

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นพดล ศิลปชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา


คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ นพดล ศิลปชัย ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

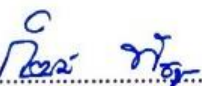
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.กิตติมา พันธุ์พฤกษา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.สมศิริ สิงห์หลพ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณั์ เพชรชื่น)

.....กรรมการ
(ดร.กิตติมา พันธุ์พฤกษา)

.....กรรมการ
(ดร.สมศิริ สิงห์หลพ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ งามกนก)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่...๑๗...เดือน...กรกฎาคม...พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อถาวร ศิลปชัย และคุณแม่พรพิมล ศิลปชัย ที่เป็นผู้ให้ชีวิต ความรัก ความเมตตา การเลี้ยงดูเอาใจใส่ อบรมสั่งสอน ตลอดจนเป็นผู้ให้การสนับสนุนทางด้าน การศึกษามาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และดร.สมศิริ สิงห์หล้า อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ทั้งยังดูแลเอาใจใส่ และติดตามความก้าวหน้าของผู้วิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อารมณ พงษ์ชื่น ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ งามกนก กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลา อันมีค่ามาร่วมสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำและแก้ไขจุดบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ทองกู่เกียรติกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย คุณครูวัลลภา ปู่ชูประเสริฐ คุณครูพรวิวัฒน์ ทนสูงเนิน และคุณครูจรรณี รัตนะพาหิระ ผู้เชี่ยวชาญที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของงานวิจัย ทำให้ได้ เครื่องมือที่คุณภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครู เจ้าหน้าที่ โรงเรียนบ้านสวน (จั่นอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี ที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัยและ ฝึกประสบการณ์สอนให้แก่ผู้วิจัยได้อย่างดียิ่ง

ขอบคุณนายสังจาพร ภูประคิษฐ์ ที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาเรื่องต่าง ๆ ดูแลเยี่ยมเจ็บไข้ และเพื่อนนิสิตปริญญาโทสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

นพดล ศิลปชัย

58910199: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E)/ การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์/ ทักษะการทำงานกลุ่ม

นพดล ศิลป์ชัย: การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENCE COMMUNICATION SKILLS AND TEAMWORK SKILLS ON STRUCTURE AND FUNCTION OF ANGIOSPERMS USING 5E LEARNING CYCLE AND COOPERATIVE LEARNING JIGSAW I TECHNIQUE FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: กิตติมา พันธุ์พุกษา, กศ.ด., สมศิริ สิงห์หลพ, กศ.ด. 161 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I และศึกษาทักษะการทำงานกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) จำนวน 39 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีกรณีสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระกัน และการทดสอบค่าทีกรณีกลุ่มเดียว

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนอยู่ในระดับดี

58910199: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: 5E LEARNING CYCLE/ COOPERATIVE LEARNING JIGSAW I
TECHNIQUE/ LEARNING ACHIEVEMENT/ SCIENCE COMMUNICATION
SKILLS/ TEAMWORK SKILLS

NOPPADOL SINLAPACHAI: A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT,
SCIENCE COMMUNICATION SKILLS AND TEAMWORK SKILLS ON STRUCTURE AND
FUNCTION OF ANGIOSPERMS USING 5E LEARNING CYCLE AND COOPERATIVE
LEARNING JIGSAW I TECHNIQUE FOR ELEVENTH GRADE STUDENTS. ADVISORY
COMMITTEE: KITTIMA PANPRUEKSA, Ed.D., SOMSIRI SINGLOP, Ed.D. 161 P. 2017.

The purposes of this research were to compare learning achievement and science communication skills of students before and after learning with 5E learning cycle and cooperative learning jigsaw I technique and to study teamwork skills. The participants consisted of 39 eleventh grade students at Bansuan Jananusorn School in the second semester of academic year 2016. They were randomly selected by using the cluster random sampling method. The research instruments included 1) Lesson plans using 5E learning cycle and cooperative learning jigsaw I technique on structure and function of angiosperms, 2) Learning achievement test, 3) Science communication skills test and 4) Teamwork skills evaluation form. The data were analyzed using mean, standard deviation, dependent samples *t*-test and one sample *t*-test. The results showed that

1. The posttest scores of students' learning achievement after using 5E learning cycle and cooperative learning jigsaw I technique on structure and function of angiosperms were statistically significant higher than pretest scores at the .05 level.

2. The posttest scores of students' learning achievement after using 5E learning cycle and cooperative learning jigsaw I technique on structure and function of angiosperms were statistically significant higher than the 70 percent criteria at the .05 level.

3. The posttest scores of students' science communication skills after using 5E learning cycle and cooperative learning jigsaw I technique on structure and function of angiosperms were statistically significant higher than pretest mean scores at the .05 level.

4. The posttest scores of students' teamwork skills after using 5E learning cycle and cooperative learning jigsaw I technique on structure and function of angiosperms were at good level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์).....	12
การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E).....	15
การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning).....	25
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I.....	39
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	40
การสื่อสารและทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์.....	50
ทักษะการทำงานกลุ่ม.....	53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	59
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	59
รูปแบบการวิจัย.....	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	60
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	61
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	70
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	84
สรุปผลการวิจัย.....	85
อภิปรายผล.....	85
ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก.....	96
ภาคผนวก ก.....	97
ภาคผนวก ข.....	101
ภาคผนวก ค.....	127
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	159

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงโครงสร้างรายวิชา ชีววิทยา 3 (ว 31243).....	14
2-2	แสดงเนื้อหาของ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก	15
2-3	บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	23
3-1	แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design.....	60
3-2	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 14 ชั่วโมง.....	61
3-3	การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	65
4-1	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะ หาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก.....	77
4-2	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ ร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียน กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน).....	78
4-3	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้ แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก.....	79
4-4	ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค จิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก.....	81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-1 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช	102
ข-2 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก	104
ข-3 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น	106
ข-4 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	108
ข-5 แสดงการปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I	110
ข-6 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์.....	112
ข-7 แสดงการปรับแก้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	115
ข-8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (คะแนนเต็ม 40)	116
ข-9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก....	119
ข-10 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก	121
ข-11 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแบบวัดทักษะ การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน)	123
ข-12 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแบบวัดทักษะ การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน)	123
ข-13 คะแนนทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (คะแนนเต็ม 25).....	124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-14	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน)..... 126
ข-15	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน)..... 126

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	8

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเป็นยุคที่โลกมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว อันสืบเนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ในทุกภูมิภาคของโลกเข้าด้วยกัน กระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้นในศตวรรษที่ 21 ส่งผลต่อวิถีการดำรงชีวิตของคนในสังคมอย่างทั่วกัน ครูจึงต้องตื่นตัวและเตรียมพร้อมในการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะสำหรับการดำรงชีวิตในโลกในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทักษะที่สำคัญที่สุดในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะการเรียนรู้ (Learning skills) โดยทักษะนี้ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เด็กมีความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็น ซึ่งเป็นผลจากการปฏิรูปเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ตลอดจนการเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ที่เป็นปัจจัยสนับสนุนที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ดังกล่าว (วารางคณา ทองนพคุณ, ม.ป.ป.)

กรอบแนวคิดของการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ได้แก่ วิชาแกน ทักษะด้านการเรียนรู้ และนวัตกรรม และทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี โดยทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมเป็นทักษะพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนต้องเรียนรู้เนื่องมาจากโลกเปลี่ยนแปลงกระแสสังคมที่รวดเร็ว และมีความซับซ้อนมากขึ้น หัวใจของทักษะนี้ คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) การสื่อสาร (Communication) ความร่วมมือ (Collaboration) และความริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity) ซึ่งต้องใช้ทักษะเหล่านี้ในการดำรงชีวิต เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (วิจารณ์ พานิช, 2555)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ คือ ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม โดยในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดสาระสำคัญไว้ 8 สาระ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

ดาราศาสตร์และอวกาศ และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้ง 8 สารการเรียนรู้ จะมีมาตรฐานตัวชี้วัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ พบว่า มาตรฐานตัวชี้วัดที่ ว 1.1 ว 1.2 ว 2.1 ว 3.1 ว 3.2 ว 4.2 ว 5.1 ว 6.1 ว 7.1 และ ว 7.2 เน้นการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ นอกจากนี้คุณภาพนักเรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จุดมุ่งหมายตามหลักสูตรคือ ต้องการให้นักเรียนสามารถสื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลให้ผู้คนทั่วทุกมุมโลกได้รับข้อมูลข่าวสารได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้รับนั้นอาจเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นที่น่าสนใจและต้องการคำอธิบายจากบุคคลที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ใช่ทุกคนที่สามารถทำให้ประเด็นเหล่านั้นเกิดความกระจ่างได้ ด้วยเหตุนี้การทำให้ประชาชนเข้าใจวิทยาศาสตร์ไม่เพียงเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (Science communication) นั้นเป็นการถ่ายทอดสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยการพูดหรือการเขียนไปยังผู้รับสาร การฟังหรือการอ่านผ่านสื่อหรือช่องทางสื่อสารเพื่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน ซึ่งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสารที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อาจทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ได้ หากบุคคลที่เกี่ยวข้องมิได้เป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์หรือเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ก็ควรศึกษาและทำความเข้าใจกระบวนการของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ (ศศิเทพ ปิติพรเทพพิน, 2557)

จากข้อมูลโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for international student assessment หรือ PISA) เป็นโครงการประเมินผลการศึกษาของประเทศสมาชิกองค์การความร่วมมือและพัฒนามหาสมุทรเศรษฐกิจ (Organization for economic co-operation and development หรือ OECD) จากการจัดอันดับผลการประเมิน PISA 2015 พบว่า ประเทศไทย โดยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 415 คะแนน วิทยาศาสตร์ 421 คะแนน และการอ่าน 409 คะแนน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการประเมิน PISA 2012 ด้านการอ่านและวิทยาศาสตร์ มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยังสอดคล้องกับ สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน (สสค.) ได้จัดกิจกรรมวันเด็กแห่งชาติเมื่อวันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2556 ที่ทำเนียบรัฐบาล โดยจัดจุดทดสอบทักษะเด็กไทยว่ามีทักษะและความพร้อมหรือไม่สู่เด็กยุคใหม่ในศตวรรษที่ 21

ผลสำรวจพบว่า เด็กไทยมีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมได้ดี แต่มีปัญหาเรื่องการทำงานเป็นทีม ซึ่งอยู่ในกลุ่มทักษะชีวิต และอาชีพ จึงส่งผลกระทบต่อทักษะด้านการสื่อสาร เด็กส่วนใหญ่อยากคิดแก้ไข ปัญหาด้วยตนเอง ปฏิเสธการถามความเห็นและการทำงานร่วมกับผู้อื่นและพบว่าประเทศไทย ยังประสบกับปัญหาคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษา การอ่าน การคิด และการเขียน โดยดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ พบว่า คะแนนสอบ O-NET ที่เป็นตัวบ่งชี้หนึ่ง ที่แสดงถึงคุณภาพของผู้เรียน จากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในระยะ 3 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555-2557 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 33.10, 30.40 และ 32.54 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) โดยปัญหา คุณภาพของผู้เรียนที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง ไม่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ครูขาดทักษะการกระตุ้นหรือการนำวิธีการต่าง ๆ เพื่อจุดประกายให้ นักเรียนคิดหาคำตอบขาดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วม ขาดทักษะการทำงานเป็นทีม ไม่สามารถ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2558) และจาก การประเมินผลดูจากคะแนนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) จังหวัดชลบุรี ในปีการศึกษา 2556-2558 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 32.86, 34.92 และ 34.99 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน จะเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับปัญหาในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ จากการสอบถามครูผู้สอน รายวิชาชีววิทยาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ผู้เรียนมีปัญหาด้านการสื่อสาร เนื่องจากผู้เรียน ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน และผู้เรียนกับผู้สอน นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านการทำงาน ร่วมมือกันภายในกลุ่มเป็นลักษณะต่างคนต่างทำงาน ผู้เรียนที่เก่งในกลุ่มทำงาน ผู้เรียนระดับ ปานกลางทำงานบ้างเล่นบ้าง และผู้เรียนอ่อนไม่ค่อยสนใจในการทำงาน (วัลลภา ปุ่ชูประเสริฐ, สัมภาษณ์, 15 กุมภาพันธ์ 2559) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนนั้นยังมีทักษะการสื่อสารและ การทำงานกลุ่มไม่เป็นที่น่าพอใจ ซึ่งเป็นสภาวะที่สำคัญของผู้เรียนตามที่หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดไว้

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลแนวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถ เกิดกระบวนการเรียนรู้และทักษะต่าง ๆ พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สอดคล้อง กับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ คือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) กล่าวคือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นกระบวนการที่ให้นักเรียน ได้ค้นหาความรู้ใหม่ ด้วยตนเองโดยผ่านกระบวนการคิดและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา โดยครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะช่วยเหลือให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเองรวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนความรู้ ผลการวิจัยพบว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) สามารถพัฒนาผู้เรียนให้กล้าคิด กล้าทำ กล้าซักถาม กล้าโต้แย้งกล้าแสดงออก รู้จักคิดวิเคราะห์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2546) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของณัชชาภิญโญ วิรัตน์ชัยวรรณ (2555) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ AÇIŞLi, Yalçın and Turgut (2011) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โดยใช้เวลา 7 สัปดาห์ มีนักศึกษาจำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นนักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบบรรยายจำนวน 30 คน และนักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 30 คน พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นวิธีการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถแตกต่างกัน ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักช่วยเหลือกัน คนที่เก่งกว่าจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพราะยึดตามแนวคิดที่ว่า ความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม (สุคนธ์ สินธพานนท์, ฟองจันทร์ สุขยิ่ง, จินตนา วีรเกียรติสุนทร และพิวัสสา นภารัตน์, 2554) เทคนิคที่น่าสนใจเทคนิคหนึ่งคือการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เป็นการจัดกิจกรรมการสอน โดยแบ่งกลุ่มนักเรียนประมาณ 4-6 คน โดยสมาชิกของนักเรียนต้องมีความแตกต่างกันในระดับสติปัญญา สมาชิกในกลุ่มแบ่งกันศึกษาหัวข้อย่อย ๆ ที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มไปศึกษาร่วมกับกลุ่มอื่นที่ได้หัวข้อเดียวกัน มีการอภิปรายร่วมกัน เมื่อเกิดความเข้าใจแล้วนำผล

