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จากขอบเขตสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังกล่าว สาระที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช คือ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารผ่านเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยได้วิเคราะห์ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และสาระการเรียนรู้
แกนกลาง ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 วิเคราะห์ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. อธิบายกระบวนการแพร่ และออสโมซิส จากหลักฐานเชิงประจักษ์ และยกตัวอย่าง การแพร่และออสโมซิสในชีวิตประจำวัน	• เซลล์มีการนำสารเข้าสู่เซลล์ เพื่อใช้ในกระบวนการต่างๆ ของเซลล์ และมีการขจัดสารบางอย่างที่เซลล์ไม่ต้องการออกนอกเซลล์ การนำสารเข้าและออกจากเซลล์มีหลายวิธี เช่น การแพร่ เป็นการเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารสูงไปสู่บริเวณที่มีความเข้มข้นของสารต่ำ ส่วนออสโมซิสเป็นการแพร่ของน้ำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์จากด้านที่มีความเข้มข้นของสารละลายต่ำ ไปยังด้านที่มีความเข้มข้นของสารละลายสูงกว่า
2. ระบุปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	• กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชที่เกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์ จำเป็นต้องใช้แสง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ คลอโรฟิลล์ และน้ำ ผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ น้ำตาล และแก๊สออกซิเจน
3. อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	• การสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต เพราะเป็นกระบวนการเดียวที่สามารถนำพลังงานแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานในรูปสารประกอบอินทรีย์และเก็บสะสมในรูปแบบต่าง ๆ ในโครงสร้างของพืช พืชจึงเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตอื่น นอกจากนี้กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงยังเป็นกระบวนการหลักในการสร้างแก๊สออกซิเจนให้กับบรรยากาศ เพื่อให้พืชและสิ่งมีชีวิตอื่นใช้ในกระบวนการหายใจ
4. ตระหนักในคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยการร่วมกันปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ในโรงเรียนและชุมชน	

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
5. บรรยายลักษณะและหน้าที่ของไซเล็ม และโฟลเอ็ม	<ul style="list-style-type: none"> • พืชมีไซเล็ม และโฟลเอ็ม เป็นเนื้อเยื่อที่มีลักษณะคล้ายท่อเรียงตัวกันเป็นกลุ่มเฉพาะที่ โดยไซเล็มทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร มีทิศทางการลำเลียงจากรากไปสู่ลำต้น ใบ และส่วนต่าง ๆ ของพืช เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง รวมถึงกระบวนการอื่น ๆ ส่วนโฟลเอ็ม ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง มีทิศทางการลำเลียงจากบริเวณที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของพืช
6. เขียนแผนภาพที่บรรยายทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็ม และโฟลเอ็ม ของพืช	<ul style="list-style-type: none"> • พืชดอกทุกชนิดสามารถสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้ และบางชนิดสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้
7. อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศของพืชดอก	<ul style="list-style-type: none"> • การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เป็นการสืบพันธุ์ที่มีการผสมกันของสเปิร์มกับเซลล์ไข่ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอกเกิดขึ้นที่ดอก โดยภายในอับเรณูของเพศผู้มีเรณู ทำหน้าที่สร้างสเปิร์ม และภายในออวุลของส่วนเกสรเพศเมีย มีถุงเอ็มบริโอ ทำหน้าที่สร้างเซลล์ไข่
8. อธิบายลักษณะโครงสร้างของดอกที่มีส่วนทำให้เกิดการถ่ายเรณู รวมทั้งบรรยายการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ด และการงอกของเมล็ด	<ul style="list-style-type: none"> • การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เป็นการสืบพันธุ์ที่พืชต้นใหม่ ไม่ได้เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างสเปิร์มกับเซลล์ไข่ แต่เกิดจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ราก ลำต้น ใบ มีการเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นมาเป็นต้นใหม่ได้ • การถ่ายเรณู คือ การเคลื่อนย้ายของเรณูจากอับเรณูไปยังยอดเกสรเพศเมีย ซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะและโครงสร้างของดอก เช่น สีของกลีบดอก ตำแหน่งของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย โดยมีสิ่งๆที่ช่วยในการถ่ายเรณู เช่น แมลง ลม
9. ตระหนักถึงความสำคัญของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณูของพืชดอก โดยการไม่ทำลายชีวิตของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณู	<ul style="list-style-type: none"> • การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เป็นการสืบพันธุ์ที่พืชต้นใหม่ ไม่ได้เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างสเปิร์มกับเซลล์ไข่ แต่เกิดจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ราก ลำต้น ใบ มีการเจริญเติบโตและพัฒนาขึ้นมาเป็นต้นใหม่ได้ • การถ่ายเรณู คือ การเคลื่อนย้ายของเรณูจากอับเรณูไปยังยอดเกสรเพศเมีย ซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะและโครงสร้างของดอก เช่น สีของกลีบดอก ตำแหน่งของเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย โดยมีสิ่งๆที่ช่วยในการถ่ายเรณู เช่น แมลง ลม

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<ul style="list-style-type: none"> • การถ่ายเรณู นำไปสู่การปฏิสนธิในถุงเอ็มบริโอที่อยู่ภายในอวุล หลังการปฏิสนธิจะไตไซโกต และเอนโดสเปิร์ม ไซโกตจะพัฒนาต่อไปเป็นเอ็มบริโอ อวุลพัฒนาไปเป็นเมล็ด และรังไข่พัฒนาไปเป็นผล • ผลและเมล็ด มีการกระจายออกจากต้นเดิม โดยวิธีการต่างๆ เมื่อเมล็ดไปตกในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะเกิดการงอกของเมล็ดโดยเอ็มบริโอภายในเมล็ดจะเจริญออกมา ในระยะแรกจะอาศัยอาหารที่สะสมภายในเมล็ด จนกระทั่งใบแท้พัฒนาจนสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้เต็มที่และสร้างอาหารได้เองตามปกติ
10. อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช	<ul style="list-style-type: none"> • พืชต้องการธาตุอาหารที่จำเป็นหลายชนิดในการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิต
11. เลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับพืชในสถานการณ์ที่กำหนด	<ul style="list-style-type: none"> • พืชต้องการธาตุอาหารบางชนิดในปริมาณมาก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ซึ่งในดินอาจมีไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของพืช จึงต้องมีการให้ธาตุอาหารในรูปของปุ๋ยกับพืชอย่างเหมาะสม
12. เลือกวิธีการขยายพันธุ์พืช ให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช	<ul style="list-style-type: none"> • มนุษย์สามารถนำความรู้เรื่องการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ มาใช้ในการขยายพันธุ์ เพื่อเพิ่มจำนวนพืช เช่น การใช้เมล็ดที่ได้จากการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศมาเพาะเลี้ยง วิธีการนี้จะได้พืชในปริมาณมาก แต่อาจมีลักษณะที่แตกต่างไปจากพ่อแม่ ส่วนการตอนกิ่ง การปักชำ การต่อกิ่ง การติดตา การทาบกิ่ง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นการนำความรู้เรื่องการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืช มาใช้ในการขยายพันธุ์ เพื่อให้ได้พืชที่มีลักษณะเหมือนต้นเดิม ซึ่งการขยายพันธุ์แต่ละวิธีมีหลักการแตกต่างกัน จึงควรเลือกให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์โดยต้องคำนึงถึงชนิดของพืชและลักษณะการสืบพันธุ์ของพืช

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
13. อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ	• เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นการนำความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมาใช้ในการเพิ่มจำนวนพืชและทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ในหลอดทดลอง ซึ่งจะได้พืชจำนวนมากในระยะเวลาสั้น และสามารถนำเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาประยุกต์เพื่อการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชปรับปรุงพันธุ์พืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจผลิตยาและสารสำคัญในพืชและอื่น ๆ
14. ตระหนักถึงประโยชน์ ของการขยายพันธุ์พืช โดยการนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน	

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. น.21-24

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

การสอนแบบสืบเสาะ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเน้นนักเรียนเป็นสำคัญของการเรียน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2555, น.53) ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Teaching Method) มีผู้เรียกชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น การสืบเสาะ การสืบสอบ การสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งทุกชื่อมีความหมายในทำนองเดียวกัน สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ซึ่งความหมายของการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

2.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

ประสาน เนืองเฉลิม (2550, น. 26) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ว่าเป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนจะทำให้ครูค้นพบ

ว่านักเรียนต้องการเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและสนุกกับการเรียน ปรับประยุกต์สิ่งที่เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น.11) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่างๆ รอบตัวอย่างเป็นระบบ และเสนอคำอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ มีวิธีการอย่างหลากหลาย เช่น การสำรวจ การสืบค้น การทดลอง การสร้างแบบจำลอง

สุทธิดา จำรัส (2557, น. 8-7-8-10) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่สะท้อนลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ ด้วยการใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ เพื่อสืบเสาะ สำรวจ และทดลองด้วยวิธีการที่หลากหลายเพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E เป็นการให้นักเรียนสร้างความเข้าใจความคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะผ่านกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ มีการทดลอง เน้นการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมและความรู้พื้นฐานของนักเรียน รวมทั้งการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย เป็นวิธีสอนที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดในการเสาะหาความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล โดยครูเป็นผู้ทำหน้าที่ในจัดบรรยากาศการเรียนให้อำนวยต่อการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

2.2.1 แนวคิดเกี่ยวกับความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ได้พัฒนาขึ้นโดยคาร์พลัสและเทียร์ (Karplus and Their, 1967) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้าง (Invention) และขั้นค้นพบ (Discovery) ต่อมาบาร์แมนและโกตาร์ (Barman and Kotar, 1989, pp. 30-32) ได้ปรับเปลี่ยนเป็นขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นแนะนำ

มโนทัศน์ (Concept Introduction) และขั้นประยุกต์มโนทัศน์ (Concept Application) ซึ่งเป็นการปรับเปลี่ยนในขั้นสร้างและขั้นค้นพบจากเดิม ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษา

ต่อมาในปี ค.ศ. 1990 กลุ่มนักการศึกษาในโครงการ Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS ได้ปรับการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือ เรียกชื่อว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น (นันทิยา บุญเคลือบ, 2540, น. 13-14) โดยแต่ละขั้นมีสาระและรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยความสนใจของตนเอง การอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่ที่น่าสนใจ อาจมาจากความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษา ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นอาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจในเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถามที่สนใจศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ขัดแย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งก็ช่วยให้เชื่อมโยงเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

ต่อมาไอเซนคราฟท์ (Eisenkraft. 2003) ได้เสนอรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จาก 5E เป็น 7E โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและสนุกกับการเรียน และยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนความรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีการปรับเปลี่ยนเพิ่มเติมเป็น 7 ขั้น ดังนี้

- 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)
- 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)
- 3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)
- 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)
- 5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)
- 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) และ
- 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

ซึ่งขั้นที่ปรับปรุงเพิ่มเติมจาก 5 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) และ ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับนักเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E เป็นการจัดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้ ซึ่งมีการพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E โดยเพิ่มขั้นค้นหาความรู้เดิมหรือพื้นฐานความรู้ (Elicit) ต่อจากขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) และเพิ่มขั้นใช้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ (Extension) เข้าไปหลังขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

2.2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้

แบบ 7E

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E เป็นการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ จึงมีพื้นฐานแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ปกติ แต่มีการเพิ่มแนวคิดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น จึงมีรายละเอียดตามแนวคิดของนักวิชาการศึกษาหลายท่าน ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น. 78-81) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ ออซูเบล ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น นักเรียนเคยมีพื้นฐานซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ ซึ่งจะส่งผลให้การเรียนรู้สิ่งใหม่มีความหมาย แต่หากนักเรียนจะต้องเรียนรู้สิ่งใหม่โดยไม่มีพื้นฐานในสิ่งนั้นมาก่อน นักเรียนพยายามรับรู้สิ่งที่เรียนและพยายามจดจำให้ได้

เรียนการเรียนรู้ลักษณะนี้ว่า การเรียนรู้แบบท่องจำ เพราะนักเรียนสามารถเรียนได้ แต่ไม่รู้ความหมาย ด้วยเหตุนี้ ออซูเบล จึงเสนอแนวการสอนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยมีหลักการอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก ก่อนสอนสิ่งใหม่ต้องสำรวจความรู้ ความเข้าใจเดิมของนักเรียนก่อนว่า นักเรียนพอจะมีความเข้าใจในเรื่องหรือเนื้อหาสาระที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ประการที่สอง ครูสามารถช่วยให้นักเรียนจำสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ โดยทำให้นักเรียนเห็นความเหมือนและความแตกต่างของความรู้ใหม่และความรู้เดิม โดยในการสอนต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่กับความรู้เดิม และต้องให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้

ชนาธิป พรกุล (2554, น. 72-89) กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้พื้นฐานจิตวิทยา การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ 7 ชั้น ดังนี้ ทฤษฎีสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับการสร้างองค์ความรู้ของตัวเอง โดยนักเรียนอาจมีความรู้เดิมมาก่อน นั่นหมายความว่า ความรู้นั้นจะเป็นไปตามพื้นฐานประสบการณ์ของตนเอง ซึ่งอาจจะไม่เหมือนบุคคลอื่น เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับ การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองเป็นสำคัญ ครูครูจะเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนจดจำ ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงวุฒิภาวะประสบการณ์เดิมและสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนได้รับมาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การพัฒนาแนวคิดหลักของเด็ก จะเกิดขึ้นในสมองของนักเรียน ซึ่งอาจสอดคล้องหรือขัดแย้งกับความเข้าใจและข้อเท็จจริงได้ และในการพัฒนานั้น เด็กจะสร้างแนวคิดอยู่ตลอดเวลาโดยไม่จำเป็นต้องมีการสอนในห้องเรียน จากแนวคิดดังกล่าว นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

1) ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งไปที่กระบวนการสร้างความรู้ เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนเห็น นักเรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2) เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดไปสู่การสาธิต กระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลายการเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3) ในการเรียนการสอน นักเรียนจะเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว นักเรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำข้อมูลหรือประสบการณ์ต่างๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้นักเรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่างๆ ที่เป็นจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน

4) ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือนักเรียนในการเรียนรู้

กึ่งฟ้า สินธุ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2557, น. 51-53) ได้กล่าวถึงพื้นฐานจิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ 7 ชั้น ดังนี้

1) ทฤษฎีการพัฒนาสติปัญญาของเพียเจต์ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ยึดแนวคิดของกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้ นิยามมาอธิบายเรื่องการเรียนรู้มนุษย์เป็นผู้สร้างความรู้ การได้ความรู้ขึ้นอยู่กับปรากฏการณ์ของความรู้และความรู้ที่มนุษย์มีอยู่ก่อน ความรู้ที่มีอยู่ก่อนจะช่วยในการแปลความหมายของความรู้ใหม่นั้น และเชื่อว่า ความรู้ไม่ได้มาจากการลอกเลียนสิ่งที่เกิดขึ้น แต่การเรียนรู้เป็นการกระทำ

2) ทฤษฎีการพัฒนาความคิดอย่างอิสระ แก้ปัญหา การสืบเสาะหาความรู้ของ ชูแมน เชื่อว่า ในการสืบเสาะหาความรู้ที่แท้จริง ควรตระหนักว่า ทรรศนะของบุคคลที่สองจะช่วยเพิ่มพูนความคิดของตนในการพัฒนาความรู้ การรับฟังแนวความคิดของผู้ร่วมงานจะช่วยได้มาก ถ้าเราสามารถที่จะอดทนต่อนานาทรรศนะได้ รูปแบบการสอนเพื่อฝึกการสืบเสาะโดยอาศัยแนวคิดดังนี้

- (1) นักเรียนจะสืบเสาะหาความรู้เมื่อเขาเกิดความสงสัย
- (2) นักเรียนสามารถจะตระหนักและเรียนรู้ยุทธศาสตร์การคิดของตนเอง
- (3) ยุทธศาสตร์การคิดใหม่ ๆ เป็นสิ่งที่สามารถให้แก่แก่นักเรียนได้โดยตรง
- (4) ความร่วมมือในการสืบเสาะช่วยให้เกิดความคิดเพิ่มขึ้น และช่วยให้เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของความรู้ที่ไม่แน่นอนตายตัว และเรียนรู้ที่จะพอใจกับความรู้ที่เกิดขึ้นอย่างหลากหลายได้

3) ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการเรียนรู้โดยการนำสิ่งที่เรียนรู้เชื่อมโยงเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม วิธีสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข (1) ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุและผล ต่อเนื่องกับความรู้เดิม (2) โครงสร้างความรู้เดิมของนักเรียนต้องสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ได้ (3) นักเรียนต้องสนใจและมีเจตนาแน่วแน่ที่จะเรียนรู้ที่มีความหมาย

สรุปได้ว่า ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้โดยสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของออสเชเบล ชูแมน และ Constructivism เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ทำให้ครูค้นพบว่า นักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนเนื้อหาอื่น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมที่นักเรียนมีทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน โดย

เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเองเป็นสำคัญ ครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนจดจำ

2.3 ขั้นตอนกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 156-157) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 7E เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ ความสำคัญเกี่ยวกับ การตรวจสอบ ความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้และการตรวจสอบ ความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหา บทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้น ให้เด็กได้แสดง ความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคม ท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและเด็กสามารถเชื่อมโยง การเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผน การจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือ เรื่องที่ น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่ น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็ก เพิ่ง เรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามยั่วยู่ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียน

3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็น หรือคำถาม ที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือ ปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สสำรวจ ทดลองกิจกรรม ภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและ ดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนก็จะนำข้อมูล เหล่านั้นมาทำการ วิเคราะห์ แผลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้าง แบบจำลอง รูปภาพ ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุป และอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไปขั้นนี้จะทำ ให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่

5) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือ เหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยง เกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6) **ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถ นำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7) **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)** ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันครูเป็นผู้นำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้าง ความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

สุทธิดา จำรัส (2557, น. 8-16) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 7E มีรายละเอียดทั้ง 7 ขั้น ดังต่อไปนี้

1) **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การ ดำเนินกิจกรรมเพื่อสร้างแนวคิดใหม่ สามารถทำได้โดยใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็นหรือเกิดคำถาม โดยกิจกรรมควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมของนักเรียนกับกิจกรรมการ เรียนรู้ที่กำลังจะปฏิบัติ ทั้งนี้กิจกรรมต้องช่วยจัดกรอบแนวคิดของนักเรียนเพื่อให้สามารถเข้าใจหรือรู้ จุดมุ่งหมายของการเรียนหรือกิจกรรมที่กำลังจะปฏิบัติได้

2) **ขั้นค้นหาความรู้เดิม/ความรู้พื้นฐาน (Elicit)** ขั้นนี้เป็นการศึกษาความรู้เดิมของนักเรียนในเรื่องหรือ ในแนวคิดที่กำลังจะเรียน เพื่อให้ครูรู้ถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (misconception) ของนักเรียน รวมไปถึงจุด เชื่อมต่อระหว่างประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อนำไปสู่กิจกรรมใหม่หรือเป็นการต่อยอดจากสิ่งที่นักเรียนรู้มา ก่อนแล้ว เพราะในนักเรียนที่มีประสบการณ์น้อย (novice learner) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่ปรากฏใน แบบจำลองในความคิด (mental model) ของนักเรียน มักจะไม่ตรงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (scientific concept) ทั้งนี้หากครูไม่ระวังหรือไม่ได้ให้ความสนใจกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนก่อน ความเข้าใจที่ คลาดเคลื่อนนั้นจะมีผลต่อการสร้างแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ หรือเกิดผสมผสานเป็นแนวคิดที่ถูกต้องเพียง บางส่วน (partial understanding) ซึ่งมีผลให้กิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้นั้นไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

3) **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** ขั้นนี้เป็นหัวใจของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และเป็นขั้นที่ครูต้องอาศัยความรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และวิธีสอนในการกำหนดกิจกรรมสำหรับนักเรียน ซึ่งกิจกรรมในขั้นนี้จะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับธรรมชาติของเนื้อหา ในขั้นนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสใช้ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างหลากหลาย รวมทั้งการฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การกำหนดตัวแปร การออกแบบและ ดำเนินการทดลอง การเก็บข้อมูล การสร้าง แผนภูมิและแผนภาพ การตีความผลการสืบเสาะ การจัดระบบข้อมูล ที่ได้ บทบาทของครูในขั้นนี้มีความสำคัญในฐานะผู้ตั้งคำถาม แนะนำวิธีการสืบเสาะ ให้ข้อเสนอแนะใน แต่ละขั้นของการลงมือปฏิบัติ

4) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้สะท้อนความเข้าใจโดยการอธิบายเกี่ยวกับผลที่ได้จากกิจกรรมในขั้นสำรวจและค้นหา โดยครูต้องเชื่อมโยงไปยังคำถามที่เกิดขึ้น ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ต้องใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิด รวมทั้งเปรียบเทียบกับแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ได้ในขั้นค้นหาความรู้เดิม เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ การอภิปรายหรือนำเสนอสาระสำคัญของแผนการเรียนรู้จะปรากฏในขั้นนี้ นอกเหนือจากการ อธิบายและลงข้อสรุปแนวคิดแล้ว นักเรียนสามารถแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อให้มีรายละเอียดครอบคลุมจุดประสงค์ของบทเรียน

5) **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นขั้นที่ครูจะช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม โดยสามารถลงรายละเอียดในแนวคิดนั้นๆ หรือขยายแนวคิด ออกไปเพื่อให้เห็นภาพรวมของสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องก็ได้

6) **ขั้นใช้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ (Extension)** ขั้นนี้จะแตกต่างกับขั้นขยายความรู้ คือ เป็นการให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความรู้ที่ได้กับสถานการณ์ใหม่เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายมากยิ่งขึ้น รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกใช้สิ่งที่ตนเองเรียนรู้มาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ทั้งนี้รวมถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย

7) **ขั้นประเมิน (Evaluation)** ขั้นประเมินสามารถทำได้ในทุก ๆ ขั้นของ 7E โดยการประเมินจะให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเองอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินพัฒนาการของนักเรียน ว่าเป็นไปตามจุดประสงค์ของบทเรียนหรือไม่

นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงส์ (2560, น. 10 -18) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) **ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit)** เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิมที่สามารถเชื่อมโยงได้กับความรู้ใหม่ โดยครูจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ที่ต้องการสอน ด้วยการตั้งคำถามให้ตอบ กระตุ้นให้เล่าเรื่องต่างๆ หรือให้ทำแบบทดสอบสั้นๆ

- 2) **ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)** เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ครูต้องการให้นักเรียนเกิดความสนใจ สงสัย และอยากรู้ข้อมูลความรู้
- 3) **ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)** เป็นขั้นการจัดการให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบของสิ่งที่สนใจหรือสงสัยไว้ในขั้นสร้างความสนใจ
- 4) **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)** เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนนำคำตอบที่เป็นข้อมูลในขั้นสำรวจและค้นหา มาประมวล/สังเคราะห์เพื่อตอบคำถามสิ่งที่สนใจ/สงสัยที่ตั้งประเด็นไว้ในขั้นสร้างความสนใจ เป็นการเน้นย้ำการทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายของนักเรียนให้ชัดเจนมากขึ้น และเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ค้นพบจากการสำรวจและค้นหามาอธิบายตนเองตลอดจนตรวจสอบความคิดของตนเองกับผู้อื่นในเรื่องเดียวกัน
- 5) **ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)** เป็นขั้นที่นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมหรือต่อยอดจากฐานความรู้ที่ได้ค้นพบ เป็นความรู้ที่ต่อเนื่อง มีขอบเขตกว้างขวางมากขึ้น หรือตรวจสอบความรู้เดิมให้มีความชัดเจนสมบูรณ์มากขึ้น
- 6) **ขั้นประเมิน (Evaluate)** เป็นขั้นที่นักเรียนได้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง
- 7) **ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Extend)** นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงาน โดยการจัดสถานการณ์กำหนดประเด็นปัญหากระตุ้นนักเรียน หรือมอบหมายงานให้นักเรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E นับเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเรียนรู้เพื่อค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น. 221) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ว่า ครูมีบทบาทต้องทำหน้าที่เป็นผู้ให้การช่วยเหลือหรือให้คำแนะนำแก่นักเรียนเท่านั้นโดยไม่ใช้ผู้ให้คำตอบ เมื่อนักเรียนมีข้อขัดข้องตอนใดครูจะหาวิธีตอบคำถามนักเรียนในแนวที่กระตุ้นให้คิดและพยายามแนะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง ส่วนบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E นั้น ได้กำหนดไว้ชัดเจนว่า นักเรียนเป็นผู้มีส่วนร่วมในการค้นหาความรู้อย่างมาก ความรู้มิใช่มาจาก

ครูทั้งหมด ที่มาจากครูเป็นเพียงส่วนน้อยหรือเป็นส่วนประกอบเท่านั้น บทบาทนักเรียนเป็นผู้สังเกต ทดลอง บันทึกข้อมูล และสรุปความรู้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้โดยอาศัยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 158-160) ได้กล่าวว่า บทบาทของครูและนักเรียนใน การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู เดิม (Elicit)	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้ประสบการณ์เดิม ของนักเรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามตามความเข้าใจ - ตนเองแสดงความคิดเห็นอย่าง อิสระ - ครูกับนักเรียนอภิปราย ร่วมกันและนักเรียนกับนักเรียน
2. ได้รับความสนใจ (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนนัก มาคิด และอภิปรายร่วมกัน 	<ul style="list-style-type: none"> - ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - กระจายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอ ความคิด - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่ สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ชั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. สำรวจค้นหา (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ซักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
4. อธิบายและลง ข้อสรุป (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ให้นักเรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความ และบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ได้ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอด 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมา - ให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตข้ออธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยานหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรมสำรวจ ตรวจสอบ - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจตรวจสอบต่อไป
7. นำความรู้ไปใช้ (Extend)	<ul style="list-style-type: none"> - กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน 	<ul style="list-style-type: none"> - นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ (2560, น. 19-21) ได้กล่าวว่า บทบาทของครูและเป้าหมายนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เป้าหมายนักเรียนและบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

ขั้นตอนสำคัญ	เป้าหมาย	บทบาทของครู
1. ทบทวนความรู้เดิม (Elicit)	<ul style="list-style-type: none"> กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความรู้เดิมที่สามารถเชื่อมโยงได้กับความรู้ใหม่ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีต่าง ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> จัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงความรู้/ความเข้าใจ ความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ที่ต้องการสอน โดยการตั้งคำถามให้ตอบ/กระตุ้นให้เล่าเรื่องราวต่างๆ ให้ทำแบบทดสอบสั้น ๆ
2. สร้างความสนใจ (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความสนใจ/สงสัย/อยากรู้คำตอบของข้อมูลที่เป็นความรู้ใหม่ ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องระบุประเด็นของสิ่งที่สนใจ/สงสัยได้ 	<ul style="list-style-type: none"> จัดกิจกรรม/สร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม โดยการสาธิต การทดลอง/นำเสนอข้อมูลที่ น่าสงสัย/การนำเสนอข่าวเหตุการณ์ที่น่าสงสัย
3. สำรวจและค้นหา (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> ให้นักเรียนได้ทำงานในลักษณะต่างๆ เพื่อได้ค้นพบคำตอบของสิ่งที่สนใจ/สงสัย ที่ระบุไว้ในขั้นสร้างความสนใจ 	<ul style="list-style-type: none"> อำนวยความสะดวก/ให้คำแนะนำ ส่งเสริมให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและวางแผนการทดลอง/สืบค้นและรวบรวมข้อมูลเพื่อสำรวจตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้
4. อธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	<ul style="list-style-type: none"> ให้นักเรียนนำคำตอบที่เป็นข้อมูลจากการทำงานในขั้นสำรวจและค้นหา มาประมวล/สังเคราะห์ เพื่อตอบคำถามสิ่งที่สนใจ/สงสัย ที่ตั้งประเด็นไว้ในขั้นสร้างความสนใจ 	<ul style="list-style-type: none"> ส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจและค้นหา มาวิเคราะห์แนะนำวิธีการจัดกระทำข้อมูลในรูปของตาราง กราฟแผนภาพ แสดงแนวโน้ม/แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยตั้งคำถามนำทางให้นักเรียนได้สรุปและอภิปรายผลการทดลอง/ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น อย่างมีเหตุผล กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องของผลการทดลองกับสมมติฐานที่นักเรียนตั้งไว้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	เป้าหมาย	บทบาทของครู
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูลใหม่เพิ่มเติมจากหลักฐาน ความรู้ที่ได้ค้นพบ เป็นความรู้ที่ต่อเนื่องกันทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ประเด็นเดิมแต่มีขอบเขตกว้างขวางมากขึ้นหรือตรวจสอบความรู้เดิมให้มีความชัดเจน สมบูรณ์มากขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นและอำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นโดย 1) ตั้งประเด็นให้นักเรียนอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนนำเสนอไว้หรือ 2) ชักถามให้นักเรียนเกิดความชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้/ข้อค้นพบที่นักเรียนนำเสนอไว้ หรือ 3) ตั้งคำถาม/ประเด็นให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมหรือ 4) กระตุ้นให้เกิดข้อสงสัยใหม่ในเรื่องที่ต่อเนื่องกับความรู้ที่ได้ค้นพบและเปิดโอกาสให้ทำการสำรวจและค้นหาและอธิบายลงข้อสรุปใหม่อีกรอบ
6. ประเมินผล (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> ให้นักเรียนได้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและกระบวนการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ประเมินจุดเด่น จุดด้อยในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองโดย <ol style="list-style-type: none"> ให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับนักเรียนคนอื่น ๆ หรือ ให้นักเรียนพูดถึงวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองหรือ ให้นักเรียนนำความรู้หรือแบบจำลองหรือแบบแผนผังความรู้ไปอธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	เป้าหมาย	บทบาทของครู
7. ประยุกต์ใช้ความรู้ (Extend)	<ul style="list-style-type: none"> ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้แก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ผลงาน 	<ul style="list-style-type: none"> จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดย 1) กำหนดประเด็นปัญหาให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา 2) กำหนดงานให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ในการคิดสร้างสรรค์ผลงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ในลักษณะต่างๆ ที่หลากหลาย

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E สรุปได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ซึ่งเป็นรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูมีบทบาทหน้าที่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของนักเรียน สร้างความสนใจ กระตุ้นการเรียนรู้ให้กับนักเรียน อำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรม และส่งเสริมให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมีบทบาทในการให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนรู้ ร่วมแสดงความคิดเห็น ตอบคำถาม สืบเสาะหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อภิปรายผลจากข้อมูล ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ลงข้อสรุปข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ พร้อมทั้งนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก

3.1 ความหมายของผังกราฟิก

ทิสนา แคมมณี (2550, น. 388) กล่าวว่า ผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิดซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้นๆ การใช้ผังกราฟิกเป็นทักษะที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่างๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และ

จดจำได้นาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเนื้อหาสาระหรือข้อมูลต่างๆ ที่นักเรียนประมวลมานั้นอยู่ในลักษณะกระจัดกระจาย ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนจัดข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นระบบระเบียบ อยู่ในรูปแบบที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย นอกจากนี้ใช้ในการประมวลความรู้หรือจัดระบบความรู้ดังกล่าวแล้ว ในหลายกรณีที่นักเรียนมีความคิดริเริ่มหรือสร้างความคิดขึ้น ผังกราฟิกยังเป็นเครื่องมือทางการคิดที่ดี เนื่องจากการสร้างความคิด ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมอยู่ในสมอง จำเป็นต้องมีการแสดงออกมาให้เห็นในรูปธรรม ผังกราฟิกเป็นรูปแบบของการแสดงออกของความคิดที่สามารถมองเห็นและอธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจน และประหยัดเวลาด้วย

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 248) กล่าวว่า ผังกราฟิกหรือแผนผังรูปภาพที่แสดงความคิดเห็นหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบระเบียบในรูปแบบต่าง ๆ กัน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนสามารถนำเอาข้อมูลที่อยู่อย่างกระจัดกระจายจำนวนมากมาจัดระบบระเบียบ สามารถอธิบายให้เกิดความเข้าใจและจดจำความรู้ เนื้อหาสาระนั้นๆ ได้ง่ายและยาวนาน เนื่องจากมีความเชื่อว่าคนเราจะสามารถจดจำสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปภาพได้ดีกว่าตัวหนังสือ ดังนั้น ผังกราฟิกจึงเป็นการประมวลความคิดที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมที่สามารถมองเห็นได้ และอธิบายได้ง่าย รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และเกิดความคิดได้เป็นอย่างดี

นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ (2557, น. 9-24) กล่าวว่า การเขียนผังกราฟิกเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนจัดระบบข้อมูลความรู้เมื่อได้รับประสบการณ์ใหม่ โดยการนำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมในกระบวนการทางสมอง โดยนักเรียนเขียนข้อมูลที่รู้และเข้าใจออกมาเป็นแผนผัง แสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงต่าง ๆ และอธิบายถึงความสัมพันธ์เหล่านั้นเป็นข้อมูลที่ยืนยันความเข้าใจ และสามารถตรวจสอบได้

จากข้อความที่กล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่า ผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิดของเรื่องราวหรือข้อมูลสำคัญๆ ที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบระเบียบในรูปแบบต่างๆ กัน โดยใช้เส้น คำ สี่ เครื่องหมาย รูปทรงเรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ ซึ่งเป็นการนำเอาข้อมูลที่อยู่อย่างกระจัดกระจายมาจัดระบบระเบียบใหม่ เพื่ออธิบายให้เกิดความเข้าใจและจดจำความรู้ เนื้อหาสาระนั้นๆ ได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังนั้น ผังกราฟิกจึงเป็นการประมวลความคิดที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมที่สามารถมองเห็นได้ และอธิบายได้ง่าย รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการได้เป็นอย่างดี

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้ผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น. 191-193) กล่าวว่า การเรียนการสอนโดยใช้เทคนิค ผังกราฟิก มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning Theory) และการจัดเนื้อหาสาระก่อนเรียน (Advance Organizer) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ของอองซูเบล Ausubel (1968) ซึ่งต่อมาหลังจากปี 1968 จนมาถึงประมาณปี 1975 ได้เกิดแผนภาพในรูปแบบต่างๆ ขึ้นมากกว่า 20 ชนิด แล้วเรียกชื่อใหม่ว่า ผังกราฟิก (Graphic Organizer)

ทิสนา แชมมณี (2550, น. 388) กล่าวว่า การใช้ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา 4 ประการ ดังนี้

1. การแยกแยะข้อมูลเพื่อให้เห็นองค์ประกอบหลักที่เชื่อมโยงกันอยู่อย่างชัดเจน สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ตนเองได้ง่ายขึ้นตามแนวคิดของโนแวก และโกวิน

2. หากสมองมีการจัดโครงสร้างความรู้ไว้อย่างเป็นระบบ ระเบียบจะช่วยเรียกความรู้เดิมที่อยู่ในโครงสร้างทางปัญญาออกมาใช้เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ง่ายขึ้น ตามแนวคิดของอองซูเบล

3. ผังกราฟิกที่แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบหลักของเรื่องมีลักษณะเป็นภาพซึ่งง่ายต่อการที่สมองจะจดจำมากกว่าข้อความที่ติดต่อกันยาวยืด ตามแนวคิดของวิกอัสกี

4. การใช้ผังกราฟิกซึ่งมีลักษณะทั้งภาพ และข้อความสามารถช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนจะต้องมีทั้งการพูด ฟัง อ่าน เขียน คิด จึงจะสามารถจัดทำผังกราฟิกออกมาได้ เป็นการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

คลอสไมเออร์ (Klausmeier, 1985, p. 105 อ้างถึงในทิสนา แชมมณี 2550, น. 81) ได้กล่าวถึงทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูลไว้ว่า การเรียนรู้ของมนุษย์มีการทำงานเป็นขั้นตอน คือ การข้อมูล (Input) การเข้ารหัส (Encoding) และการส่งออกข้อมูล (Output) มีการประมวลข้อมูลโดยเริ่มจากสิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกในความจำระยะสั้น การบันทึกความจำนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการ คือ การรู้จัก (Recognition) และความใส่ใจ (Attention) ของบุคคลที่รับสิ่งเร้า บุคคลจะเลือกรับสิ่งเร้าที่ตนรู้จักหรือมีความสนใจสิ่งเร้า นั้นจะได้นับบันทึกลงในความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) ซึ่งจะดำรงอยู่ในระยะเวลาที่จำกัดมาก ในการทำงานที่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลไว้ชั่วคราว อาจต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการช่วยจำ เช่น การจัดกลุ่มคำ หรือการท่องซ้ำ ๆ กันหลายครั้ง ซึ่งสามารถช่วยให้จดจำสิ่งนั้นไว้ใช้งาน การเก็บข้อมูลไว้ในภายหลังสามารถทำได้โดยข้อมูลนั้นจำเป็นต้องได้รับการประมวล และเปลี่ยนรูปโดยการเข้ารหัส (Encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในความจำระยะยาว (Long-Term Memory) ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วย เช่น การท่องจำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง หรือการทำข้อมูลให้มีความหมายกับตนเอง โดยการสัมพันธ์สิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งเก่าที่เคยเรียนรู้มาก่อน ซึ่งเรียกว่า กระบวนการขยายความคิด (Elaborative Operation Process)

ชาตินี ศิริพงษ์ไทย (2555) กล่าวถึงทฤษฎีของอองซูเบลว่า เป็นทฤษฎีที่หาหลักการอธิบายการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของนักเรียนในโครงสร้างสติปัญญา (cognitive structure) เรียกทฤษฎีนี้ว่า “ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย

(meaningful verbal learning)” โดยนิยามว่า “เป็นการเรียนที่นักเรียนได้รับมาจากการที่ครูอธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้ทราบและนักเรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยนักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้กับโครงสร้างภาพรวมที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำ และจะสามารถนำมาใช้ในอนาคต” สอดคล้องกับออสซูเบล ที่กล่าวว่า ในสมองของมนุษย์มีการจัดความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนรู้ได้อย่างมีระบบ “โครงสร้างทางปัญญา” ซึ่งมีการจัดลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากความคิดรวบยอด (concept) ที่กว้างและครอบคลุมลงมาถึงความคิดรวบยอดย่อยๆ ที่มีความเฉพาะเจาะจง ดังนั้น การเรียนรู้ที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงควรจะต้องเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายที่นักเรียนสามารถนำการเรียนรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดรวบยอดที่มีอยู่แล้ว และยังได้กล่าวถึงแนวคิดของออสซูเบล ที่ว่า แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการล่วงหน้ามีความสำคัญมากเพราะเป็นวิธีการสร้างการเชื่อมช่องว่างระหว่างความรู้ที่นักเรียนได้รู้แล้ว (ความรู้เดิม) กับความรู้ใหม่ที่ได้รับ ครูควรจะใช้เทคนิค การจัดการล่วงหน้า ช่วยนักเรียนในการเรียนรู้ทั้งประเภทการรับอย่างมีความหมาย และการค้นพบอย่างมีความหมาย เนื่องด้วยทฤษฎีเน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจ และมีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อมโยง (subsume) สิ่งการเรียนรู้ใหม่ด้วยโครงสร้างทางสติปัญญากับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของนักเรียนมี อยู่แล้ว ทฤษฎีของออสซูเบล บางครั้งจึงเรียกว่า “ทฤษฎีเชื่อมโยงความรู้ (subsumption theory)”

ต่อมาทฤษฎีของออสซูเบลถูกพัฒนาจนกลายเป็นสื่อทางการเรียนการสอนที่เรียกว่า “โครงสร้างภาพรวม (presenting first or structure overview)” ต่อมาได้รับความนิยมเรียกเป็น “ผังกราฟิก (graphic organizer)” หรือ GO ซึ่งได้รับความนิยมในการใช้เป็นเครื่องมือจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โจเซฟ โนวัค (Joseph Donald Novak) ได้พัฒนารูปแบบจนกลายเป็น “ผังความคิดรวบยอด (concept mapping)” ซึ่งทำให้การเรียนการสอนด้วยผังกราฟิกได้รับความนิยมอย่างมาก ซึ่งในแวดวงการศึกษาในปัจจุบันผังกราฟิกก็คือ เครื่องมือช่วยแสดงความคิดให้ออกมาเป็นรูปธรรมในลักษณะของภาพ โดยสื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกันของเนื้อหาหรือข้อมูลที่ได้รับ ซึ่งผังกราฟิกมีหลายรูปแบบ ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หรือสร้างขึ้นเองได้ตามความสะดวกและเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งในปัจจุบันก็มีผู้ที่มีชื่อเสียงขึ้นมาจากการสร้างผังกราฟิกขึ้นมาช่วยในการคิดในเรื่องต่างๆ เช่น โทนี บูซาน (Tony Buzan) โจเซฟ โนวัค (Joseph D. Novak) เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดใช้ผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล ที่มีการจัดลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากความคิดรวบยอดที่กว้างและครอบคลุมมาถึงความคิดรวบยอดย่อย ๆ ได้พัฒนามาจนกลายเป็นการสื่อทางการเรียนการสอนที่เรียกว่า โครงสร้างภาพรวม ซึ่งต่อมานิยมเรียกว่า ผังกราฟิก ทำให้การจัดการเรียนรู้ด้วยผังกราฟิกได้รับความนิยมในวงการศึกษา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยแสดงออกทางความคิดออกมาเป็นรูปธรรมสื่อถึงความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กัน ซึ่งผัง

กราฟิกมีหลายรูปแบบ เช่น ผังมโนทัศน์ ผังวัฏจักร ผังใยแมงมุม ผังก้างปลา และ ผังเวนน์ เป็นต้น แล้วแต่นักเรียนเลือกใช้ตามความเหมาะสมของการจัดกระทำข้อมูล

3.3 ประเภทของผังกราฟิก

ผังกราฟิกแต่ละแบบมีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อความรู้แตกต่างกันไป ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแบบต่าง ๆ ของผังกราฟิก ดังนี้

คลาร์ก (Clark , 1990, pp. 64-108 อ้างถึงในชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ 2553, น. 193) ได้นำเสนอรูปแบบของผังกราฟิกเป็นกระบวนการคิด 2 แบบ คือ การคิดแบบอุปนัย (Inductive Thinking) ที่เป็นการคิดจากส่วนย่อยเข้าสู่มนทัศน์ที่เป็นหลักการ และการคิดแบบนิรนัย (Deductive Thinking) ที่เป็นการคิดจากหลักการลงสู่สิ่งที่เฉพาะเจาะจง ผังกราฟิกที่นำเสนอแต่ละรูปแบบมีจุดมุ่งหมาย ลักษณะรูปร่าง และลักษณะของเนื้อหาที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. การคิดแบบอุปนัย

1.1 ผังกราฟิกมีวัตถุประสงค์เพื่อการตรวจหาและการเจาะจงประเด็น ได้แก่ การเขียนอิสระ ไดอะแกรมใยแมงมุม เส้นลำดับเหตุการณ์ หรือ เวลา และกราฟ

1.2 ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการจำแนก และการกำหนดมนทัศน์ ได้แก่ ไดอะแกรมวงกลม และตารางสัมพันธ์

2. การคิดแบบนิรนัย

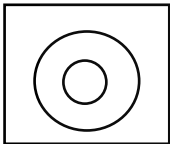
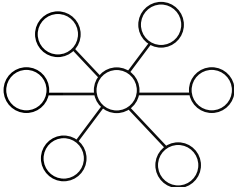
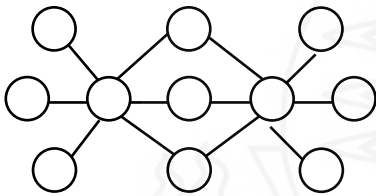
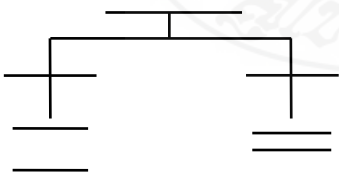
2.1 ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมนทัศน์ ได้แก่ แผนผังมโนทัศน์

2.2 ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น ได้แก่ ผังแสดงความเชื่อมโยงของเหตุและผล

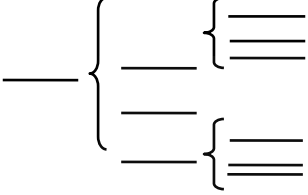
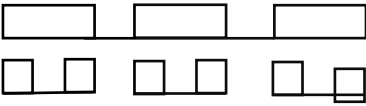
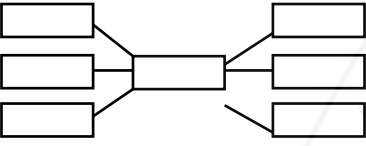

2.3 ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการวางแผนแก้ปัญหา ได้แก่ กรอบปัญหาและการแก้ไขปัญหา

เดวิด ไฮเยอเล (David Hyerle, 1996 ,2000 อ้างถึงในบรรจง อมรชีวิน 2554, น. 206-212) ได้กล่าวว่า ผังกราฟิกเป็นเทคนิคการใช้ประกอบเป็นเครื่องมือการคิด โดยใช้เครื่องมือที่เป็นรูปภาพ (Graphic) จำทำให้กระบวนการคิดและการเรียนรู้ปรับปรุงได้ดีขึ้น โดยสามารถจับกลุ่มภาพเชื่อมโยงกับการคิดได้เป็น 8 รูปแบบ คือ แบบที่เป็นวงกลม แบบที่เป็นฟอง แบบฟองคู่ แบบต้นไม้ แบบเชื่อมโยง การไล่เรียง การไล่เรียงพหุ และการเชื่อมต่อ ซึ่งพิจารณาได้จากแผนภาพและคำอธิบายได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.5 รูปแบบผังกราฟิกของ เดวิด ไฮเยอเล โดยการจัดกลุ่มภาพเชื่อมโยงกับการคิด

รูปแบบผังกราฟิก	กระบวนการคิด	หลักการ
<p>แบบวงกลม</p> 	การนิยามในบริบทต่าง ๆ	วงกลมในสุดเป็นความคิดหลัก ส่วนวงกลมนอกเป็นการขยายความคิดหลักของวงกลมใน เช่น ครูเขียน “โลกร้อน” ในวงกลมใน แล้วให้นักเรียนคิดว่าการกระทำใดบ้างที่ส่งผลให้เกิดโลกร้อน
<p>แบบฟอง</p> 	อธิบายในเชิงคุณภาพ	เป็นการอธิบายสิ่งต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเรื่องใด เรื่องหนึ่ง เช่น ให้นักเรียนบอกปัจจัยที่ผลต่อการเจริญเติบโตของพืช เป็นต้น ช่วยให้นักเรียนเกิดปัญหาและไม่จำเป็นต้องใช้การเขียนมาก แต่ใช้ความคิดมาก
<p>แบบฟองคู่</p> 	การเปรียบเทียบและความแตกต่าง	เป็นเครื่องมือการคิดแบบเปรียบเทียบและความแตกต่างในการแสดงความเหมือนและความแตกต่างในคุณภาพของสิ่งต่าง ๆ โดยวางความเหมือนในส่วนตรงกลาง ส่วนความแตกต่างอยู่รอบนอก
<p>แบบต้นไม้</p> 	การแยกแยะ	เป็นกระบวนการด้านการคิดแบบแยกแยะและจัดเรียงใหม่ โดยการวางลำดับความคิดลดหลั่นลงมาเหมือนโครงสร้างต้นไม้ในลักษณะให้เห็นภาพรวม ความคิดหลัก และรายละเอียด เทคนิคนี้จะช่วยให้นักเรียนให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนโดยเห็นเป็นโครงสร้าง อ่านแล้วแยกแยะจัดหมวดหมู่ได้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

รูปแบบผังกราฟิก	กระบวนการคิด	หลักการ
<p>แบบเชื่อมโยง</p> 	แยกส่วน – ทั้งหมด	เป็นเทคนิคที่ช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย กับส่วนใหญ่ ใช้กรณีที่มีความเป็นรูปธรรมที่สามารถแยกองค์ประกอบและส่วนย่อยออกมาได้
<p>แบบไล่เรียง</p> 	สาเหตุและผล	เป็นผังการคิดที่แสดงถึงการไล่เรียงของเหตุการณ์ตามลำดับความสำคัญ โดยใช้คำที่แสดงถึงลำดับ เช่น หนึ่ง สอง หรือสุดท้าย ผลเกี่ยวเนื่องต่อมา หรือท้ายที่สุด
<p>แบบไล่เรียงแบบพหุ</p> 	ความเกี่ยวเนื่อง	เป็นเทคนิคช่วยคิดที่มีพลังมาก และแสดงถึงเรื่องของสาเหตุและผล โดยมีเหตุการณ์อยู่ตรงกลาง เช่น รถติดในกรุงเทพฯส่งผลกระทบต่อไร่บ้าง ซึ่งอีกด้านหนึ่งระบุว่าอะไรเป็นสาเหตุ
<p>แบบเชื่อมต่อ</p> 	การวิเคราะห์	เป็นเทคนิคใช้แสดงความคล้ายคลึงเปรียบเทียบกับการอุปมาอุปมัย จะช่วยในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นรูปธรรมกับนามธรรม

ชาติินี ศิริพงษ์ไทย (2555) ได้กล่าวถึงผังกราฟิกว่า เป็นเครื่องมือหรือแผนภาพที่ได้จากการนำข้อมูลดิบ หรือจากแหล่งต่าง ๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูล โดยอาศัยทักษะการคิดต่าง ๆ ในการจัดกระทำข้อมูล ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การสังเกต เปรียบเทียบ จัดเรียงลำดับ จัดประเภท และการใช้ตัวเลข เพื่อให้เกิดความจำ และความเข้าใจในเนื้อหา โดยผังกราฟิกที่นิยมใช้โดยทั่วไปมีอยู่จำนวนมาก ในที่นี้ได้เสนอผังกราฟิกโดยแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูล ดังนี้

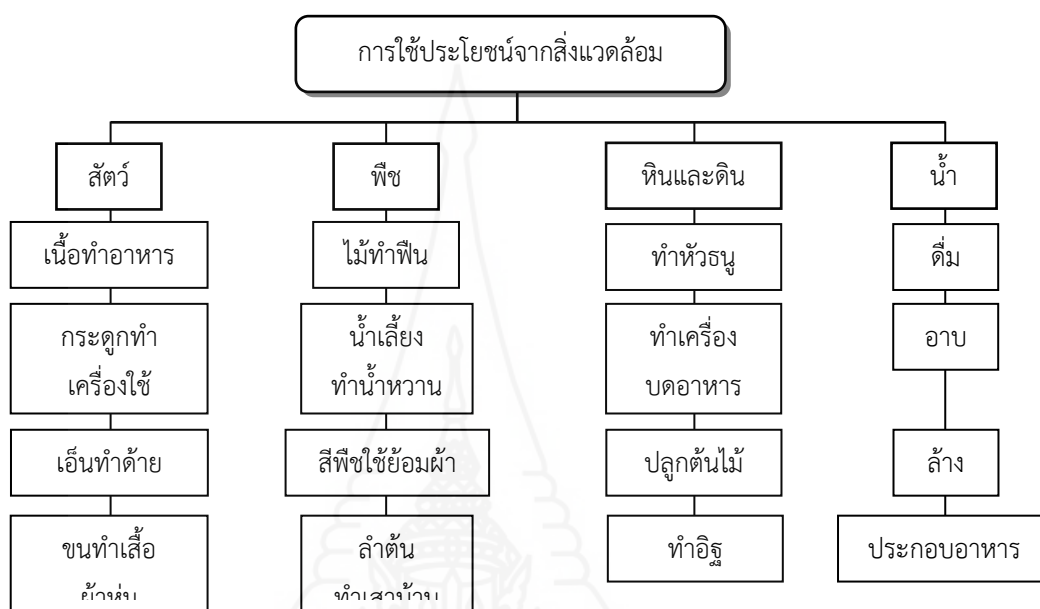
1. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นมโนทัศน์ มีดังนี้

1.1 ผังความคิด เป็นผังกราฟิกที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระ หรือความคิดต่าง ๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้ตำแหน่ง ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรง เรขาคณิต และภาพแสดงความหมายและเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้น ๆ

- 1.2 ผังมโนทัศน์ เป็นผังกราฟิกที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และมโนทัศน์ย่อย ๆ เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยง
2. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นการเปรียบเทียบ มีดังนี้
 - 2.1 เวนนไดอะแกรม เป็นผังกราฟิกที่เป็นผังวงกลม 2 วง หรือมากกว่าที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่ เป็นผังกราฟิกที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอสิ่ง 2 สิ่ง ซึ่งมีความเหมือนและความแตกต่าง
 - 2.2 ทีชาร์ต เป็นผังกราฟิกที่แสดงความแตกต่างของสิ่งที่ศึกษา
 - 2.3 แผนภูมิกิ่ง เป็นแผนผังกราฟิกที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล โดยเป็นการแสดงสัดส่วนของข้อมูล
 - 2.4 แผนภูมิแท่ง เป็นผังกราฟิกที่แสดงให้เห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ได้ชัดเจน เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยตัวแปรนั้นมีค่าไม่ต่อเนื่อง
 - 2.5 ตารางเปรียบเทียบ เป็นผังกราฟิกที่เสนอข้อมูลในรูปแบบตารางช่วยให้เข้าใจได้ง่ายเพราะจัดข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งข้อมูลที่เสนอนั้นอาจเป็นการเปรียบเทียบความเหมือนกันหรือต่างกันของข้อมูล
3. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นเหตุเป็นผล มีดังนี้
 - 3.1 ผังก้างปลา เป็นผังกราฟิกที่นำเสนอข้อมูลให้เป็นถึงสามเหตุและผลของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
 - 3.2 ผังใยแมงมุม เป็นผังกราฟิกที่ใช้แสดงมโนทัศน์แบบหนึ่ง โดยแสดงความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และเส้นที่แยกออกจากความคิดรวบยอดใหญ่จะแสดงรายละเอียดของความคิดนั้น
4. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นการเรียงลำดับเหตุการณ์หรือ ขั้นตอน มีดังนี้
 - 4.1 ผังเรียงลำดับ ใช้แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ
 - 4.2 ผังวัฏจักร เป็นผังกราฟิกที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลมหรือเป็นวัฏจักร ที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุดหรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน
 - 4.3 ผังเสนอปัญหา และการแก้ปัญหา เป็นการแสดงให้เห็นถึงการแยกแยะปัญหาและพิจารณาแนวทางการแก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นหลากหลาย
5. ผังกราฟิกที่มีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลที่เป็นการจัดหมวดหมู่และการแบ่งประเภท ได้แก่ ผังการจำแนกประเภทของข้อมูล เป็นผังกราฟิกที่ใช้แสดงการจัดข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาออกเป็นหมวดหมู่ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งในการจำแนกประเภทของสิ่งที่ศึกษานั้นต้องมีเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกเสมอ

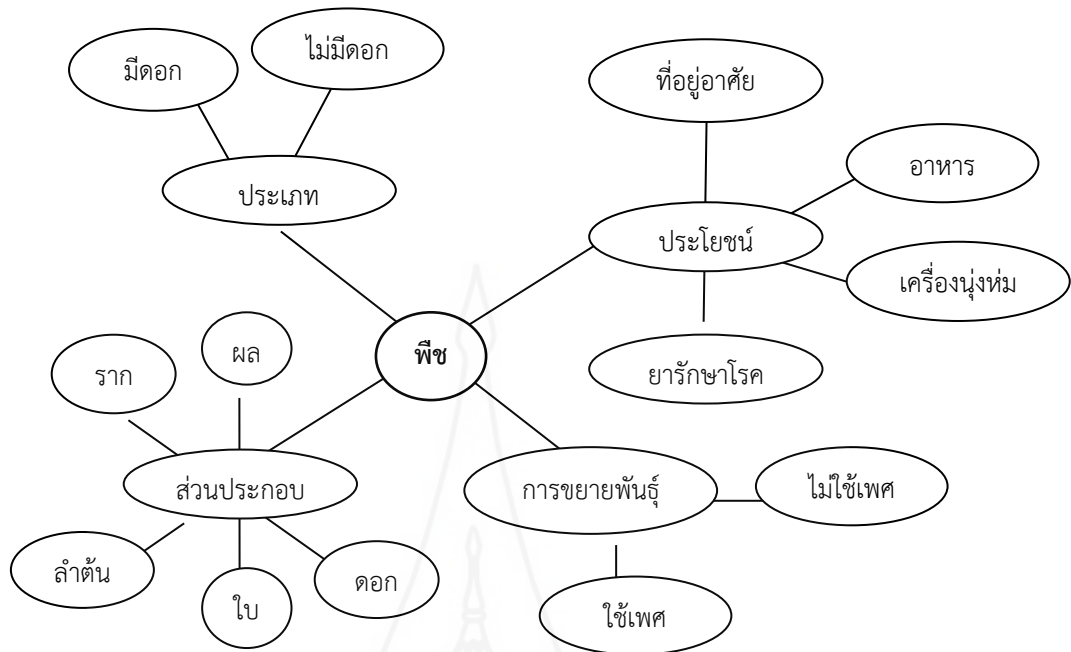
ชนาธิป พรกุล (2551, น. 28-30) ได้ยกตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกไว้ ดังนี้

1. แบบจัดลำดับ (Hierarchical Organizer) ประกอบด้วยมโนคติหลัก และลำดับของมโนมิตรอง เช่น การนำเสนอข้อมูลในการใช้ประโยชน์ของสิ่งแวดล้อมเป็นมโนคติหลักในหัวข้อ สัตว์ พืช หินและดิน น้ำ เป็นมโนมิตรอง ดังภาพที่ 2.1



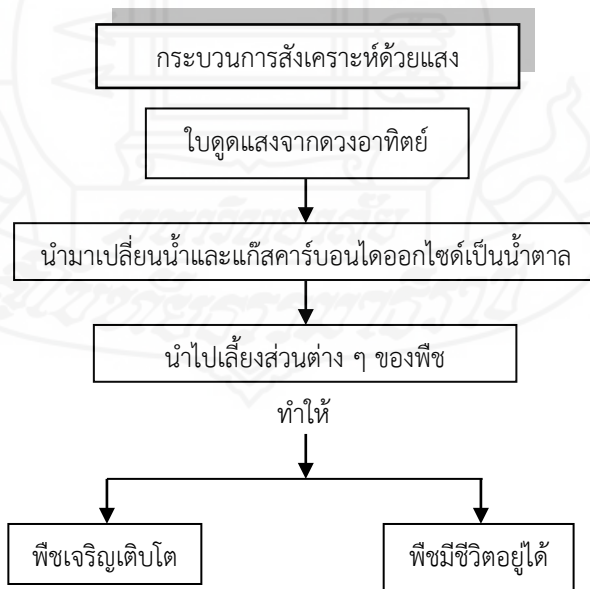
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบจัดลำดับ

2. แบบแสดงมโนคติ (Conceptual Organizer) ประกอบด้วยแนวคิดหลักซึ่งอาจเป็นประเภท/ลำดับชั้นและข้อมูลสนับสนุน เช่น การนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับพืชเป็นมโนคติหลัก โดยมีประเภท ประโยชน์ ส่วนประกอบ และการขยายพันธุ์เป็นมโนมิตรอง และมีข้อมูลอื่น ๆ สนับสนุนมโนมิตรองแต่ละหัวข้อ ดังภาพที่ 2.2



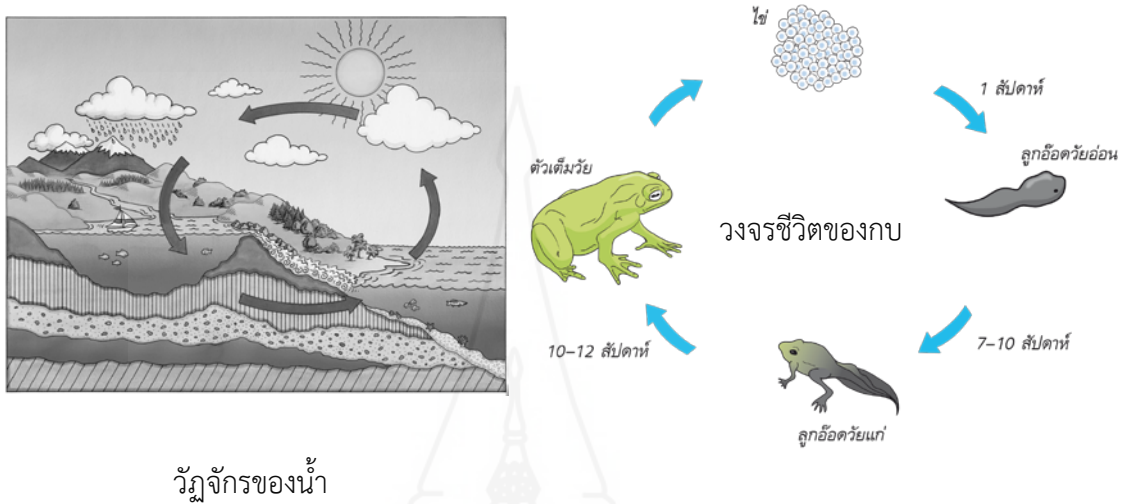
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบแสดงมโนคติ

3. แบบเรียงลำดับ (Sequential Organizer) เป็นการจัดเรียงลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น มีจุดเริ่มต้นและจุดจบที่แน่นอน เช่น การนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยเรียงเรียงจากจุดเริ่มต้น คือ การได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ มาถึงการเจริญเติบโตของพืช และการมีชีวิตอยู่ของพืชเป็นลำดับสุดท้าย ดังภาพที่ 2.3



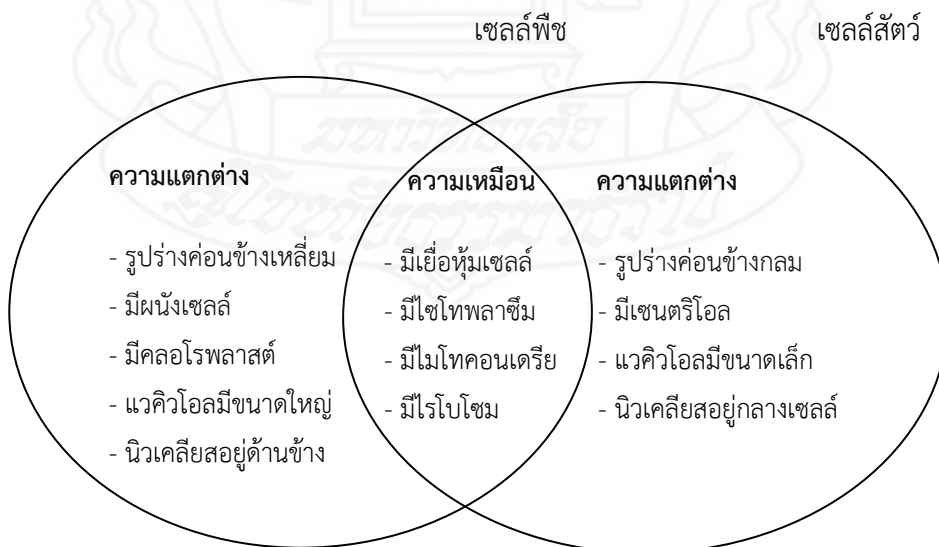
ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบเรียงลำดับ

4. แบบวงจร (Cyclical Organizer) ประกอบด้วยชุดเหตุการณ์ที่เป็นกระบวนการต่อเนื่องเป็นวงจร หรือวงกลม ในวงจรไม่มีจุดเริ่มต้นหรือจุดจบ ซึ่งสามารถเขียนได้หลายรูปแบบ เช่น วัฏจักรของน้ำ และ วงจรชีวิตของกบ ดังภาพที่ 2.4



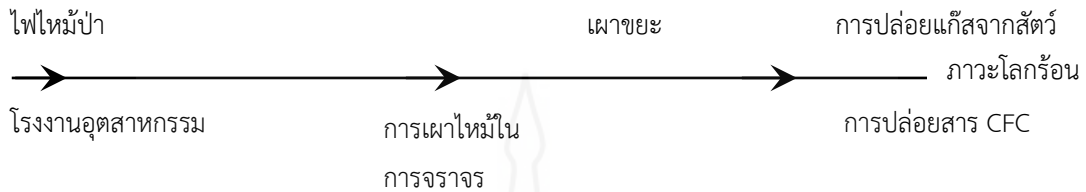
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบวงจร

5. แบบวงกลมเปรียบเทียบ (Venn Diagram) เป็นการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูล 2 ชุด เช่น การนำเสนอข้อมูลแสดงการเปรียบเทียบโครงสร้างของเซลล์พืช กับ เซลล์สัตว์ ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบวงกลมเปรียบเทียบ

6. แบบเหตุและผล (Cause-Effect) เป็นการแสดงข้อมูลที่เป็นเหตุและผล บางครั้งเรียกว่าแผนภูมิแก๊งปลา เช่น การนำเสนอข้อมูลที่เป็นเหตุและเป็นผลของการเกิดภาวะโลกร้อน ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการเขียนผังกราฟิกแบบเหตุและผล

จากการนำเสนอรูปแบบผังกราฟิกของนักวิชาการข้างต้นพอสรุปได้ว่า ผังกราฟิกมีหลายรูปแบบ แต่ละแบบมีวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูลและความรู้แตกต่างกันไป ซึ่งสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอรูปแบบของผังกราฟิก จำนวน 6 ประเภท ได้แก่ ผังความคิด ผังใยแมงมุม ผังมโนทัศน์ ผังที่ชาร์ต ผังเรียงลำดับ และ ผังวงจักร เพื่อให้นักเรียนเลือกใช้ผังกราฟิกตามความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ หรือข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้

3.4 ประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2545, น. 96) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการให้นักเรียนใช้ผังกราฟิกในการนำเสนอข้อมูลว่าเป็นการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนสามารถจดจำข้อมูลได้ เป็นความจำที่คงทน และนักเรียนได้พัฒนาสติปัญญาหลาย ๆ ด้าน เช่น ด้านภาษา ด้านความคิด การคำนวณ และด้านมิติสัมพันธ์

กระทรวงศึกษาธิการ (2548, น. 51) กล่าวว่าไว้ว่า การใช้ผังกราฟิกสร้างองค์ความรู้เป็นประโยชน์สำหรับนักเรียนอย่างมาก เนื่องจากช่วยให้นักเรียนมองเห็นและสนใจมโนทัศน์หลัก บูรณาการข้อมูลหรือประสบการณ์เดิมกับข้อมูลใหม่ ส่งเสริมการพัฒนา มโนทัศน์ การอ่าน การเขียน การพูด และการคิด รวมถึงการส่งเสริมการอภิปราย ใช้ภาษาในการตีความ เชื่อมโยง วิเคราะห์ พยากรณ์ แก้ปัญหา สรุปลงความคิดเห็น หากครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนช่วยกันสร้างผังกราฟิกก็จะเป็นการช่วยพัฒนาปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของนักเรียนได้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2548, น. 67-71) กล่าวถึงประโยชน์การใช้ผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้ว่า ผังกราฟิกนิยมใช้เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผังกราฟิกได้มาจากการนำข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข เช่น ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย

และการสรุป เป็นต้น จากนั้นจึงมีการเลือกแบบผังกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ ซึ่งเป็นการพัฒนาการคิดในระดับสูง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนสามารถจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ ถือเป็นความทรงจำแบบถาวร และช่วยให้นักเรียนพัฒนาปัญญาอย่างหลากหลาย เช่น ปัญญาด้านภาษา ปัญญาด้านความคิด/คณิตศาสตร์ และปัญญาด้านมิติสัมพันธ์

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 248) กล่าวว่า เทคนิคการใช้ผังกราฟิกเป็นเทคนิคการพัฒนาทักษะการคิดที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด ซึ่งมีการค้นพบรูปแบบผังกราฟิกหลากหลาย ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ หรือพัฒนาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดโดยตรงในหลักสูตรกิจกรรมพัฒนานักเรียน การใช้ผังกราฟิกมีจุดประสงค์เพื่อนำข้อมูลที่มีอยู่มากมายหรือกระจัดกระจายมาจัดให้เป็นระบบระเบียบในรูปแบบที่สามารถอธิบายได้ง่าย และจดจำได้นาน ซึ่งเป็นการประมวลความรู้ทั้งหมดที่เป็นนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรม ตลอดจนสามารถทำให้นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการคิดอื่น ๆ และแสดงความคิดเห็นต่าง ๆ ออกมาได้อีกด้วย ผลการวิจัยพบว่า การใช้ผังกราฟิกในกระบวนการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ คือ มีความสนใจในการเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียน

วิทวัส อินทมานนท์ (2554, น. 35) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการใช้ผังกราฟิกในด้านต่างๆ เช่น เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนประมวลข้อมูลความรู้ที่กระจัดกระจายให้เป็นระเบียบ เข้าใจง่าย รวดเร็ว จดจำได้นานส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย จัดเป็นเครื่องมือที่ช่วยในด้านการคิด เนื่องจากเป็นการจัดกระทำข้อมูลในสมองที่เป็นนามธรรมออกมาเป็นรูปธรรมที่สามารถมองเห็นและอธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจน อีกทั้งยังช่วยในการกำหนดแนวทางการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาด้านสติปัญญาอย่างหลากหลายเนื่องจากต้องใช้ทักษะทางปัญญาหลายๆ ด้านในการจะสร้างผังกราฟิกแบบหนึ่งๆ ได้

จากข้อความข้างต้นพอสรุปได้ว่า ผังกราฟิกมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างดี เนื่องจากใช้ในการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากการประมวลความรู้ที่เป็นนามธรรมให้กลายเป็นรูปธรรม สามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ดี เป็นความทรงจำแบบถาวร นักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และช่วยพัฒนาปัญญาอย่างหลากหลาย

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายและของเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

4.1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถทางสมรรถนะด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีนัยกวดผลการศึกษามากมายหลายท่านได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

สมพร เชื้อพันธ์ (2547, น. 53) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่างๆ ของนักเรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่างๆ

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548, น. 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาณุเดช หงษ์วรงค์ (2548, น. 225) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า “ส่วนที่สามารถประเมินโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียนนั้น ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การสืบเสาะหาความรู้และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ”

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2548, น. 5) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความรู้และทักษะที่ได้รับ ก่อให้เกิดการพัฒนาจากการเรียนการสอน การฝึกฝน และได้รับการอบรมสั่งสอน โดยครูอาศัยเครื่องมือวัดผลช่วยในการศึกษาว่า นักเรียนมีความรู้และทักษะมากน้อยเพียงใด

ปราณี กองจินดา (2549, น. 42) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

กูด (good, 1973 อ้างถึงใน วัลภา อาชีวปริสุทธิ, 2556, น. 36) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ซึ่งโดยปกติจะพิจารณาจากคะแนนที่กำหนด คะแนนจากงานที่ครูมอบหมายหรือพิจารณารวมกันทั้งสองอย่าง

จากข้อความข้างต้นพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถและทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือการเรียนรู้ในชั้นเรียน

โดยอาศัยความสามารถเฉพาะบุคคล ซึ่งสามารถวัดเป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบในบทเรียน อาจกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ถือเป็นความสามารถในการรับรู้ของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งมีความแตกต่างกันตามศักยภาพของนักเรียน และเป็นผลที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

4.1.2 ขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, น. 239) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดและประเมินผลการเรียนจากพฤติกรรมการเรียนที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ มี 5 ด้าน ดังนี้

1) พฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งในด้านความสามารถในการจดจำ การอธิบาย และการให้เหตุผลเกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวความคิด กระบวนการและหลักการต่างๆ

2) พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในความสามารถด้านการสังเกต การวัด การแก้ปัญหา การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป ตลอดจนความสามารถในการทดลอง

3) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านความสามารถที่จะใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ และปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

4) พฤติกรรมด้านเจตคติและความสนใจ เป็นพฤติกรรมทางการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความรู้สึกและอารมณ์ ซึ่งมีขอบเขตกว้างขวาง รวมถึงความสนใจใฝ่เรียนรู้

5) พฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการ เป็นพฤติกรรมทางการเรียนรู้ของนักเรียนด้านความสามารถในการลงมือปฏิบัติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น. 11) ได้กล่าวไว้ว่า ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผลทั้ง 2 ส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมิน จึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด ด้วยการวัด 4 พฤติกรรม ดังนี้

1) ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มา เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี

2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการจำแนกความรู้ เมื่อปรากฏการณ์อยู่ในรูปแบบใหม่ และการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่ง

3) การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือแตกต่างจากสิ่งที่เคยเรียนรู้มา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน

4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน และทักษะกระบวนการขั้นสูง

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2548, น. 125) ได้กล่าวไว้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย ตามหลักการของคลอปเฟอร์ (Klopfer) วัดได้จากพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเรื่องต่างๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งจากการอ่านหนังสือ การฟังคำบรรยาย ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 9 ประเภท ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับความจริง ความรู้เกี่ยวกับมโนคติหรือมโนทัศน์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

2) พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนได้ใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ ความจำ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ กับความเข้าใจเกี่ยวกับการแปรความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปหนึ่งของความรู้

3) พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4) พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ ประกอบด้วย การแก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน การแก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น และแก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

บลูม และคณะ (Bloom et. al., 1956 อ้างถึงใน วิชัย วงษ์ใหญ่ และกัญญา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2558, น. 5-54) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนด้านการวัดความรู้และ

ความคิด (Cognitive) เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนจากการเรียนรู้ตามเนื้อหาสาระ ตามที่หลักสูตรกำหนด ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

- 1) ความรู้ (Knowledge)
- 2) ความเข้าใจ (Comprehension)
- 3) การนำไปใช้ (Application)
- 4) การวิเคราะห์ (Analysis)
- 5) การสังเคราะห์ (Synthesis)
- 6) การประเมิน (Evaluation)

การประเมินการเรียนการสอนด้านความรู้ ความคิดตามแนวของบลูมดังที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งเป็นแนวคิดเดิม ต่อมาในปี 1990 แนวคิดของบลูมได้มีการปรับปรุงใหม่โดยแอนเดอร์สัน และครอว์ทอลล์ (Anderson and Krathwohl, 2001, p. 235) โดยแบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

- 1) ความจำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการจำเรื่องราวต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ซึ่งเป็นความรู้จากการจำในระยะยาว
- 2) ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเข้าใจความหมายของเรื่องราวต่างๆ โดยการตีความ และแปลความจากสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว
- 3) การประยุกต์ (Applying) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้มาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือ สถานการณ์ที่แตกต่างจากสถานการณ์เดิม
- 4) การวิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ
- 5) การประเมิน (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการตัดสินเรื่องราวต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนด
- 6) การสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างแนวคิดและสารสนเทศใหม่จากการใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาก่อน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช โดยการนำเอาหลักแนวคิดของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ วัดพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้างสรรค์มาใช้ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ทั้งนี้ได้พิจารณาให้ครอบคลุมตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้

4.2 การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์

4.2.1 การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

พิสนุ พงศ์ศรี (2551, น.147) ได้กำหนดขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เช่น ถ้าจะวัดความสามารถทางสมอง ระดับความจำ ก็ใช้คำกริยาว่า บอก นิยาม ฯลฯ ระดับความเข้าใจ เช่น จำแนก อธิบาย ระดับการนำไปใช้ เช่น ระบุวิธีแก้ปัญหา ยกตัวอย่างการแก้ปัญหา ระดับวิเคราะห์ เช่น ระบุความแตกต่างหรือแนวโน้ม เป็นต้น

2) กำหนดเนื้อหา เช่น ถ้าเป็นเรื่องวิจัยชั้นเรียนก็ควรมีเนื้อหาด้านความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัยชั้นเรียน การสำรวจปัญหา การกำหนดวัตถุประสงค์ การค้นคว้าเอกสาร ประเภทแบบสอบ เวลาที่ใช้ วิธีดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน โดยให้พิจารณาจากจำนวนข้อคำถามเป็นหลัก

3) ทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้

4) สร้างข้อคำถามตามที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์ข้อสอบและจุดประสงค์การเรียนรู้

บุญชม ศรีสะอาด (2556, น. 65-73) ได้กล่าวถึงการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละประเภทไว้ ดังนี้

1) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่ม ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

(1) วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา และทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ

(2) กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

(3) เขียนข้อสอบ

(4) ตรวจทานข้อสอบ

(5) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

(6) ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง

(7) พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

2) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

(1) วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา

(2) กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ

(3) กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ

- (4) เขียนข้อสอบ
- (5) ตรวจสอบข้อสอบ
- (6) ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา
- (7) พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง
- (8) ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง
- (9) พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

จากการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าผู้สร้างจะต้องวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาวิชาให้ชัดเจนในการสอบว่าต้องการจะวัดอะไร กำหนดประเภทของแบบทดสอบ สร้างแบบทดสอบให้วัดได้ตรงกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เขียนแบบทดสอบ ตรวจสอบ วิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ คัดเลือกแบบทดสอบทดลองใช้กับกลุ่มเล็ก วิเคราะห์และปรับปรุง และนำไปใช้กับกลุ่มใหญ่ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ สำหรับการสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ ต้องดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ ศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เนื้อหา วัตถุประสงค์ สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร และ ร่างข้อคำถามในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

4.2.2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

กัญจนา ลินทนต์ศิริกุล (2557, น. 9-52 - 9-81) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ การตรวจสอบความตรง (Validity) การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) การตรวจสอบความยาก (Difficulty) และการหาอำนาจจำแนก (Discrimination) ดังนี้

1) การตรวจสอบความตรง (Validity) มี 3 วิธี ได้แก่

(1) ความตรงเชิงเนื้อหา วิธีการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาสามารถทำได้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ต้องการวัด ฉะนั้นในการสร้างข้อคำถามผู้สร้างจะต้องระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ชัดเจน ผู้เชี่ยวชาญจะประเมินแต่ละข้อคำถามว่าวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหา หรือไม่ โดยการพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทนต์ศิริกุล, 2557, น. 9-53)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 R คือ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

(2) ความตรงเชิงโครงสร้าง เป็นการวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยา คำว่า “โครงสร้าง” เป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่อธิบายจากการสังเกตผลที่เกิดขึ้น เช่น ความเป็นผู้นำ ความซื่อสัตย์ เขาวนปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และความถนัด เป็นต้น เพราะฉะนั้นความตรงเชิงโครงสร้างจึงมีความสำคัญสำหรับเครื่องมือวัดคุณภาพต่างๆ จุดเน้นของความตรงเชิงโครงสร้างคือการหาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือกับคุณลักษณะที่วัด การตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างสามารถตรวจสอบได้ทั้งในเชิงเหตุผลและเชิงประจักษ์ สำหรับการตรวจสอบเชิงเหตุผลเป็นการพิจารณาว่าสิ่งที่ปรากฏอยู่ในเครื่องมือวัดเป็นสิ่งที่ประกอบเป็นของโครงสร้างนั้นๆ หรือไม่ ส่วนการตรวจสอบเชิงประจักษ์เป็นการตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบคะแนนให้เห็นอย่างชัดเจน

(3) ความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้กับเกณฑ์ ซึ่งแบ่งเป็นความตรงตามภาพกับความตรงเชิงพยากรณ์ ซึ่งมีความแตกต่างกันที่เวลากล่าวคือ ถ้าคะแนนเกณฑ์และคะแนนที่ได้จากการสอบในเวลาเดียวกัน จะเป็นความตรงตามสภาพคะแนนที่ได้ใช้พยากรณ์ความสามารถในปัจจุบัน แต่ถ้าคะแนนเกณฑ์และคะแนนที่ได้จากการสอบได้มาคนละเวลากันก็จะเป็นความตรงเชิงพยากรณ์ และใช้คะแนนที่ได้พยากรณ์ถึงความสามารถในอนาคตได้

2) การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability)

การตรวจสอบหาความเที่ยงของเครื่องมือมีหลายวิธีสำหรับเครื่องมือแต่ละประเภท วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นที่นิยมใช้กันทั่วไปมี 3 วิธี ได้แก่

(1) วิธีการสอบซ้ำ เป็นการตรวจสอบความเที่ยงโดยการนำเครื่องมือวิจัยฉบับเดียวกันไปสอบกับกลุ่มผู้สอบกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง แล้วนำผลทั้ง 2 ครั้งมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่าที่ได้จะเป็นการวัดความคงที่ กล่าวคือ ถ้าผลการวัดมีความคงที่สูง แสดงว่าผู้ที่ได้คะแนนสูงจากการสอบครั้งที่ 1 จะต้องได้คะแนนสูงจากการสอบครั้งที่ 2 ด้วย

(2) วิธีการใช้ฟอร์มเทียบเท่า เป็นวิธีการตรวจสอบความเที่ยงโดยนำเครื่องมือวิจัย 2 ฉบับที่มีลักษณะเหมือนกัน โดยทั่วไปแล้วผู้สอบกลุ่มเดียวกันเมื่อทำเครื่องมือวิจัยทั้ง 2 ฉบับ ควรจะได้คะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

(3) การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งแบ่งเป็น 3 วิธีย่อยคือ

- วิธีแบ่งครึ่ง ทางปฏิบัติในการวิจัยชั้นเรียนมีการใช้กันน้อยมาก

- วิธีสัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha-Coefficient : α) ใช้สำหรับหาค่าความเที่ยงที่การวัดมีค่ามากกว่า 2 ระดับ โดยวิธีของครอนบาค (Cronbach)

ค่าความเที่ยงที่เหมาะสมของเครื่องมือ นั้น ค่าที่ได้ควรเป็นค่าที่อยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ค่าที่ใช้ได้ควร ≥ 0.50 ขึ้นไป

- วิธีของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (Kuder & Richardson : KR-20, KR-21) ใช้สำหรับค่าความเที่ยงที่มีการวัด 2 ระดับ คือ 0 และ 1 โดยสูตร KR-20 ใช้กับเครื่องมือหรือแบบทดสอบที่มีความยากไม่เท่ากัน ส่วนสูตร KR-21 มักใช้กับเครื่องมือหรือแบบทดสอบที่มีความยากเท่ากัน ผลการคำนวณ จากสูตร KR-20 จะได้ค่าความเที่ยงสูงกว่าเสมอ เพราะข้อสอบมักจะมี ความยากไม่เท่ากัน เมื่อนำมาใช้กับสูตร KR-21 จึงผิดข้อตกลง ทำให้ได้ค่าน้อยกว่า ส่วนเกณฑ์ความ เชื่อมั่นที่ยอมรับได้จะมีค่าตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป KR-20 ใช้สูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2557, น. 9-74)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	คือ	ความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย
	S	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในเครื่องมือวิจัย
	p	คือ	สัดส่วนของผู้ตอบในแต่ละข้อคำถามถูก
	q	คือ	สัดส่วนของผู้ตอบในแต่ละข้อคำถามผิด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 - p

(4) วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นวิธีการหาความเที่ยงของ เครื่องมือวิจัยที่พัฒนาโดยฮอยท์ (Hoyt) ในปี ค.ศ.1941 ซึ่งความแปรปรวนของคะแนนจริง หาได้จาก ความแตกต่างระหว่างบุคคล และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนหาได้จากปฏิสัมพันธ์ระหว่าง บุคคลและข้อ

3) การตรวจสอบความยาก (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discriminant)

(1) การตรวจสอบความยาก (Difficulty) คือ สัดส่วนของจำนวนผู้สอบที่ ตอบข้อสอบข้อนั้นถูก เช่น ถ้าข้อสอบข้อหนึ่งมีคนสอบ 100 คน มีคนตอบถูก 60 คน แสดงว่าข้อสอบ ข้อนั้นมีความยากเท่ากับ 0.06 การหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เขียนเป็นสูตรทั่วไปได้ดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2557, น. 9-58)

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

เมื่อ	P	คือ	ค่าความยากง่าย
	R	คือ	จำนวนผู้สอบที่เลือกคำตอบถูก
	T	คือ	จำนวนผู้สอบทั้งหมด

เกณฑ์ความยากง่ายที่ยอมรับได้อยู่ระหว่าง 0.20–0.80

(2) อำนาจจำแนก (Discriminant) คือ ความสามารถของข้อสอบที่จะจำแนกผู้สอบได้คะแนนสูงออกจากผู้สอบได้คะแนนต่ำของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สูตรดังนี้

อำนาจจำแนกของตัวเลือกที่เป็นตัวถูก (กัญจนา ลินทรรัตน์ศิริกุล, 2557, น. 9-59)

$$r = \frac{H-L}{N_H}$$

เมื่อ	r	คือ	ค่าอำนาจจำแนก
	H	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	L	คือ	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	N_H	คือ	จำนวนนักเรียนที่ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

เกณฑ์อำนาจจำแนกที่ยอมรับได้มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

พิสนุ พงศ์ศรี (2552, น. 151-156) กล่าวว่า การตรวจสอบหรือวิเคราะห์ข้อสอบมีทั้งวิธีที่ไม่ใช้สถิติ เป็นการตรวจสอบด้วยตนเองและผู้เกี่ยวข้อง และการปรับปรุงเบื้องต้น ส่วนขั้นตอนที่ใช้วิธีทางสถิติ ประกอบด้วย การหาค่าความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก เพื่อนำข้อสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบที่มีวิธีการตรวจสอบมากกว่าข้อสอบแบบอื่น วิธีที่ใช้สถิติ ประกอบด้วย

1. การตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความตรง
2. การปรับปรุงจากผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ
3. การทดลองใช้เพื่อหาค่าความตรง (ถ้ามี) ความเที่ยง ความยาก

อำนาจจำแนก และประสิทธิภาพของตัวลวง

4. การปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถทำได้โดยวิธีการหาค่าความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก และผลการตรวจสอบต่าง ๆ แต่ละขั้นต้องนำมาปรับปรุงเสมอ ก่อนจะจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงต่อไป การหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบนั้นเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้ทราบถึงคุณภาพแบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย ทำให้ทราบว่า การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่แท้จริงหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5.1 ความหมายและขอบเขตของการคิดวิเคราะห์

5.1.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานของกระบวนการคิดที่มีความสำคัญและจำเป็นมากในชีวิตประจำวัน สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา ประกอบการตัดสินใจ และการริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2549, น. 5) ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นกระบวนการที่ระบุเรื่องราวหรือปัญหา โดยใช้การจำแนก เปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มอย่างเป็นระบบ บอกเหตุผลและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ โดยมีการตรวจสอบและสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อประกอบการตัดสินใจ แก้ปัญหา และมีวิเคราะห์อย่างสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, น. 17) กล่าวถึงความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นความคิดที่เกี่ยวกับการจำแนก แยกแยะ หาสิ่งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน การจัดลำดับของเหตุการณ์ การรวบรวมเป็นหมวดหมู่ รวมทั้งการจัดประเด็นต่าง ๆ เช่น การจำแนกชนิดของหินโดยพิจารณาลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ การจำแนกใบไม้โดยพิจารณาลักษณะรูปร่างของใบ ขอบใบ และเส้นใบเป็นเกณฑ์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น.69) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์ว่า หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ โดยการจำแนก เปรียบเทียบ จัดกลุ่ม ตีความ และทำความเข้าใจของเรื่องราวหรือเหตุการณ์เหล่านั้น โดยมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าเป็นไปได้ และใช้กระบวนการตรรกวิทยาในการสรุปและตัดสินใจอย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2560, น.189-190) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดที่สามารถจำแนกแยกแยะข้อมูลหรือเรื่องราว เหตุการณ์ต่าง ๆ เป็นส่วนย่อยตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อค้นหาความสำคัญและข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่จนได้ความคิดไปสู่การสรุปและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ (2557, น. 9) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดแยกแยะข้อมูล ทั้งนี้เป็นข้อเท็จจริง และความคิดเห็นนอกเป็นส่วนย่อย ๆ และมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูลเหล่านั้น และใช้เป็นพื้นฐานในการคิดระดับอื่น ๆ เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจเหตุการณ์ในแง่มุมต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดแยกแยะ การจัดลำดับของเหตุการณ์ และการคิดอย่างรอบคอบ เพื่อสืบค้นข้อเท็จจริงของเรื่องราว ข้อมูลหรือเนื้อหาต่างๆ ว่ามีความสำคัญอย่างไร อาศัยหลักการใด และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร โดยอาศัยการจำแนกประเภท เปรียบเทียบข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูลอย่างเป็นระบบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้นๆ อย่างสมเหตุสมผล มีหลักฐานอ้างอิงในการตรวจสอบข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การสรุปผลที่ถูกต้องและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

5.1.2 ขอบเขตของการคิดวิเคราะห์

ด้วยการคิดวิเคราะห์เป็นการแสดงออกทางสมอง มีขั้นตอนในการปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์จึงทำให้เกิดความเข้าใจเหตุการณ์ในแง่มุมต่าง ๆ จึงต้องมีขั้นตอนย่อยในการปฏิบัติ ทำให้การคิดวิเคราะห์มีหลายประเภท และเป็นพื้นฐานในการคิดและเชื่อมโยงไปยังการคิดระดับอื่นๆ ดังนี้

1) ขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ด้านขั้นตอนย่อยของการคิดวิเคราะห์

ทิตินา แคมมณี และคณะ (2544, น. 133) ได้กล่าวถึงขั้นตอนย่อยของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

- (1) การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ
- (2) การกำหนดมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมใน
- (3) การกำหนดหมวดหมู่ในแง่มุมที่ต้องการวิเคราะห์
- (4) การแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ลงในแต่ละหมวดหมู่ โดยคำนึงถึงความเป็นตัวอย่าง เหตุการณ์ การเป็นสมาชิก และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรง
- (5) การนำข้อมูลที่แจกแจงเรียบร้อยแล้วในแต่ละหมวดหมู่ มาจัดระบบเรียงลำดับ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

(6) การเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละหมวดหมู่ ตามความมาก/น้อย ความสอดคล้อง/ความขัดแย้ง ผลทางบวก/ผลทางลบ ความเป็นเหตุเป็นผล ลำดับความต่อเนื่อง

2) ขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ด้านประเภทของการคิดวิเคราะห์

บลูม (Bloom, 1976, pp. 148-150 อ้างถึงใน ไพฑูริย์ สีนลารัตน์, 2557, น. 11-13) ได้กล่าวถึงขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 ด้านดังนี้

(1) การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ (Analysis of Element) เป็นความสามารถในการค้นหาลักษณะเด่นของเรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าสิ่งใดสำคัญและจำเป็น ดังรายละเอียดย่อ ดังนี้

ก. การวิเคราะห์ชนิด เป็นความสามารถในการจำแนก บอกชนิด ลักษณะ และการกระทำต่าง ๆ ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดให้

ข. การวิเคราะห์สิ่งสำคัญ เป็นความสามารถในการค้นหาสิ่งที่มีความหมาย นัยสำคัญของเรื่องราว เช่น การให้จับใจความสำคัญเป็นเนื้อหาสาระหรือแก่นสารของเรื่องราว วิเคราะห์หาผลสรุป หรือวิเคราะห์ว่าสิ่งใดสำคัญและไม่สำคัญ ในแนวทางใดแนวทางหนึ่ง

ค. การวิเคราะห์เลศนัย เป็นความสามารถในการแยกแยะ ค้นหา เจตนา หรือความคิดที่แอบแฝงซ่อนเร้นในข้อความ เรื่องราว เหตุการณ์ หรือการกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการค้นหาว่าสิ่งใดสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันอย่างไร มากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้งกันประการใด ซึ่งประกอบด้วย

ก. การวิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ เพื่อจัดกลุ่มเป็นพวกเดียวกัน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และวิเคราะห์เพื่อระบุความเหมือน/ความแตกต่าง

ข. การวิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ เป็นการระบุความมาก/น้อยของความสัมพันธ์ การเรียง/ จัดลำดับความสัมพันธ์ เช่น ก่อน-หลัง น้อย-มาก ระยะเวลา ใกล้-ไกล เป็นต้น

ค. การวิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ เป็นการเรียงลำดับขั้นตอนของเหตุการณ์ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร วงจรของสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นมาตามลำดับขั้นตอน เมื่อเกิดแล้ว จะเกิดผลลัพธ์อย่างไร

(3) การวิเคราะห์หลักการ เป็นการระบุโครงสร้างของสิ่งหนึ่งสิ่งใดโดยพิจารณาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์แบบซ้ำ ๆ กัน เป็นการแยกแยะข้อมูลเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่างๆ แล้วสรุปเป็นคำตอบหลัก โดยอาศัยความรู้เดิมลักษณะของสิ่งต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการคิดวิเคราะห์ เช่น วิเคราะห์สถานการณ์ บุคคล วัตถุพยาน ข้อความ และ ข่าวสารต่างๆ เป็นต้น

คลาร์ก (Clark,1970, pp. 11-13 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์และคณะ, 2555, น. 33) ได้กล่าวถึงการคิดวิเคราะห์ คือ การแยกส่วนต่าง ๆ และการสร้างความสัมพันธ์กับส่วนนั้น ๆ ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร ขอบเขตของการคิดวิเคราะห์สามารถแบ่งได้ 3 ส่วน คือ

(1) การคิดวิเคราะห์เนื้อหา ได้แก่ การแยกแยะข้อมูล และความสามารถในการสรุป

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล เรื่องราว หรือเหตุการณ์ต่างๆ

(3) การคิดวิเคราะห์หลักการ เป็นการคิดวิเคราะห์ว่าผู้นำเสนอข้อมูล ต้องการสื่อสารถึงสิ่งใด เหตุการณ์เกิดขึ้นได้โดยอาศัยหลักการใด

บุญชม ศรีสะอาด (2541, น.35) ได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ซึ่งพฤติกรรมนี้สามารถแยกออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นความสามารถในการหาส่วนที่สำคัญของปรากฏการณ์หรือเรื่องราวนั้นๆ

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ

(3) การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักการของความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญในเรื่องราวหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด

วีระ สุดสังข์ (2550, น. 30) ได้กล่าวถึงขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ไว้ 3 ส่วน ดังนี้

(1) การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ ว่ามีสาระสำคัญ ปัจจัยอะไรบ้าง มีเหตุผลอย่างไร เช่น การวิเคราะห์บทความ ข่าว สารคดี เรื่องสั้น เป็นต้น

(2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องของ ตัวอย่าง คำถาม เช่น สิ่งใดจะเกิดตามมาหากประชาชนยังไม่ช่วยกันประหยัดพลังงาน เป็นต้น

(3) การวิเคราะห์หลักการ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้นักเรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุ

จุดประสงค์ของนักเรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เช่น หลักการสำคัญของการเกิดปรากฏการณ์รุ้งกินน้ำคืออะไร สาเหตุสำคัญของเรื่องสั้นนี้คืออะไร เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับขอบเขตของการคิดวิเคราะห์จากนักการศึกษา พบว่า ขอบเขตของการคิดวิเคราะห์มีขอบเขตและลักษณะที่สำคัญ 3 ด้าน คือ ด้านการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ ด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และด้านการคิดวิเคราะห์หลักการ โดยการวิเคราะห์ความสำคัญเป็นการวิเคราะห์ชนิด นัยสำคัญ และสิ่งซ่อนเร้นของเรื่องราวต่าง ๆ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นการวิเคราะห์ถึงชนิด ขนาด ขั้นตอนและวิธีการของความสัมพันธ์ ความเป็นเหตุเป็นผล รวมถึงรูปแบบของความสัมพันธ์ในแง่มุมต่าง ๆ และการวิเคราะห์หลักการ เป็นการวิเคราะห์โครงสร้าง และการค้นหาข้อเท็จจริงของเรื่องราวนั้น ๆ

3) ขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ด้านการเชื่อมโยงการคิดวิเคราะห์กับการคิดแบบอื่นๆ ในระดับที่สูงขึ้น

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2557, น. 13-16) ได้กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นส่วนประกอบส่วนต้นของการคิดวิเคราะห์ระดับสูงแบบอื่นๆ ได้แก่ การคิดสังเคราะห์ การให้คำจำกัดความ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างวิจรรณญาณ การคิดแก้ปัญหา และการคิดเชิงระบบ โดยมีรายละเอียดย่อย ดังนี้

(1) การคิดวิเคราะห์กับการคิดสังเคราะห์

การคิดสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการคิดรวมส่วนมีความสัมพันธ์กับการคิดวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากการคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดแยกแยะและเชื่อมโยงรายละเอียดของข้อมูล และเมื่อนำข้อมูลที่แยกแยะแล้วมารวมกัน โดยการจัดกลุ่มใหม่ทำให้เกิดผลการคิดเป็นสิ่งใหม่เรียกว่า การคิดสังเคราะห์