จากการศึกษามาอธิบายให้เพื่อนในกลุ่มฟังและนำหัวข้อย่อย ๆ มาต่อเป็นเรื่องราวเป็นหนึ่งเรื่อง การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ทำให้สมาชิกในกลุ่มเกิดทักษะการทำงานร่วมมือกันภายในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับผลวิจัยของสมใจ เพ็ชรสุกใส (2548) พบว่า เมื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I มีความสามารถในการทำงานกลุ่มสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีการเรียนแบบปกติ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีการปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากสภาพการณ์ข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่มในรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
4. เพื่อศึกษาทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนอยู่ในระดับดี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียน
2. เป็นแนวทางสำหรับครูในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในหัวข้ออื่น ๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์แบบปกติ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 83 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบละความสามารถทางการเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 39 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ I

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เป็นเนื้อหาในหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม วิชาชีววิทยา เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบไปด้วย

3.1 เนื้อเยื่อพืช

3.2 โครงสร้างและหน้าที่ของราก

3.3 โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น

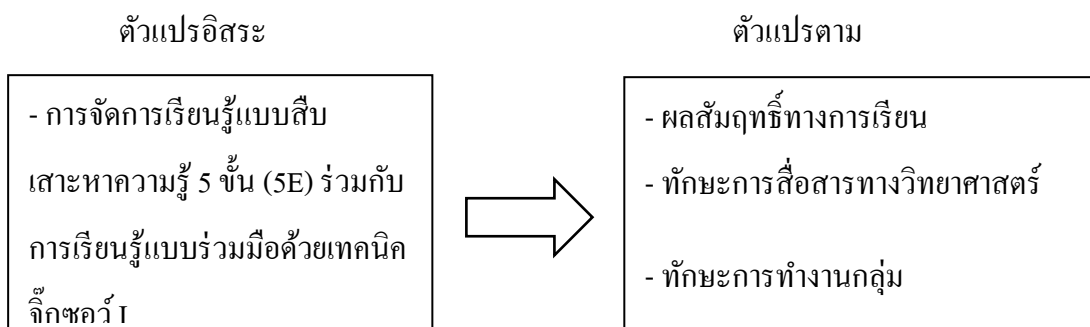
3.4 โครงสร้างและหน้าที่ของใบ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการทดลอง 16 คาบ

โดยการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 2 คาบ และดำเนินการตามแผนวิจัยจำนวน 14 คาบ ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) คือ การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง แก้ปัญหาเอง จนผู้เรียนได้รับคำตอบจากกิจกรรมที่ตัวเองวางแผนไว้ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

1.1 ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

1.2 ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

1.3 ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

1.4 ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้น ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขึ้น

1.5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

2. การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม โดยที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาและจัดเป็นกลุ่มย่อย ผู้เรียนทุกคนได้เนื้อหาคนละ 1 ชิ้น และนำมาเนื้อหามารวมกันเพื่อเป็นบทเรียนที่สมบูรณ์ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดังนี้

2.1. ขั้นเตรียมหัวข้อให้เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม

- ครูแบ่งหัวข้อเรื่องจะเรียนออกเป็นเรื่องย่อย ๆ ให้เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม โดยกลุ่มของผู้เรียนจะต้องไม่เกิน 6 คน

2.2 ขั้นจัดกลุ่มผู้เรียน (Home group)

- ครูแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม เท่ากับจำนวนหัวข้อเรื่อง และต้องมีการคละนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มเลือกว่าต้องการศึกษากิจกรรมเรื่องย่อยใดในกิจกรรมที่ 1-4 ให้เลือกคนละ 1 กิจกรรมโดยไม่ซ้ำกัน

2.3 ขั้นผู้เชี่ยวชาญ (Expert group)

- ให้สมาชิกแต่ละคนที่เลือกศึกษากิจกรรมเดียวกันของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน โดยนักเรียนที่เลือกศึกษากิจกรรมที่ 1 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน
นักเรียนที่เลือกศึกษากิจกรรมที่ 2 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน
นักเรียนที่เลือกศึกษากิจกรรมที่ 3 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน
นักเรียนที่เลือกศึกษากิจกรรมที่ 4 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน

- นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาและทำกิจกรรมที่เลือกให้ลึกซึ้งและเชี่ยวชาญ

แล้วนำประสบการณ์ที่ได้ศึกษาและทำกิจกรรมกลับไปเล่าให้สมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดิมฟังพร้อมตอบข้อสงสัยให้ละเอียดลึกซึ้งได้

2.4 ขั้นสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเสนอความรู้ให้กลุ่มผู้เรียนและนำความรู้แต่ละส่วนมาต่อกันเป็นเรื่องราว

- ให้สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้านและผลัดกันอภิปรายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษามา หรือตามที่ตนได้ร่วมกันตอบคำถามตามหัวข้อ

ในใบกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนด โดยเริ่มจาก หมายเลข 1 2 3 4 ตามลำดับ หรืออาจจะให้ถ่ายทอดความรู้ตามความสมัครใจโดยไม่ต้องเรียงตามหมายเลขก็ได้ แต่สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องถ่ายทอดความรู้จนครบ

2.5 ขั้นตอนทดสอบความรู้ของผู้เรียน

- แต่ละกลุ่มเตรียมตัวทดสอบรายบุคคล แล้วรวมคะแนนหรือเฉลี่ยคะแนนเป็นคะแนนของกลุ่ม เนื้อหาที่ใช้ทดสอบต้องครอบคลุมหรือสอดคล้องกับหัวข้อที่ครูให้ศึกษา

2.6 ขั้นตอนมอบรางวัล

- กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดจะได้รับรางวัล หรือนำผลงานไปตีพิมพ์ประกาศที่บอร์ด และควรให้คำชมเชยกลุ่มอื่น ๆ ที่สามารถทำกิจกรรมนี้ได้สำเร็จ

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) ครูเตรียมหัวข้อมากระตุ้นผู้เรียน และจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้น เช่น กระตุ้นด้วยคำถาม รูปภาพ คลิปวิดีโอ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนสนใจสงสัย และนำเข้าสู่หัวข้อที่ครูเตรียมให้ผู้เรียน หลังจากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียน 4 คน ซึ่งสมาชิกกลุ่มผู้เรียนมีความแตกต่างกันในระดับสติปัญญาทุกคนต้องช่วยเหลือกัน เรียกว่ากลุ่มบ้าน (Home group)

3.2 ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนร่วมกันการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องทำการทดลองหรืออ่านจับใจความสำคัญ มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้กัน มีปฏิสัมพันธ์กัน และเขียนสรุปสาระสำคัญ โดยครูแจกกิจกรรมหัวข้อเรื่องที่ใช้สำหรับให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มศึกษา และมอบหมายภารกิจ โดยสมาชิกในแต่ละกลุ่มต้องเลือกศึกษากิจกรรมคนละ 1 กิจกรรมและต้องไม่ซ้ำกัน ให้สมาชิกแต่ละคนที่เลือกศึกษากิจกรรมเดียวกันของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) ต้องทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่กิจกรรมกำหนดให้

3.3 ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) กลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้าน โดยนำเสนอความรู้ที่ตนไปศึกษามาอธิบายอภิปรายภายในกลุ่ม และนำความรู้แต่ละส่วนมาต่อกันเป็นเรื่องราวแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียนและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียน

3.4 ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้โดยยกสถานการณ์ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ รวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

3.5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ครูประเมินผลการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคล จากนั้นนำคะแนนสมาชิกในกลุ่มเดิมมารวมกัน ให้ถือว่าเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดอันดับ 1, 2 และ 3 จะได้รับรางวัล หรือนำผลงานไปติดประกาศที่บอร์ด และควรให้คำชมเชยกลุ่มอื่น ๆ ที่สามารถทำกิจกรรมนี้ได้สำเร็จ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ใช้วัดความรู้หรือคุณภาพของความรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครอบคลุมพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า โดยเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัย

6. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรับและส่งข้อมูลที่เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติโดยการใช้ภาษาด้านการฟัง การอ่านและการพูดเพื่อแสดงความรู้ ความคิด แลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงออกมาโดยการเขียนสรุปใจความสำคัญ คำศัพท์และสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

7. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้านการอ่านและการเขียน โดยมีสถานการณ์ให้อ่าน 2 บทความ แต่ละบทความประกอบด้วยข้อคำถามแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยให้นักเรียนอ่านบทความและเขียนสรุปใจความสำคัญ คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring rubrics) ซึ่งสร้างขึ้นโดยผู้วิจัย

8. ทักษะการทำงานกลุ่ม หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความรับผิดชอบตามบทบาทหน้าที่ในการทำงานของกลุ่ม ความเสียสละ การยอมรับซึ่งกันและกันของสมาชิกภายในกลุ่ม โดยนักเรียนเป็นผู้ประเมิน ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

9. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มประเมิน โดยนักเรียนซึ่งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินตนเอง จำนวน 10 ข้อ ซึ่งสร้างขึ้นโดยผู้วิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ได้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์)
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)
3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning)
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. การสื่อสารและทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
7. ทักษะการทำงานกลุ่ม
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์)

การบริหารหลักสูตรสถานศึกษา

โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ได้ดำเนินการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษาตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และได้ประกาศใช้หลักสูตรในปีการศึกษา 2552 ประกอบกับโรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ได้รับการคัดเลือกจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้เป็นโรงเรียนมาตรฐานสากล (World class standard school) ในปีการศึกษา 2559 ซึ่งโรงเรียนมาตรฐานสากลมุ่งเน้นการพัฒนาคุณภาพเยาวชนสำหรับยุคศตวรรษที่ 21 ตามปณิธานว่าด้วยการจัดการศึกษาของ UNESCO ทั้ง 4 ด้าน คือ Learning to know, Learning to do, Learning to live together and learning to be โดยมีเป้าหมายและตัวชี้วัดความสำเร็จด้านผู้เรียนในการดำเนินงานโรงเรียนมาตรฐานสากล มี 5 เป้าหมาย ดังนี้

1. เป็นเลิศทางวิชาการ

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับสูง เทียบได้ไม่ต่ำกว่านักเรียนของประเทศที่มีคุณภาพการศึกษาสูง

2. สื่อสารสองภาษา

นักเรียนมีทักษะและความสามารถด้านภาษาอยู่ในระดับสูง เทียบได้ไม่ต่ำกว่านักเรียนของประเทศที่มีคุณภาพการศึกษาสูง

3. ถิ่นน้ำทางความคิด

นักเรียนมีทักษะและความสามารถในการคิดและทักษะและความชำนาญในการใช้ ICT ในระดับสูง เทียบได้ไม่ต่ำกว่านักเรียนของประเทศที่มีคุณภาพการศึกษาสูง

4. ผลงานอย่างสร้างสรรค์

นักเรียนมีทักษะและความสามารถเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้าตนเอง (Independent study) และมีศักยภาพ ทักษะและความสามารถในการผลิตงานต่าง ๆ อย่างมีคุณภาพ เทียบได้ไม่ต่ำกว่านักเรียนของประเทศที่มีคุณภาพการศึกษาสูง

5. ร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก

นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิต วัฒนธรรม และลักษณะเฉพาะของชาติต่าง ๆ ในระดับสูง มีความมุ่งมั่นจริงจังในการทำงาน ไม่ย่อท้อต่อปัญหาอุปสรรค มีจิตสาธารณะ มีสำนึกในการบริการสังคม และมีความรับผิดชอบต่อสังคมอยู่ในระดับสูง เทียบได้ไม่ต่ำกว่านักเรียนของประเทศที่มีคุณภาพการศึกษาสูง

วิสัยทัศน์หลักสูตรสถานศึกษา

โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ มีคุณธรรม จริยธรรม รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์ มีจิตสำนึกในความเป็นไทย ยึดมั่นในการปกครองตามระบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และพัฒนาตนเอง ได้เต็มตามศักยภาพ

โครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดโครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหนังสือแบบเรียนของ สสวท. ดังในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แสดงโครงสร้างรายวิชา ชีววิทยา 3 (ว 31243)

โครงสร้างรายวิชา ชีววิทยา 3 (ว 31243)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 คาบ/ภาค คาบเรียนละ 50 นาที จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ (คาบ)
1	โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก - เนื้อเยื่อพืช - อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะของพืช - โครงสร้างและหน้าที่ของราก - โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น - โครงสร้างและหน้าที่ของใบ - การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช - การลำเลียงน้ำของพืช - การลำเลียงสารอาหารของพืช - การลำเลียงอาหารของพืช	24
2	การสังเคราะห์ด้วยแสง - การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง - กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง - โฟโตเรสไพเรชัน - กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C_4 - กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช CAM - ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง - การปรับตัวของพืชเพื่อรับแสง	17
3	การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต - วัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก - การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของพืชดอกและการขยายพันธุ์พืช - การวัดการเจริญเติบโตของพืช	12

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ (คาบ)
4	การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช - สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช - การตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม	7
	รวม	60

จากการศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ผู้วิจัยสนใจที่ศึกษาเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกมาใช้ในการวิจัย ซึ่งสามารถสรุปดังตารางที่ 2-2 ดังนี้

ตารางที่ 2-2 แสดงเนื้อหาของ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ (คาบ)
1	โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก - เนื้อเยื่อพืช - อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะของพืช	2
	- โครงสร้างและหน้าที่ของราก	4
	- โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น	4
	- โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	4
	รวม	14

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น วิธีสอนแบบสืบสวน วิธีสอนแบบสอบสวน วิธีสอนแบบสืบสอบ มาจากภาษาอังกฤษว่า Inquiry method และมีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

ภพ เลาหไพบุลย์ (2542) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้และแลกเปลี่ยนแนวคิด

ซาโรช โคลีกรีกซ์ (2546) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้กำหนดปัญหา วางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้เอง แก้ปัญหาเอง จนในที่สุดผู้เรียนจะได้รับคำตอบจากกิจกรรมที่ตัวเองวางแผนไว้ การเรียนรู้ได้จากการค้นพบของผู้เรียนเอง

จีระวรรณ เกษสิงห์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้ คือ การดำเนินการที่มนุษย์ทำเพื่อค้นหาข้อเท็จจริง (Facts) ข้อมูล (Information) หรือความรู้ (Knowledge) ตัวผู้สืบเสาะเองสนใจสงสัย

พิมพันธ์ เคะชคุปต์ (2544) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนวางแผนและกำหนดวิธีการค้นหาความรู้เอง แก้ปัญหาตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง

แนวคิดหรือทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้

ทิสนา แคมมณี (2559) กล่าวคือ ทฤษฎีพัฒนาการทางเขาวัวปัญญาของเพียเจต์และของวิกิอทสกีเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางเขาวัวปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางการซึบซับหรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึบซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เพียเจต์เชื่อว่าคนทุกคนจะมีพัฒนาเขาวัวปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะ และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วนวิกิอทสกีให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางเขาวัวปัญญาขั้นสูงพัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน

แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปพร้อมกัน นอกจากนี้วิถีก่อทศก็ยังมีขอบเขตกว้างกว่า เด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาที่ตนเป็นอยู่ และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพ จะไปให้ถึงช่วงระหว่างระดับที่เป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะเจริญเติบโตนี้เอง เรียกว่า “Zone of proximal development” ซึ่งช่วงห่างนี้จะมีความแตกต่างในแต่ละบุคคล แนวคิดนี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอน ซึ่งเคยมีลักษณะเป็นเส้นตรง (Liner) หรืออยู่ในแนวเดียวกันเปลี่ยนแปลงไปเป็นอยู่ในลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการสอน จะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีในการเรียนการสอน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558) กล่าวคือ การนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ไปใช้ในการจัดการรู้ทำได้หลายประการ ดังนี้

- เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการ แปล และสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้อัตนัยต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

- ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตัวเอง เป็นการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา ตำรา วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดความรู้ความเข้าใจขึ้น

- ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกลักษณะที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน ส่วนผู้สอนจะมีบทบาทแตกต่างจากเดิม คือ จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะเปลี่ยนจากการให้ความรู้ไปเป็นการให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของเพียเจต์และวิถีก่อทศก็คือผู้เรียนต้องเป็นผู้ค้นพบและเชื่อมโยงความรู้ที่ตนเองมีอยู่แล้วให้เกิดการเรียนรู้ โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้ทดสอบความรู้ใหม่นั้นว่าเป็นไปตามกฎเกณฑ์ของข้อมูลเดิมหรือไม่ อันทำให้ได้องค์ความรู้ใหม่ในที่สุด โดยให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ

ในตนเองมากกว่าที่เคยเป็นมา โดยชั้นเรียนนั้นผู้เรียนจะสำคัญ ผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถค้นหาความหมายของสิ่งที่เรียน

ความเป็นมาการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วิลโลว์ธอร์น แสตนาน (2553) กล่าวคือ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งเชื่อว่าการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นวัฏจักร หมายความว่า เมื่อมีการเรียนรู้เรื่องหนึ่งแล้ว จะนำไปเรียนรู้เรื่อง ต่อไปอีก เนื่องจากมีประเด็น คำถาม หรือปัญหาต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงมีการสร้างรูปแบบการ สอนซึ่งนำเสนอโดย Charles R. Barman ในปี ค.ศ. 2008 คือ วัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น (4 Phase learning cycle) ดังนี้

1. การสร้างความสนใจและมีส่วนร่วม (Engagement)

ในขั้นนี้ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและมีส่วนร่วมโดยการสาธิต ตั้งคำถาม รวมทั้งตรวจสอบแนวความรู้เดิมของนักเรียนที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะมีการเรียนการสอน

2. การสำรวจตรวจสอบ (Investigation)

หลังจากที่มีกระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่เรียนรู้แล้ว ครูต้องจัดประสบการณ์ที่เป็น รูปธรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมโดยการจัดกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ พัฒนาความคิด โดยจัดกลุ่มเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล และประจักษ์พยานอย่างเพียงพอ สำหรับการอภิปรายในขั้นต่อไป

3. การสนทนา (Dialogue)

นักเรียนอภิปรายและลงข้อสรุปจากข้อมูลและประจักษ์พยานที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบและนำเสนอข้อสรุปที่ได้ โดยครูนำอภิปรายถึงแนวคิดหลัก หรือใจความสำคัญของบทเรียน ครูสาธิต หรือเชื่อมโยงคำอธิบายของนักเรียนไปสู่คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

4. การประยุกต์ใช้ (Application)

ในขั้นนี้ครูนำเสนอปัญหา หรือสถานการณ์ เพื่อท้าทายให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ มาประยุกต์ใช้ต่อไปในเรื่องที่เกี่ยวข้อง

Bybee จากสถาบันหลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Biological science curriculum study: BSCS) ของสหรัฐอเมริกา ได้เสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ดังนี้

1. การสร้างความสนใจและมีส่วนร่วม (Engagement)

เป็นขั้นตอนเริ่มต้นบทเรียน โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ อยากรู้ อยากเรียนใน บทเรียนที่ครูเตรียมมา ด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

- การสาธิตการทดลอง การใช้คลิปวิดีโอ การใช้ภาพ หรือของจริงมาให้ให้นักเรียน สังเกต การข่าวนั่งหนังสือพิมพ์มาให้อ่าน การใช้เหตุการณ์ที่นักเรียนคาดไม่ถึง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน เกิดคำถามที่ครูสามารถเชื่อมโยงไปสู่เรื่องที่จะจัดให้เรียน

- เมื่อครูเห็นยวณานักเรียน ไปสู่เรื่องที่จะเรียนแล้ว ครูควรให้นักเรียนเขียนสิ่งที่รู้ มาแล้ว เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนรวมทั้งความเข้าใจคลาดเคลื่อน

- ครูอาจนำอภิปรายประเด็นที่นักเรียนอยากรู้ เพื่อกระตุ้นให้มีส่วนร่วม

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration)

เป็นขั้นตอนที่ครูจัดกิจกรรม และวัสดุอุปกรณ์ ให้นักเรียนดำเนินการสังเกต สำรวจ ทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลโดยตรง หรือประจักษ์พยานอย่างเพียงพอ และเชื่อถือได้ มาตอบคำถาม หรืออธิบายประเด็นต่าง ๆ ที่อยากรู้

3. การอธิบาย (Explanation)

เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลความหมาย สรุปและอภิปราย เพื่อสร้างคำอธิบาย หรือแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ (Scientific concept) ตามประจักษ์พยานที่มี พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ข้อความสรุป ภาพวาด ตาราง หรือแผนผังความคิด (Graphic organizer)

4. การขยายความรู้ (Elaboration)

เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยาย กรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็น เพื่อให้นักเรียนร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมชัดเจนยิ่งขึ้น ซักถาม ให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม การนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา หรือนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง หรือ ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์

5. การประเมิน (Evaluation)

เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งครูจะต้องทำในขั้นตอน เพื่อการพัฒนา และสะท้อนถึงการจัดการเรียนการสอนของครู ว่ามีปัญหาและความสำเร็จอย่างไรนักเรียนได้ ความรู้ตามจุดประสงค์หรือไม่ ถ้าครูจะต้องสอนเรื่องเดียวกันในครั้งต่อไปจะต้องปรับปรุงอย่างไร

ในปี ค.ศ. 2003 Eisekraft ได้นำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) โดยแยกขั้น Engagement ออกเป็นขั้นดึงความรู้เดิมของนักเรียนออกมา (Elicitation) และ จัดเป็นขั้นที่ 1 และตามด้วยขั้น การสร้างความสนใจและมีส่วนร่วม (Engagement)

ซึ่งขยับเป็น ขั้นที่ 2 นอกจากนั้น ได้เพิ่มเติมขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ออกไปอีก 1 ขั้น คือขั้นเพิ่มเติมประสบการณ์หรือเชื่อมโยงประสบการณ์ (Extension) จัดเป็นขั้นที่ 7

จากการศึกษาข้อมูลสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีรูปแบบการสอน ตั้งแต่ วัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น (4 Phase learning cycle) ได้แก่ การสร้างความสนใจและมีส่วนร่วม (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การสนทนา (Dialogue) และการประยุกต์ใช้ (Application) ต่อมากลุ่ม BSCS ได้นำเสนอขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น คือ การสร้างความสนใจและมีส่วนร่วม (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมิน (Evaluation) ส่วน Eisekraft ได้นำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) โดยแยกขั้น Engagement ออกเป็นขั้นดึงความรู้เดิมของนักเรียนออกมา (Elicitation) และจัดเป็นขั้นที่ 1 และขั้นเพิ่มเติมประสบการณ์หรือเชื่อมโยงประสบการณ์ (Extension) จัดเป็นขั้นที่ 7 โดยในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรม ไว้ดังนี้

Bybee et al. (2006) นักพัฒนาหลักสูตรที่ซึ่งได้จัดทำหลักสูตรชีววิทยาของประเทศสหรัฐอเมริกา (Biological science curriculum study) หรือที่รู้จักกันในนามของ BSCS ได้นำเสนอขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นตอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กิจกรรมประกอบด้วย การซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

สสวท. (2546) ได้เสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสังเกต หรือ ปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขึ้น

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

จากขั้นตอนข้างต้นสรุปได้ว่า ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น คือ ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นการประเมินผล (Evaluation) ทั้ง 5 ขั้นตอนดังกล่าวจะต้องส่งเสริม

ให้นักเรียนรู้จักคิด ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด มีกิจกรรมที่จะให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ จะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ตามแนวทางของ สสวท. เนื่องจากหลักสูตรสถานศึกษาได้ใช้หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สสวท.

บทบาทครูและบทบาทนักเรียน

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนมีประสิทธิภาพ ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> - สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบหรือแนวคิดที่ยังไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ - เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตั้งคำถาม - ตอบคำถาม - แสดงความคิดเห็น - กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน - แสดงความสนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ตั้งเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน - ให้ความแก่นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ 	<ul style="list-style-type: none"> - คิดอย่างอิสระภายในขอบเขตของกิจกรรม - ตั้งสมมติฐาน - พิจารณสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย - ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนถูกต้อง - บันทึกการสังเกต และการให้ข้อคิดเห็น

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบาย - ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล - อธิบายโดยมีเหตุผลหรือหลักฐานประกอบ - อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย
4. ขยายความรู้ (Elaboration)	<ul style="list-style-type: none"> - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอภิปรายอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มืออยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถาม - ถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - นำข้อมูลจากการสังเกตไปสร้างความรู้ใหม่ - นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 2-3 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> - สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอด และทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

ที่มา: สกฤต มูลแสดง, 2554

ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ได้กล่าวถึงข้อดีของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
 2. นักเรียนได้มีโอกาสได้ฝึกความคิดฝึกการกระทำ ทำให้เรียนรู้การจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทน และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย
 3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
 4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนคติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
 5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
- และข้อจำกัดของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้
1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
 2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย

และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมนักเรียนมากเกินไปจะทำให้
นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3. นักเรียนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่ศึกษาปัญหาและนักเรียนที่
ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอตอบคำถามได้
แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร

4. นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำและเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถ
ศึกษาความรู้ด้วยตนเองได้

5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการค้นคว้าลดลง
จากการศึกษาสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด
ในการวิจัยผู้วิจัยจึงศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ บทบาทของครูและบทบาท
ของนักเรียนให้ชัดเจน เพื่อลดข้อจำกัดต่าง ๆ รวมทั้งการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative learning)

ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2554) กล่าวว่า วิธีสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
เป็นวิธีการสอนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ร่วมกัน เน้นการสร้าง
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะมี
ความสามารถแตกต่างกัน ส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักช่วยเหลือกัน คนที่เก่งกว่าจะช่วยเหลือคนที่อ่อน
กว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม เพราะ
ยึดตามแนวคิดที่ว่า ความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม

วัชรรา เล่าเรียนดี (2554) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบร่วมมือ คือ การจัดการเรียนการสอน
โดยให้ผู้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-6 คน สมาชิกกลุ่มจะต้องช่วยกันเรียนรู้ร่วมกันปฏิบัติ
กิจกรรมจนบรรลุผลสำเร็จ และยังได้เสนอแนะว่า วิธีสอนในแบบดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนมีความ
กระตือรือร้น ภูมิใจในตนเอง ตระหนักถึงความรับผิดชอบของตนเองและต่อกลุ่มซึ่งจะช่วยให้
ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น พัฒนาความสัมพันธ์ที่ดีการยอมรับผู้อื่นมากขึ้น สร้างความมั่นใจ
ในตนเองและรู้ถึงคุณค่าของตนเองมากขึ้น

วัฒนาพร ระจับทุกซ์ (2541) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการ
เรียนการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน ให้แก่ผู้เรียน ได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ

แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ ความสามารถแตกต่างกัน โดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้ และในความสำเร็จของกลุ่ม ทั้งโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่าสมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น หากแต่จะต้องร่วมรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม

สลาวิน (Slavin, 1995) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการสอนที่นำไปประยุกต์ใช้ได้หลายวิชาและหลายระดับชั้น โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย โดยทั่วไปมีสมาชิก 4 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน เป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 2 คน และอ่อน 1 คน นักเรียนในกลุ่มที่ต้องเรียนและรับผิดชอบงานกลุ่มร่วมกัน นักเรียนจะประสบความสำเร็จก็ต่อเมื่อเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนประสบความสำเร็จบรรลุเป้าหมายร่วมกัน จึงทำให้นักเรียนช่วยเหลือพึ่งพากันและสมาชิกในกลุ่มจะได้รับรางวัลร่วมกัน เมื่อกลุ่มทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อาจกล่าวสรุปว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-6 คน ได้เรียนรู้ร่วมกัน สมาชิกแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนที่แตกต่างกัน สมาชิกมีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งสมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมสำคัญในการทำงานเพื่อให้ประสบความสำเร็จ

องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทิสนา เขมมณี (2559) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือมี 5 ประการสำคัญ ดังนี้

1. การปรึกษาหารือกันอย่างใกล้ชิด ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม (Face-to-face interaction) เป็นการจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม ในลักษณะคละกันทั้งเพศ อายุ ความสามารถ ความสนใจ หรืออื่น ๆ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และความสำเร็จของกันและกันโดยการช่วยเหลือสนับสนุน กระตุ้น ยกย่อง ความมานะพยายามของกันและกัน ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มมีผลตามมา คือ

1.1 มีกิจกรรมทางปัญญา และความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เกิดขึ้น โดยผู้เรียนอธิบายว่า จะแก้ปัญหาอย่างไร หรืออธิบายว่าสิ่งที่เรียนอยู่ในปัจจุบันเชื่อมโยงกับสิ่งที่เรียนมาแล้วอย่างไร

1.2 ลักษณะและรูปแบบทางสังคม มีโอกาสเกิดขึ้นได้จากการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ความรับผิดชอบกับกลุ่มเพื่อน เหตุผลและข้อสรุปที่แสดงออก มีอิทธิพลต่อกัน เพิ่มรูปแบบทางสังคมเพิ่มการสนับสนุนของเพื่อนและเพิ่มรางวัล

1.3 มีการตอบสนองด้วยคำพูด ที่ไม่ใช่คำพูดของสมาชิกคนอื่นนอกกลุ่มซึ่งเป็นข้อมูลย้อนกลับให้สมาชิกในกลุ่ม

1.4 ปฏิสัมพันธ์จะช่วยให้งานสำเร็จ และเมื่องานเสร็จก็จะทำให้สมาชิกแต่ละคนได้ความรู้

2. ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละคน ที่จะช่วยให้กลุ่มมีสัมฤทธิ์ผลสูงที่สุดในการทำงาน (Individual accountability) เกิดขึ้นเมื่อมีการประเมินการปฏิบัติงานของผู้เรียน เพราะการประเมินจะย้อนกลับไปให้กับกลุ่มและให้กับผู้เรียน เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนแต่ละคนแสดงความรับผิดชอบต่องาน โดยครูจะต้อง

2.1 ประเมินว่าสมาชิกของกลุ่มช่วยเหลืองานของกลุ่มมากน้อยแค่ไหน

2.2 ให้ข้อมูลย้อนกลับกับผู้เรียนแต่ละคนและกับกลุ่ม

2.3 ไม่ให้สมาชิกกลุ่มทำงานซ้ำซ้อนกัน

2.4 ทำให้แน่ใจว่าสมาชิกทุกคนต้องรับผิดชอบต่องาน โดยดูจากคะแนนสอบของผู้เรียนแต่ละคน หรือสุ่มเลือกถามคนใดคนหนึ่งของกลุ่ม

3. ทักษะการทำงานเป็นกลุ่มหรือทักษะทางสังคม (Cooperative social skills) ผู้เรียนต้องใช้ทักษะความร่วมมือในการทำงานให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งได้แก่ ทักษะการสื่อความหมายสามารถสื่อความได้อย่างแม่นยำ ไม่กำกวม มีการแบ่งปัน การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และร่วมมือกัน

4. ความสัมพันธ์กันในทางบวก (Positive interdependence) เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนเกิดการรับรู้ที่ตัวเองต้องทำงานร่วมกันกับสมาชิกคนอื่น ๆ ของกลุ่ม จนเกิดความรู้สึกว่าความสำเร็จของแต่ละคนขึ้นอยู่กับความสำเร็จของกลุ่ม

5. กระบวนการกลุ่ม (Group processing) เกิดขึ้นเมื่อสมาชิกในกลุ่มอภิปรายถึงประสิทธิภาพของความสำเร็จในการทำงาน ให้บรรลุวัตถุประสงค์ กระบวนการกลุ่มจะสะท้อนให้เห็นถึงการทำงานของกลุ่ม

สอดคล้องกับชนาธิป พรกุล (2545) กล่าวคือ ในการจัดการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ ต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. การพึ่งพาอาศัยกันในทางบวก (Positive interdependence) เป็นการรับรู้ที่ไม่มีใครสำเร็จได้ ถ้าคนอื่นในกลุ่มไม่สำเร็จ

2. ปฏิสัมพันธ์แบบเผชิญหน้า (Face-to-face interaction) เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนอธิบายวิธีแก้ปัญหาหรือความคิดรวบยอด และช่วยเหลือสนับสนุนให้กำลังใจในการเรียน

3. ทุกคนรับผิดชอบในการเรียนรู้ (Individual accountability) โดยทำการทดสอบและประเมินเป็นรายบุคคล และสุ่มเรียกบางคนให้เป็นตัวแทนรายงานการทำงานของกลุ่ม

4. ทักษะความร่วมมือ (Collaborative skills) ที่ช่วยให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันอย่างได้ผล ได้แก่ ทักษะผู้นำ ทักษะการตัดสินใจ ทักษะการสร้างควมไว้วางใจ ทักษะการสื่อสารและ

ทักษะการจัดการความขัดแย้ง

5. กระบวนการกลุ่ม (Group processing) เป็นการให้กลุ่มอภิปรายวิธีที่ทำงานบรรลุเป้าหมาย และยังคงความสัมพันธ์การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพระหว่างสมาชิก

จากองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือทั้ง 5 องค์ประกอบนี้ ได้แก่ กระบวนการกลุ่ม มีการปรึกษาหารือระหว่างสมาชิกกลุ่ม สมาชิกแต่ละคนมีความรับผิดชอบ เกิดทักษะการทำงานกลุ่ม และมีความสัมพันธ์กันทางบวก

ขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือ

วัตินาพร ระวังทุกข์ (2541) ได้เสนอขั้นตอนที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

1. ขั้นเตรียม กิจกรรมในขั้นเตรียม ประกอบด้วย ครูแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกัน และจัดเป็นกลุ่มย่อย ๆ ประมาณ 2-6 คน ครูควรแนะนำเกี่ยวกับระเบียบของกลุ่ม บทบาทและหน้าที่ของสมาชิกกลุ่ม แจกวัสดุประสงค์ของบทเรียน และการทำกิจกรรมร่วมกัน และการฝึกฝนทักษะพื้นฐานจำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม

2. ขั้นสอน ครูนำเข้าสู่บทเรียน แนะนำเนื้อหา แนะนำแหล่งข้อมูลและมอบหมายงานให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

3. ขั้นทำกิจกรรมกลุ่ม ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มย่อย โดยที่แต่ละคนมีบทบาทและหน้าที่ตามที่ได้รับมอบหมาย เป็นขั้นตอนที่สมาชิกในกลุ่มจะได้ร่วมกันรับผิดชอบต่อผลงานของกลุ่ม ในขั้นนี้ครูอาจกำหนดให้นักเรียนใช้เทคนิคต่าง ๆ กัน เช่น แบบ JIGSAW, TGT, STAD, TAI, GT, LT, CIRC และ CO-CO เป็นต้น ในการทำกิจกรรมแต่ละครั้ง เทคนิคที่ใช้แต่ละครั้งจะต้องเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการเรียนแต่ละเรื่อง ในการเรียนครั้งหนึ่ง ๆ อาจต้องใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือหลาย ๆ เทคนิคประกอบกัน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการเรียน

4. ขั้นตรวจสอบผลงานและทดสอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติหน้าที่ครบถ้วนแล้วหรือยัง ผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร เน้นการตรวจสอบผลงานกลุ่มและรายบุคคล ในบางกรณีผู้เรียนอาจต้องซ่อมเสริมส่วนที่ยังขาดตกบกพร่อง ต่อจากนั้นเป็นการทดสอบความรู้

5. ขั้นสรุปบทเรียนและประเมินผลการทำงานกลุ่ม ครูและผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียน ถ้ามีสิ่งที่ยังไม่เข้าใจครูควรอธิบายเพิ่มเติม ครูและผู้เรียนช่วยกันประเมินผลการทำงานกลุ่ม และพิจารณาว่า อะไรคือจุดเด่นของงาน และอะไรคือสิ่งที่ควรปรับปรุง

โดยสรุปแล้วขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ต้องจัดกลุ่มของผู้เรียนให้มีความหลากหลาย จัดกิจกรรมกลุ่มโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมกับบทเรียน เพื่อให้เกิดประสิทธิผลในการเรียน มีการติดตามการทำงานกลุ่มการประเมินผลของผู้เรียน

เทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541) ได้กล่าวถึงเทคนิคที่ใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือ ดังนี้

Jigsaw

เป็นเทคนิคที่พัฒนาขึ้นเพื่อส่งเสริมความร่วมมือ และการถ่ายทอดความรู้ระหว่างเพื่อนในกลุ่ม เทคนิคนี้ใช้กันมากในรายวิชาที่ผู้เรียนต้องเรียนเนื้อหาวิชาจากตำราเรียน ขึ้นตอนกิจกรรม ประกอบด้วย

1. ครูแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ ให้เท่ากับจำนวนสมาชิกกลุ่ม
2. จัดกลุ่มผู้เรียนโดยให้มีความสามารถคล้ายกัน เรียกว่า “กลุ่มบ้าน” (Home groups)

แล้วมอบหมายให้สมาชิกแต่ละคนศึกษาหัวข้อที่ต่างกัน

3. ผู้เรียนที่ได้รับหัวข้อเดียวกันจากแต่ละกลุ่มมานั่งเดียวกัน เพื่อทำงาน และศึกษาร่วมกันในหัวข้อดังกล่าว เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ” (Expert groups)
4. สมาชิกแต่ละคนออกจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปกลุ่มเดิมของตน ผลัดกันอธิบายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษาให้เพื่อนฟังจนครบทุกหัวข้อ
5. ครูทดสอบเนื้อหาที่ศึกษาแล้วให้คะแนนรายบุคคล

Teams-games-tournaments (TGT)

เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในจุดประสงค์ที่ต้องการให้กลุ่มผู้เรียนได้ศึกษาประเด็น หรือปัญหาที่มีคำตอบถูกต้องเพียงคำตอบเดียว หรือมีคำตอบถูกต้องที่ชัดเจน เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ การใช้ภาษา ภูมิศาสตร์และทักษะการใช้แผนที่ และความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ ขึ้นตอนของกิจกรรมประกอบด้วย

1. ครูนำเสนอบทเรียนหรือข้อความใหม่แก่ผู้เรียน โดยอาจจะนำเสนอด้วยสื่อการเรียนการสอนที่น่าสนใจหรือใช้การอภิปรายทั้งห้องเรียน โดยครูเป็นผู้ดำเนินการ
2. แบ่งกลุ่มนักเรียน โดยจัดให้แต่ละความสามารถและเพศ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิก 4-5 คน (เรียกกลุ่มนี้ว่า Study group หรือ Home group) กลุ่มเหล่านี้จะศึกษาบทวนเนื้อหาข้อความที่ครูนำเสนอ สมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถสูงกว่าจะช่วยเหลือสมาชิกที่มีความสามารถต่ำกว่าเพื่อเตรียมกลุ่มสำหรับการแข่งขันในช่วงท้ายสัปดาห์หรือท้ายบทเรียน
3. จัดการแข่งขัน โดยจัดโต๊ะแข่งขันและทีมแข่งขัน (Tournament teams) ที่มีตัวแทนของแต่ละกลุ่ม (ตามข้อ 2) ที่มีความสามารถใกล้เคียงมาร่วมแข่งขันกันตามรูปแบบและกติกาที่กำหนด ข้อคำถามที่ใช้ในการแข่งขันจะเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาแล้วและมีการฝึกฝนเตรียมพร้อมในกลุ่มมาแล้ว ควรให้ทุกโต๊ะแข่งขันเริ่มแข่งขันพร้อมกัน

4. ให้ค่าคะแนนการแข่งขัน โดยให้จัดลำดับคะแนนผลการแข่งขันในแต่ละโต๊ะ แล้วผู้เล่นจะกลับเข้ากลุ่มเดิม (Study group) ของตน

5. นำคะแนนการแข่งขันของแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนของทีม ทีมที่ได้คะแนนรวมหรือค่าเฉลี่ยสูงสุดจะได้รับรางวัล

Student teams and achievement divisions (STAD)

เทคนิคนี้พัฒนาเพิ่มเติมจากเทคนิค TGT แต่จะการใช้การทดสอบรายบุคคลแทนการแข่งขัน มีขั้นตอนกิจกรรมดังนี้

1. ครูนำเสนอประเด็นหรือเนื้อหาใหม่ โดยอาจนำเสนอด้วยสื่อที่น่าสนใจ ใช้การสอนโดยตรงหรือตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปราย

2. จัดผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ให้สมาชิกมีความสามารถต่างกันมีทั้งความสามารถสูง ปานกลาง และต่ำ

3. แต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาทบทวนเนื้อหาที่ครูนำเสนอจนเข้าใจ

4. ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มทำแบบทดสอบ (Quiz) เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน

5. ตรวจสอบคำตอบของผู้เรียน นำคะแนนของสมาชิกทุกคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม

6. กลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด (ในกรณีที่แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกไม่เท่ากันให้ใช้คะแนนเฉลี่ยแทนคะแนนรวม) จะได้รับคำชมเชย โดยอาจติดประกาศไว้ที่บอร์ด หรือป้ายนิเทศของห้องเรียน

Team assisted individualization (TAI)