(2) การวิเคราะห์กับการให้คำจำกัดความ

การให้คำจำกัดความ (Defining) หมายถึง การระบุลักษณะสำคัญของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในขั้นตอนของการคิด ผู้คิดจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นตัวอย่างของสิ่งที่ต้องการให้คำจำกัดความ เป็นตัวอย่างหลายชุดที่มีรายละเอียดครอบคลุมขอบเขตของสิ่งที่ต้องการให้คำจำกัดความ ผู้คิดจะต้องแยกแยะรายละเอียดแต่ละชุดและเชื่อมโยงข้อมูลที่แยกแยะแล้ว เพื่อระบุลักษณะสำคัญอันเป็นลักษณะร่วมของตัวอย่างทุกชุด ซึ่งการคิดส่วนนี้คือการวิเคราะห์ หลังจากนั้น ผู้คิดจะต้องนำข้อความที่แสดงลักษณะร่วมนั้นมาเรียงเรียงเป็นประโยคที่แสดงความหมาย หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้นออกมา การคิดส่วนนี้เป็นการคิดสังเคราะห์ ดังนั้นในการคิดเพื่อการให้คำจำกัดความได้ ผู้คิดจะต้องใช้การคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์เป็นขั้นตอนสำคัญของการคิด

(3) การคิดวิเคราะห์กับการคิดสร้างสรรค์

การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง การคิดเพื่อสร้างสิ่งใหม่ที่แตกต่างจากเดิม มีประโยชน์หรือนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ผู้คิดจะต้องคิดแยกแยะและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล/สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการสร้างใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือวิธีการใหม่ที่จะนำไปใช้แก้ปัญหา จะเห็นได้ว่าการคิดวิเคราะห์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดสร้างสรรค์ด้วย

(4) การคิดวิเคราะห์กับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) หมายถึง การคิดที่ผ่านการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผล มีการถ่วงถ่วง ด้านคุณ-โทษ และคุณค่าที่แท้จริงของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จะต้องใช้การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์หลายแบบเป็นส่วนหนึ่งของการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วย

(5) การคิดวิเคราะห์กับการคิดแก้ปัญหา

การคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) หมายถึง การคิดเพื่อหาคำตอบหรือวิธีการจัดการสภาวะที่มีความอึดอัด คับข้องใจ ประกอบด้วยขั้นตอนในการคิดและดำเนินการหลัก ๆ คือ 1) ระบุปัญหา 2) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 3) แสวงหาทางแก้ปัญหาหลายๆ ทาง 4) เลือกการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด 5) ลงมือดำเนินการแก้ปัญหตามวิธีการที่เลือกไว้ 6) รวบรวมข้อมูล และ 7) ประเมินผล ซึ่งจะเห็นว่ากรวิเคราะห์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการคิดแก้ปัญหา

(6) การคิดวิเคราะห์กับการคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบ (Systems Thing) หมายถึง การคิดในเชิงภาพรวมโดยตระหนักถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์และมีหน้าที่เชื่อมโยงกัน ทำให้ผู้คิดเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งที่เกี่ยวข้องกันในภาพรวม จะนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ หรือการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายด้านที่สัมพันธ์กัน การคิดเชิงระบบจึงมีการคิดวิเคราะห์เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย

จากข้อมูลสามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นส่วนประกอบพื้นฐานหรือแนวทางในการปฏิบัติของการคิดระดับสูงแบบต่าง ๆ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนา นักเรียนให้มีทักษะและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อประโยชน์ต่อการเรียน การทำงาน และการดำเนินชีวิตอย่างมีคุณภาพ

5.2 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

5.2.1 หลักการและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2549, น. 31) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบไว้ดังนี้

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ ว่าต้องการใช้วัดความสามารถทางการคิดทุกๆ ไปหรือต้องการวัดความสามารถทางการคิดเฉพาะรายวิชา
- 2) กำหนดกรอบของการทดสอบและนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์ โดยศึกษา เอกสารแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ
- 3) สร้างผังข้อสอบ (table of specification) เป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบทดสอบ ให้ครอบคลุมโครงสร้างหรือองค์ประกอบ และกำหนดสัดส่วนน้ำหนักความสำคัญมากน้อย ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างผังข้อสอบสำหรับแนวการวัดความสามารถทางการคิดวิเคราะห์

องค์ประกอบที่ต้องการวัด	น้ำหนัก %	จำนวนข้อสอบ
1. จำแนก จัดหมวดหมู่ จัดลำดับความสำคัญและเปรียบเทียบข้อมูลในบริบทต่างๆ	40	16
2. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของข้อมูลในบริบทต่าง ๆ	30	12
3. ระบุหลักการสำคัญหรือแนวคิดในเนื้อหาความรู้ ข้อมูลที่พบเห็นในบริบทต่าง ๆ	30	12
รวม	100	40

ที่มา : ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2557). การประเมินการคิดวิเคราะห์ในคิดวิเคราะห์: สอนและสร้างได้อย่างไร. วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. น.47

- 4) เขียนข้อสอบกำหนดรูปแบบการเขียนข้อสอบ ตัวคำถามตัวคำตอบและวิธีการตรวจให้คะแนนจาก นั้น ลงมือร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ ตรวจสอบความชัดเจนของภาษาที่ใช้โดยผู้วิจัยเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

5) นำแบบทดสอบไปทดลองวิเคราะห์คุณภาพ วิเคราะห์ข้อทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อทดสอบเป็นรายข้อในด้านความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะและมีอำนาจจำแนกสูงไว้และปรับปรุงข้อทดสอบที่ไม่เหมาะสม

6) นำแบบทดสอบไปใช้จริงกับนักเรียน

ทวีศักดิ์ จินดาบุรุษ (2557, น. 46-49) ได้กล่าวถึงหลักการขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า ความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับ “การคิด” เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิด เมื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างของความคิดจะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบของการคิด จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัดหรือลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้นๆ

5.2.2 การเขียนข้อคำถามแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์

การเขียนข้อคำถาม ได้พิจารณาจากขอบเขตการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom, 1976, pp. 148-150) ที่ได้กล่าวถึงไว้ 3 ประเภท คือ

1) การคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาของสิ่งต่าง ๆ (Analysis of Element) เป็นความสามารถในการแยกแยะได้ว่าสิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุด เช่น คำถาม อวัยวะใดที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหารน้อยที่สุด

2) การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ มีอะไรสัมพันธ์กัน เชื่อมโยงกัน อย่างไร สัมพันธ์มากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน เช่น คำถาม เพราะเหตุใดปากของนกในระบบนิเวศจึงมีลักษณะที่แตกต่างกัน

3) การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organization principle) คือการค้นหาโครงสร้างของระบบ เรืองราว สิ่งของ การทำงานต่างๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นดำรงอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้เนื่องจากอะไร มีอะไรเป็นแกนหลัก มีหลักการอย่างไร หลักการนี้ผู้คิดต้องมีความรู้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์องค์ประกอบและวิเคราะห์ความสัมพันธ์เสียก่อนจึงจะสามารถสรุปหลักการได้ ซึ่งการวิเคราะห์หลักการทำได้หลายวิธี เช่น คำถาม การเคลื่อนที่ของสิ่งใดที่ใช้หลักการเหมือนกับการเคลื่อนที่ของจรวด

จากการศึกษาการประเมินผลการศึกษาการคิดวิเคราะห์ โดยใช้เครื่องมือหรือแบบทดสอบประเมินการคิดวิเคราะห์ ต้องมีหลักการและขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบโดยใช้กรอบหรือโครงสร้างของการคิด ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบทางการคิด จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัดหรือลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้นๆ การพัฒนา

แบบทดสอบความสามารถทางการคิดมีขั้นตอนการดำเนินการที่สำคัญ 6 ขั้นตอนกำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบใช้วัดความสามารถทางการคิด กำหนดกรอบของการทดสอบและนิยมเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์ สร้างผังข้อสอบ เขียนข้อสอบ โดยเขียนคำถาม ใช้ขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ของบลูมที่กำหนดไว้ 3 ประเภทคือ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ มีการตรวจสอบความชัดเจนของภาษาที่ใช้โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหา นำแบบทดสอบไปทดลองวิเคราะห์คุณภาพ วิเคราะห์ข้อทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อทดสอบเป็นรายข้อในด้านความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะและมีอำนาจจำแนกสูงไว้และปรับปรุงข้อทดสอบที่ไม่เหมาะสม นำแบบทดสอบไปใช้จริง

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

ธัญชนก โหน่งกุดหลด (2554, น.98) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้แบบใช้สมองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กรรณิการ์ กวางศรี (2554, น.135) ได้ทำการศึกษา การคิดวิเคราะห์และความเข้าใจที่คงทนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความเข้าใจที่คงทนอยู่ในระดับดี

ขวัญตา แสวงผล (2556, น.108) ได้ทำการศึกษา การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดแก้ปัญหาและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่แตกต่างกัน

รุ่งอรุณ โยธาวรมนตรี (2556, น.221) ได้ทำการศึกษา ผลการใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง พันธะเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงาน

เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 มีเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนอยู่ในระดับมากขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกันเมื่อได้รับการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรศรา กัณหาสร้อย (2559, น.78) ได้ทำการศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และนักเรียนที่เรียนแบบปกติ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุลยวรรณ์ ทศพงษ์ (2555, น. 93) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, น. 92) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แรมจันทร์ พรหมปากดี (2559, น. 101-109) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พันธุกรรม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับผังกราฟิก ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับผังกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แ่งน้อย อินคะเน (2558, น. 1-2) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกับเทคนิคผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 81.20 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกับเทคนิคผังกราฟิก มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

คุนดูซ (Kunduz, 2013, pp. 784-792) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง (Virtual lab) ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 7E เรื่อง การไทเทรตโดยปฏิกิริยาการตกตะกอน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 89 คน ที่เรียนโรงเรียนมัธยมอังการา เอ็ม รัสตุ อุเซล (Ankara M, Rustu Uzel) ประเทศตุรกี โดยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ การจัดการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมห้องปฏิบัติการเสมือนจริง (Virtual lab) ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 7E ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

คาสลิตี (Cassidy, 1989) ได้ศึกษาผลการใช้ผังกราฟิกเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า พบว่า ผังกราฟิกช่วยให้นักเรียนมีความสามารถจัดการข้อมูล และคิดเชื่อมโยงกับหัวข้อที่ได้รับมาขึ้น ผังกราฟิกที่ใช้คือ Venn Diagrams , Story Maps และ Character Analysis Charts

ไซนี และคณะ (Zyaini et al., 2010) ได้ศึกษาผลการใช้ผังกราฟิกต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน พบว่า การใช้ผังกราฟิกส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ช่วยพัฒนาโครงสร้างทางความคิดของนักเรียน ผังกราฟิกเปรียบเสมือนแผนที่ช่วยนำนักเรียนไปสู่ความรู้ใหม่ ๆ จึงส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และผังกราฟิกยังช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียน เมื่อนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อมูลที่ยาก และจดจำยากในระยะสั้นไปสู่การจดจำที่ง่ายในระยะยาว

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ผลการวิจัยสอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีเป้าหมายเพื่อให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนรู้ของนักเรียน อีกทั้งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ใช้กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือได้ว่าการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E

เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดในการ
เสาะหาความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดอย่างมี
เหตุผล เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ใช้ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกซึ่งเป็น
เป็นการประมวลความคิดที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมที่สามารถมองเห็นได้ และอธิบายได้ง่าย
รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการได้เป็นอย่างดี



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในการวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการสร้างเครื่องมือ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 260 คน จัดเป็นห้องเรียนแบบความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน แล้วจับสลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 ข้อ

2.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก มี 2 ชุด ซึ่งเป็นข้อสอบคู่ขนาน ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน จำนวน 20 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ

3. วิธีการสร้างเครื่องมือ

3.1 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช จากหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อนำมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก

2) จัดทำโครงสร้างบทเรียนโดยการวิเคราะห์เนื้อหา รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก จำนวน 18 ชั่วโมง ตามโครงสร้างการสอน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 โครงสร้างการสอน การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลา (ชั่วโมง)
1	การแพร่และออสโมซิส	3
2	ระบบลำเลียงในพืช	3
3	การเจริญเติบโตและธาตุอาหารพืช	3
4	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	6
5	ระบบสืบพันธุ์ของพืช	3
	รวม	18

3) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม เป็นขั้นที่ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้กับนักเรียนและครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจ ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียน เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ และค้นพบคำตอบด้วยตนเองด้วยการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ อย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง เพื่อหาคำตอบสำหรับข้อสงสัยที่ตั้งประเด็นไว้ในขั้นสร้างความสนใจ โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป

ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น เป็นการขยายกรอบความคิดของนักเรียนและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม โดยการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 ประเมินผล เป็นขั้นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ซึ่งกันและกัน

ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

4) วิเคราะห์การใช้ผังกราฟิกร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	การใช้ผังกราฟิกร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E						
	ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม	ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นขยายความรู้	ขั้นประเมินผล	ขั้นนำความรู้ไปใช้
	(E1)	(E2)	(E3)	(E4)	(E5)	(E6)	(E7)
1	-	-	-	-	แทรกผังกราฟิก	-	-
2	-	-	-	แทรกผังกราฟิก	แทรกผังกราฟิก	-	-
3	-	-	-	-	แทรกผังกราฟิก	-	-
4	-	-	-	-	แทรกผังกราฟิก	-	-
5	-	-	-	แทรกผังกราฟิก	แทรกผังกราฟิก	-	-

5) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ตามโครงสร้างการสอน จำนวน 5 แผน และนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจ

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบตรงเชิงเนื้อหา และพิจารณาให้ข้อคิดเห็นตามระดับความเหมาะสมที่ตรงกับความสอดคล้อง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ดังรายละเอียดในภาคผนวก ฉ ทำการประเมินเพื่อหาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกณฑ์ประเมินระดับความคิดเห็นโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (กัญจนา ลินทรัตนศิริกุล, 2557, น. 9-24) โดยใช้แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับคะแนน	ความหมาย
ระดับคะแนน 5	ความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับคะแนน 4	ความเหมาะสมมาก
ระดับคะแนน 3	ความเหมาะสมปานกลาง
ระดับคะแนน 2	ความเหมาะสมน้อย
ระดับคะแนน 1	ความเหมาะสมน้อยที่สุด

7) นำผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและเทียบกับเกณฑ์คุณภาพและความเหมาะสม โดยใช้เกณฑ์ข้อที่มีความบกพร่องของการประเมินระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	ความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	ความเหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	ความเหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	ความเหมาะสมน้อย
1.00 - 1.50	ความเหมาะสมน้อยที่สุด

8) นำคะแนนจากผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านไปหาค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นตามแบบวัดที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ไปเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายซึ่งให้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ย 3.51 – 5.00 เป็นเกณฑ์พิจารณายอมรับว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

ซึ่งผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ให้ความคิดเห็นต่อแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 แผน มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.67 - 5.00 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพที่มีความเหมาะสมมาก และนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

(1) ปรับปรุงการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ให้ตรงประเด็น ตรงตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้

(2) การแทรกผังกราฟิกในชั้นของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ให้สอดคล้องเหมาะสม

(3) ชั้นความรู้ไปใช้ประโยชน์ ปรับสถานการณ์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและเหตุการณ์ในปัจจุบัน

9) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงตามคำแนะนำให้เสร็จสมบูรณ์แล้วไปใช้ยังกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ต่อไป

3.1.2 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 แผน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E

3.2 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีทั้งหมด 40 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน คะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนี้จะใช้ทดสอบกับนักเรียนหลังจากสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ครบทั้ง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อประเมินผลว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E สูงกว่ากลุ่มควบคุมหรือไม่ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างดังต่อไปนี้

1) ศึกษาเอกสาร ได้แก่ หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือครู และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คู่มือการวัดและประเมินผล รวมทั้งเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยครอบคลุมพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้ ได้แก่ ความจำ (Remembering) ความเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analysis) การประเมิน (Evaluation) และการสร้างสรรค์ (Creating) (กาญจนา ลินทรตันศิริกุล, 2557, น. 2-40)

2) วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช จากคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3) สร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับ
พฤติกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม					
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์
1. บอกความหมายของการแพร่ได้	(1)					
2. บอกความหมายของสมดุลการแพร่ได้		(1)				
3. อธิบายกลไกของการแพร่ได้			(1)			
4. บอกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการแพร่ได้		(2)				
5. บอกความหมายของการออสโมซิสได้	(1)					
6. บอกขั้นตอนในการออสโมซิสได้		(1)				
7. อธิบายความแตกต่างของการแพร่และออสโมซิสได้				(1)		
8. ยกตัวอย่างกระบวนการแพร่และออสโมซิสในชีวิตประจำวันได้		(1)				
9. ระบุกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำและอาหารของพืชได้	(1)					
10. บอกทิศทางการลำเลียงน้ำและอาหารของพืชได้	(1)					
11. บอกหน้าที่ของเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารของพืชได้	(1)	(1)				
12. เปรียบเทียบความแตกต่างของเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ได้				(1)		
13. ระบุโครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการคายน้ำของพืชได้	(1)					
14. บอกปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำของพืชได้		(1)		(1)		
15. บอกความหมายของการเจริญเติบโตของพืชได้		(1)				
16. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืชได้	(1)					

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม					
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์
17. อธิบายความสำคัญของอุณหภูมิ แสง อากาศ น้ำ และแร่ธาตุในการเจริญเติบโต และการดำรงชีวิตของพืชได้	(1)	(2)				
18. อธิบายความสำคัญของธาตุหลักที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืชได้		(1)	(1)	(1)		
19. อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารรองบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืชได้	(1)		(2)			
20. เลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับพืชได้	(1)					
21. บอกข้อดีและข้อจำกัดในการเลือกใช้อินทรีย์ และปุ๋ยเคมีได้	(2)					
22. บอกความหมายของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้		(1)				
23. บอกปัจจัยที่จำเป็นในการกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้	(1)					
24. อธิบายความสำคัญของแสง คลอโรฟิลล์ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงได้		(2)		(1)		
25. บอกผลที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้		(1)		(2)		
26. เขียนสมการแสดงกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้				(2)		
27. อธิบายความสำคัญของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้		(1)		(1)		
28. บอกส่วนประกอบของดอกไม้ได้	(1)					
29. อธิบายความสำคัญของส่วนประกอบของดอกไม้ได้	(1)			(2)		

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	ระดับพฤติกรรม					
	ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การประเมิน	การสร้างสรรค์
30. อธิบายขั้นตอนการถ่ายเรณูได้				(1)		
31. อธิบายกลไกของการปฏิสนธิในพืชได้		(2)				
32. อธิบายวิธีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชได้		(1)				
33. บอกความสำคัญของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชได้				(1)		
34. บอกความสำคัญของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชได้		(1)	(1)			
35. เปรียบเทียบวิธีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้		(1)		(1)		
36. บอกข้อดี ข้อจำกัดของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้		(2)				
37. อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้		(1)	(1)			
รวม	18	21	6	15	-	-

4) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 1 ฉบับ เป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ต้องการใช้จริง 40 ข้อ จากนั้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อคำถามกับผังการสร้างแบบทดสอบ ในด้านความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับระดับพฤติกรรม โดยใช้หลักเกณฑ์การใช้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และระดับพฤติกรรม

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้กับระดับพฤติกรรม

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้กับระดับพฤติกรรม

5) นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และสอดคล้องกับระดับพฤติกรรมโดยใช้ค่า IOC: Index of Item Objective Congruence) (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2557, น. 9-52-9-53) ผลปรากฏว่าได้ ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

6) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .5 ขึ้นไป นำมาปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ

7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนท่าชนะ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ที่เคยเรียนเรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มาแล้ว จำนวน 33 คน เพื่อหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2557, น. 9-58-9-61)

8) ทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.73 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.80 ซึ่งได้แบบทดสอบ จำนวน 40 ข้อ

9) เมื่อคัดเลือกแบบทดสอบแล้ว หาค่าความเที่ยงทั้งฉบับของแบบทดสอบด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2557, น. 9-74-9-75) ได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.807

10) จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ที่คัดเลือกและปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว จำนวน 40 ข้อ ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีและขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ ตามแนวคิดของบลูม (นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์, 2557, น. 11) ศึกษาหลักสูตร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบกับพฤติกรรมชี้วัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อกำหนดเค้าโครงคุณลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ต้องการสร้างว่าต้องการให้ครอบคลุมขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบกับระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
 วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ระดับความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์	น้ำหนัก (%)	จำนวนข้อสอบ		
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	รวม
การวิเคราะห์ความสำคัญ	30%	6	6	12
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	40%	8	8	16
การวิเคราะห์หลักการ	30%	6	6	12
รวม	100%	20	20	40

3) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อใช้กับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยกำหนดเหตุการณ์ หรือบทความที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น
 การแพทย์ สิ่งแวดล้อม ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำเป็น
 แบบทดสอบฉบับก่อนเรียน มีจำนวน 22 ข้อ ต้องการใช้จริง 20 ข้อ และแบบทดสอบฉบับหลังเรียน
 สร้าง จำนวน 23 ข้อ ต้องการใช้จริง 20 ข้อ รวมทั้งหมด 45 ข้อ ใช้จริง 40 ข้อ

4) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ
 ความถูกต้อง และแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

5) นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิง
 เนื้อหา โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อคำถามกับระดับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ โดยใช้
 หลักเกณฑ์การใช้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถ
 ด้านการคิดวิเคราะห์

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับความสามารถ
 ด้านการคิดวิเคราะห์

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับความสามารถ
 ด้านการคิดวิเคราะห์

จากนั้นนำผลการพิจารณาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญหาค่าดัชนีความ
 สอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) (กัญญา ลินทร์นศิริกุล, 2557, น. 9-52-9-53) ผลการ
 พิจารณาปรากฏว่าได้ ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกข้อ และทำการปรับปรุงแก้ไข
 บางประการตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

6) นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนท่าชนะ จำนวน 33 คน

7) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพแบบทดสอบ โดยตรวจสอบคุณภาพของข้อทดสอบเป็นรายข้อในด้านความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2557, น. 9-58-9-61) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากพอเหมาะและมีอำนาจจำแนกสูงไว้และปรับปรุงข้อทดสอบที่ไม่เหมาะสม

8) ทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (p) โดยพิจารณาข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียน ผลการหาค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.23 – 0.73 ผลการหาค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.67 ได้แบบทดสอบ 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับหลังเรียน ผลการหาค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.43 -0.73 ผลการหาค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.67 ได้แบบทดสอบ 20 ข้อ

9) หาค่าความเที่ยงทั้งฉบับของแบบทดสอบ ด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2557, น. 9-74-9-75) ผลการวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.706 และข้อสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์หลังเรียนได้ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.754 ผ่านเกณฑ์ที่ได้ไม่ต่ำกว่า 0.60

10) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง มีการวัดหลังการทดลอง โดยมีกลุ่มเปรียบเทียบ (Posttest – Only Design with Nonequivalent Group) โดยใช้รูปแบบการศึกษาแบบสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

กลุ่มทดลอง	O ₁	X	O ₂
กลุ่มควบคุม		~X	O ₃

- เมื่อ
- O₁ หมายถึง ผลการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน
 - O₂ หมายถึง ผลการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน
 - O₃ หมายถึง ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
 - X หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E
ร่วมกับเขียนผังกราฟิก
 - ~X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแบบปกติ

โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

4.1 กลุ่มทดลอง

4.1.1 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที แล้วบันทึกผลไว้เป็นคะแนนก่อนเรียนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

4.1.3 หลังจากดำเนินจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสมบูรณ์แล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที แล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 กลุ่มควบคุม

4.2.1 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที แล้วบันทึกผลไว้เป็นคะแนนก่อนเรียนสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิธีการสอนแบบปกติ จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

4.2.3 หลังจากดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสมบูรณ์แล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับกลุ่มทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัย ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยใช้สถิติ เพื่อคำนวณหาค่าต่างๆ เพื่อทดสอบเครื่องมือให้มีคุณภาพเหมาะสมก่อนที่จะนำไปใช้ในการวิจัยใน ครั้งนี้ ซึ่งใช้สถิติดังต่อไปนี้

5.1 สถิติพื้นฐาน

5.1.1 ค่าเฉลี่ย มีสูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2557, น. 10-30)

	\bar{X}	=	$\frac{\Sigma X}{n}$
เมื่อ	\bar{X}	คือ	คะแนนเฉลี่ย
	ΣX	คือ	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	คือ	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีสูตรดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2557, น.10-38)

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

เมื่อ	SD	คือ	ค่าสถิติส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	ΣX	คือ	ผลรวมของคะแนน
	ΣX^2	คือ	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	คือ	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

5.2 การวิเคราะห์การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

5.2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและข้อสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา มีสูตรดังนี้ (กัญจนา ถินทรรัตน์ศิริกุล, 2557, น. 9-53)

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

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	R	คือ	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
			ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น +1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0
 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น -1
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
 ค่า IOC มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 แสดงว่าข้อคำถามวัดสอดคล้องกับ
 จุดประสงค์

**5.2.2 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล
 สัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์** (กาญจนา ลินทรรัตน์ศิริกุล,
 2557, น. 9-58 – 9-61) ดังนี้

1) สูตรการหาค่าความยาก (Difficulty)

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

เมื่อ p หมายถึง ค่าความยาก
 R หมายถึง จำนวนผู้สอบที่เลือกคำตอบถูก
 T หมายถึง จำนวนผู้สอบทั้งหมด

ค่าความยากของข้อสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 – 1.00 ถ้าข้อสอบข้อใดมี
 ผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่าย แต่ถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก
 การแปลความหมายของค่าความยากอาจแบ่งช่วงได้ดังนี้

ค่าความยาก	การแปลความหมาย
0.81 ถึง 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61 ถึง 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
0.41 ถึง 0.60	เป็นข้อสอบที่ยากพอเหมาะ
0.21 ถึง 0.40	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
0.00 ถึง 0.20	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ต้องมีค่าความยากของตัวเลือกที่เป็นตัวถูกเท่ากับ 0.20
 ถึง 0.80

2) สูตรการวิเคราะห์หาอำนาจจำแนก (Discrimination)

อำนาจจำแนกของตัวเลือกที่เป็นตัวถูก

$$r = \frac{H-L}{N_H}$$

เมื่อ	r	คือ	ค่าอำนาจจำแนก
	H	คือ	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น
	L	คือ	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น
	N_H	คือ	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 – 1.00 การแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนก สามารถแปลความได้ ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก	การแปลความหมาย
0.40 และสูงกว่า	เป็นข้อสอบที่ดีมาก
0.30 ถึง 0.39	เป็นข้อสอบที่ดี
0.20 ถึง 0.29	เป็นข้อสอบที่อยู่ในระดับพอใช้
ต่ำกว่า 0.19	เป็นข้อสอบที่ไม่ดีควรแก้ไขใหม่

เกณฑ์การพิจารณา ข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้จะต้องมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ส่วนตัวลวงจะต้องมีค่าความยากพอสมควร คือ ประมาณ 5 % และค่าอำนาจจำแนกต้องไม่เป็นศูนย์หรือมีค่าติดลบ

5.2.3 หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ใช้วิธีการหาความสอดคล้องภายใน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha – Richardson Method) ตามแบบของครอนบาค (Cronbach) (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2557, น. 9-72) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ	α	คือ	ความเที่ยงของเครื่องมือการวิจัย
-------	----------	-----	---------------------------------

K	คือ	จำนวนข้อคำถาม
S_i	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในข้อคำถามที่ i
S	คือ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งหมด

โดยที่

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

N	คือ	จำนวนผู้สอบ
X	คือ	คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

5.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

5.3.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_p^2 = \frac{[(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2]}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

เมื่อ	\bar{X}_1	คือ	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	\bar{X}_2	คือ	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	S_p^2	คือ	ความแปรปรวนร่วม
	n_1	คือ	ขนาดของกลุ่มทดลอง
	n_2	คือ	ขนาดของกลุ่มควบคุม
	df	คือ	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

5.3.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_p^2 = \frac{[(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2]}{(n_1 + n_2 - 2)}$$

เมื่อ \bar{X}_1 คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
 \bar{X}_2 คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
 S_p^2 คือ ความแปรปรวนร่วม
 n_1 คือ ขนาดของกลุ่มทดลอง
 n_2 คือ ขนาดของกลุ่มควบคุม
df คือ ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

5.3.3 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t - test for Dependent Sample มีสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 148)

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

เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
D คือ ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน
n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

$\sum D$ คือ ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดสอบ

$\sum D^2$ คือ ผลรวมกำลังสองของผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดสอบ

df คือ ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะจังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 สถานภาพของประชากรหรือกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 260 คน จัดเป็นห้องเรียนแบบความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะอำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน แล้วจับสลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E
ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	N	\bar{X}	S.D.	t	Sig
ทดลอง	34	33.06	2.47	7.28*	.00
ควบคุม	35	28.86	2.32		

*p < .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหา
ความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก มีค่าเฉลี่ย (\bar{X} = 33.06 , S.D. = 2.47) สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่
ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ (\bar{X} = 28.94 , S.D. = 2.61) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการ
จัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วย
การจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้สถิติ t-test for Independent Sample ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้
โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วย
การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การทดสอบ		N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	t	Sig
วิเคราะห์ความสำคัญ	กลุ่มทดลอง	34	6	4.76	0.74	10.11*	.00
	กลุ่มควบคุม	35	6	3.68	0.68		
วิเคราะห์ ความสัมพันธ์	กลุ่มทดลอง	34	8	6.26	0.67	12.78*	.00
	กลุ่มควบคุม	35	8	5.86	0.73		
วิเคราะห์หลักการ	กลุ่มทดลอง	34	6	4.41	0.73	9.72*	.00
	กลุ่มควบคุม	35	6	4.15	0.50		
ความสามารถในการ คิดวิเคราะห์ (ภาพรวม)	กลุ่มทดลอง	34	20	15.44	1.48	4.49*	.00
	กลุ่มควบคุม	35	20	13.69	1.30		

*p < .05

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก มีค่าเฉลี่ย (\bar{X} = 15.44 , S.D. = 1.48) สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ (\bar{X} = 13.69 , S.D. = 1.30) โดยค่าเฉลี่ยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ คือ ค่าเฉลี่ยด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ กลุ่มทดลอง (\bar{X} = 4.76, S.D. = 0.74) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (\bar{X} = 3.68, S.D. = 0.68) ค่าเฉลี่ยด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ กลุ่มทดลอง (\bar{X} = 6.26, S.D. = 0.67) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (\bar{X} = 5.86, S.D. = 0.73) และค่าเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์หลักการ กลุ่มทดลอง (\bar{X} = 4.41, S.D. = 0.73) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (\bar{X} = 4.15, S.D. = 0.50) ซึ่งพบได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ทั้งสามด้านสูงกว่าสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ (t-test) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก

การทดสอบ		N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	t	Sig
วิเคราะห์ความสำคัญ	ก่อนเรียน	34	6	3.12	0.64	10.11*	.00
	หลังเรียน	34	6	4.76	0.74		
วิเคราะห์ความสัมพันธ์	ก่อนเรียน	34	8	4.32	0.77	12.78*	.00
	หลังเรียน	34	8	6.26	0.67		
วิเคราะห์หลักการ	ก่อนเรียน	34	6	3.18	0.63	9.72*	.00
	หลังเรียน	34	6	4.41	0.73		
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ภาพรวม)	ก่อนเรียน	34	20	10.62	1.21	4.49*	.00
	หลังเรียน	34	20	15.44	1.48		

*p < .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช สูงกว่าก่อนเรียน โดยค่าเฉลี่ยด้านการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์มีค่ามากที่สุด คือ 6.26 รองลงมาคือการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ คือ 4.76 และการคิดวิเคราะห์หลักการ มีค่าเฉลี่ย คือ 4.41 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-test) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการเท่ากับ 10.11 12.78 และ 9.72 ตามลำดับ ซึ่งพบได้ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก มีความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ทั้งสามด้านสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ได้ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนดังกล่าว ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนดังกล่าว ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 *ประชากร* ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 260 คน จัดเป็นห้องเรียนแบบความสามารถ

1.2.2 *กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้* ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน แล้วจับสลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