กิจกรรมนี้เน้นการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคล มากกว่าการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่ม เหมาะสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ การจัดกลุ่มผู้เรียนจะคล้ายกับเทคนิค STAD และ TGT แต่ในเทคนิคนี้ ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้และทำงานตามระดับความสามารถของตน เมื่อทำงานในส่วนของตนเสร็จแล้วจึงจะไปจับคู่หรือเข้ากลุ่มทำงาน ขั้นตอนของกิจกรรมประกอบด้วย

1. จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ แบบอิสระความสามารถกลุ่มละ 2-4 คน

2. ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว หรือศึกษาประเด็นเนื้อหาใหม่ โดยการอภิปรายสรุปข้อความรู้หรือถามตอบ

3. ผู้เรียนแต่ละคนทำใบงานที่ 1 แล้วจับคู่กันภายในกลุ่มของตนเพื่อ

- แลกเปลี่ยนกันตรวจใบงานที่ 1 เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

- อธิบายข้อสงสัยและข้อผิดพลาดของกลุ่มตนเอง

หากผู้เรียนคู่ใดทำใบงานที่ 1 ได้ถูกต้องร้อยละ 75 ขึ้นไป ให้ทำใบงานชุดที่ 2 แต่หากคนใดคนหนึ่งหรือทั้งคู่ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 75 ให้ผู้เรียนทั้งคู่ทำใบงานชุดที่ 3 หรือ 4 จนกว่าจะทำได้ถูกต้องร้อยละ 75 ขึ้นไปจึงจะผ่านได้

4. ผู้เรียนทุกคนทำการทดสอบ (Quiz)
5. นำคะแนนผลการทดสอบของแต่ละคนมารวมกันเป็น คะแนนกลุ่ม หรือใช้คะแนนเฉลี่ย (กรณีจำนวนคนแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน)
6. กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัลหรือติดประกาศชมเชย

Group investigation (GI)

เป็นเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่สำคัญอีกเทคนิคหนึ่ง เป็นการจัดกลุ่มผู้เรียนเพื่อเตรียมการทำโครงการกลุ่มหรือทำงานที่ครูมอบหมาย ก่อนใช้เทคนิคนี้ครูควรฝึกทักษะการสื่อสารและทักษะทางสังคมให้แก่ผู้เรียนก่อน เทคนิคนี้เหมาะสำหรับการสืบค้นความรู้ หรือแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบในประเด็นหรือหัวข้อที่สนใจ เช่น การเรียนในวิชาชีววิทยา หรือสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนการเรียน ประกอบด้วย

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ทบทวนเนื้อหาหรือประเด็นที่กำหนด
2. แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ความสะดวกสามารถกลุ่มละ 2-4 คน
3. แบ่งเรื่องที่จะศึกษาเป็นหัวข้อย่อย แต่ละหัวข้อจะเป็นใบงานที่ 1 ใบงานที่ 2 ใบงานที่ 3 เป็นต้น
4. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มเลือกทำหนึ่งหัวข้อ (ใบงานเพียงใบเดียว) โดยให้นักเรียนที่เรียนอ่อนในกลุ่มเลือกข้อย่อยที่จะศึกษาก่อนหรืออาจให้ผู้เรียนในกลุ่มแบ่งกันหาคำตอบตามใบงานและนำคำตอบทั้งหมดมารวมกันเป็นคำตอบที่สมบูรณ์
5. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเรื่องจากใบงานที่ศึกษา จนเป็นที่เข้าใจของทุกคนในกลุ่ม
6. ให้แต่ละกลุ่มรายงานผลการศึกษา โดยเริ่มจากกลุ่มที่ทำใบงานที่ 1 จนถึงใบงานสุดท้าย แล้วชมเชยกลุ่มที่ทำงานได้ถูกต้องที่สุด

Learning together (LT)

วิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการสอนวิชาที่มีโจทย์ปัญหา การคำนวณหรือการฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ครูและนักเรียน อภิปราย สรุปเนื้อหาที่เรียนในคาบที่แล้ว
2. แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มความสะดวกสามารถกัน กลุ่มละ 4-5 คน
3. ครูแจกใบงานกลุ่มละ 1 แผ่น

4. แบ่งหน้าที่ของผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มดังนี้
 - คนที่ 1 อ่านคำสั่งหรือขั้นตอนในการดำเนินงาน
 - คนที่ 2 ฟังขั้นตอนและจดบันทึก
 - คนที่ 3 อ่านคำถามและหาคำตอบ
 - คนที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ (ข้อมูล)
5. แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบเพียงแผ่นเดียวหรือส่งงาน 1 ชิ้น ผลงานที่เสร็จและส่งเป็นผลงานที่ทุกคนในกลุ่มยอมรับ ซึ่งทุกคนในกลุ่มจะได้คะแนนเท่ากัน
6. ปิดประกาศชมเชยกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

Numbered heads together (NHT)

เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับการทบทวนหรือตรวจสอบความเข้าใจ ขั้นตอนการเรียนรู้ ประกอบด้วย

1. เตรียมประเด็นปัญหาข้อคำถามที่จะให้ผู้เรียนศึกษา
2. แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยผู้เรียนเก่งหนึ่งคน ผู้เรียนปานกลางสองคน ผู้เรียนอ่อนหนึ่งคน แต่ละคนมีหมายเลขประจำตัว
3. ถามคำตอบมอบหมายงานให้ทำ
4. ให้ผู้เรียนอภิปรายในกลุ่มย่อยจนมั่นใจว่าสมาชิกในกลุ่มทุกคนเข้าใจคำตอบ
5. ครูถามคำถามในประเด็นที่กำหนดโดยเรียกหมายเลขประจำตัวผู้เรียนคนใดคนหนึ่งในกลุ่มตอบ
6. ให้คำชมเชยกลุ่มที่สมาชิกในกลุ่มสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องมากที่สุด ผู้เรียนทุกคนตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำตอบที่ตนและกลุ่มร่วมกันศึกษา ชักถาม ทำความเข้าใจข้อคำตอบ

Co-op Co-op

เป็นเทคนิคที่เน้นการร่วมกันทำงาน โดยสมาชิกของกลุ่มที่มีความสามารถและความถนัดต่างกัน ได้แสดงบทบาทหน้าที่ที่ตนถนัดเต็มที่ ผู้เรียนเก่งได้ช่วยเหลือเพื่อนที่เรียนอ่อน เป็นกิจกรรมเกี่ยวกับการคิดระดับสูงทั้งการวิเคราะห์สังเคราะห์และเป็นวิธีการที่สามารถนำไปใช้สอนในวิชาใดก็ได้ มีขั้นตอนกิจกรรม ดังนี้

1. กำหนดขอบข่ายประเด็น หรือเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่จะให้ผู้เรียน ได้ศึกษา
2. ผู้เรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดประเด็นหรือหัวข้อที่จะศึกษา
3. กำหนดกลุ่มย่อย โดยให้สมาชิกกลุ่มมีความสามารถคละกัน
4. แต่ละกลุ่มเลือกหัวข้อที่จะศึกษา

5. สมาชิกในแต่ละกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย แล้วแบ่งหน้าที่รับผิดชอบโดยให้สมาชิกแต่ละคนเลือกศึกษาหัวข้อย่อยคนละหนึ่งหัวข้อ
6. สมาชิกนำผลงานมารวมกันเป็นงานกลุ่ม อาจมีการอ่านทบทวนและปรับแต่งภาษาให้ผลงานกลุ่มที่ทำร่วมกันมีความสละสลวยต่อเนื่อง เตรียมผู้ที่จะนำเสนอผลงานกลุ่ม
7. นำผลงานกลุ่มเสนอต่อชั้นเรียน
8. ทุกกลุ่มช่วยกันประเมินผล โดยประเมินทั้งกระบวนการทำงานกลุ่มและผลงานกลุ่ม จากการศึกษาเทคนิคที่ใช้ในการเรียนแบบร่วมมือมี 8 เทคนิค ได้แก่ JIGSAW, TGT, STAD, TAI, GT, LT, NHT และ CO-op CO-op ผู้วิจัยมีความสนใจที่เลือกใช้เทคนิค JIGSAW ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เทคนิคจิ๊กซอว์ I (JIGSAW I)

ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ I

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2554) กล่าวว่าคือ เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม และมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม เทคนิคนี้เหมาะสำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหาจากตำราซึ่งไม่ยากเกินไป ผู้เรียนสามารถร่วมมือกันศึกษาความรู้ได้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558) กล่าวว่าคือ เทคนิคการเรียนแบบต่อภาพ (Jigsaw) เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาโดยจัดเป็นกลุ่มย่อย ผู้เรียนทุกคนได้เนื้อหาคนละ 1 ชิ้น และนำมารวมกันเพื่อเป็นบทเรียนที่สมบูรณ์เหมือนกับการเล่นต่อภาพ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ I หมายถึง เทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่ม โดยที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาและจัดเป็นกลุ่มย่อย ผู้เรียนทุกคนได้เนื้อหาคนละ 1 ชิ้น และนำมาเนื้อหามารวมกันเพื่อเป็นบทเรียนที่สมบูรณ์

ขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I

สมบัติ กาญจนารักษ์ (2547) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ I ไว้ดังนี้

1. ครูแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะเรียนออกเป็นเรื่องย่อย ๆ ให้เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม โดยครูต้องเตรียมไว้ล่วงหน้า
2. กลุ่มที่จัดแบ่งสมาชิกไว้แล้วในตอนต้น เรียกว่ากลุ่มเดิม (Home group) อาจเปลี่ยนแปลงจำนวนสมาชิกในกลุ่มใหม่ให้เหมาะสมกับจำนวนเรื่องย่อย แต่อย่างไรก็ตามควรจัดโดยคละกันตามความสามารถของผู้เรียนเพื่อให้อาจารย์ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน คือนักเรียนที่เรียนเก่ง

นักเรียนที่เรียนปานกลางและนักเรียนที่เรียนอ่อน จุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเก่งช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน ถ้ามีเพศหญิง เพศชาย ให้มีการคละเพศด้วย หรือ ถ้ามีนักเรียนที่มีพฤติกรรมที่เบี่ยงเบนให้อยู่ในกลุ่มด้วย

3. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายทบทวนความรู้เดิมที่จะเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะได้เรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ การนำเข้าสู่บทเรียนอาจใช้วิธีอื่นได้ เช่น เพลง เกม ชมวีดิทัศน์ แผนภาพ การตั้งคำถาม เป็นต้น

4. ครูกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ให้นักเรียนศึกษา อาจกำหนดเป็นใบงานที่ประกอบด้วยจำนวนที่ต้องการให้ศึกษาเท่ากับจำนวนเรื่องย่อยที่ครูแบ่งไว้ เช่น ใบงานที่มี 4 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1, 2, 3 และ 4 มีขั้นตอนในการให้นักเรียนทำกิจกรรม ดังนี้

4.1 ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มเลือกว่าต้องการศึกษากิจกรรมเรื่องย่อยใด ในกิจกรรมที่ 1-4 ให้เลือกคนละ 1 กิจกรรมไม่ซ้ำกัน

4.2 ให้สมาชิกแต่ละคน que เลือกศึกษากิจกรรมเดียวกันของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน เช่น นักเรียน que เลือกศึกษากิจกรรมที่ 1 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน นักเรียน que เลือกศึกษากิจกรรมที่ 2 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน นักเรียน que เลือกศึกษากิจกรรมที่ 3 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน นักเรียน que เลือกศึกษากิจกรรมที่ 4 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน

เราเรียกนักเรียนที่ศึกษากิจกรรมเดียวกันใหม่นี้ว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) การที่ให้นักเรียนที่ศึกษาเรื่องเดียวกันมานั่งด้วยกัน เพื่อให้ศึกษาและทำกิจกรรมที่เลือกให้ลึกซึ้ง และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนากลับ ไปเล่าประสบการณ์ที่ได้ศึกษาและทำกิจกรรมมาให้สมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดิมฟัง พร้อมตอบข้อสงสัยให้ละเอียดลึกซึ้งได้ เปรียบเสมือนแต่ละประเทศส่งผู้เชี่ยวชาญไปศึกษาดูงานร่วมกันที่ต่างประเทศแล้วต้องกลับมาเล่าหรือเป็นวิทยากรให้คนในประเทศตัวเอง ซึ่งไม่เพียงต้องเล่าได้ แต่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องสามารถทำให้ดูได้ หรือสอนเพื่อนสมาชิกอื่น ๆ ในกลุ่มได้ด้วย

5. นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ นำบันทึกนั้นกลับกลุ่มเดิม จากนั้นให้หมุนเวียนกันอธิบายหัวข้อที่ตนเองไปศึกษามาจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ได้ฟังจนครบทุกคน ทุกหัวข้อพร้อมตอบข้อสงสัยอย่างละเอียดลึกซึ้ง แล้วร่วมกันสรุปเป็นองค์ความรู้ของกลุ่มในภาพรวมในหัวข้อใหญ่ (ที่ประกอบด้วยเรื่องย่อยทั้ง 4 เรื่อง ดังกล่าวข้างต้น)

6. สุ่มแต่ละกลุ่มให้ออกมาอธิบายหน้าชั้นเรียนด้วยวิธีการจับฉลากเลือกกลุ่มและหมายเลขสมาชิกในกลุ่มนั้นออกมาเสนอผลงาน โดยให้เสนอผลงานหัวข้อเรื่องที่ตนเองไปศึกษามา หรือให้เสนอผลงานหัวข้อเรื่องอื่นที่ตนเองไม่ได้เป็นผู้เชี่ยวชาญแต่สมาชิกคนอื่นอธิบายให้ฟัง

เพื่อทดสอบว่าฟังคนอื่นที่ไปศึกษามาเข้าใจหรือไม่

7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาในภาพรวมของหัวข้อใหญ่อีกครั้งหนึ่ง

8. การประเมินผล ประเมินได้จากหลายวิธี เช่น ทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคลให้สอดคล้องหรือครอบคลุมกับหัวข้อเรื่องทั้ง 4 เรื่อง จากนั้นนำคะแนนสมาชิกในกลุ่มเดิมมารวมกัน ให้ถือว่าเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดอันดับ 1, 2 และ 3 จะได้รับรางวัล หรือนำผลงานไปติดประกาศที่บอร์ด และควรให้คำชมเชยกลุ่มอื่น ๆ ที่สามารถทำกิจกรรมนี้ได้สำเร็จ

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2554) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ I ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนกำหนดหัวเรื่องที่จะศึกษาเป็นหัวข้อย่อย ๆ โดยมีเนื้อหาหรือเรื่องราวที่จะศึกษาเท่า ๆ กัน และชี้แจงว่า จะมีการแบ่งกลุ่มตามจำนวนหัวข้อที่กำหนดให้ และแนะวิธีการศึกษา

2. ผู้สอนกำหนดผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่ากับจำนวนหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา สมมติว่า ถ้ามี 4 หัวข้อ สมาชิกก็จะต้องมีกลุ่มละ 4 คน สมาชิก 4 คนนี้ จะมีความสามารถคละกัน ทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน เมื่อมาอยู่รวมกันเรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home groups) ให้สมาชิกแต่ละคนเลือกหมายเลขประจำตัวตามความสมัครใจ ตั้งแต่หมายเลข 1, 2, 3 และ 4 และตั้งชื่อกลุ่มของตน ผู้สอนแจ้งกติกาว่าห้ามสมาชิกออกจากกลุ่มจนกว่าจะทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จสิ้นลง ถ้าคนใดสงสัยไม่เข้าใจเรื่องใดจะต้องขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม

3. ผู้เรียนที่มีหมายเลขเดียวกันจากกลุ่มบ้านมานั่งรวมกันเพื่อศึกษาความรู้ และทำงานร่วมกันตามประเด็น ในใบงานที่ผู้สอนกำหนดให้ ดังนั้น กลุ่มหมายเลข 1 ก็จะนั่งรวมกัน 4 คน หมายเลข 2 หมายเลข 3 และหมายเลข 4 ต่างก็ไปนั่งรวมกันกลุ่มละ 4 คน

ในกรณีที่ผู้เรียนในห้องนั้นมีจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น มีผู้เรียนจำนวน 48 คน กลุ่มหมายเลข 1 จะมี 3 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 2 จะมี 3 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 3 จะมี 3 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 4 จะมี 3 กลุ่ม เป็นต้น ผู้เรียนในแต่ละหมายเลขจะศึกษาหัวข้อเรื่องเดียวกันร่วมกัน อภิปรายและตอบคำถามประเด็นที่ผู้สอนกำหนด หรือทำใบงานตามที่กำหนด ในแต่ละกลุ่ม จะมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้กันจนกระทั่งทุกคนมีความกระจ่างชัดเจนในหัวข้อเรื่องที่ศึกษาเป็นอย่างดี เราเรียกกลุ่มเหล่านี้ว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert groups)

4. ให้สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้านและผลัดกันอภิปรายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษามา หรือตามที่ตนได้ร่วมกันตอบคำถามตามหัวข้อใน

ใบงานที่ผู้สอนกำหนด โดยเริ่มจาก หมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ หรืออาจจะให้ถ่ายทอดความรู้ตามความสมัครใจโดยไม่ต้องเรียงตามหมายเลขก็ได้ แต่สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องถ่ายทอดความรู้จนครบ

5. ผู้สอนทดสอบความรู้ตามเนื้อหาที่กำหนด และให้คะแนนเป็นรายบุคคล จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้สรุปกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเทคนิคจิ๊กซอว์ I ได้ดังนี้

1. ขั้นเตรียมหัวข้อให้เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม

1.1 ครูแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะเรียนออกเป็นเรื่องย่อย ๆ ให้เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม โดยกลุ่มของผู้เรียนจะต้องไม่เกิน 6 คน

2. ขั้นจัดกลุ่มผู้เรียน (Home group)

2.1 ครูแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่ากับจำนวนหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา เช่น ถ้ามี 4 หัวข้อ สมาชิกในกลุ่มต้องมี 4 คน และสมาชิกแต่ละคนต้องมีการละนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2.2 ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มเลือกว่าต้องการศึกษากิจกรรมเรื่องย่อยใดในกิจกรรมที่ 1-4 ให้เลือกคนละ 1 กิจกรรมต้องไม่ซ้ำกัน

3. ขั้นผู้เชี่ยวชาญ (Expert group)

3.1 ให้สมาชิกแต่ละคน que เลือกศึกษากิจกรรมเดียวกันของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน เช่น นักเรียน que เลือกศึกษากิจกรรมที่ 1 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน นักเรียน que เลือกศึกษากิจกรรมที่ 2 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน นักเรียน que เลือกศึกษากิจกรรมที่ 3 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน นักเรียน que เลือกศึกษากิจกรรมที่ 4 ของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน การที่ให้นักเรียนที่ศึกษาเรื่องเดียวกันมานั่งด้วยกัน เพื่อให้ศึกษาและทำกิจกรรมที่เลือกให้ลึกซึ้งและเชี่ยวชาญ เพื่อนำกลับไปเล่าประสบการณ์ที่ได้ศึกษาและทำกิจกรรมมาให้สมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดิมฟัง พร้อมตอบข้อสงสัยให้ละเอียดลึกซึ้งได้

4. ขั้นสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเสนอความรู้ให้กลุ่มผู้เรียนและนำความรู้แต่ละส่วน มาต่อกันเป็นเรื่องราว

4.1 ให้สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้านและ ผลัดกันอภิปรายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษามา หรือตามที่ตนได้ร่วมกันตอบคำถามตามหัวข้อ

ในใบกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนด โดยเริ่มจาก หมายเลข 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ หรืออาจจะให้ ถ่ายทอดความรู้ตามความสนใจโดยไม่ต้องเรียงตามหมายเลขก็ได้ แต่สมาชิกทุกคนในกลุ่ม จะต้องถ่ายทอดความรู้จนครบ

5. ขั้นตอนทดสอบความรู้ของผู้เรียน

5.1 แต่ละกลุ่มเตรียมตัวทดสอบรายบุคคล แล้วรวมคะแนนหรือเฉลี่ยคะแนนเป็น คะแนนของกลุ่ม เนื้อหาที่ใช้ทดสอบต้องครอบคลุมหรือสอดคล้องกับหัวข้อที่ครูให้ศึกษา

6. ขึ้นมอบรางวัล

6.1 กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดจะได้รับรางวัล หรือนำผลงานไปตีพิมพ์ประกาศที่บอร์ด และควรให้คำชมเชยกลุ่มอื่น ๆ ที่สามารถทำกิจกรรมนี้ได้สำเร็จ

บทบาทผู้เรียนและบทบาทผู้สอน

ชนาธิป พรกุล (2545) กล่าวถึงบทบาทครูบทบาทนักเรียน ไว้ดังนี้

บทบาทของผู้เรียน

ผู้เรียนได้รับงาน 3 งาน คือ

1. เรียนรู้งานที่ได้รับมอบหมาย
2. แน่ใจว่าสมาชิกในกลุ่มได้เรียนรู้งานนั้น
3. แน่ใจว่าทุกคนในชั้นเรียนรู้งานนั้นด้วย

ระหว่างทำงานที่ได้รับมอบหมาย ผู้เรียนต้องอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น กับสมาชิกในกลุ่ม อธิบายวิธีทำงานให้สำเร็จ ฟังคำอธิบายของผู้อื่นส่งเสริมให้แต่ละคนมีความพยายาม ทำความเข้าใจปัญหา อธิบายเนื้อหาขอและให้ความช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม

บทบาทของผู้สอน

ผู้สอนทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการ
2. ผู้จัดการชั้นเรียน

ผู้สอนต้องเตรียมการ 5 กิจกรรม ได้แก่

1. ระบุจุดประสงค์ของบทเรียน โดยกำหนดจุดประสงค์เป็น 2 ประเภท คือ
 - 1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เหมาะสมกับระดับผู้เรียน และสอดคล้องกับการเรียน

การสอน

- 1.2 จุดประสงค์เกี่ยวกับทักษะการร่วมมือที่ต้องใช้ระหว่างเรียน

2. ตัดใจเกี่ยวกับกลุ่ม ได้แก่

- 2.1 ขนาดของกลุ่ม ประมาณ 3-6 คน

- 2.2 การจัดผู้เรียนเข้ากลุ่ม ให้คนในกลุ่มมีความสามารถละกันหรืออาจใช้วิธีสุ่ม
- 2.3 ระยะเวลาในการทำงานด้วยกัน อาจเป็น 2-3 สัปดาห์ หรือตลอดภาคเรียน
- 2.4 การจัดชั้นเรียน ที่นั่งของผู้เรียนในกลุ่มควรอยู่ใกล้กันพอที่จะใช้สิ่งของร่วมกัน พุดคุยกันเบา ๆ และมองเห็นหน้ากันทุกคน ควรจัดเป็นรูปวงกลม
- 2.5 สื่อการเรียนการสอน จำเป็นต้องมีให้พอเพียงสำหรับการทำงานให้บรรลุเป้าหมาย
- 2.6 การมอบหมายหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม เช่น ผู้สรุป ผู้ตรวจสอบ ผู้บันทึก
3. อธิบายการทำงาน การมีปฏิสัมพันธ์และกิจกรรมการเรียนรู้
 - 3.1 อธิบายจุดประสงค์และงานให้ชัดเจน อาจต้องสอนความคิดรวบยอด หลักการ หรือวิธีการ และตอบคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนนำไปใช้ในบทเรียน
 - 3.2 อธิบายเป้าหมายของกลุ่มและความจำเป็นที่ต้องร่วมมือกันทำงาน
 - 3.3 จัดโครงสร้างให้แต่ละคนได้เรียนรู้ โดยทำการทดสอบรายบุคคลหรือสุ่มบางคน ให้เป็นตัวแทนกลุ่มแสดงผลงาน
 - 3.4 จัดให้มีการร่วมมือระหว่างกลุ่ม โดยส่งเสริมให้กลุ่มทำงานเสร็จก่อน ไปช่วยกลุ่มอื่น ๆ
 - 3.5 อธิบายเกณฑ์ของความสำเร็จ หรือเกณฑ์ที่ผู้เรียนถูกประเมิน โดยอธิบาย ให้ผู้เรียนทราบก่อนเริ่มบทเรียน การประเมินผลที่ใช้เป็นแบบอิงเกณฑ์
 - 3.6 กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิด เช่น ตอนต้นบทเรียนต้องการให้ผู้เรียน มีพฤติกรรมนั่งในกลุ่ม ใช้เสียงเบา ๆ และผลัดกันพูดหรือทำ เมื่อกลุ่มทำหน้าที่ได้ดีแล้วควร แสดงพฤติกรรม เช่น แต่ละคนอธิบายวิธีได้คำตอบ และให้ช่วยกันเชื่อมโยงสิ่งที่กำลังเรียน กับสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว
4. คุณภาพประสิทธิภาพของการทำงานกลุ่มและจัดจังหวะเพื่อให้การช่วยเหลือ
 - 4.1 คุณภาพพฤติกรรมของผู้เรียน โดยสังเกตการทำงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น
 - 4.2 ให้ความช่วยเหลือด้านเนื้อหา โดยทบทวนความคิดรวบยอดตอบคำถาม สอนทักษะที่จำเป็น
 - 4.3 จัดจังหวะเพื่อสอนทักษะการร่วมมือ เพื่อให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน อย่างมีประสิทธิภาพ
 - 4.4 สรุปบทเรียน ภายหลังที่ผู้เรียนสรุปสิ่งที่เขาเรียนรู้แล้ว เรียกผู้เรียนตอบคำถาม และยกอย่าง และตอบคำถามของผู้เรียน
5. ประเมินผลสัมฤทธิ์และการปฏิบัติงานกลุ่ม

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้สรุปบทบาทผู้เรียนและบทบาทผู้สอน ดังนี้ บทบาทของผู้เรียนเมื่อผู้เรียนได้รับงานที่มอบหมายแล้ว ผู้เรียนต้องอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับสมาชิกในกลุ่ม และให้ความช่วยเหลือกันภายในกลุ่มจนงานสำเร็จ ส่วนบทบาทผู้สอน ต้องมีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาและต้องเป็นผู้จัดการชั้นเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) ครูเตรียมหัวข้อมากระตุ้นผู้เรียน และจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้น เช่น กระตุ้นด้วยคำถาม รูปภาพ คลิปวิดีโอ เป็นต้น เพื่อให้ให้นักเรียนสนใจสงสัย และนำเข้าสู่หัวข้อที่ครูเตรียมให้ผู้เรียน หลังจากนั้นครูแบ่งกลุ่มผู้เรียน 4 คน ซึ่งสมาชิกในกลุ่มผู้เรียนมีความแตกต่างกันในระดับสติปัญญาทุกคนต้องช่วยเหลือกัน เรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home group)

ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนร่วมกันการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องทำการทดลองหรืออ่านจับใจความสำคัญ มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้กัน มีปฏิสัมพันธ์กัน และเขียนสรุปสาระสำคัญ โดยครูแจกกิจกรรมหัวข้อเรื่องที่ใช้สำหรับให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มศึกษา และมอบหมายภารกิจ โดยสมาชิกในแต่ละกลุ่มต้องเลือกศึกษากิจกรรมคนละ 1 กิจกรรมและต้องไม่ซ้ำกัน ให้สมาชิกแต่ละคนที่เลือกศึกษากิจกรรมเดียวกันของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) ต้องทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่กิจกรรมกำหนดให้

ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) กลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้าน โดยนำเสนอความรู้ที่ตน ไปศึกษามาอธิบาย อภิปรายภายในกลุ่ม และนำความรู้แต่ละส่วนมาต่อกันเป็นเรื่องราวแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียนและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียน

ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้โดยยกสถานการณ์ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ รวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ครูประเมินผลการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบย่อยเป็นรายบุคคล จากนั้นนำคะแนนสมาชิกในกลุ่มเดิมมารวมกัน ให้ถือว่าเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดอันดับ 1, 2 และ 3 จะได้รับรางวัล หรือนำผลงานไปติดประกาศที่บอร์ด และควรให้คำชมเชยกลุ่มอื่น ๆ ที่สามารถทำกิจกรรมนี้ได้สำเร็จ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I มาใช้ในการวิจัยโดยนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เข้าไปแทรกอยู่ในขั้นการสร้างความสนใจ ขั้นการสำรวจและค้นหา ขั้นการอธิบาย และลงข้อสรุป และขั้นการประเมินผล

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

ศิริชัย กานจนวาสิ (2552) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ ปริมาณหรือคุณภาพของความรู้ ความสามารถ พฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่พึงประสงค์ตามจุดมุ่งหมายอันเป็นผลมาจากการที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์การเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดขึ้น

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ ที่ใช้วัดความรู้หรือคุณภาพของความรู้ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ประเภทของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดผลและประเมินผลจากพฤติกรรมการเรียนที่พึงประสงค์ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้ สสวท. (2546) ได้กำหนดเกณฑ์การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถของสมองที่เก็บสะสมเรื่องราวต่าง ๆ หรือประสบการณ์ที่ปวงที่ตนเองได้รับมาและสามารถระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางด้านการสังเกต การจำแนก การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) ได้จำแนกประเภทของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

1. พุทธิพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบ่งเป็น 6 ชั้น ซึ่งเรียงลำดับจากชั้นต่ำไปสู่ชั้นสูง ดังนี้

- 1.1 ความรู้ เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่าง ๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือเทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

- 1.2 ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุป อ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

- 1.3 การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่างๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลย่อยๆ เหล่านั้น และหาหลักการของรู้นั้นได้

1.5 การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรมที่จะปฏิบัติการสังเคราะห์เป็นนามธรรม หรือการสร้างหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ

1.6 การประเมินค่า เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

2. เจตพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ คุณธรรม หรือค่านิยม ความซาบซึ้ง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทางด้านความรู้สึก การเรียนรู้ด้านเจตพิสัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำ ไปสู่ขั้นสูงดังนี้

2.1 การรับรู้สิ่งเร้า คือ การที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ แล้วเกิดความสนใจและรับรู้ถึงสิ่งแวดล้อมนั้น โดยที่ผู้เรียนมีความรู้ตัว ตั้งใจ รับรู้ หรือตั้งใจ ที่ถูกควบคุมให้รับรู้

2.2 การตอบสนอง เมื่อผู้เรียนได้รับรู้ถึงสิ่งแวดล้อม ผู้เรียนเริ่มมีปฏิกิริยาได้ตอบกับสิ่งแวดล้อมที่รับเข้ามา มีความตั้งใจที่จะตอบสนอง มีความพึงพอใจในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมนั้น

2.3 การสร้างค่านิยม เมื่อผู้เรียนได้รับรู้และมีปฏิกิริยาได้ตอบแล้ว ต่อมาเป็นการสร้างค่านิยม คือ การยอมรับคุณค่าของสิ่งนั้น มีความพึงพอใจในคุณค่าของสิ่งนั้น และมีความแน่ใจผูกพันในค่านิยมนั้น

2.4 การจัดระบบค่านิยม เมื่อผู้เรียนได้สร้างค่านิยมแล้ว ผู้เรียนจะพิจารณาจัดรวบรวมค่านิยมเหล่านั้นที่มีความสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่เดียวกัน และจัดเป็นระบบค่านิยม

2.5 การสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยม เป็นการผสมผสานค่านิยมที่สร้างขึ้นจนเป็นลักษณะนิสัยเฉพาะของแต่ละบุคคลจนกลายเป็นความประพฤติ บุคลิกภาพ อุดมคติของชีวิต

3. ทักษะพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการกระทำอย่างมีทักษะในการดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ มีความสามารถในการใช้วิธะต่าง ๆ ของร่างกายปฏิบัติงาน การเรียนรู้ด้านการปฏิบัติแบ่งออกเป็น 7 ขั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำ ไปสู่ขั้นสูงดังนี้

3.1 การรับรู้ เป็นขั้นแรกของการเริ่มกิจกรรมใดก็ตาม เป็นการรับรู้โดยการกระตุ้นต่อโสตประสาทความรู้สึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ การได้ยินทางหู การเกิดภาพในสมองทางตา การสัมผัสทางมือ การกระตุ้นให้ไ้รสทางลิ้น การกระตุ้นให้ไ้กลิ่นทางจมูก

การกระตุ้นทางกล้ามเนื้อ และเป็นการตัดสินใจว่าจะเลือกสิ่งเร้าใดที่จะตอบสนอง เป็นการแปลความเกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าและแสดงอาการตอบสนอง

3.2 การเตรียมพร้อมปฏิบัติ เป็นการเตรียมการปรับตัวทั้งทางร่างกาย สมองและอารมณ์ให้พร้อมที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง การพร้อมทางสมองเป็นการพร้อมในเชิงความคิดที่ต้องมีมาก่อน อาศัยความรู้ที่มีมาก่อนประกอบด้วยพร้อมทางร่างกาย เป็นการจัดทำของร่างกายให้พร้อม และการพร้อมทางอารมณ์เป็นการปรับเจตคติให้เกิดความตั้งใจตอบสนอง

3.3 การตอบสนองตามแนวทางที่ให้ เป็นการแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคน ภายใต้คำแนะนำของผู้สอน จำแนกเป็นการเลียนแบบและการลองผิดลองถูก การเลียนแบบเป็นการตอบสนองตามแบบที่ให้ เช่น การแสดงให้ดูแล้วให้ทำตาม การลองผิดลองถูกเป็นความพยายามที่จะตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ

3.4 กลไกในการปฏิบัติ เป็นการสร้างระบบ วิธีการ จากประสบการณ์ความรู้ที่สะสมไว้ เป็นการแสดงออกที่เกิดจากการเรียนรู้จนเป็นนิสัย ผู้เรียนมีความมั่นใจและมีความชำนาญพอที่จะปฏิบัติงานนั้น ๆ ได้

3.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน เป็นการแสดงออกที่อาศัยทักษะมาก เพื่อให้สามารถแสดงออกอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ เป็นการตอบสนองโดยไม่ลังเลใจแบบอัตโนมัติ คือ ใช้เวลาและพลังงานน้อยที่สุด

3.6 การดัดแปลงให้เหมาะสม เป็นการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางร่างกาย ทางสมอง ให้สอดคล้องกับความต้องการในปัญหาแบบใหม่

3.7 การริเริ่มสิ่งใหม่ เป็นการริเริ่มรูปแบบการเคลื่อนไหวใหม่ ๆ ที่เหมาะสมสถานการณ์เฉพาะอย่างหรือปัญหาเฉพาะอย่างโดยไม่เคยทำมาก่อน

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักการศึกษาและสถาบันการศึกษาข้างต้น สามารถจัดการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามลักษณะพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย สำหรับในการวิจัยนี้ผู้วิจัยเน้นพฤติกรรม การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยเป็นหลักซึ่งประกอบด้วย 6 ด้าน ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่าง ๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุปอ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาค่าประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น และหาหลักการของความรู้เหล่านั้นได้

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อย เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรม ที่จะปฏิบัติ การสังเคราะห์เป็นนามธรรม หรือการสร้างหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสิน เกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่า iva เครื่องมือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีแบบต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบทดสอบ เป็นชุดของข้อความที่สร้างขึ้นมาอย่างมีระบบ เพื่อใช้วัดตัวอย่าง พฤติกรรมของแต่ละบุคคล
2. การสังเกต เป็นการเฝ้ามองดูพฤติกรรมของสิ่งหนึ่งอย่างมีจุดหมาย
3. การสัมภาษณ์ เป็นเครื่องมือการวัดผลชนิดหนึ่ง ใช้ในกรณีที่ใช้แบบทดสอบหรือ การสังเกตแล้วไม่สามารถวัดได้
4. แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือวัดผล มีลักษณะการเก็บข้อมูลที่เป็น การแสดงความ คิดเห็นตามเสรีของผู้ตอบ ความคิดเห็นนั้น ไม่มีถูกผิด
5. การจัดอันดับคุณภาพ เป็นเครื่องมือวัดและประเมินค่าสถานการณ์หรือคุณลักษณะ ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขโดยตรงได้

ราตรี นันทสุคนธ์ (2553) กล่าวว่า iva เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่นิยมใช้ ได้แก่

1. แบบทดสอบ (Test)
2. แบบสอบถาม (Questionnaire) และแบบสำรวจ (Checklist)
3. การสัมภาษณ์ (Interview)
4. การสังเกต (Observation)
5. แบบวัดเชิงสถานการณ์ (Situation test)
6. แฟ้มสะสมงาน (Portfolio)

สมนึก กัททิษณี (2555) กล่าวว่า เครื่องมือหรือเทคนิคที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายชนิด แต่ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในการเรียนการสอนมี 8 ชนิด ได้แก่

1. การสังเกต (Observation)
2. การสัมภาษณ์ (Interview)
3. แบบสอบถาม (Questionnaire)
4. การจัดอันดับ (Rank order)
5. การวัดผลจากสภาพจริง (Authentic assessment)
6. การวัดผลจากภาคปฏิบัติ (Performance assessment)
7. การวัดผลโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolios)
8. แบบทดสอบ (Test)

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า เครื่องมือการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่ แบบทดสอบ แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต และการจัดอันดับคุณภาพ

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้เป็น 5 ประเภท คือ

1. แบบความเรียง (Essay test) มีจุดประสงค์วัดความสามารถในการบรรยาย อธิบาย และแสดงเหตุผลตามความคิดเห็นของตน อาจจำกัดความยาวหรือให้เขียนตอบตามสบายก็ได้
2. แบบถูกผิด (True-false test) แบบทดสอบแบบนี้วัดความสามารถในการพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ว่าถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ จากความสามารถที่เรียนรู้มาแล้ว โดยทั่วไปจะเป็นการวัดความสามารถในด้านความจำ แต่ถ้าสามารถพลิกเพลงข้อความให้ตี
3. แบบเติมคำ (Completion test) เป็นการวัดความสามารถในการหาคำ หรือข้อความมาเติมลงในช่องว่างของประโยคที่กำหนดให้ได้ถูกต้องแม่นยำ โดยไม่มีคำตอบมาชี้แนะก่อน นอกจากข้อความหรือประโยคที่ให้ไว้เท่านั้น โดยธรรมชาตินั้นจะเป็นการวัดด้านความจำ แต่ก็สามารถวัดความคิดได้
4. แบบจับคู่ (Matching test) เป็นลักษณะการวางข้อเท็จจริง เงื่อนไข คำ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ไว้ 2 ด้านขนานกัน และโดยทั่วไปคำถามมักจะมีน้อยกว่า คำตอบ เพื่อให้ได้ใช้ความสามารถในการจับคู่ให้มากขึ้น
5. แบบเลือกตอบ (Multiple choices test) แบบทดสอบนี้จะมีคำถามหนึ่งคำถาม และมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียงคำตอบเดียวเท่านั้น และแบบทดสอบนี้สามารถวัดได้ครอบคลุมจุดประสงค์ ที่ต้องการทั้งหมด

พิชิต ฤทธิจรรยา (2548) ได้แบ่งประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึงแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นกัน โดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้นๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างจริงจังมีคุณภาพ มีมาตรฐาน

ราตรี นันทสุนทร (2553) ได้แบ่งประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ (Achievement test) เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาวิชาการต่าง ๆ ที่มีการเรียนการสอนในสถานศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่จะวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย คือ วัดด้านความรู้ ความสามารถ

2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance test) เป็นแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย ทักษะการปฏิบัติ

สมนึก ภัททิยธนี (2555) ได้แบ่งประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็นประเภทออกได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่จะใช้ในการแบ่ง ดังนี้

แบบที่ 1 แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด แบ่งออกได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher made test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นเป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไปในโรงเรียน

1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

2. แบบทดสอบวัดความถนัด (Aptitude test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียนว่าจะสามารถเรียนต่อไปหรือจะประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นพื้นฐาน แบบทดสอบวัดความถนัด แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน (Scholastic aptitude test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น แบบทดสอบนี้ใช้วัดเพื่อพยากรณ์ว่าผู้เรียนแต่ละคนจะสามารถเรียนต่อในทางใดได้สำเร็จ

2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะ (Specific aptitude test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ศิลปะ การประดิษฐ์ เป็นต้น

3. แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพและทางสังคม (Personal and social test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดบุคลิกภาพและการปรับตัวให้เข้ากับสังคม ซึ่งเป็นเรื่องที่วัดได้ยาก ผลที่ได้ไม่คงที่แน่นอน เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงในตัวบุคคลและสังคม และมักจะเรียกแบบทดสอบชนิดนี้ว่า แบบวัดเพราะเป็นสมรรถภาพที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างด้านพุทธิพิสัยกับด้านจิตพิสัย

แบบที่ 2 แบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งออกได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance test) หมายถึง แบบทดสอบที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง

2. แบบทดสอบข้อเขียน (Paper pencil test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การเขียนตอบ สามารถตั้งคำถามให้เขียนตอบจำนวนมาก ๆ หรือลึกลงเพียงใดก็ได้ ผู้ตอบมีโอกาสเรียบเรียงเนื้อหา และใช้ความสามารถทางสมองได้เต็มที่

3. แบบทดสอบปากเปล่า (Oral test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้การพูดโต้ตอบแทนการเขียน เหมาะที่จะใช้กับผู้ที่ไม่ออกเขียนไม่ได้ หรือเมื่อต้องการให้ตอบอย่างฉับไว ลักษณะเช่นนี้ควรให้ตอบสั้น ๆ และมีข้อสอบไม่มากนัก เพราะจะเสียเวลามาก และต้องอาศัยการเรียบเรียงเนื้อหา