1.2.3 *เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย* เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1) *เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง* ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การแพร่ และออสโมซิส	เวลา 3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบลำเลียงในพืช	เวลา 3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเจริญเติบโตและธาตุอาหารพืช	เวลา 3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	เวลา 6 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ระบบสืบพันธุ์ของพืช	เวลา 3 ชั่วโมง

2) *เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล* ได้แก่

(1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองตามแนวคิดของบลูม ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 40 ข้อ

(2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก มี 2 ชุด ซึ่งเป็นคนละฉบับ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน จำนวน 20 ข้อ รวมทั้งหมด 40 ข้อ

1.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) สอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ

2) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบโดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช จำนวน 5 แผน 18 ชั่วโมง ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัย

3) สอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช จำนวน 40 ข้อ

4) สอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ

1.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับ

การเขียนผังกราฟิกกับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples)

2) การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที (t-test for Independent Samples)

3) การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที โดยใช้สถิติ t-test for dependent Samples

1.3 ผลการวิจัย

1.3.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัย ข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E มาประยุกต์ใช้กับเทคนิคการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิก ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ แบบ 7E มีลักษณะเด่น คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย โดยการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ เป็นชั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดี เป้าหมายที่สำคัญในขั้นตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิม คือ การกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและตื่นตัวกับการเรียน สามารถสร้างความรู้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกเป็นการช่วยให้นักเรียนจัดระบบข้อมูลความรู้ในกระบวนการเรียนรู้ เมื่อได้รับประสบการณ์ใหม่จะพยายามนำข้อมูลที่เป็นความรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างความรู้เดิมในกระบวนการทางสมอง (นวลจิตต์ เขาวงกิตพงศ์, 2557, น. 9-24) ผู้วิจัยได้ออกแบบการเรียนรู้ โดยยึดหลักการให้นักเรียนสามารถเลือกใช้ผังกราฟิกชนิดต่าง ๆ ในการรวบรวมข้อมูลที่กระจัดกระจายและเป็นนามธรรมให้เห็นเป็นภาพที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันในรูปแบบต่าง ๆ จนสามารถนำมาอธิบายให้เกิดความเข้าใจ จดจำความรู้ เนื้อหาได้ง่าย และยาวนาน โดยการให้นักเรียนมีส่วนร่วมและลงมือสร้างผังกราฟิกชนิดต่าง ๆ ซึ่งในการจัดทำผังกราฟิกนักเรียนต้องร่วมกันสังเกต ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล และจัดระบบความคิดร่วมกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อสร้างผังกราฟิกนำเสนอหน้าชั้นเรียน กิจกรรมเหล่านี้สามารถสร้างแรงจูงใจ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่มีความหมาย ส่วนการเลือกแทรกผังกราฟิกในขั้นตอนต่าง ๆ ของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ผู้วิจัยได้ออกแบบเลือกแทรกผังกราฟิกในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบลำเลียงในพืช และเรื่อง การสืบพันธุ์ของพืช เนื่องจากเนื้อหาค่อนข้างมากจากนั้นแทรกในขั้นขยายความรู้ของทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น นักเรียนสามารถสร้างและใช้ผังกราฟิกเพื่อวิเคราะห์ และสรุปองค์ความรู้ได้ จนนักเรียนสามารถถ่ายโยงความรู้ที่เกิดจากการ

เรียนรู้จนสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E จนในที่สุดนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้เข้ากับความรู้เดิม ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ มีความกระจำงในเนื้อหาสาระ จัดเก็บข้อมูลไว้ในความทรงจำระยะยาว มีความคงทนต่อการเรียนรู้ สามารถดึงข้อมูลมาใช้ในสถานการณ์ที่เผชิญได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว นอกจากนี้การใช้ผังกราฟิกยังช่วยสร้างความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้เข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น จดจำได้นาน เป็นการแสดงออกของความคิดที่สามารถมองเห็นและอธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจนและประหยัดเวลา (ทีศนา แชมมณี, 2550, น. 388) ซึ่งการนำลักษณะเด่นของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้กับการใช้เทคนิคผังกราฟิกมาใช้ร่วมกันทำให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายอย่างแท้จริง เหตุผลดังกล่าวจึงเป็นข้อสนับสนุนให้นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับประสาธ เนิ่งเฉลิม (2550, น. 25-30) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาสาระ การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยและนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของคูนดูซ (Kunduz, 2013, pp. 784-792) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง (Virtual lab) ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 7E เรื่อง การไทเทรตโดยปฏิกิริยาการตกตะกอน ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมอังการา เอ็ม รัสตุ อุเซล (Ankara M, Rustu Uzel) ประเทศตุรกี พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณภา เสรีรักษ์, (2556) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ 7E เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดนาปรม (มนมหาวิริยาคาร) จังหวัดเพชรบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งอรุณ โยธาวรมนตรี (2556, น.221) ได้ทำการศึกษา ผลการใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง พันธะเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 22 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรพร ฟองจันทร์ (2558, น. 310) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา

เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของแตงน้อย อินคเน (2558, น. 1-2) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับกับเทคนิคผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 81.20 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของวรศรา กัณหาสร้อย (2559, น. 78) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนนางิ้วโนนสมบูรณ์ จังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 และการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนดังกล่าว ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิกนั้นมีรูปแบบการสอนที่ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ของ

นักเรียนให้สูงขึ้นได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ได้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีขั้นตอนการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียน และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในขั้นการสำรวจและค้นหา นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับสุทธิดา จำรัส (2557, น. 8-7-8-10) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E เป็นการให้นักเรียนสร้างความเข้าใจความคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะผ่านกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ มีการทดลอง เน้นการศึกษาพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน รวมทั้งการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ สอดคล้องกับชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, น. 93) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบผ่านการสำรวจตรวจสอบ โดยให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมที่มีการผสมผสานระหว่างการสังเกต การใช้คำถาม การค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อช่วยสนับสนุนการทดลองให้มีหลักฐานและประจักษ์พยาน ส่วนการใช้เทคนิคผังกราฟิกร่วมในการจัดการเรียนรู้ เป็นการช่วยให้นักเรียนมองเห็นโน้ตหลักของเนื้อหาสาระ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ส่งเสริมการเขียนสื่อความ การฟัง การพูด การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาและสรุปความคิดเห็น หากนักเรียนร่วมกันสร้างผังกราฟิกจะเป็นการช่วยพัฒนาปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของนักเรียนด้วย ดังนั้นผังกราฟิกจึงสามารถพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนได้อย่างเป็นระบบ ตามแนวคิดของกระทรวงศึกษาธิการ (2548, น. 51-52) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545, น. 126) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ผังกราฟิกว่า เป็นประโยชน์ต่อการคิด ช่วยพัฒนาสมองซีกซ้ายและขวา พัฒนาการคิดในระดับสูง ฝึกให้นักเรียนให้ใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน เปรียบเทียบ จัดกลุ่มและสร้างโมทัศน์ที่ได้จากการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนเกิดความจำระยะยาว เนื่องจากใช้การคิดในการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง และสอดคล้องกับแนวคิดของประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น. 248) ที่กล่าวว่า การใช้ผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกรรณิการ์ กวางศรี (2554, น. 135) ได้ทำการศึกษา การคิดวิเคราะห์และความเข้าใจที่คงทนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจุลยวรรณ์ ทศพงษ์ (2555, น. 93) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริพรรณ คุณพระเนตร (2559, น. 92) ได้

ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลกและเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแรมจันท์ พรหมปากดี (2559, น. 101-109) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พันธุกรรม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับผังกราฟิก ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับผังกราฟิกสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยขอเสนอแนะแนวทางในการนำผลการวิจัยไปใช้และเพื่อการศึกษาวิจัยต่อไป ดังนี้

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 ในการนำการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้นั้น ครูควรทำความเข้าใจขั้นตอนการสอนอย่างละเอียด รวมถึงบทบาทหน้าที่ทั้งของครูและนักเรียน เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้เวลาค่อนข้างมากเนื่องจากแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมสืบเสาะและการสร้างผังกราฟิก ส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูควรเตรียมการสอนล่วงหน้าและยืดหยุ่นกิจกรรมตามความเหมาะสม

3.1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการศึกษาค้นคว้า

รวบรวมข้อมูล สรุป จัดระบบความคิด และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นครูควรให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง และกระตุ้นการเรียนรู้แก่นักเรียนอย่างสม่ำเสมอ

3.1.4 การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก ควรจัดในลักษณะของกิจกรรมกลุ่มแบบคละความสามารถของผู้เรียน เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนภายในกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน อีกทั้งเป็นการช่วยพัฒนาปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

3.1.5 ครูควรให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับการเขียนผังกราฟิกในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 – 2 จากนั้นส่งเสริมให้นักเรียนเลือกใช้ผังกราฟิกแบบต่าง ๆ ในการนำเสนอข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำให้ได้ผังกราฟิกที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรมีการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์กับวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นอื่น หรือในสาระการเรียนรู้อื่น

3.2.2 ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก ไปใช้ในการพัฒนาตัวแปรอื่นๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

3.2.3 ควรศึกษาการสร้างผังกราฟิกในขั้นตอนอื่นๆ ของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E เช่น ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เป็นต้น





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรณีการ กวางศิรี. (2554). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจที่คงทน ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. (ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ชุดที่ 8 โครงการหนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนในฝัน). กรุงเทพฯ:
กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2552). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ:
ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญญา ลินทรตันศิริกุล. (2557). เครื่องมือวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ. ใน *ประมวลสาระ
ชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. (หน่วยที่ 9, น. 1-81). นนทบุรี:
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และ สุจินต์ วิศวธีรานนท์. (2557). พื้นฐานทางจิตวิทยาของการเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*.
(หน่วยที่ 6, น.51-53). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ขวัญตา แสงผล. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดแก้ปัญหาและเจตคติต่อ
การเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- จรรยา สุจารีกุล. (2550). วิทยาศาสตร์คือกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แปลจาก *Science as
inquiry*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์พับลิเคชันส์.
- จุลยวรรณ์ ทศพงษ์. (2555). ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. (การศึกษา
ค้นคว้าอิสระ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- ชนาธิป พรกุล. (2551). การออกแบบการสอน การบูรณาการ การอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการ
เขียน. กรุงเทพฯ: วี พรินท์(1991).

- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด ทักษะและการนำไปใช้. (พิมพ์ครั้งที่ 2) กรุงเทพฯ: วี พรีนซ์(1991).
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). การจัดการเรียนรู้แนวใหม่ ทักษะ แนวปฏิบัติ และผลการวิจัย. นนทบุรี: สหมิตรพรีนติ้งแอนด์พับลิชชิง.
- _____. (2554). การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง. นนทบุรี: สหมิตรพรีนติ้งแอนด์พับลิชชิง.
- ชาตินี ศิริพงษ์ไทย. (2555). เทคนิคการใช้ผังกราฟิก. สืบค้น
จาก <https://www.gotoknow.org/posts/306304>.
- ดวงพร หมวกสกุล. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2557). การประเมินการคิดวิเคราะห์ในคดีวิเคราะห์ : สอนและสร้างได้
อย่างไร. วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ทศนา แคมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
_____. (2550). ศาสตร์การสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 5) กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- ธัญชนก โหม่งกวดหลด. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิด
วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ
เรียนรู้ 7 ขั้นและการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism. วารสาร
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 25(96), 13-14.
- แนนน้อย อินคะเน. (2558). การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น
ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ
คิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วารสาร AL-NUR บัณฑิตวิทยาลัย.
10(19), 1-2.
- นวลจิตต์ เขาวีร์ติพงศ์. (2557). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์2. ใน ประมวลชุดวิชา
สารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (หน่วยที่ 9 น.24-30). นนทบุรี :
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
_____. (2557). คดีวิเคราะห์ : สอนและสร้างได้อย่างไร. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2559). การคิดเพื่อแก้ปัญหาและตัดสินใจในวิชาชีพครู. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาความเป็นครู*. (หน่วยที่ 8). นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- _____. (2560). *สื่อการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์จำแนกตามวิธีสอน*. ใน *ประมวลสาระชุดวิชา สื่อ นวัตกรรมและการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์* (หน่วยที่ 5, น. 3-19) นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- บรรจง อมรชีวิน. (2554). *Thinking School สอนให้คิด*. กรุงเทพฯ: หจก.ภาพพิมพ์.
- บุญชุม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- _____. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). สุวีริยาสาส์น.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ : 9119 เทคนิค พรินต์ติ้ง.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น. *วารสารวิชาการ*, 10(4), 25-30.
- ปราณี กองจินดา. (2549). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบซิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เน้นทักษะการคิดเลขในใจที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.
- พิณณุ พองศรี. (2551). *วิจัยชั้นเรียน หลักการและเทคนิคปฏิบัติ* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- _____. (2552). *วิจัยชั้นเรียน หลักการและเทคนิคปฏิบัติ*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: ด้านสุทธาการพิมพ์.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: เดอร์มาสเตอร์กรุ๊ป.
- _____. (2555). *สอนการเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เฮ่งประดิษฐ์. (2550). *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นตอน*. (อัดสำเนา).
- ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. (2557). *คิดวิเคราะห์ : สอนและสร้างได้อย่างไร*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- ภาณุเดช หงษาวงศ์. (2548). *ทักษะสำหรับครูวิทยาศาสตร์*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่.
- รุ่งอรุณ โยธาวรมนตรี. (2556). ผลการใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก เรื่อง พันธะเคมีที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 22. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 10(46), 221-233.
- แรมจันทร์ พรหมปากดี. (2559). *การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับผังกราฟิก เรื่องพันธะกรรม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏ สกลนคร*, 8(22), 101-109.
- โรงเรียนท่าชนะ. (2560). *รายงานการประเมินตนเอง (SAR). สุราษฎร์ธานี: โรงเรียนท่าชนะ.*
- วิศรดา กัณหาสร้อย. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) เรื่อง วัสดุและสมบัติ ของวัสดุ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนนาจิวโนนสมบูรณ์ จังหวัดขอนแก่น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.*
- วรรณภา เสรีรักษ์. (2556). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 7Es เรื่องสารในชีวิตประจำวันที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน วัดนาพรม (มนมหาวิริยาคาร) จังหวัดเพชรบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.*
- วัชรพร พองจันทร์. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับ เทคนิคผังกราฟิก วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนระยองวิทยาคม จังหวัดระยอง. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 8(2), 301-312.
- วัฒนาพร ระจับทุกข์. (2545). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอล ทีเพรส.*
- วัลภา อาชีวนิสิทธิ. (2556). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ 7 อี ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไป ใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพ การศึกษากระสัง 4 จังหวัดบุรีรัมย์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, ไม่ได้ ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.*

- วิชัย วงษ์ใหญ่ และกัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล. (2558). การประเมินหลักสูตรและการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 5, น. 5-58). นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วิหวัส อินทมานนท์. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสังคมศึกษาและความสามารถในการ คิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผัง กราฟิกและแบบซินติเคท. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, สงขลา.
- วีระ สุตสังข์. (2550). การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. สมุทรปราการ: เนว่าเอ็ดดูเคชั่น.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ (LEARNING MANAGEMENT). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิริพรรณ คุณพระเนตร. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์ของโลก และเทคโนโลยีอวกาศ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับเทคนิคผังกราฟิก. (วิทยานิพนธ์ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน O – NET) ชั้นม.3 ปีการศึกษา 2560. สืบค้นจาก <http://www.niets.or.th/th/catalog/view/213>.
- _____. (2560). รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O – NET) ชั้น ม.3 ปีการศึกษา 2559. สืบค้นจาก <http://www.niets.or.th/th/catalog/view/213>.
- สถาบันวิทยาศาสตร์ สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2557). การประชุมวิชาการระดับชาติ การยกระดับคุณภาพการศึกษาวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ปีพุทธศักราช 2557. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). การอบรมครูทางไกล (หลักสูตรกลาง) หลักสูตรที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2553). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2559). สรุปผลการวิจัย PISA, TIMSS 2015. สืบค้นจาก https://drive.google.com/file/d/0Bza8voFmdFsrRGLYbmdPa0pk_Xzg/view.

- สมพร เชื้อพันธ์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
กับการจัดการเรียนการสอนตามปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, อยุธยา.
- สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ. (2555). พัฒนาทักษะการคิด ตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ:
9119 เทคนิค พรินต์ติ้ง.
- _____. (2560). ครูยุคใหม่กับการจัดการเรียนรู้สู่การศึกษา 4.0. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค
พรินต์ติ้ง.
- สุพธิดา จำรัส. (2557). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์1. ใน *ประมวลชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธี
และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 8 น.1-15). นนทบุรี :
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สุพัตรา ตาดม่วง. (2558). โครงการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองหว้า
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 สุราษฎร์ธานี. (2560). เอกสารรายงานผลการ
ทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O – NET) ปีการศึกษา 2560. กลุ่มนิเทศ
ติดตามและประเมินผล การจัดการศึกษาจังหวัดสุราษฎร์ธานี.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). *การวัดผลประเมินผลอิง
มาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2549). *แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อ
พัฒนาทักษะการคิด วิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- Anderson, L W, & Krathwohl D R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and
Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*.
New York: Longman.
- Barman,C.R. and Kotar M. (1989). *The Learning Cycle Science and Chidren*, 26(7), 30-32.
- Cassidy, J. (1989). *Using Graphic Organizers to Develop Critical Thinking. Gifted Child
Today (GCT)*. 12 (November-December): 34-36.
- Karplus, R; & Their, H. (1967). *A New Look at Elementary School Science*. Chicago:
Rand McNally.

- Kunduz, N. (2013). Development and application of 7E learning model based computer-assisted teaching materials on precipitation titrations. *Journal of Baltic Science Education*, 12(6), 784-792.
- Zaina, S.H., Mokhtar, S.Z., and Nawawi, M. (2010). "The Effect of Graphic Organizer on Students Learning in School." *Malaysian Journal of Educational Technology*. 10(June): 17-23.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือ



รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ พร้อมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช มีรายชื่อดังนี้

1. นางสาวตรีรัตน์บุรี

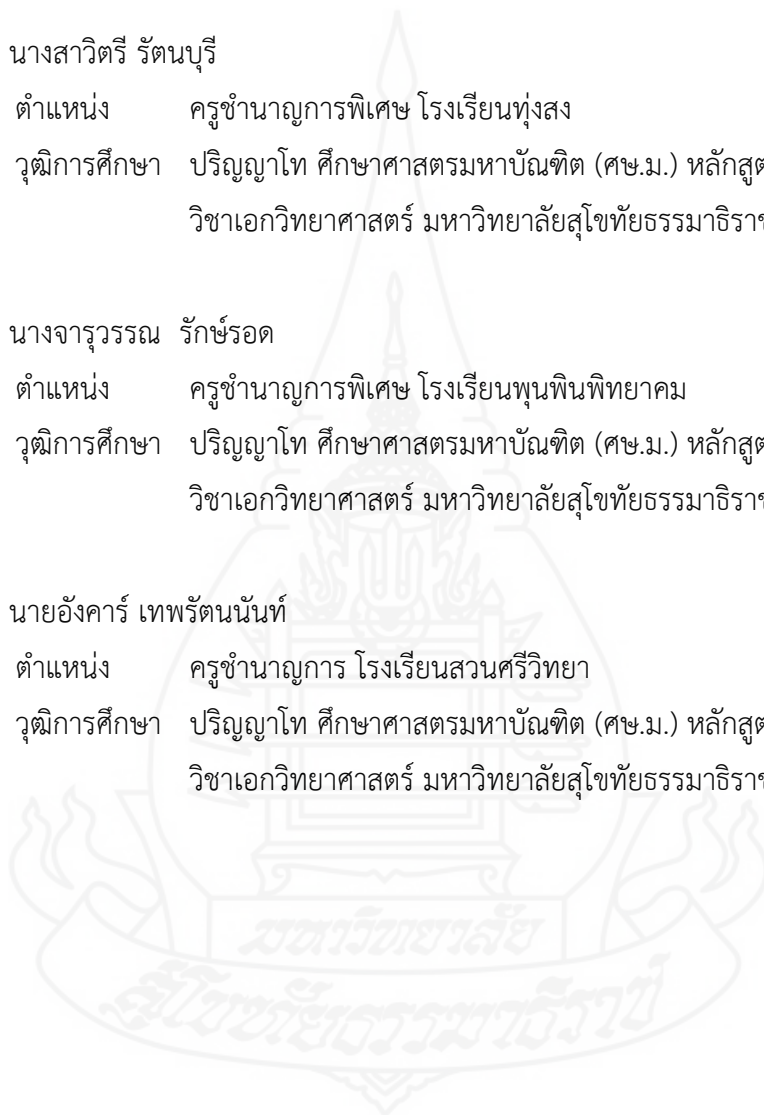
ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนทุ่งสง
วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.) หลักสูตรและการสอน
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

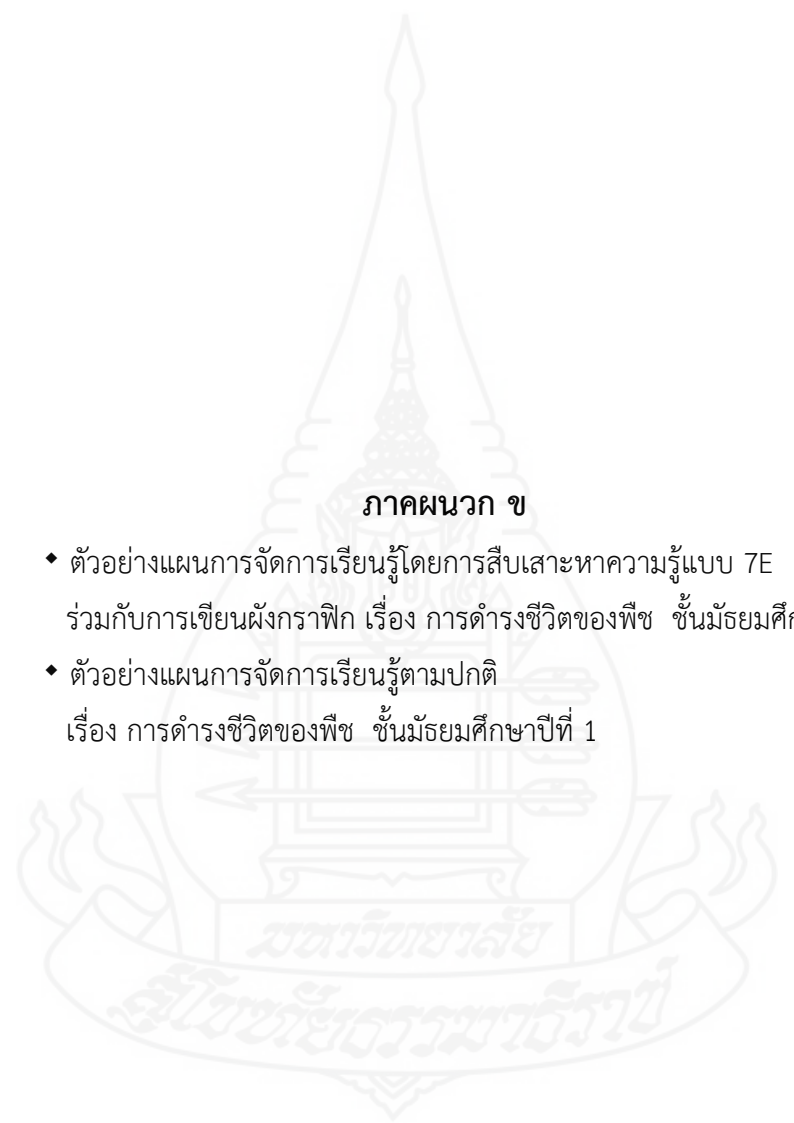
2. นางจรรุวรรณ รักษ์รอด

ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพุนพินพิทยาคม
วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.) หลักสูตรและการสอน
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

3. นายอังคาร์ เทพรัตนันท์

ตำแหน่ง ครูชำนาญการ โรงเรียนสวนศรีวิทยา
วุฒิการศึกษา ปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.) หลักสูตรและการสอน
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

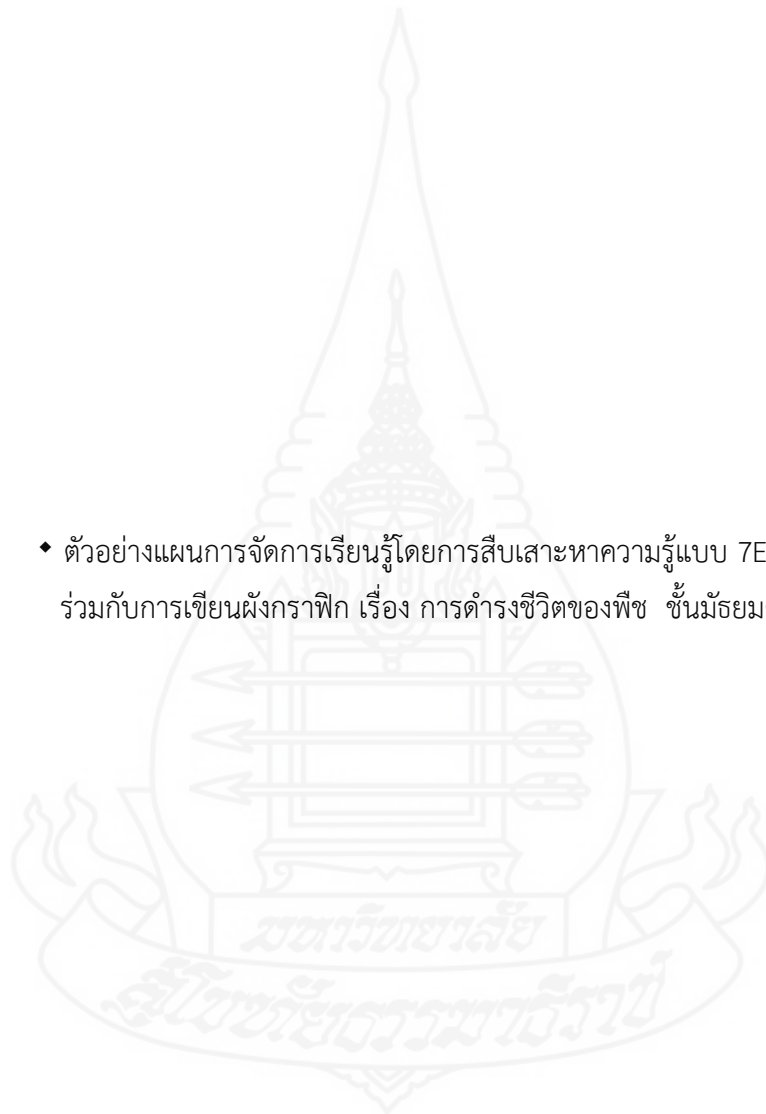




ภาคผนวก ข

- ♦ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E
ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ♦ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติ
เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

- ♦ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E
ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

วิชาวิทยาศาสตร์ ว21101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การดำรงชีวิตของพืช

จำนวน 18 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 5 ระบบสืบพันธุ์ของพืช

เวลา 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออก จากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ม.1/11 อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของดอก

ม.1/12 อธิบายลักษณะโครงสร้างของดอกที่มีส่วนทำให้เกิดการถ่ายเรณู รวมทั้งบรรยาย การปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ด และการงอกของเมล็ด

ม.1/13 ตระหนักถึงความสำคัญของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณูของพืชดอก โดยการไม่ทำลายชีวิตของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณู

ม.1/6 เลือกรูปวิธีการขยายพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช

ม.1/17 อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ

ม.1/18 ตระหนักถึงประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืช โดยการนำความรู้ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

สาระสำคัญ

ดอกไม้มีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของพืช ดอกไม้เป็นส่วนของกิ่งและใบ ที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ ดอกไม้ที่มีสีสดใสสวยงามบางชนิดมีกลิ่นหอม ซึ่งเกิดจากน้ำมันชนิดหนึ่งซึ่งอยู่ตรงกลางกลีบดอกกระเหยออกมา ทำให้มีกลิ่นหอมล่อแมลงต่าง ๆ ให้เข้ามา ช่วยผสมเกสร

ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ เรียงจากชั้นนอกเข้าสู่ชั้นในที่สำคัญ ๆ มี 4 ส่วน ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ จะเกิดขึ้นภายในดอกซึ่งเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ โดยมีการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ หรือ ละอองเรณู (sperm) กับ เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย หรือ เซลล์ไข่ (egg) แล้วได้ไซโกต (zygote) ที่เจริญไปเป็นเอ็มบริโอ (embryo) หรือ ต้นอ่อน ซึ่งจะเจริญไปเป็นต้นใหม่ต่อไป

สาระการเรียนรู้

- พืชดอกทุกชนิดสามารถสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้ และบางชนิดสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้
- การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และหารสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
- การถ่ายเรณู และการปฏิสนธิ
- การกระจายของผลและเมล็ด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

- 1.1 บอกส่วนประกอบของดอกไม้ได้
- 1.2 อธิบายความสำคัญของส่วนประกอบของดอกไม้ได้
- 1.3 อธิบายขั้นตอนการถ่ายละอองเรณูได้
- 1.4 อธิบายกลไกของการปฏิสนธิในพืชได้
- 1.5 อธิบายวิธีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชได้
- 1.6 บอกความสำคัญของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชได้
- 1.7 บอกความสำคัญของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชได้
- 1.8 เปรียบเทียบวิธีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้
- 1.9 บอกข้อดี ข้อจำกัดของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้
- 1.10 บอกความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพเกี่ยวกับพืชได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ : ผู้เรียนมีความสามารถในการสังเกต การทดลอง และลงข้อสรุปข้อมูลได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : ผู้เรียนมีคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน

สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)

ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยถามนักเรียนในห้องว่า นักเรียนรู้หรือไม่ว่า ส่วนประกอบของดอกไม้มีอะไรบ้าง

2. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

2.1 ครูให้นักเรียนสังเกตดอกชบา และดอกเฟื่องฟ้าที่ครูถือไว้ในมือ

2.2 ให้นักเรียนบอกส่วนประกอบของดอกไม้ชบา และดอกเฟื่องฟ้า (ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะเข้าใจว่าส่วนที่มีสีส้มของดอกเฟื่องฟ้า คือ กลีบดอก) เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้

3. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)

3.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 - 6 คน คละเพศ ความสามารถ โดยแต่ละกลุ่มเลือก ประธานกลุ่ม และเลขานุการกลุ่ม เพื่อแบ่งหน้าที่ในการทำงาน

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้ พร้อมทั้งสังเกต และบันทึกผลการทดลอง

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาอภิปรายและลงข้อสรุปผลการทดลอง จากนั้นออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

4.2 ครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบของดอก ดังนี้

1) ส่วนประกอบของดอกไม้มีอะไรบ้าง(ให้นักเรียนตอบเรียงลำดับจากส่วนที่อยู่นอกสุดเข้าไปส่วนที่อยู่สุด)

2) จงบอกหน้าที่ของส่วนประกอบของดอกไม้

3) ให้นักเรียนจำแนกประเภทของดอกไม้หลังจากการทดลองแยกส่วนประกอบของดอกไม้

4.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแผนผังกราฟิกเพื่อสรุปข้อมูลจากการเรียนรู้ เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้และหน้าที่ของส่วนประกอบของดอกไม้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase)

5.1 ครูขยายความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนเกี่ยวกับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืช โดยการศึกษา clip video เรื่อง การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืช

5.2 จากนั้นครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาจาก clip video เรื่อง การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืช ดังนี้

- 1) กระบวนการถ่ายละอองเรณูเป็นอย่างไร จงอธิบาย
- 2) การปฏิสนธิ หมายถึง อะไร
- 3) จงอธิบายกลไกของการปฏิสนธิของพืช
- 4) หลังการปฏิสนธิ พืชมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

5.3 ให้นักเรียนศึกษา clip video อีกครั้งเกี่ยวกับ เรื่อง การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืช

5.4 ครูสุ่มให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกวิธีการขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศ โดยไม่ซ้ำกัน

5.5 ครูซักถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการขยายพันธุ์พืชแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ดังนี้

- 1) จงบอกความแตกต่างของการขยายพันธุ์พืชแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ
- 2) บอกข้อดี ข้อจำกัดของการสืบพันธุ์พืชแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ

5.6 ครูขยายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพสำหรับพืช เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และ พันธุวิศวกรรมสำหรับพืช

5.7 ให้นักเรียนสร้างสรรค์ผลงานที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยการเขียนแผนผังกราฟิกแบบผังมโนทัศน์เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืชพร้อมทั้งนำเสนอหน้าชั้นเรียน

6. ชั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

นักเรียนร่วมกันประเมินแผนผังกราฟิกของเพื่อนแต่ละกลุ่ม ในด้านต่างๆ ได้แก่ สรุปความรู้ได้ถูกต้อง ครบตรงประเด็น การเชื่อมโยงความรู้ได้ถูกต้องตามลำดับขั้นความสัมพันธ์ มีความคิดสร้างสรรค์ในการเขียนแผนผังกราฟิก และสื่อสารเข้าใจง่าย

7. ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

7.1 ครูกำหนดประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม

“ ด.ช.จ้อย ทานมะม่วงสุก ที่แม่ซื้อมาจากตลาด ซึ่งมีรสชาติหวาน อร่อย จากนั้นจึงก็นำเมล็ดไปปลูกที่หลังบ้าน เพื่อจะได้มะม่วงที่มีรสชาติหวาน อร่อยทานที่บ้านโดยไม่ต้องซื้อ เมื่อเวลาผ่านไปมะม่วงเจริญเติบโต ออกผลสุกเหลือง แต่รสชาติกลับไม่หวานเช่นเดิม ” เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น จงอธิบาย

7.2 จากนั้นครูซักถามประเด็นปัญหาเพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1) หากนักเรียนต้องการให้ต้นเฟื่องฟ้ามีหลายสีในต้นเดียวกัน นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร

- 2) เหตุใดในการขยายพันธุ์ยางพาราจึงไม่นิยมใช้เมล็ดในการขยายพันธุ์
 7.3 ให้นักเรียนช่วยกันคิดหาเหตุผล พร้อมทั้งอธิบาย โดยครูสุมนำเสนอหน้าชั้นเรียน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการประเมิน	เครื่องมือประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	แบบประเมินทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมินคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์



การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก

วิชาวิทยาศาสตร์ ว 21101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1

ประกอบแผนการสอนที่ 5 เรื่อง ระบบสืบพันธุ์ของพืช

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน					ผลการประเมิน		สรุปผลการประเมิน	
		การสังเกต	การทดลอง	การบันทึกผล	การนำเสนอข้อมูล	การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป	คะแนน รวม	ระดับ คุณภาพ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
		4	4	4	4	4	20			
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
หมายเหตุ นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จะต้องได้ผลการประเมินในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป										
คะแนน/ระดับคุณภาพ	4 (ดีเยี่ยม) คะแนน 18-20	3 (ดี) คะแนน 14-17	2 (พอใช้) คะแนน 10-13	1 (ปรับปรุง) คะแนน 0-9						

รายละเอียดการให้คะแนนแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนผังกราฟิก
 รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคุณภาพ / คะแนน			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. การทดลอง	ทำการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่างถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ ทำการทดลองเสร็จทันเวลาที่กำหนด	ทำการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนด ถูกต้องโดยครูเป็นผู้แนะนำในบางส่วน มีการปรับปรุงแก้ไขเป็นระยะ ทดลองเสร็จทันเวลาที่กำหนด	ทำการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ หรือ ดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนดบ้าง มีการปรับปรุงแก้ไขเล็กน้อย และ เสร็จทันเวลา	ไม่ทำการทดลองตามวิธีการและขั้นตอนที่กำหนดไว้ หรือ ดำเนินการข้ามขั้นตอนที่กำหนด ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข และ ทดลองเสร็จไม่ทันเวลา
2. การบันทึกผล	บันทึกผลตามหัวข้อที่กำหนดครบถ้วน มีการบันทึกเป็นระเบียบ อ่านง่าย ข้อมูลชัดเจน ครบถ้วนตามจุดประสงค์	บันทึกผลตามหัวข้อที่กำหนดไม่ครบ 1 หัวข้อ มีการบันทึกเป็นระเบียบ อ่านง่าย ข้อมูลชัดเจน ครบถ้วนตามจุดประสงค์	บันทึกผลตามหัวข้อที่กำหนดไม่ครบ 2 หัวข้อ มีการบันทึกเป็นระเบียบ อ่านง่าย ข้อมูลไม่ครบถ้วนตามจุดประสงค์	บันทึกผลตามหัวข้อที่กำหนดไม่ครบ 3 หัวข้อ ขึ้นไป บันทึกไม่เป็นระเบียบ อ่านยาก ข้อมูลไม่ครบถ้วนตามจุดประสงค์
3. การใช้และเก็บรักษาอุปกรณ์/เครื่องมือ	ใช้อุปกรณ์ถูกวิธี เมื่อใช้เสร็จทำความสะอาด เก็บรักษาเป็นระเบียบ อุปกรณ์อยู่ในสภาพดี	ใช้อุปกรณ์ผิดบ้างเล็กน้อย เมื่อใช้เสร็จทำความสะอาด เก็บรักษาไม่เป็นระเบียบ อุปกรณ์อยู่ในสภาพดี	ใช้อุปกรณ์ไม่ค่อยถูกวิธี เมื่อใช้เสร็จ เก็บรักษาโดยไม่ได้อุณหภูมิเรียบร้อยของ อุปกรณ์	ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกวิธีเป็นส่วนใหญ่ ต้องเตือนให้เก็บรักษาอุปกรณ์ / ทำอุปกรณ์ชำรุดโดยประมาท
4. การนำเสนอข้อมูล (ผลการทดลอง)	การนำเสนอน่าสนใจ ผู้ฟังมีส่วนร่วม และ รายงานผลตามลำดับขั้นตอน ข้อมูลถูกต้อง ครบถ้วน	การนำเสนอน่าสนใจ ผู้ฟังมีส่วนร่วม และ รายงานผลตามลำดับขั้นตอน ข้อมูลถูกต้อง แต่ขาดความสมบูรณ์	การนำเสนอน่าสนใจ ผู้ฟังไม่มีส่วนร่วม และ รายงานผลตาม ลำดับขั้นตอน แต่ ข้อมูลขาดความถูกต้อง	การนำเสนอไม่น่าสนใจ ผู้ฟังไม่มีส่วนร่วม และ รายงานผลไม่เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ข้อมูลขาดความถูกต้อง
5. การตีความหมายของข้อมูล และ ลงข้อสรุป	สรุปผลการทดลอง สอดคล้องกับ จุดประสงค์ครบถ้วน และแปลความหมายถูกต้อง	สรุปผลการทดลอง สอดคล้องกับจุดประสงค์ ครบถ้วน แต่แปลความหมายผิดบ้าง	สรุปผลการทดลอง สอดคล้องกับจุดประสงค์ ไม่ครบถ้วน และแปลความหมายผิด	สรุปผลการทดลองไม่ สอดคล้องกับ จุดประสงค์ และแปลความหมายผิด

การประเมินแผนผังกราฟิก

จากการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก

วิชาวิทยาศาสตร์ ว21101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1

ประกอบแผนการสอนที่ 5 เรื่อง ระบบสืบพันธุ์ของพืช

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องคะแนนตามเกณฑ์การประเมิน

เลขที่	ชื่อ - สกุล	สรุปเนื้อหาถูกต้องครบถ้วน			การเชื่อมโยงความรู้และลำดับความสำคัญ			การเขียนสื่อความและความคิดสร้างสรรค์			ความสมบูรณ์ของผังกราฟิก			รวม
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														

หมายเหตุ นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จะต้องได้ผลการประเมินในระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

คะแนน/ระดับคุณภาพ	4 (ดีเยี่ยม) คะแนน 12-11	3 (ดี) คะแนน 10-9	2 (พอใช้) คะแนน 8-6	1 (ปรับปรุง) คะแนน 5-0
-------------------	--------------------------	-------------------	---------------------	------------------------

รายละเอียดการให้คะแนนแบบประเมินผังกราฟิก

จากการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้แบบ 7E ร่วมกับการเขียนแผนผังกราฟิก

วิชาวิทยาศาสตร์ ว21101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคุณภาพ / คะแนน		
	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. สรุปเนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน	ออกแบบผังกราฟิกใหม่ สร้างสรรค์ สอดคล้องกับ เนื้อหา ภาพประกอบ ใช้ สี สั้น หลากหลาย	ออกแบบไม่แปลกใหม่ แต่มีความ สอดคล้องกับ เนื้อหาบางส่วน	การออกแบบไม่ สอดคล้องกับ เนื้อหาและงานไม่ แปลกใหม่
2. การเชื่อมโยงความรู้และลำดับความสำคัญ	การเชื่อมโยงเนื้อหาได้ ครบถ้วน เรียงลำดับขั้นตอนถูกต้อง ตามลำดับขั้นตอน ตรงประเด็น เข้าใจง่าย	เชื่อมโยงเนื้อหาไม่ ครบถ้วน เรียงลำดับขั้นตอนไม่ค่อยถูกต้อง และตรงประเด็นเล็กน้อย	เชื่อมโยงเนื้อหาไม่ ครบถ้วน เรียงลำดับขั้นตอนไม่ถูกต้อง และไม่ตรงประเด็น
3. การเขียนสื่อความและความคิดสร้างสรรค์	เขียนสื่อความได้ถูกต้อง ตามอักขรวิธี ตรงประเด็น ชัดเจน เข้าใจง่าย มีความคิดสร้างสรรค์ดี	เขียนสื่อความไม่ถูกต้อง ตามอักขรวิธี ค่อนข้างมาก ตรงประเด็น เข้าใจยาก มีความคิดสร้างสรรค์เล็กน้อย	เขียนสื่อความไม่ถูกต้อง ตามอักขรวิธี ค่อนข้างมาก ไม่ตรงประเด็น ไม่มีความคิดสร้างสรรค์
4. ความสมบูรณ์ของผังกราฟิก	สะอาด อ่านง่าย เรียบร้อย ประณีตแสดงถึงความตั้งใจในการทำชิ้นงาน	ชิ้นงานไม่ ประณีต ไม่สะอาด ไม่ เรียบร้อย แสดง ถึงความรีบเร่ง ในการทำงาน	ชิ้นงานไม่เสร็จ สมบูรณ์ เป็น ส่วนมาก

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้

ทำการทดลองวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

กลุ่มที่ สมาชิกในกลุ่มประกอบด้วย

- | | |
|--------|--------|
| 1..... | 2..... |
| 3..... | 4..... |
| 5..... | 6..... |

จุดประสงค์

1. บอกส่วนประกอบของดอกไม้ได้
2. อธิบายความสำคัญของส่วนประกอบของดอกไม้ได้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ใบมีด
2. ปากคีบ
3. แวนชยาย
4. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวาดภาพ ระบายสี
5. ดอกไม้ที่หาได้ในท้องถิ่น หรือ สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

ขั้นตอนการทดลอง

1. สํารวจดอกไม้ในสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน แล้วเลือกดอกไม้ที่สมาชิกในกลุ่มต้องการศึกษา จำนวน 1 ดอก
2. สังเกตลักษณะโครงสร้างของดอกไม้ที่นำมาศึกษาด้วยแวนชยาย แล้วค่อย ๆ ดึงส่วนต่าง ๆ ของดอกไม้ออกจากกันโดยใช้ปากคีบ
3. ศึกษาส่วนต่าง ๆ ของดอก ดังต่อไปนี้
 - 3.1 กลีบเลี้ยง
 - 3.2 กลีบดอก
 - 3.3 เกสรเพศผู้
 - 3.4 ยอดเกสรเพศเมีย ก้านเกสรเพศเมีย และ รังไข่
4. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันบันทึก และสรุปผลการสังเกตลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้
5. สมาชิกในกลุ่มช่วยกันจัดเก็บอุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ส่วนประกอบของ ดอกไม้	ลักษณะโครงสร้างของดอก.....
กลีบเลี้ยง	
กลีบดอก	
เกสรเพศผู้	
เกสรเพศเมีย	

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

- ♦ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติ
เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

วิชาวิทยาศาสตร์ ว21101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การดำรงชีวิตของพืช

จำนวน 18 ชั่วโมง

หน่วยย่อยที่ 5 ระบบสืบพันธุ์ของพืช

เวลา 3 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ม.1/11 อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของดอก

ม.1/12 อธิบายลักษณะโครงสร้างของดอกที่มีส่วนทำให้เกิดการถ่ายเรณู รวมทั้งบรรยายการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ด และการงอกของเมล็ด

ม.1/13 ตระหนักถึงความสำคัญของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณูของพืชดอก โดยการไม่ทำลายชีวิตของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณู

ม.1/6 เลือกรูปการขยายพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์ โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช

ม.1/17 อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ

ม.1/18 ตระหนักถึงประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืช โดยการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระสำคัญ

ดอกไม้มีส่วนประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ของพืช ดอกไม้เป็นส่วนของกิ่งและใบที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ ดอกไม้ที่มีสีแสนสวยงามบางชนิดมีกลิ่นหอม ซึ่งเกิดจากน้ำมันชนิดหนึ่งซึ่งอยู่ตรงกลางกลีบดอกกระเหยออกมา ทำให้มีกลิ่นหอมล่อแมลงต่าง ๆ ให้เข้ามาช่วยผสมเกสร

ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ เรียงจากชั้นนอกเข้าสู่ชั้นในที่สำคัญ ๆ มี 4 ส่วน ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ จะเกิดขึ้นภายในดอกซึ่งเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ โดยมีการปฏิสนธิระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ หรือ ละอองเรณู (sperm) กับ เซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย หรือ เซลล์ไข่ (egg) แล้วได้ไซโกต (zygote) ที่เจริญไปเป็นเอ็มบริโอ (embryo) หรือ ต้นอ่อน ซึ่งจะเจริญไปเป็นต้นใหม่ต่อไป

สาระการเรียนรู้

- พืชดอกทุกชนิดสามารถสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศได้ และบางชนิดสามารถสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศได้
- การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และหารสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ
- การถ่ายเรณู และการปฏิสนธิ
- การกระจายของผลและเมล็ด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้

- 1.1 บอกส่วนประกอบของดอกไม้ได้
- 1.2 อธิบายความสำคัญของส่วนประกอบของดอกไม้
- 1.3 อธิบายขั้นตอนการถ่ายละอองเรณูได้
- 1.4 อธิบายกลไกของการปฏิสนธิในพืชได้
- 1.5 อธิบายวิธีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชได้
- 1.6 บอกความสำคัญของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชได้
- 1.7 บอกความสำคัญของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชได้
- 1.8 เปรียบเทียบวิธีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้
- 1.9 บอกข้อดี ข้อจำกัดของการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้
- 1.10 บอกความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพเกี่ยวกับพืชได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ : ผู้เรียนมีความสามารถในการสังเกต การทดลอง และลงข้อสรุปข้อมูลได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : ผู้เรียนมีคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ และมุ่งมั่นในการทำงาน

สื่อ / แหล่งเรียนรู้

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

- 1.1 ครูให้นักเรียนสังเกตดอกชบา และดอกเฟื่องฟ้าที่ครูถือไว้ในมือ
- 1.2 ให้นักเรียนบอกส่วนประกอบของดอกไม้ชบา และดอกเฟื่องฟ้า (ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะเข้าใจว่าส่วนที่มีสีส้มของดอกเฟื่องฟ้า คือ กลีบดอก) เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้

2. ชั้นสอน

2.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 - 6 คน คละเพศ ความสามารถ โดยแต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่ม และเลขานุการกลุ่ม เพื่อแบ่งหน้าที่ในการทำงาน

2.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้ พร้อมทั้งสังเกตและบันทึกผลการทดลอง

2.3 ครูตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบของดอก ดังนี้

1) ส่วนประกอบของดอกไม้มีอะไรบ้าง (ให้นักเรียนตอบเรียงลำดับจากส่วนที่อยู่นอกสุดเข้าไปส่วนที่อยู่ภายในสุด)

2) จงบอกหน้าที่ของส่วนประกอบของดอกไม้

3) ให้นักเรียนจำแนกประเภทของดอกไม้หลังจากการทดลองแยกส่วนประกอบของดอกไม้

2.4 จากนั้นครูซักถามนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษาจาก clip video เรื่อง การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืช และไม่อาศัยเพศของพืช

2.5 ครูซักถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการขยายพันธุ์พืชแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ดังนี้

1) จงบอกความแตกต่างของการขยายพันธุ์พืชแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ

2) บอกข้อดี ข้อจำกัดของการสืบพันธุ์พืชแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ

2.6 ครูขยายความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีชีวภาพสำหรับพืช เช่น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และ พันธุวิศวกรรมสำหรับพืช

3. ชั้นสรุป

3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการทดลองมาอภิปรายและลงข้อสรุปผลการทดลอง จากนั้นออกมานำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน

3.2 นักเรียนและครูอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืช และเทคโนโลยีในการขยายพันธุ์พืช

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการประเมิน	เครื่องมือประเมิน	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้	ร้อยละ 60 ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้

ทำการทดลองวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....เวลา.....

กลุ่มที่ สมาชิกในกลุ่มประกอบด้วย

- 1..... 2.....
3..... 4.....
5..... 6.....

จุดประสงค์

1. บอกส่วนประกอบของดอกไม้ได้
2. อธิบายความสำคัญของส่วนประกอบของดอกไม้ได้

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ใบมีด
2. ปากคีบ
3. แวนชยาย
4. ดอกไม้ที่หาได้ในท้องถิ่น หรือ สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน

ขั้นตอนการทดลอง

1. สำรวจดอกไม้ในสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียน แล้วเลือกดอกไม้ที่สมาชิกในกลุ่มต้องการศึกษา จำนวน 1 ดอก
2. สังเกตลักษณะโครงสร้างของดอกไม้ที่นำมาศึกษาด้วยแวนชยาย แล้วค่อย ๆ ดึงส่วนต่าง ๆ ของดอกไม้ออกจากกันโดยใช้ปากคีบ
3. ศึกษาส่วนต่าง ๆ ของดอก ดังต่อไปนี้
 - 3.1 กลีบเลี้ยง
 - 3.2 กลีบดอก
 - 3.3 เกสรเพศผู้
 - 3.4 ยอดเกสรเพศเมีย ก้านเกสรเพศเมีย และ รังไข่
4. สมาชิกในกลุ่มร่วมกันบันทึก และสรุปผลการสังเกตลงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ส่วนประกอบของดอกไม้
5. สมาชิกในกลุ่มช่วยกันจัดเก็บอุปกรณ์ในการทดลองให้เรียบร้อย

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ส่วนประกอบของ ดอกไม้	ลักษณะโครงสร้างของดอก.....
กลีบเลี้ยง	
กลีบดอก	
เกสรเพศผู้	
เกสรเพศเมีย	

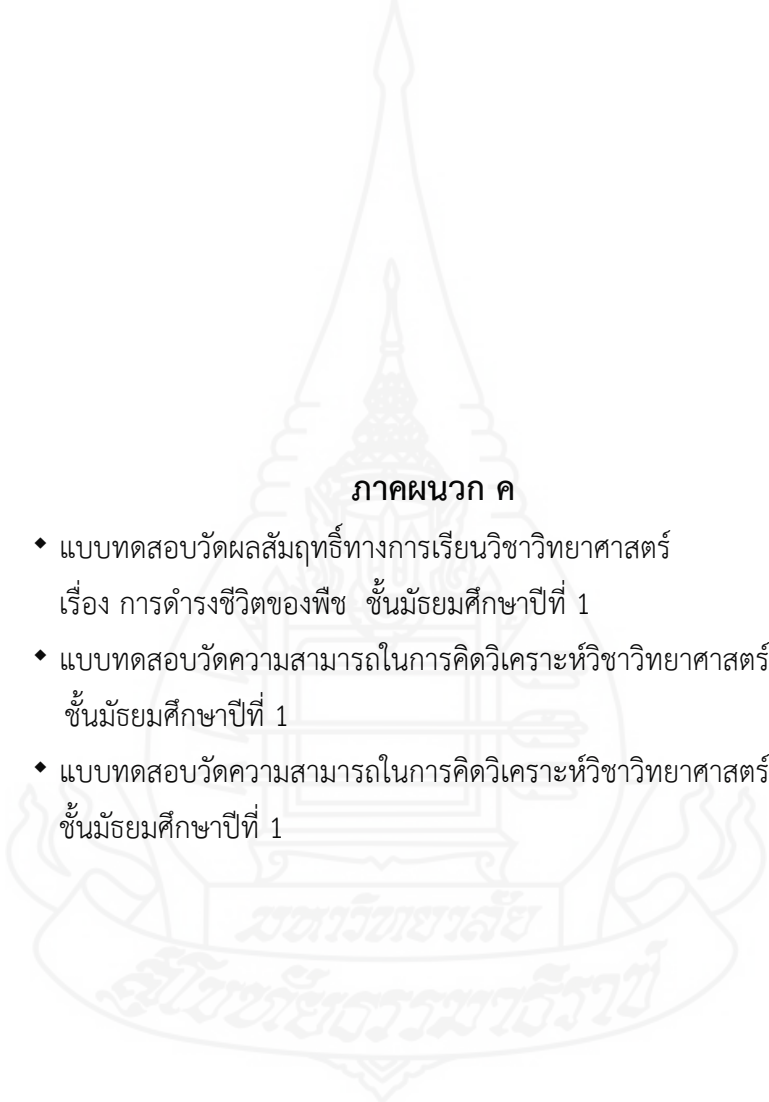
สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

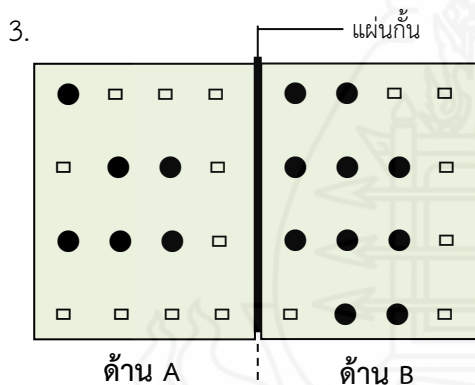


ภาคผนวก ค

- ♦ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ♦ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
- ♦ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1. ข้อใดอธิบายความหมายของการแพร่ ได้ถูกต้องที่สุด (ความจำ)
 - ก. การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากด้านบนลงด้านล่าง
 - ข. การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากบริเวณโมเลกุลน้อยไปยังโมเลกุลมาก
 - ค. การเคลื่อนที่ของโมเลกุลจากที่มีโมเลกุลหนาแน่นมากไปยังที่มีโมเลกุลน้อย
 - ง. การเคลื่อนที่ของสารจากบริเวณหนึ่งไปยังอีกบริเวณหนึ่ง
2. ความหมายของสมดุลการแพร่ เมื่อถึงจุดสมดุลการแพร่ ข้อใดถูกต้อง (ความเข้าใจ)
 - ก. ไม่มีการแพร่อีกต่อไป ไม่มีสารเข้าและออกนอกเซลล์
 - ข. มีการแพร่ภายในสู่ภายนอกเซลล์มากกว่าภายนอกออกสู่ภายในเซลล์
 - ค. มีการแพร่ภายนอกสู่ภายในเซลล์เท่ากับภายในออกสู่ภายนอกเซลล์
 - ง. มีการแพร่ภายนอกสู่ภายในเซลล์มากกว่าภายในออกสู่ภายนอกเซลล์



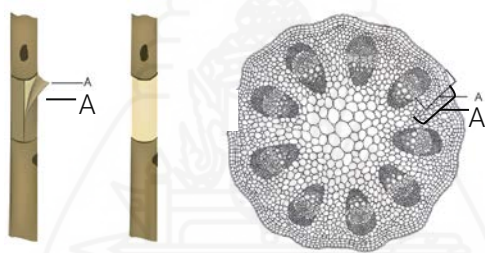
สาร ● 6 อนุภาค สาร ● 10 อนุภาค
 สาร □ 10 อนุภาค สาร □ 6 อนุภาค

ถ้าดึงแผ่นกั้นออกไป การแพร่จะเกิดขึ้นในลักษณะใด (การนำไปใช้)

- ก. สาร ● แพร่จาก B ไป A เท่านั้น
 - ข. สาร □ แพร่จาก A ไป B เท่านั้น
 - ค. สาร ● แพร่จาก B ไป A และสาร □ แพร่จาก A ไป B
 - ง. ไม่มีการแพร่ เพราะทั้งสองด้านมีสารข้างละ 16 อนุภาค เท่ากัน
4. อัตราการแพร่จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปัจจัยในข้อใด (ความเข้าใจ)

- ก. ความแตกต่างของสารแต่ละชนิด
- ข. ความแตกต่างของขนาดอนุภาคสาร
- ค. ความแตกต่างของเยื่อกั้นระหว่าง 2 บริเวณ
- ง. ความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสาร 2 บริเวณ
5. ข้อใด คือ ความหมายของการออสโมซิส (ความจำ)
- ก. การแพร่ของโมเลกุลของสารละลายเจือจางสู่สารละลายเข้มข้นผ่านเยื่อเลือกผ่าน
- ข. การแพร่ของโมเลกุลของสารละลายเข้มข้นสู่สารละลายเจือจาง ผ่านเยื่อเลือกผ่าน
- ค. การแพร่ของโมเลกุลจากสารละลายเข้มข้นสู่สารละลายเจือจางกว่า
- ง. การแพร่ของโมเลกุลจากสารละลายเจือจางสู่สารละลายเข้มข้นกว่า
6. เมื่อนำต้นกระสังแช่รากในน้ำหมักแดง ทิ้งไว้ค้างคืน จะเห็นสีแดงผ่านจากรากไปสู่ลำต้น เพราะเหตุใด (ความเข้าใจ)
- ก. น้ำหมักแดงออสโมซิสเข้าทางรากขึ้นไปสู่ลำต้น
- ข. น้ำหมักแดงออสโมซิสเข้าทางท่อลำเลียงน้ำไปสู่ใบ
- ค. น้ำหมักแดงแพร่เข้าทางราก และออสโมซิสไปสู่ลำต้น
- ง. น้ำหมักแดงออสโมซิสเข้าทางราก และแพร่ไปสู่ลำต้น
7. การออสโมซิสกับการแพร่ต่างกันอย่างไร (การวิเคราะห์)
- ก. การออสโมซิสเกิดขึ้นในเซลล์ ส่วนการแพร่เกิดขึ้นนอกเซลล์
- ข. การออสโมซิสไม่ต้องผ่านเยื่อเลือกผ่าน ส่วนการแพร่ต้องผ่าน
- ค. การออสโมซิสเกี่ยวข้องกับโมเลกุลของน้ำกับเยื่อเลือกผ่าน ส่วนการแพร่เกี่ยวข้องกับโมเลกุลของสารทุกชนิด
- ง. การออสโมซิสเป็นการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของสารจากบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงไปสู่ บริเวณที่มีความเข้มข้นต่ำ ส่วนการแพร่จะตรงกันข้าม
8. การแพร่ของสารที่พบเห็นในชีวิตประจำวันได้แก่ข้อใด (ความเข้าใจ)
- ก. การฉีดยารดต้นไม้
- ข. การกระจายของน้ำเข้าสู่ราก
- ค. การไหลของน้ำจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
- ง. การฟุ้งกระจายของน้ำหอมในอากาศ
9. จากการศึกษาโครงสร้างภายในของพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นักเรียนสังเกตเห็นได้อย่างไรว่า โครงสร้างที่นักเรียนเห็นเป็นลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ความจำ)
- ก. มีท่อลำเลียงรวมอยู่กลางลำต้น

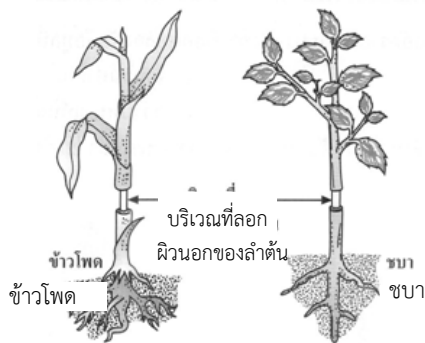
- ข. มีเพียงท่อลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ
 ค. มีท่อลำเลียงกระจายไม่เป็นระเบียบ
 ง. มีท่อลำเลียงเรียงเป็นระเบียบรอบๆ ลำต้น
10. ทิศทางการลำเลียงอาหารของพืชส่วนใหญ่มี ทิศทางในลักษณะใด (ความจำ)
1. จากราก - ลำต้น - กิ่ง - ใบ
 2. จากใบ - กิ่ง - ลำต้น - ราก
 3. จากใบ - กิ่ง - ลำต้น - กิ่ง - ดอก
- ก. 1 และ 2
 ข. 2 และ 3
 ค. 1 และ 3
 ง. เฉพาะ 2
11. ชาวสวนขยายพันธุ์ชะอมโดยใช้มีดควั่นส่วน A รอบกิ่งของชะอมออกยาวประมาณ 2 นิ้ว จากนั้นนำตุ้มตอนมาหุ้มส่วนที่ควั่นออก ไม่นานเปลือกต้นชะอมเหนือที่ควั่นออก มีรากงอกออกมา (ความเข้าใจ)



ส่วน A มีเนื้อเยื่อลำเลียงชนิดใด และการควั่น ส่วน A ออก จะส่งผลอย่างไรต่อกิ่งที่ขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้

- ก. ส่วน A มีไซเล็ม และการควั่นส่วน A ออกส่งผลให้ต้นชะอมลำเลียงน้ำจากรากขึ้นสู่ใบของกิ่งนี้ไม่ได้
- ข. ส่วน A มีโฟลเอ็ม และการควั่นส่วน A ออกส่งผลให้ต้นชะอมลำเลียงน้ำจากใบไปสู่รากของต้นนี้ไม่ได้
- ค. ส่วน A มีไซเล็มและการควั่นส่วน A ออกส่งผลให้ต้นชะอมลำเลียงอาหารจากส่วนล่างรอยควั่นไปสู่ใบของกิ่งนี้ไม่ได้
- ง. ส่วน A มีโฟลเอ็มและการควั่นส่วน A ออกส่งผลให้ต้นชะอมลำเลียงอาหารจากใบของกิ่งนี้ไปสู่ส่วนล่างรอยควั่นไม่ได้

12. ถัาลอกฝัวนอกของต้นข้าวโพดและชบาที่มีขนาดเท่ากัน และชูดฝัวยภายในลึกลงเท่ากันดังภาพ แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 1 เดือน (การวิเคราะห์)



ข้อใดกล่าว ถูกต้อง

ข้าวโพด	ชบา
ก. ตาย เพราะท่อลำเลียงอาหารถูกทำลาย	ตาย เพราะรากไม่สามารถลำเลียงน้ำ
ข. ตาย เพราะท่อลำเลียงน้ำและอาหารถูกทำลาย	ไม่ตาย เพราะท่อลำเลียงบางส่วนถูกทำลาย
ค. ไม่ตาย เพราะท่อลำเลียงบางส่วนถูกทำลาย	ตาย ท่อลำเลียงอาหารถูกทำลาย
ง. ไม่ตาย เพราะท่อลำเลียงไม่ถูกทำลาย	ไม่ตาย เพราะท่อลำเลียงอาหารไม่ถูกทำลาย

13. โครงสร้างใดเกี่ยวข้องกับการคายน้ำของพืช (ความจำ)

- ก. ปากใบ และ คิวทิน
- ข. คิวทิน และ เซลล์คุม
- ค. เซลล์คุม และ ปากใบ
- ง. ทั้งเซลล์คุม ปากใบ และคิวทิน

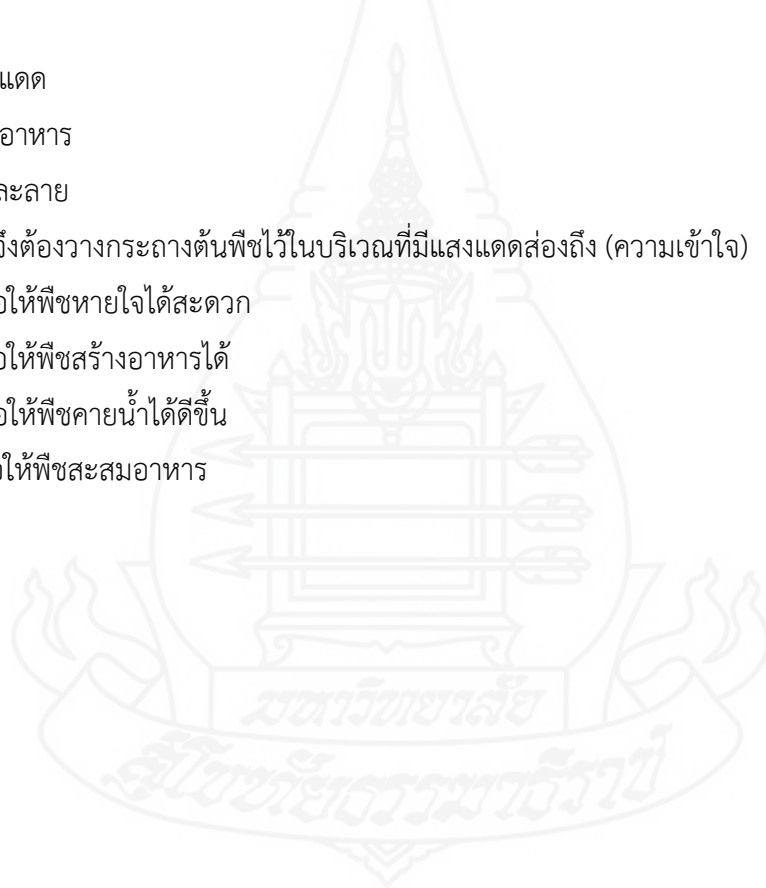
ใช้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อที่ 14



14. จากการทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. จำนวนใบมีผลต่อการคายน้ำของพืช

- ข. แสงสว่างมีอิทธิพลต่อการคายน้ำของพืช
 - ค. พืชจะคายน้ำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นของอากาศ
 - ง. แสงสว่าง ความชื้น และอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการคายน้ำของพืช
15. ข้อใดกล่าวถูกต้องเมื่อพิจารณาตามความหมายของการเจริญเติบโตของพืช (ความเข้าใจ)
- ก. มีการเจริญเติบโตทางด้านข้างมากที่สุด
 - ข. การเจริญเติบโตของพืชไม่มีขอบเขตจำกัด
 - ค. มีการเจริญเติบโตทุกส่วนในอัตราเท่าๆ กัน
 - ง. การเจริญเติบโตเกิดขึ้นที่บริเวณปลายยอด ปลายรากเป็นส่วนใหญ่
16. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (ความจำ)
- ก. น้ำ
 - ข. แสงแดด
 - ค. ธาตุอาหาร
 - ง. สารละลาย
17. ทำไมจึงต้องวางกระถางต้นพืชไว้ในบริเวณที่มีแสงแดดส่องถึง (ความเข้าใจ)
- ก. เพื่อให้พืชหายใจได้สะดวก
 - ข. เพื่อให้พืชสร้างอาหารได้
 - ค. เพื่อให้พืชคายน้ำได้ดีขึ้น
 - ง. เพื่อให้พืชสะสมอาหาร



18. ถ้าต้นไม้ที่ปลูกมีสีใบซีดลงควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุใดเป็นส่วนประกอบ (การนำไปใช้)
- ไฮโดรเจน
 - ฟอสฟอรัส
 - ไนโตรเจน
 - โพแทสเซียม
19. พืชที่ขาดธาตุกำมะถันจะมีลักษณะอย่างไร (การนำไปใช้)
- ใบอ่อนบิดเบี้ยว ขอบใบม้วนลง
 - ใบร่วงเร็ว เจริญเติบโตช้ากว่าปกติ
 - ใบมีขนาดเล็ก มีสีเหลืองซีดเริ่มจากยอด
 - ปริมาณและคุณภาพของดอกและผลต่ำลง
20. พืชขาดธาตุอาหารชนิดใดจะทำให้ระหว่างเส้นของใบแก่มีสีเหลือง แต่ใบยังมีสีเขียวปกติ (ความจำ)
- กำมะถัน
 - ฟอสฟอรัส
 - ไนโตรเจน
 - แมกนีเซียม
21. ข้อดีของการเลือกใช้ปุ๋ยเคมีสำหรับพืช คือ ข้อใด (ความจำ)
- ธาตุอาหารที่อยู่ในปุ๋ยเคมีอยู่ในดินได้นาน
 - ใช้ปริมาณมากทำให้พืชเจริญเติบโตได้รวดเร็วขึ้น
 - ส่งเสริมให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการบำรุงดิน ทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
 - ใช้เวลารวดเร็วในการปลดปล่อยธาตุอาหารให้กับพืช
22. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ถือว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปแบบใด (ความเข้าใจ)
- พลังงานแสง เป็น พลังงานกล
 - พลังงานแสง เป็น พลังงานเคมี
 - พลังงานความร้อน เป็น พลังงานเคมี
 - พลังงานแสง เป็น พลังงานความร้อน
23. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (ความจำ)
- น้ำ
 - แสง
 - แก๊สออกซิเจน
 - แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
24. พืชบางชนิดปลูกในกระถางตั้งไว้ในบ้านโดยไม่ถูกแสงแดดโดยตรง ปรากฏว่าออกงามดี

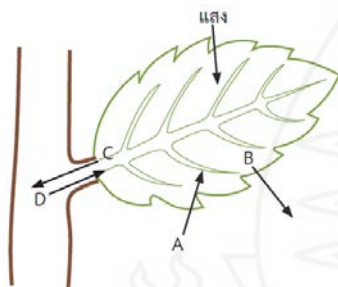
ทั้งนี้ เป็นเพราะเหตุผลในข้อใด

- ก. พืชชนิดนั้นไม่สังเคราะห์ด้วยแสง
 - ข. พืชชนิดนั้นสังเคราะห์ด้วยแสงได้ โดยไม่ใช่แสงสว่าง
 - ค. พืชชนิดนั้นได้รับสารอาหารจากดิน โดยไม่ใช่แสงสว่าง
 - ง. พืชชนิดนั้นสังเคราะห์ด้วยแสงได้ แม้มีแสงเพียงเล็กน้อย
25. ข้อใดเป็นผลมาจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (ความเข้าใจ)

- 1. ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น
- 2. ได้แก๊สออกซิเจนที่ใช้ในกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิต
- 3. ได้อาหารและพลังงานที่นำมาใช้ในการดำรงชีวิต

- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 2 และ 3
- ค. ข้อ 1 และ 3
- ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

ภาพต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 26 - 27



หมายเหตุ : หัวลูกศรออก คือ สารที่ออกจากพืช
หัวลูกศรเข้า คือ สารที่พืชดูดเข้าไป

26. จากภาพและข้อมูลต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง (การวิเคราะห์)

- 1. สิ่งที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ A และ D
- 2. ผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ B และ C
- 3. พืชลำเลียง C ผ่านไซเล็ม
- 4. พืชลำเลียง D ผ่านโฟลเอ็ม

- ก. ข้อ 1 และ 2
- ข. ข้อ 1 และ 3
- ค. ข้อ 2 และ 3

ง. ข้อ 3 และ 4

27. จากภาพ A B C D คือ อะไร ตามลำดับ (การวิเคราะห์)

ก. A : น้ำตาล B : น้ำ C : แก๊สออกซิเจน และ D : แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

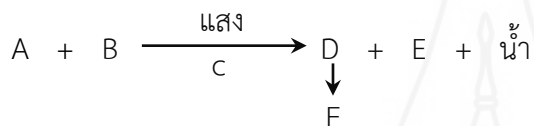
ข. A : แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ B : แก๊สออกซิเจน C : น้ำ และ D : น้ำตาล

ค. A : แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ B : แก๊สออกซิเจน C : น้ำตาล และ D : น้ำ

ง. A : แก๊สออกซิเจน B : น้ำตาล C : แก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ และ D : น้ำ

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 28

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้



28. ถ้า B เป็นสารที่เข้าทางปากใบของพืช ดังนั้น A และ B หมายถึงปัจจัยใดตามลำดับ (การวิเคราะห์)

ก. น้ำ และ แก๊สออกซิเจน

ข. แก๊สออกซิเจน และ น้ำ

ค. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และ น้ำ

ง. น้ำ และ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

29. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมีความสัมพันธ์กับข้อใดมากที่สุด (การวิเคราะห์)

ก. เพิ่มปริมาณแร่ธาตุอาหารที่จำเป็นในดิน

ข. เพิ่มปริมาณอาหารที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด

ค. แสดงถึงจำนวนพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณนั้นๆ

ง. เป็นการหมุนเวียนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สออกซิเจน

30. ส่วนประกอบของดอกไม้เรียงลำดับจากนอกสุดไปยังชั้นในสุด ข้อใดถูกต้อง (ความจำ)

ก. กลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย

ข. กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ เกสรเพศเมีย

ค. กลีบดอก กลีบเลี้ยง เกสรเพศเมีย เกสรเพศผู้

ง. กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศเมีย เกสรเพศผู้

31. จงพิจารณาว่าข้อความใดไม่ถูกต้อง (การวิเคราะห์)

ก. ดอกครบส่วนจะเป็นดอกสมบูรณ์เพศเสมอ

- ข. ดอกไม้สมบูรณ์เพศจัดเป็นดอกไม้ครบส่วนเสมอ
 ค. ดอกไม้ครบส่วนจัดเป็นดอกไม้สมบูรณ์เพศเสมอ
 ง. ดอกสมบูรณ์เพศอาจเป็นดอกไม้ครบส่วนหรือไม่ก็ได้
32. ข้อใดเป็นขั้นตอนสำคัญของการถ่ายละอองเรณูของพืชดอก (การวิเคราะห์)
- ก. การที่ละอองเรณูเข้าไปผสมกับไข่ในรังไข่ เพราะ จะทำให้เกิดการปฏิสนธิในพืชดอก
 ข. การที่ละอองเรณูงอกบนยอดเกสรตัวเมีย เพราะ หลอดละอองเรณูจะนำสเปิร์มไปหาเซลล์ไข่
 ค. การที่ละอองเรณูงอกเป็นหลอดแล้วเข้าไปผสมกับไข่ เพราะ เป็นขั้นตอนของการขยายพันธุ์พืชดอก
 ง. การที่ละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมีย เพราะ สารละลายบนยอดเกสรตัวเมียจะช่วยกระตุ้นให้เกิดการงอกหลอดละอองเรณู
33. จงเรียงลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชตามลำดับก่อนหลัง (ความเข้าใจ)
- ก. 1) การแพร่พันธุ์ของเมล็ด
 2) การถ่ายละอองเรณู
 3) การปฏิสนธิ
 ข. 1) การปฏิสนธิ
 2) การแพร่พันธุ์ของเมล็ด
 3) การถ่ายละอองเรณู
 ค. 1) การปฏิสนธิ
 2) การถ่ายละอองเรณู
 3) การแพร่พันธุ์ของเมล็ด
 ง. 1) การถ่ายละอองเรณู
 2) การปฏิสนธิ
 3) การแพร่พันธุ์ของเมล็ด
34. เกษตรกรนำส่วนใดของต้นมันเทศมาสืบเป็นขึ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปปลูกเพื่อขยายพันธุ์ (ความเข้าใจ)
- ก. กิ่ง
 ข. ราก
 ค. ลำต้นใต้ดิน
 ง. ลำต้นเหนือดิน

35. การขยายพันธุ์พืชโดยวิธีใดที่ต้นลูกหลานมีโอกาสแตกต่างจากต้นพ่อแม่ (ความเข้าใจ)

- ก. การชำ
- ข. การตอนกิ่ง
- ค. การเพาะเมล็ด
- ง. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

ข้อความต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 36 - 37

“เนื้อและน้ำมะพร้าว เป็นอาหารสะสมในเมล็ด ซึ่งต้นอ่อนของมะพร้าวจะใช้เป็นแหล่งอาหารในขณะงอก แต่มะพร้าวบางผลมีเนื้อและน้ำแตกต่างจากมะพร้าวทั่วไปโดยมีเนื้อฟู หนานุ่ม มีน้ำขุ่นเหนียว เรียกว่า มะพร้าวกะทิ ทำให้ต้นอ่อนของมะพร้าวกะทิไม่สามารถใช้เนื้อของมะพร้าวกะทิเป็นแหล่งอาหารสำหรับการเจริญเติบโตได้ ในธรรมชาติจึงไม่มีต้นมะพร้าวกะทิที่เจริญจากเมล็ดของมะพร้าวกะทิเลย”

36. น้ำและเนื้อของมะพร้าว คือส่วนประกอบใดของเมล็ด (การวิเคราะห์)

- ก. เอ็มบริโอ
- ข. รากแรกเกิด
- ค. เอนโดสเปิร์ม
- ง. เปลือกหุ้มเมล็ด

37. วิธีขยายพันธุ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับมะพร้าวกะทิ คือ วิธีใด เพราะเหตุใด (การนำไปใช้)

- ก. การตัดต่อยีน เพราะ เนื้อมะพร้าวที่ฟู หนานุ่ม สามารถนำมาดัดแปลงพันธุกรรมได้
- ข. เพาะเมล็ด เพราะ มะพร้าวกะทิเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะไม่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์
- ค. เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพราะเนื้อของมะพร้าวกะทิไม่สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับต้นอ่อนได้
- ง. การเสียบยอด เพราะ เป็นการนำยอดของมะพร้าวกะทิเสียบต่อยอดกับมะพร้าวปกติจะได้

มะพร้าวกะทิที่มีลำต้นแข็งแรง

38. ข้อใดบอกความแตกต่างระหว่างการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศได้ถูกต้อง

(การวิเคราะห์)

- ก. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ทำให้พืชไม่มีโอกาสกลายพันธุ์ ส่วนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ พืชมีโอกาสกลายพันธุ์ได้
- ข. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ พืชจะให้ดอก และออกผลเร็ว ส่วนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ พืชจะให้ดอกและออกผลช้า
- ค. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ จะได้พืชที่มีลำต้นไม่แข็งแรง อายุสั้น ส่วนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ จะได้พืชที่มีลำต้นแข็งแรง อายุยืน

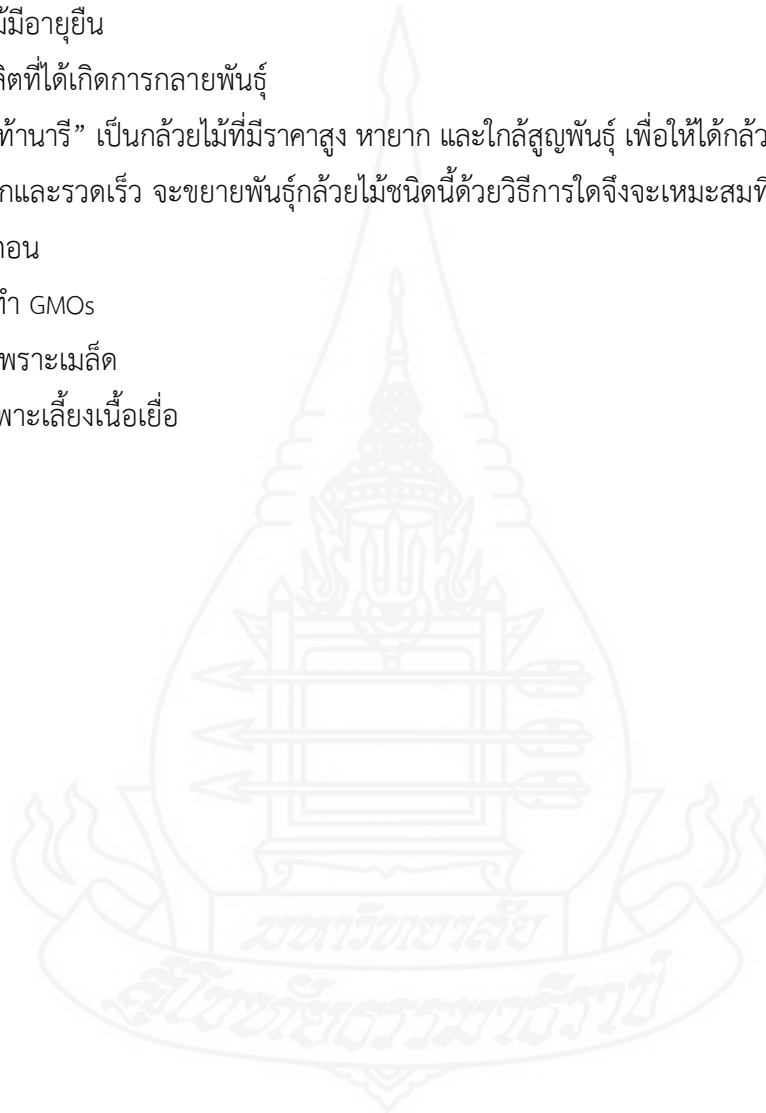
ง. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เป็นการใช้เมล็ดในการขยายพันธุ์ ส่วนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เป็นการใช้ส่วนต่างๆ ของพืชในการขยายพันธุ์

39. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของการขยายพันธุ์มะม่วงด้วยเมล็ด (ความจำ)

- ก. ได้ผลผลิตเร็ว
- ข. ลำต้นแข็งแรง
- ค. ต้นไม้มีอายุยืน
- ง. ผลผลิตที่ได้เกิดการกลายพันธุ์

40. “รวงเท้านารี” เป็นกล้วยไม้ที่มีราคาสูง หายาก และใกล้สูญพันธุ์ เพื่อให้ได้กล้วยไม้ชนิดนี้ ปริมาณมากและรวดเร็ว จะขยายพันธุ์กล้วยไม้ชนิดนี้ด้วยวิธีการใดจึงจะเหมาะสมที่สุด (การนำไปใช้)

- ก. การตอน
- ข. การทำ GMOs
- ค. การเพาะเมล็ด
- ง. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1.	ค	11.	ง	21.	ง	31.	ค
2.	ค	12.	ค	22.	ข	32.	ง
3.	ค	13.	ง	23.	ค	33.	ง
4.	ง	14.	ก	24.	ง	34.	ข
5.	ก	15.	ง	25.	ข	35.	ค
6.	ข	16.	ง	26.	ก	36.	ค
7.	ค	17.	ข	27.	ค	37.	ค
8.	ง	18.	ค	28.	ง	38.	ง
9.	ค	19.	ค	29.	ง	39.	ง
10.	ง	20.	ง	30.	ข	40.	ง



- ♦ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ฉบับก่อนเรียน)

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 1 - 3

“ผีเสื้อไหมมีการปฏิสนธิภายใน โดยที่ตัวจักรชีวิตผีเสื้อทุกชนิดเริ่มจากระยะไข่ ตัวหนอน ตักแดดและตัวเต็มวัย แมผีเสื้อจะวางไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วบินไปไม่ จากนั้นไข่จะเจริญแล้วฟักเป็นตัวหนอนใหม่ ในระยะนี้ตัวหนอนใหม่จะกินอาหารเกือบตลอดเวลา และมีการลอกคราบประมาณ 4 ครั้งเพื่อเพิ่มขนาดลำตัวให้ใหญ่ขึ้น เมื่อถึงระยะตัวหนอนระยะสุดท้าย ตัวหนอนใหม่จะพันเส้นใยห่อหุ้มตัวเอง เพื่อเข้าระยะตักแดด เมื่อครบระยะตักแดดก็จะเจริญต่อไปเป็นตัวเต็มวัย ออกมาสืบพันธุ์และวางไข่เป็นวัฏจักรหมุนเวียนอย่างนี้ไปเรื่อยๆ

1. จากข้อความดังกล่าวผีเสื้อไหมมีลักษณะการสืบพันธุ์แบบใด (วิเคราะห์ความสำคัญ)

- ก. แบบไม่อาศัยเพศ
- ข. แบบอาศัยเพศ
- ค. แบบแบ่งตัว
- ง. แบบวางไข่

2. ผีเสื้อหนอนไหมมีวัฏจักรชีวิตคล้ายกับสัตว์ชนิดใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- ก. ยุง
- ข. นก
- ค. จิ้งหรีด
- ง. ปลาหางนกยูง

3. เพราะเหตุใดไส้เดือนจึงตอบสนองต่อแสงโดยการหนีแสง (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- ก. เพราะแสงทำอันตรายต่อตาของไส้เดือน
- ข. เพราะแสงมีผลต่อการสืบพันธุ์ของไส้เดือน
- ค. เพราะแสงทำลายแหล่งอาหารของไส้เดือน
- ง. เพราะไส้เดือนอาศัยอยู่ในที่ชื้นจึงต้องการอุณหภูมิที่พอเหมาะ

คำชี้แจง จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 4 - 5

“เกษตรกรได้นำไก่พันธุ์เซียงไฮ้ ซึ่งเจริญเติบโตเร็วมาผสมกับไก่พันธุ์โรดแดงซึ่งเป็นพันธุ์ไข่ดก ได้ลูกที่เจริญเติบโตเร็วทั้งยังให้ไข่จำนวนมาก หลังจากนั้นนำไก่ลูกผสมของพันธุ์เซียงไฮ้และโรดแดงมาผสมกับไก่พันธุ์พื้นเมือง ซึ่งเป็นพันธุ์ที่นิยมมาก เนื่องจากรสชาติดี เนื้อแน่น จึงได้ไก่พันธุ์ผสมที่เจริญเติบโตเร็ว ไข่ดก ทนทานต่อโรค ให้รสชาติดี”

4. จากข้อความดังกล่าวเกษตรกรนำหลักการใดมาใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ของไก่ (หลักการ)

- ก. ความชอบส่วนตัวของเกษตรกร
- ข. ความสะดวกในการคัดสายพันธุ์
- ค. การเลือกสายพันธุ์ตามความนิยม
- ง. เลือกลักษณะที่ดีของไก่แต่ละสายพันธุ์

5. ข้อใดเรียงลำดับการผสมพันธุ์ได้ถูกต้อง (วิเคราะห์ความสำคัญ)

- ก. ไก่พันธุ์เซียงไฮ้ + ไก่พันธุ์โรดแดง = ไก่พันธุ์ผสมที่เจริญเติบโตเร็ว
- ข. ไก่พันธุ์เซียงไฮ้ + ไก่พันธุ์ผสม = ไก่พันธุ์ผสมที่เจริญเติบโตเร็ว ไซดก
- ค. ไก่พันธุ์เซียงไฮ้ + ไก่พันธุ์โรดแดง = ไก่พันธุ์ผสม + ไก่พันธุ์พื้นเมือง = ไก่พันธุ์ผสมที่เจริญเติบโตเร็ว
- ง. ไก่พันธุ์เซียงไฮ้ + ไก่พันธุ์พื้นเมือง = ไก่พันธุ์ผสม + ไก่พันธุ์โรดแดง = ไก่พันธุ์ผสมที่เจริญเติบโตเร็ว

จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 6 - 7

“ เด็กหญิงวาริ ตั้งใจจะทำเรือโดยใช้ดินน้ำมัน เรือของเด็กหญิงวาริทำจากดินน้ำมันจะลอยน้ำได้หรือไม่ เด็กหญิงวาริ คิดว่าถ้าดินน้ำมันหนักจะจมน้ำ จึงลองใส่ดินน้ำมันที่ใช้ ลงไปในน้ำทั้งก่อนผลเป็นตามาคิด คือ ดินน้ำมันจมน้ำ แต่เมื่อสร้างเป็นรูปเรือสามารถ ลอยน้ำได้ ทั้งที่ปริมาณของดินน้ำมันไม่เปลี่ยนแปลง”

6. คำอธิบายที่ถูกต้องของข้อความนี้คืออะไร (วิเคราะห์ความสำคัญ)

- ก. แม้ใส่วัตถุที่หนักลงในเรือที่ทำจากดินน้ำมัน เรือก็ยังลอยได้
 - ข. ถ้าปั้นดินน้ำมันเป็นรูปเรือก็สามารถลอยน้ำได้ โดยปราศจากเงื่อนไข
 - ค. ดินน้ำมันรูปเรือลอยน้ำได้เพราะมีแรงกระทำใน ทิศทางตรงกันข้ามกับแรงโน้มถ่วง
 - ง. เมื่อทำเป็นรูปเรือ น้ำจะออกแรงดันพื้นที่ของเรือ ที่อยู่ในน้ำ ยังมีพื้นที่สัมผัสมากยิ่งลอยตัวได้ดี
7. เด็กหญิงวาริ ใช้หลักการใดในการทำให้เรือลอยน้ำ (วิเคราะห์หลักการ)

- ก. มวลของวัตถุ
- ข. ปริมาตรของวัตถุ
- ค. แรงยกตัวของวัตถุ
- ง. ความหนาแน่นของวัตถุ

จงอ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 8 - 10

“พลังงานลมเป็นพลังงานหมุนเวียนซึ่ง เป็นพลังงานสะอาดที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะสิ่งแวดล้อม กังหันลมผลิตไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า เมื่อลมพัดใบพัดกังหันลมจะหมุนและทำให้เกิดพลังงาน ไฟฟ้าขึ้น เนื่องจากยิ่งลมพัดแรงเท่าไรกังหันลมจะยิ่ง ผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น ดังนั้น กังหันลมผลิตไฟฟ้า ส่วนใหญ่จึงถูกติดตั้งไว้ที่บริเวณชายฝั่งซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากลมทะเลและลมบก”

8. จากข้อความข้างต้นข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง (วิเคราะห์ความสำคัญ)

- ก. กังหันลมทำให้เกิดเป็นพลังงานที่สะอาด
- ข. กังหันลมต้องติดตั้งที่ชายฝั่งทะเลเท่านั้นลมจึงจะแรง
- ค. ลมบกจะพัดตอนกลางวัน ลมทะเลจะพัดตอนกลางคืน
- ง. กังหันลมอาศัยพลังงานลมที่เกิดจากลมบกและลมทะเล

9. ข้อใดต่อไปนี้ไม่มีความสัมพันธ์กับข้อความข้างต้น (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- ก. เสียงของกังหันลมเกิดมลพิษทางเสียงมาก
- ข. กังหันลมทำให้เกิดผลกระทบทางด้านสายตา
- ค. การทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดมลพิษ
- ง. สาเหตุการตายของนกบางส่วนเกิดจากการบินชนกังหันลมที่กำลังหมุนอยู่

10. จากข้อความข้างต้น กังหันลมใช้หลักการในข้อใดผลิตกระแสไฟฟ้า (วิเคราะห์หลักการ)

- ก. หลักการใช้แรงดันลม
- ข. หลักการหมุนของใบพัดให้เก็บกระแสไฟฟ้า
- ค. หลักการสกัดพลังงานจลน์ให้เป็นกระแสไฟฟ้า
- ง. หลักการเปลี่ยนพลังงานจลน์ให้เป็นพลังงานกล

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 11 - 12

จากการศึกษาลักษณะการกินศัตรูพืชของแมลง ปรากฏดังนี้

แปลงผลไม้	ประเภทของแมลง	เหยื่อที่เป็นอาหาร
A	ตั๊กแตนตำข้าว / แมลงปอ / แตนเบียน	หนอน และแมลงชนิดต่างๆ
B	ต่อมหาร่า / ตัวงเต่า / เต่าลาย	เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน

11. ถ้าทดลองปล่อยแมลงกินศัตรูพืชในสวนผลไม้ที่เหมือนกันและมีศัตรูพืชจำนวนเท่ากัน 2 แปลง โดยที่แปลง A ปล่อย ปล่อยต๊กแตนตำข้าว แมลงปอ และแตนเบียน ส่วนแปลง B ปล่อย ต่อหมาร่า ตัวงเต่า และเต่าลาย ในจำนวนเท่ากัน เมื่อเวลาผ่านไป 1 เดือนแล้ว นับปริมาณของศัตรูพืชที่ลดลง ควรตั้งสมมติฐานในการทดลอง ตามข้อใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

- ก. สวนผลไม้ 2 แปลง มีปริมาณของศัตรูพืชที่แตกต่างกัน
 - ข. แมลงในแปลง A และแมลงในแปลง B สามารถกำจัดศัตรูพืชได้
 - ค. แมลงกำจัดศัตรูพืชต่างชนิดกันสามารถกำจัดศัตรูพืชแตกต่างกัน
 - ง. ระยะเวลาในการปล่อยแมลงมีความสัมพันธ์กับปริมาณของศัตรูพืชที่ลดลง
12. จากข้อมูลข้างต้นอาหารของต่อหมาร่าคือแมลงชนิดใด วิเคราะห์(ความสำคัญ)

- ก. หนอน
- ข. เต่าลาย
- ค. เพลี้ยแป้ง
- ง. เพลี้ยอ่อน



จงศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13 - 14

ปัจจุบันเราเสี่ยงต่อการที่จะได้รับสารพิษที่มาจากสารใส่ปุ๋ยเคมี การใช้สารปราบศัตรูพืชของเกษตรกร ทำให้มีสารพิษตกค้างในผักมาก เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการรับประทานผักให้ปลอดภัย ก่อนนำไปรับประทานหรือปรุงประกอบอาหาร ต้องล้างผักให้สะอาดเสียก่อน ในปัจจุบันมีวิธีการล้างผักอยู่ 5 วิธีเพื่อลดปริมาณสารพิษที่ตกค้างมากับผักให้ลดน้อยลง ดังข้อมูลในภาพข้างล่าง

5 วิธีล้างผัก ลดสารฆ่าแมลง

- 1** ใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต (เบคกิ้งโซดา)

1 ซอนติง/น้ำอุ่น 20 ลิตร
แช่จน 15 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด

ลดปริมาณสารตกค้างได้ **80-95%**
- 2** เด็ดผักเป็นใบ

ใช้น้ำสะอาดไหลผ่านอย่างน้อย 2 นาที

ลดปริมาณสารตกค้างได้ **54-63%**
- 3** ใส่น้ำส้มสายชู 1 ซอนติง/น้ำ 4 ลิตร

แช่จน 10 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด

ลดปริมาณสารตกค้างได้ **29-38%**
- 4** ใช้เกลือป่น 1 ซอนติง

ผสมน้ำ 4 ลิตร แช่จน 10 นาที
จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด

ลดปริมาณสารตกค้างได้ **27-38%**
- 5** ใช้เกลือป่น 1 ซอนติง

ผสมน้ำ 4 ลิตร แช่จน 10 นาที
จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด

ลดปริมาณสารตกค้างได้ **27-38%**

หมายเหตุ : ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของผัก

วิธีล้างผักสดสารฆ่าแมลง

แหล่งที่มา : https://www.google.co.th/search?q=%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%9C%E0%B8%B1%E0%B8%81&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjC2Lb008nSAhUONpQKHfmHAL8Q_AUICSgC&biw#imgrc=nnqFQi_iPr4LZM:

13. ถ้านักเรียนไปเข้าค่ายพักแรมลูกเสือเนตรนารี ซึ่งใกล้บริเวณป่าใกล้ลำธารแห่งหนึ่ง นักเรียนกลุ่มใดสามารถเลือกวิธีการล้างผัก พร้อมเหตุผลได้เหมาะสมกับสถานการณ์มากที่สุด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
 - ก. กลุ่มที่ 1 ใช้เบกกิ้งโซดา เพราะสามารถลดสารตกค้างได้มากและหาได้ง่าย
 - ข. กลุ่มที่ 2 ใช้น้ำไหลผ่านหลาย ๆ ครั้ง และเด็ดผักเป็นใบ ลดสารตกค้างได้ดี สะดวก
 - ค. กลุ่มที่ 3 ล้างโดยใช้เกลือปน วิธีการนี้ลดปริมาณได้มากและรสเค็มทำให้ผักมีรสชาติดีขึ้น
 - ง. กลุ่มที่ 4 ใช้ต่างหับทิม เพราะสามารถลดสารพิษได้มากและทำให้ผักมีสีส้มสวยงามน่ารับประทาน
14. หลักการสำคัญของใคร เป็นวิธีการที่ดีที่จะทำให้การบริโภคผักได้อย่างปลอดภัย (หลักการ)
 - ก. หนูเมฆา งดการบริโภคผัก
 - ข. หนูแก้วล้างผักด้วยวิธีการต่าง ๆ
 - ค. หนูแดงเลือกซื้อผักที่ติดป้ายว่า “ผักปลอดภัย”
 - ง. หนูนาคปลูกผักกินเองและป้องกันไม่ให้มีสารเคมีตกค้างอยู่ในผัก

อ่านข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 15 -18

ในเมืองแห่งหนึ่งเป็นเมืองแห่งการท่องเที่ยว นักท่องเที่ยวมักมาเที่ยวชม ภูเขาไฟที่ยืนตัวแล้ว และชมโรงไฟฟ้าพลังงานลม แต่ในเมืองแห่งนี้มีโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่ง และมีการจราจรที่แออัด มีผลทำให้เกิดแก๊ส ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) อยู่จำนวนมาก อยู่ในชั้นบรรยากาศ เมื่อมีฝนตกลงมาบ่อยครั้ง น้ำฝนจะทำปฏิกิริยากับแก๊ส ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) กลายเป็นกรดซัลฟิวริกหรือเรียกว่า ฝนกรด ซึ่งมีความเป็นกรดมากกว่าน้ำฝนปกติ แต่อยู่ในสภาพที่เจือจางใช้เวลานาน ๆ เข้า ประชาชนจะสังเกตเห็นว่าวัดที่สวยงาม อาคารและอนุสาวรีย์ที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ โดยเฉพาะที่ก่อสร้างด้วย หินปูน หินอ่อน อาคาร บ้านเรือน มีสีซีดลง วัสดุที่ทำจากโลหะ จะผุพังสึกกร่อน ด้วย



ภาพบริเวณหมู่บ้านที่อยู่บริเวณมีฝนกรด ทำลายวัดที่สวยงาม อาคารและอนุสาวรีย์
ที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์ โดยเฉพาะที่ก่อสร้างด้วยหินปูน หินอ่อน และวัสดุที่มี
แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ (ภาพจาก claremontgeography12.blogspot.com)

15. จากข้อมูลข้อใดกล่าว **ไม่ถูกต้อง** (วิเคราะห์ความสำคัญ)
- โรงงานอุตสาหกรรมมีผลทำให้เกิดแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)
 - แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำฝน ทำให้เกิดเป็น ฝนกรด
 - ฝนกรด จะทำลายสิ่งก่อสร้างที่เป็นหินปูนหรือหินอ่อนเท่านั้นแต่ไม่ทำลายวัสดุจำพวกโลหะ
 - วัด บ้านเรือน อาคาร ที่สร้างด้วยหินปูน หินอ่อน ผุพัง สึกกร่อนมีสาเหตุมาจากโรงงาน
อุตสาหกรรม
16. จากข้อมูลบริเวณ **สถานที่ใด** ที่ทำให้เกิดฝนกรดทั้งหมด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
- โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้าพลังงานลม
 - ภูเขาไฟที่เย็นตัวแล้ว โรงไฟฟ้าพลังงานลม
 - โรงงานอุตสาหกรรม บนท้องถนนที่มีการจราจรหนาแน่น
 - ภูเขาไฟที่เย็นตัวแล้ว บนท้องถนนที่มีการจราจรหนาแน่น
17. ถ้าในเมืองแห่งนี้มีนักท่องเที่ยวเดินทางมาท่องเที่ยวในจำนวนที่มากขึ้นและมีการตั้งโรงงาน
อุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น จะมีผลต่อการเกิดฝนกรดหรือไม่ อย่างไร (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
- มี แต่จะเกิดฝนกรดในสภาพที่เจือจางลง
 - มี แต่จะเกิดฝนกรดในสภาพที่เข้มข้นเท่าเดิม
 - มี แต่จะเกิดฝนกรดในสภาพที่เข้มข้นเพิ่มมากขึ้น
 - ไม่มี เพราะไม่มีผลต่อการเกิดสภาพเป็นฝนกรด
18. ข้อใดที่ เป็น **สาเหตุหลัก** ในการเกิดฝนกรด (วิเคราะห์หลักการ)
- การทำปฏิกิริยากันของน้ำฝนกับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่ได้จากการเผาไหม้
เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดกรดซัลฟิวริก
 - การทำปฏิกิริยากันของน้ำฝนกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ได้จากการเผาไหม้
เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดกรดซัลฟิวริก
 - การรวมตัวกันของน้ำฝนกับแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่ได้จากการโรงไฟฟ้าพลังงานลม
และภูเขาไฟที่เย็นตัวแล้ว ทำให้เกิดกรดซัลฟิวริก
 - การทำปฏิกิริยากันของน้ำฝนกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ได้จากการโรงงานไฟฟ้า
พลังงานลมและภูเขาไฟที่เย็นตัวแล้ว ทำให้เกิดกรดซัลฟิวริก

จงอ่านข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อที่ 19 - 20

เครื่องหมายลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ หรือ **ฉลากลดโลกร้อน** คือ ฉลากที่แสดงว่าผลิตภัณฑ์ได้ผ่านการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ สินค้าชนิดหนึ่งผลิตจากบริษัท A , B ,C, D มีการแสดงฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)บนผลิตภัณฑ์โดยแสดงปริมาณแก๊สเรือนกระจกที่จะถูกปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วย ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการกำจัดซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน ดังนี้

			
บริษัท A	บริษัท B	บริษัท C	บริษัท D

ภาพสินค้าที่แสดงฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์

แหล่งที่มา : <https://www.google.co.th/search?q=เครื่องหมายลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjnsrn->

19. จากข้อมูลข้างต้น **บริษัทใดที่เลือกซื้อสินค้าจากบริษัทโดยที่มีผลิตภัณฑ์ก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด** เพราะเหตุใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
- บริษัท A เพราะเพิ่มแก๊สออกซิเจนให้กับโลกมาก
 - บริษัท B เพราะทำให้เกิดปัญหาโลกร้อนน้อยที่สุด
 - บริษัท C เพราะมีการปล่อยแก๊สเรือนกระจกน้อยที่สุด
 - บริษัท D เพราะช่วยลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจกได้มาก
20. จากข้อความที่กำหนดให้ข้อใดสรุปหลักการได้ **ได้ถูกต้อง** (หลักการ)
- การผลิตตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่เรานำมาใช้เป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกโลกร้อน
 - การรณรงค์การลดการเกิดภาวะเรือนกระจก ควรสนับสนุนผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ที่มีค่าตัวเลขมาก ๆ
 - ผลิตภัณฑ์ที่มีฉลากคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ที่มีค่าตัวเลขน้อย ๆ ไม่ใช่สาเหตุทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก
 - เราควรสนับสนุนโดยซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีฉลาก คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint) ที่มีค่าตัวเลขมากๆ เพราะเป็นการช่วยลดภาวะเรือนกระจกได้มาก

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ฉบับก่อนเรียน)

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1.	ข	11.	ค
2.	ก	12.	ง
3.	ง	13.	ข
4.	ง	14.	ง
5.	ค	15.	ค
6.	ง	16.	ค
7.	ง	17.	ค
8.	ง	18.	ก
9.	ก	19.	ค
10.	ง	20.	ก



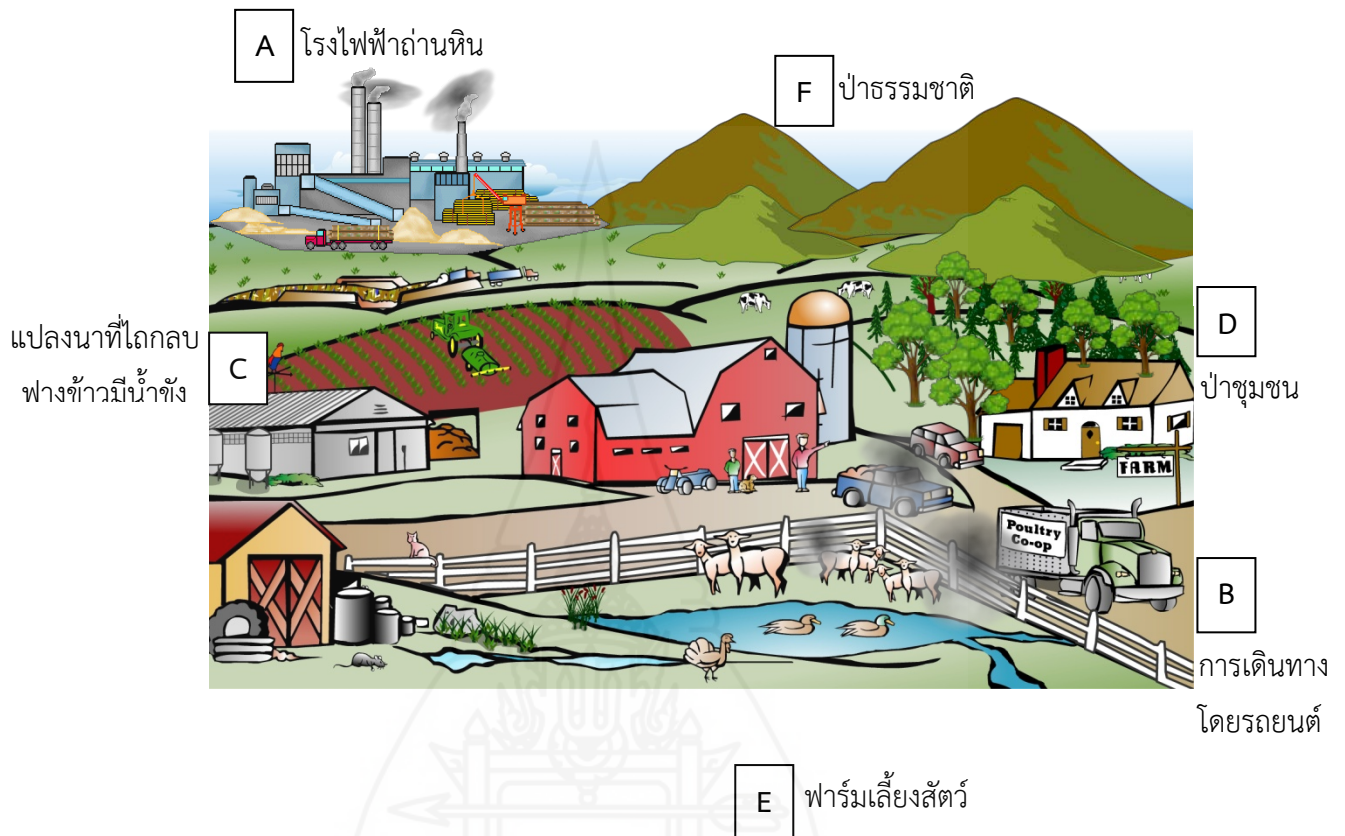
- ♦ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิชาวิทยาศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ฉบับหลังเรียน)

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1- 3 (วิถีชีวิตในชุมชน)



จากภาพ ชุมชนแห่งหนึ่ง มีชุมชนป่า ประชากรมีอาชีพทำนา มีฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดใหญ่ มีโรงไฟฟ้าถ่านหิน อีกทั้งเป็นเส้นทางผ่านการคมนาคมขนส่ง โดยมีรถยนต์วิ่งผ่านตลอดทั้งวัน

- จากภาพและวิถีชีวิตของคนในชุมชน การดำเนินชีวิต 2 บริเวณใดส่งผลต่อสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศในชุมชนนี้มากที่สุด (วิเคราะห์ความสำคัญ)
 - บริเวณ A และ บริเวณ B
 - บริเวณ A และ บริเวณ E
 - บริเวณ B และ บริเวณ C
 - บริเวณ C และ บริเวณ E
- หากนักเรียนต้องย้ายเข้ามาอยู่ในชุมชนแห่งนี้ นักเรียนจะเลือกอยู่ใกล้บริเวณใด เพราะเหตุใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
 - บริเวณ C เพราะเป็นแหล่งเกษตรกรรม
 - บริเวณ F เพราะเป็นแหล่งธรรมชาติอากาศบริสุทธิ์

- ค. บริเวณ B เพราะใกล้เส้นทางคมนาคมเดินทางสะดวก
- ง. บริเวณ D เพราะป่าชุมชนจะช่วยลดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
3. นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรที่จะทำให้ชุมชนของตนเองน่าอยู่มากยิ่งขึ้น (วิเคราะห์หลักการ)
- ก. ทำการเกษตรที่หลากหลาย
- ข. ช่วยกันปลูกป่าให้เพิ่มมากขึ้น
- ค. ขยายเส้นทางคมนาคมให้มากขึ้น
- ง. ทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นแหล่งท่องเที่ยว

ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 4 - 7 (อาหารขยะ)



อาหารขยะ หมายถึง อาหารไม่มีประโยชน์ไม่มีคุณภาพทางโภชนาการ ให้พลังงานสูงมากเกินไป จึงเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะโรคอ้วน อาหารขยะประกอบด้วย อาหารคาวหวาน ขนม เครื่องดื่ม ที่มีปริมาณสูงของแป้ง น้ำตาล และ ไขมัน แต่มีโปรตีนและใยอาหารต่ำ ด้วยเหตุนี้ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลทางโภชนาการทางร่างกาย นั่นคือการได้รับสารอาหารประเภทใดประเภทหนึ่งในปริมาณที่เกินความพอดี ในทางกลับกันร่างกายขาดสารอาหารประเภทใดประเภทหนึ่งมากเกินไป ภาวะเช่นนี้ก่อให้เกิดความผิดปกติของระบบขับถ่าย และระบบย่อยอาหารทำให้ขับถ่ายผิดปกติ บางครั้งทำให้ไม่ขับถ่ายเลยในหนึ่งวันนั้นๆ การย่อยอาหารยากขึ้นเนื่องจากขาดใยอาหารที่ช่วยในกระบวนการย่อยอาหาร

4. ส่วนประกอบในอาหารขยะที่พบในปริมาณมากได้แก่สารอาหารประเภทใด (วิเคราะห์ความสำคัญ)
- ก. ไขมัน แป้ง และ โปรตีน

- ข. โปรตีน แป้ง และ น้ำตาล
 ค. แป้ง น้ำตาล และ วิตามิน
 ง. คาร์โบไฮเดรต และ ไขมัน
5. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้องที่สุด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
 ก. อาหารขยะมีใยอาหารต่ำ ทำให้ย่อยง่าย
 ข. รับประทานอาหารขยะมาก ส่งผลให้เป็นโรคอ้วนได้
 ค. อาหารขยะเหมาะกับผู้ใช้แรงงาน เพราะเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูง
 ง. อาหารขยะมีสารอาหารที่ให้พลังงานสูง ส่งผลให้ร่างกายเจริญเติบโต
6. นักเรียนคิดว่า บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเป็นอาหารขยะ หรือไม่เพราะเหตุใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
 ก. เป็น เพราะ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีแป้งแลงซุรสมาก
 ข. เป็น เพราะ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ
 ค. ไม่เป็น เพราะ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีแป้ง น้ำตาล และ ไขมันมาก
 ง. ไม่เป็น เพราะ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงมาก
7. ควรเลือกรับประทานอาหารอย่างไรให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย (วิเคราะห์หลักการ)
 ก. เลือกรับประทานเนื้อ นม ไข่
 ข. เลือกรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่
 ค. เลือกรับประทานผักและผลไม้จำนวนมาก
 ง. เลือกรับประทานอาหารที่ให้พลังงานแก่ร่างกาย

ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 8 - 11



ไข้เลือดออก เป็นโรคติดต่อที่เกิดจากเชื้อไวรัส ที่แพร่สู่ร่างกายคนจากการกัดของยุงลายตัวเมีย ผู้ป่วยจะมีไข้สูง มีอาการป่วยรุนแรงกว่าไข้หวัดธรรมดา ยุงลายที่เป็นพาหะนำโรคเป็นยุงที่ออกหากิน เฉพาะในตอนกลางวัน ชอบอาศัยอยู่ในแถบอากาศร้อนชื้น จึงพบได้มากในประเทศเขตร้อนในทวีป

เอเชีย แอฟริกา อเมริกากลางและใต้ จากการแพร่ระบาดในวงกว้างอย่างรวดเร็ว ไข้เลือดออกจึงเป็นหนึ่งในโรคที่องค์การอนามัยโลก (WHO) ให้ความสนใจ และประกาศให้เป็นโรคที่ควรเฝ้าระวัง

ประเทศไทยอยู่ในพื้นที่เขตร้อนชื้น จึงพบการแพร่กระจายของยุงลายได้มาก อาจพบโรคนี้ประปรายตลอดปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝนคือเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน มีฝนตกชุกและมีแอ่งน้ำท่วมขัง ซึ่งเป็นเสมือนแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย โดยสถิติจากกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุขของไทย 2 ปีล่าสุด พบว่ามีผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกจำนวน 40,278 ราย โดยมีผู้เสียชีวิต 41 ราย ในปี 2557 และเพิ่มจำนวนขึ้นเป็นผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก 142,925 ราย เสียชีวิต 141 ราย ในปี 2558 โดยพบการระบาดของโรคมามากที่สุดในบริเวณภาคกลาง ซึ่งเป็นที่ตั้งของกรุงเทพมหานคร รวมทั้งเมืองใหญ่ทั่วประเทศ ดังนั้น โรคไข้เลือดออกจึงเป็นโรคติดต่อที่มีการประกาศเตือนให้เป็นโรคเฝ้าระวังในประเทศไทย เพราะมีอัตราการป่วยและการแพร่ระบาดค่อนข้างสูง

8. ไข้เลือดออกเกิดจากเชื้อโรคชนิดใด และมีสิ่งมีชีวิตชนิดเป็นพาหะนำโรค (วิเคราะห์ความสำคัญ)
 - ก. เชื้อไวรัส มียุงลายเป็นพาหะ
 - ข. เชื้อแบคทีเรีย มียุงลายเป็นพาหะ
 - ค. เชื้อไวรัส มียุงก้นปล่องเป็นพาหะ
 - ง. เชื้อแบคทีเรีย มียุงก้นปล่องเป็นพาหะ
9. ในปี พ.ศ.2559 และปีต่อ ๆ ไป สถิติของผู้ป่วยไข้เลือดออก และผู้เสียชีวิตจากไข้เลือดออกจะมีแนวโน้มในทิศทางใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
 - ก. ทั้งผู้ป่วยไข้เลือดออก และ ผู้เสียชีวิตจากไข้เลือดออกลดลง
 - ข. ทั้งผู้ป่วยไข้เลือดออก และ ผู้เสียชีวิตจากไข้เลือดออกเพิ่มขึ้น
 - ค. ผู้ป่วยไข้เลือดออกลดลง ส่วนผู้เสียชีวิตจากไข้เลือดออกเพิ่มขึ้น
 - ง. ผู้ป่วยไข้เลือดออกเพิ่มขึ้น ส่วนผู้เสียชีวิตจากไข้เลือดออกลดลง
10. เพราะเหตุใดการระบาดของโรคไข้เลือดออกจึงมากที่สุดในบริเวณภาคกลางและเขตปริมณฑล (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
 - ก. เป็นเขตร้อนชื้น
 - ข. มีแหล่งน้ำท่วมขังมาก
 - ค. เป็นแหล่งอุตสาหกรรม
 - ง. มีประชาชนอาศัยอยู่หนาแน่น
11. บุคคลใดมีวิธีป้องกันตัวเองจากไข้เลือดออกได้เหมาะสมที่สุด (วิเคราะห์หลักการ)

- ก. กู้ก เลือกติดมุ้งลวดที่ประตูบ้าน
- ข. กิ่ง นอนกางมุ้งเฉพาะเวลากลางคืน
- ค. ก่อง ทายากันยุ่งก่อนออกนอกบ้านทุกครั้ง
- ง. แก้ว หมั่นกำจัดลูกน้ำยุงลายรอบบริเวณบ้าน

ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 12 - 14 (ปรากฏการณ์เรือนกระจก)

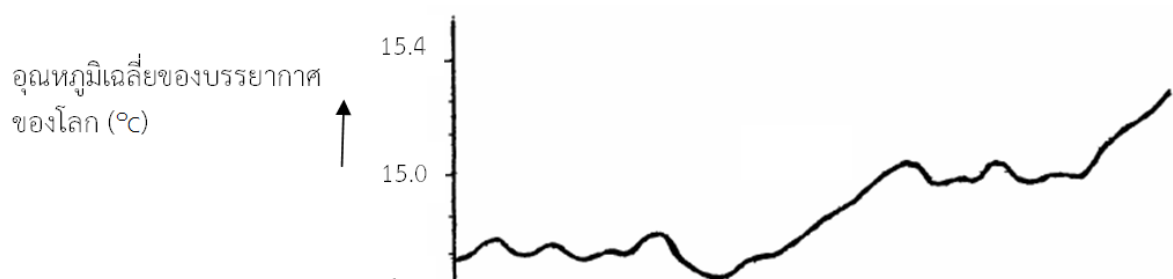
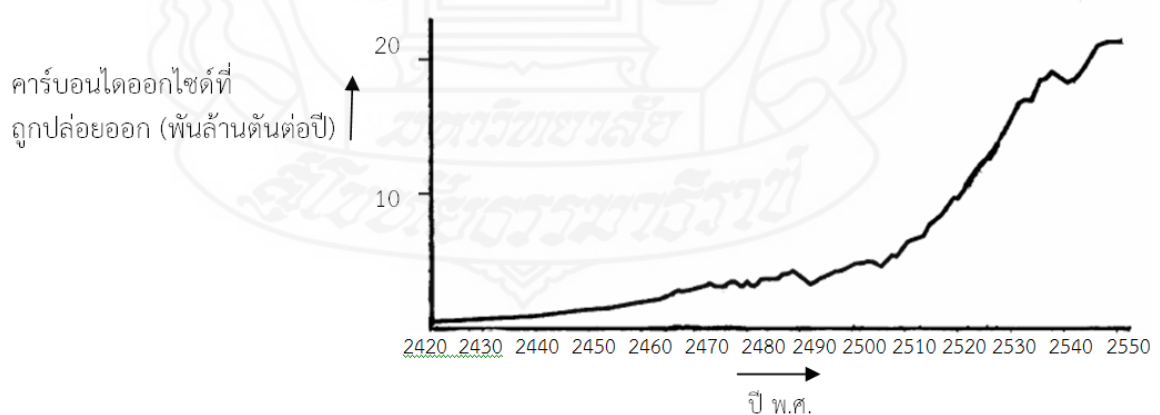
บรรยากาศของโลกทำตัวเหมือนผ้าห่มคลุมปกป้องโลกของเรา คอยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ซึ่งจะเกิดขึ้นหากโลกนี้ไม่มีอากาศ

พลังงานที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์ส่วนใหญ่จะผ่านบรรยากาศของโลก โลกจะดูดซับพลังงานไว้บางส่วนและสะท้อนพลังงานบางส่วนกลับไป พลังงานที่สะท้อนกลับนี้บางส่วนจะถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศ

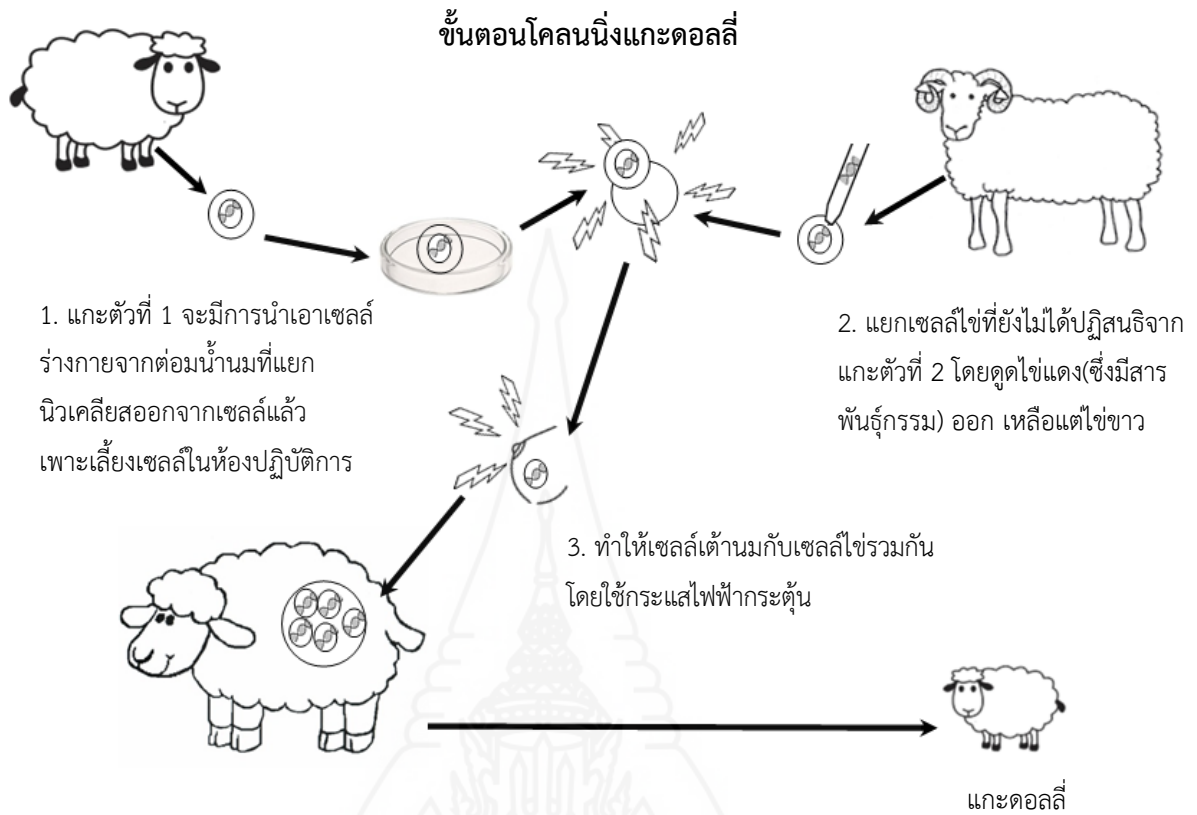
ผลที่เกิดขึ้นคือ หากไม่มีบรรยากาศดังกล่าว อุณหภูมิเฉลี่ยเหนือผิวโลกจะสูงกว่าที่เป็นอยู่นี้ ทำให้บรรยากาศของโลกเกิดผลทำนองเดียวกับเรือนกระจก จึงเรียกว่า “ปรากฏการณ์เรือนกระจก”

ปรากฏการณ์เรือนกระจกนี้ มีการกล่าวถึงมากในศตวรรษที่ 20 อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกได้เพิ่มสูงขึ้นจริง หนังสือพิมพ์และวารสารต่างๆ มักบอกว่า ตัวการสำคัญที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นในศตวรรษที่ 20 คือ การเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

นักเรียนคนหนึ่งชื่ออัจฉริยะ สนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ที่อาจเป็นไปได้ระหว่างอุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลก และปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมาบนโลก เขาค้นพบกราฟ 2 รูป ในห้องสมุดดังต่อไปนี้



12. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกคือสิ่งใด (วิเคราะห์ความสำคัญ)
- ก. แก๊สเรือนกระจก
 - ข. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์
 - ค. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
 - ง. สารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน
13. จากกราฟ ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยออกมา กับ อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
- ก. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ อุณหภูมิลดลง
 - ข. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น อุณหภูมิคงที่
 - ค. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น อุณหภูมิลดลง
 - ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น อุณหภูมิเพิ่มขึ้น
14. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ พบว่า ศตวรรษที่ 20 อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศของโลกสูงขึ้นเรื่อยๆ นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดไม่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นอุณหภูมิของบรรยากาศ (วิเคราะห์หลักการ)
- ก. ไอน้ำในอากาศ
 - ข. มลภาวะทางอากาศ
 - ค. การระเบิดของภูเขาไฟ
 - ง. พลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์



15. นักเรียนคิดว่าแกะดอลลี่เหมือนกับแกะตัวใดมากที่สุด เพราะเหตุใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
- แกะตัวที่ 1 เพราะ ใช้สารพันธุกรรมจากนิวเคลียสของแกะตัวที่ 1
 - แกะตัวที่ 2 เพราะ ใช้เซลล์สืบพันธุ์ของแกะตัวที่ 2
 - แกะตัวที่ 3 เพราะ มีการฝังตัวที่ผนังมดลูกของแกะตัวที่ 3
 - มีโอกาสเหมือนแกะตัวที่ 1 หรือ ตัวที่ 2 เพราะ เป็นพ่อ และแม่ของแกะดอลลี่

16. จากสถานการณ์ ข้อใดบอกหน้าที่ของแกะทั้ง 3 ตัวได้ถูกต้องที่สุด (วิเคราะห์ความสำคัญ)

- ก. แกะตัวที่ 1 ทำหน้าที่ตั้งท้อง
 แกะตัวที่ 2 ทำหน้าที่ให้เซลล์ไข่
 แกะตัวที่ 3 ทำหน้าที่ให้เซลล์ร่างกาย
- ข. แกะตัวที่ 1 ทำหน้าที่ให้เซลล์ร่างกาย
 แกะตัวที่ 2 ทำหน้าที่ตั้งท้อง
 แกะตัวที่ 3 ทำหน้าที่ให้เซลล์ไข่
- ค. แกะตัวที่ 1 ทำหน้าที่ตั้งท้อง
 แกะตัวที่ 2 ทำหน้าที่ให้เซลล์ไข่
 แกะตัวที่ 3 ทำหน้าที่ให้เซลล์ร่างกาย
- ง. แกะตัวที่ 1 ทำหน้าที่ให้เซลล์ร่างกาย
 แกะตัวที่ 2 ทำหน้าที่ให้เซลล์ไข่
 แกะตัวที่ 3 ทำหน้าที่ตั้งท้อง
17. นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับการโคลนนิ่งมนุษย์ เพราะเหตุใด (วิเคราะห์หลักการ)
- ก. เห็นด้วย เพราะ เป็นการเพิ่มประชากรที่มีคุณภาพ
- ข. เห็นด้วย เพราะ เป็นความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี
- ค. ไม่เห็นด้วย เพราะ อาจมีปัญหาด้านอาชญากรรม
- ง. ไม่เห็นด้วย เพราะ มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

ศึกษาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 18 - 20



จากข้อมูลการสำรวจภายในประเทศหนึ่ง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1900 เป็นระยะเวลา 100 ปี ตารางแสดงอัตราผู้เสียชีวิตด้วยมะเร็งปอดตามระยะเวลาการหยุดบุหรี่ เป็นดังต่อไปนี้

ระยะเวลาของการหยุดบุหรี่(ปี)	อัตราผู้เสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งปอด
------------------------------	-----------------------------------

ผู้ที่ไม่หยุดสูบบุหรี่	15.8
1 - 4	15.0
5 - 9	5.9
10 - 14	5.3
มากกว่า หรือเท่ากับ 15	2.0

18. บุคคลในข้อใดมีอัตราเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งปอดน้อยที่สุด (วิเคราะห์ความสำคัญ)
- นายน้อย สูบบุหรี่ติดต่อกันมานาน 3 ปี
 - นายดำ หยุดสูบบุหรี่มาประมาณ 6 ปี
 - นายแดง หยุดสูบบุหรี่มาประมาณ 21 ปี
 - นายสมประสงค์ หยุดสูบบุหรี่มาประมาณ 13 ปี
19. ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ภายในข้อมูลที่กำหนดให้ได้ **ถูกต้อง** (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
- การสูบบุหรี่ยิ่งนาน อัตราเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งปอดยิ่งลดลง
 - แม้จะหยุดการสูบบุหรี่ อัตราการเกิดโรคมะเร็งปอดยังคงเท่าเดิม
 - แม้ผู้สูบบุหรี่จะเลิกสูบบุหรี่ อันตรายที่เกิดจากมะเร็งปอดยังคงเพิ่มมากขึ้น
 - การหยุดสูบบุหรี่เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป การเสียชีวิตด้วยโรคมะเร็งปอดจะลดลงมาก
20. ใครมี **หลักการ** ในการปฏิบัติตนที่ไม่ต้องเสี่ยงต่อการเสียชีวิตด้วย มะเร็งปอด (วิเคราะห์หลักการ)
- นายสมทรง ลดปริมาณการสูบบุหรี่ลง จนเลิกสูบ
 - นายสมประกอบ สูบบุหรี่เฉพาะบางเวลาที่เครียดเท่านั้น
 - นายสมส่วน สูบบุหรี่เฉพาะบางโอกาสที่พบปะสังสรรค์ในกลุ่มเพื่อน
 - นายสมคิด ลดปริมาณการสูบบุหรี่ลงจากวันละ 2 มวนเป็นวันละ 1 มวน

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1.	ข	11.	ง
2.	ง	12.	ค
3.	ข	13.	ง
4.	ง	14.	ค
5.	ข	15.	ก
6.	ข	16.	ง
7.	ข	17.	ค
8.	ก	18.	ค
9.	ข	19.	ง
10.	ง	20.	ก



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางปวีณ์กร บัวเพชร
วัน เดือน ปีเกิด	18 มีนาคม 2519
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี คุรุศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สำเร็จการศึกษาปี 2542
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนท่าชนะ อำเภوتاชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ตำแหน่ง	ครูชำนาญการพิเศษ