แบบที่ 3 แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ตอบ แบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่จำกัดเวลาในการตอบ (Speed test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาตอบน้อย แต่มีจำนวนข้อสอบมากและค่อนข้างง่าย ลักษณะเช่นนี้ต้องการจะทดสอบว่าในเวลาจำกัดใครจะมีความคล่องแคล่วรวดเร็วในการทำข้อสอบได้ถูกต้องมากกว่า

2. แบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ (Power test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้เวลาตอบมาก หรือไม่จำกัดเวลาในการตอบ แต่มีจำนวนข้อสอบน้อย ลักษณะเช่นนี้ต้องการให้นักเรียนทุกคนได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ มักจะเป็นข้อสอบที่ให้แสดงความคิดเห็นหรือให้วิเคราะห์ บางครั้งจะให้เดาหนังสือควบคู่ไปกับการสอบ หรือบางครั้งให้ไปตอบที่บ้าน

แบบที่ 4 แบ่งตามจำนวนผู้เข้าสอบ แบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบเป็นรายบุคคล (Individual test) หมายถึง การสอบทีละคน มักจะเป็นการสอบภาคปฏิบัติ วิธีนี้ควรใช้เมื่อคนเข้าสอบมีจำนวนน้อย หรือต้องการดูพฤติกรรมของนักเรียนทุกขั้นตอน

2. แบบทดสอบเป็นชั้นหรือเป็นหมู่ (Group test) หมายถึง การสอบทีละหลาย ๆ คน เป็นชั้นหรือหมู่ วิธีนี้ควรจะใช้เมื่อมีคนเข้าสอบจำนวนมาก ๆ และสามารถจัดสอบพร้อมกันทั้งโรงเรียน จังหวัด หรือประเทศก็ได้

แบบที่ 5 แบ่งตามสิ่งเร้าของการถาม แบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบทางภาษา (Verbal test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้อำนาจภาษาของสังคมนั้น ๆ เป็นหลัก ใช้กับผู้ที่สามารถอ่านออกเขียนได้ แบบทดสอบประเภทนี้ย่อมมีระเบียบวัฒนธรรมทางสังคมซึ่งแตกต่างกันเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังนั้นการเขียนข้อสอบต้องคำนึงถึงความแตกต่างของระเบียบวัฒนธรรมของสังคมด้วย

2. แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา (Non-verbal test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้รูปภาพ สัญลักษณ์หรือตัวเลขแทนภาษา ลักษณะแบบทดสอบประเภทนี้ ใช้ทั้งผู้ที่อ่านออกเขียนได้และผู้ที่อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้ สามารถนำไปทดสอบกับนักเรียนทุกชาติทุกภาษาได้

แบบที่ 6 แบ่งตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ แบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบย่อย (Formative test) หมายถึง แบบทดสอบประจำบทหรือหน่วยการเรียน ลักษณะของข้อสอบจะสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมประจำบทหรือหน่วยการเรียน ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้รู้ได้วิเคราะห์ หาสาเหตุของความบกพร่องและซ่อมเสริมแก้ไขได้ตรงจุด

2. แบบทดสอบรวม (Summative test) หมายถึง แบบทดสอบสรุปรวมเนื้อหาที่เรียนผ่านมาทุกบททุกตอนตลอดภาคเรียน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินผลการเรียน ลักษณะของข้อสอบไม่ละเอียดทุกแง่มุมเหมือนแบบทดสอบย่อย

แบบที่ 7 แบ่งตามเนื้อหาของข้อสอบในฉบับ แบ่งออกได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบอัตนัย (Subjective test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีเฉพาะคำถาม นักเรียนต้องคิดหาคำตอบเองโดยการเขียนอย่างเสรี ลักษณะของคำตอบจะไม่คงที่แน่นอน

2. แบบทดสอบปรนัย (Objective test) หมายถึง แบบทดสอบที่มีทั้งคำถามและคำตอบ เฉพาะคงที่แน่นอน นักเรียนเลือกหาคำตอบที่คิดว่าถูก โดยการทำเครื่องหมายอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามที่ข้อสอบกำหนดไว้

จากข้อความข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอัตนัย (Subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียน โดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

2. แบบทดสอบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น ๆ (Objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้ทำวิจัยทำการศึกษาคำตอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ใช้วัดความรู้หรือคุณภาพของความรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และเลือกใช้หลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดของ Bloom ในด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ได้แก่

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง เป็นความสามารถในการรับรู้และจำ เรื่องต่าง ๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือเทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุปอ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น และหาหลักการของความรู้เหล่านั้นได้

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อย เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรม ที่จะปฏิบัติ การสังเคราะห์เป็นนามธรรม หรือการสร้างหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

การสื่อสารและทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ความหมายทักษะการสื่อสาร

คำว่า การสื่อสาร หรือภาษาอังกฤษใช้ว่า Communication มาจากภาษาละติน ว่า Communis แปลว่าความเหมือนกันหรือร่วมกัน หากวิเคราะห์ตามรากศัพท์แล้ว การสื่อสารเป็นการสร้างความเหมือนกัน หรือสร้างลักษณะที่ร่วมกันระหว่างผู้ส่งสารและผู้ทำการรับสาร โดยมีผู้ให้ความหมายของการสื่อสารไว้ต่าง ๆ ดังนี้

สนิวาร วุฒทกุล (2550) กล่าวว่าคือ การสื่อสารเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ความคิดเห็น ความรู้สึก ทักษะคติ และประสบการณ์ระหว่างบุคคล และเกิดการตอบสนอง ดังนั้น การสื่อสารจะต้องมีทั้งผู้ส่งสาร และผู้รับสาร มีตัวสารที่ต้องการสื่อ และมีช่องทางหรือวิธีการที่จะสื่อสารกัน

ธารินี รอดสน (2546) กล่าวว่าคือ การที่มนุษย์สื่อสารกัน เพราะต้องการให้ผู้อื่นมีส่วนร่วมในการรับรู้ข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ ความคิด ความเห็น ความต้องการของตนเอง ด้วยเหตุนี้คนจึงสื่อสารกันด้วยเจตนาที่จะก่อให้เกิดความเข้าใจร่วมกัน ซึ่งจะเกิดการรับรู้หรือเข้าใจที่ตรงกัน ผู้สื่อสารจำเป็นต้องมีความเข้าใจในความหมายของภาษาหรือภาษาร่วมกัน จึงทำให้การสื่อสารเกิดความเข้าใจตรงกันระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร

สุวิทย์ ขาวนอก, สิขสิทธิ์ สิงห์ออย, วันชัย พลเมืองดี และเกรียงศักดิ์ พลอยแสง (2551) กล่าวว่าคือ การสื่อสารเป็นการติดต่อกันระหว่างมนุษย์ด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้อีกฝ่ายหนึ่งแล้วเกิดการตอบสนอง

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การสื่อสาร หมายถึง การติดต่อกันระหว่างกัน เพื่อให้รับรู้เรื่องราวร่วมกัน โดยมีทั้งผู้ส่งสาร และผู้รับสาร โดยการผ่านสื่อ ช่องทางที่จะทำให้เกิดการเชื่อมโยงสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร

ความหมายของวิทยาศาสตร์

เรนเนอร์และสแตฟฟอร์ด (Renner & Stafford, 1972 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) ได้ให้ความหมายของคำว่าวิทยาศาสตร์ว่า วิทยาศาสตร์ต้องเกี่ยวกับประสบการณ์โดยตรง มีการสืบค้นหรือการสังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมีการรวบรวมข้อมูลด้วย และวิทยาศาสตร์ต้องมีการจัดกระทำและการตีความหมายข้อมูลที่รวบรวมได้โดยใช้วิธีการที่มีเหตุผล

ภพ เลาห์ไพบูลย์ (2542) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ (Science) ตรงกับรากศัพท์ภาษาละติน คำว่า Scientia ซึ่งหมายถึงความรู้ (Knowledge) เป็นสภาพของความรู้ที่เป็นระบบโดยได้จากการสังเกต ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง พิสูจน์ เพื่อให้รู้ธรรมชาติหรือหลักเกณฑ์ของสิ่งที่ทำการศึกษา นั้น

จากความหมายข้างต้น กล่าวสรุปคือ วิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยได้จากการสังเกต ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง พิสูจน์ สังเกตปรากฏการณ์ธรรมชาติ และมีการรวบรวมข้อมูล มีการจัดกระทำและการตีความหมาย ข้อมูล โดยใช้วิธีการที่มีเหตุผล

การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ความหมายการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

อัญจนาภรณ์ สุริยงค์ (2548) กล่าวว่า การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถด้านการใช้ภาษาทั้งการพูด การอ่าน การฟังและการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่แสดงให้เห็น เช่น การเล่าเรื่อง การเขียนสรุป การทำรายงาน หรือค้นคว้าจากตำรา เอกสาร รายการโทรทัศน์ วิทยูและการนำเสนอทางวิทยาศาสตร์ด้วยปากเปล่า

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2540) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2543) ได้กล่าวสรุปว่า กระบวนการการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทักษะในการสื่อสาร (Communication skills) หมายถึง การให้หรือแลกเปลี่ยนความรู้และแนวคิดหลักหลักทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการอ่าน การสังเกตและการทดลองในรูปแบบที่ชัดเจนและมีเหตุผล โดยการพูดหรือการเขียน

ศศิเทพ ปิติพรเทพพิน (2557) กล่าวว่า การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการหรือทักษะของผู้สื่อสารในการถ่ายทอดสารที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์โดยการพูดหรือการเขียนไปยังผู้รับสารโดยการฟังหรือการอ่านผ่านสื่อหรือช่องทางการสื่อสารเพื่อเกิดความเข้าใจร่วมกัน

จากความหมายข้างต้น กล่าวสรุปคือ การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาด้านการฟัง การอ่านและการพูดเพื่อแสดงความรู้ ความคิด แลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงออกมาโดยการเขียนทางวิทยาศาสตร์ ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเขียนสรุปใจความสำคัญ คำศัพท์และสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำความหมายของการสื่อสาร ความหมายของวิทยาศาสตร์ และความหมายของการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์สังเคราะห์เป็นทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การรับและส่งข้อมูลที่เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติโดยการใช้ภาษา ด้านการฟัง การอ่านและการพูดเพื่อแสดงความรู้ความคิด แลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิดหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงออกมาโดยการเขียนสรุปใจความสำคัญ คำศัพท์และสัญลักษณ์ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

ประมวล ศิริพันธ์แก้ว (2540) ได้กล่าวสรุปว่า ความสามารถในการสื่อสารเป็นคุณลักษณะ ที่ต้องฝึกซ้ำ ๆ และสามารถฝึกทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนี้

1. การเล่าหรือพูดทางวิทยาศาสตร์เป็นการให้ข้อมูลข่าวสารและแนวคิดสำคัญทาง วิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล การเล่าหรือการเขียนสรุปเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่อ่านจากวารสาร หนังสือพิมพ์ หนังสือต่าง ๆ จากการดูโทรทัศน์หรือสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตโดยครูจะมีการ มอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้านำมาเล่าหรือเขียนให้ผู้อื่นรับรู้เป็นการฝึกทักษะในการ สื่อที่ดีวิธีหนึ่ง

2. การเขียนบันทึกสรุปการไปทัศนศึกษาหรือการศึกษภาคสนามใน โอกาสที่นักเรียน กลับมาจากทัศนศึกษาหรือศึกษภาคสนามแล้วให้เขียนรายงานสรุปถึงความรู้ความคิดในบางเรื่อง ที่ได้รับจากการไปทัศนศึกษาแต่ละครั้ง เช่น เมื่อพาไปชมสวนสัตว์เปิดเขาเขียวนักเรียนควรจะ สามารถเขียนสรุปเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมเมื่อเข้าไปในบริเวณสวนสัตว์ ลักษณะนิสัยของสัตว์ป่า บางชนิดรวมทั้งสภาพความเป็นอยู่และข้อคิดเห็นที่นักเรียนมีผลต่อการจัดสภาพแวดล้อมให้กับ สัตว์ป่าเหล่านั้น หรือเมื่อไปศึกษาการบำบัดน้ำเสียนักเรียนจะสามารถเขียนแผนภาพแสดง ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียและอธิบายหลักการทำงานในแต่ละขั้นตอนได้ซึ่งรูปแบบอาจจะเป็น แบบปลายเปิด ส่วนของกิจกรรมภาคสนามโดยปกติต้องมีแบบบันทึกการสังเกตเฉพาะเรื่องให้ นักเรียนได้บันทึกสิ่งที่สังเกตต่าง ๆ การศึกษภาคสนามถือว่าการฝึกทักษะในการสื่อสารที่ดี วิธีหนึ่ง เช่น การศึกษภาคสนามเกี่ยวกับระบบนิเวศชายฝั่งเพื่อการสำรวจพันธุ์พืช สัตว์น้ำ สัตว์บก ลักษณะของดิน ความเข้มของแสง ระดับน้ำขึ้นน้ำลง ข้อมูลเหล่านี้อาจบันทึกโดยข้อความหรือ ภาพให้ได้รายละเอียดมากที่สุด เพื่อนำมาเขียนสรุปหรือเล่าสู่กันฟัง

3. การเล่าหรือบันทึกสิ่งที่สังเกตในเรื่องใดเรื่องหนึ่งกิจกรรมในส่วนนี้อาจทำได้ ดังตัวอย่าง เช่น ครูอาจให้นักเรียนผ่าผลไม้ 3 ชนิด เช่น ฝรั่ง มะละกอ แตงโม เป็นต้น สังเกตและ เขียนภาพแสดงลักษณะภายในพร้อมทั้งคำอธิบายแล้วนำมาเล่าให้เพื่อนฟังเกี่ยวกับลักษณะภายใน ผลไม้จากเปลือกนอกถึงภายในชี้ความแตกต่างของลักษณะภายในของผลไม้เหล่านั้น

4. การจัดแสดงผลงานหรือการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในกรณีที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือโครงการอื่น ๆ ในการจัดแสดงผลงานนี้นักเรียนจะได้มีโอกาสออกแบบการจัดแสดงผลงานรวมทั้งการจัดการเพื่อให้งานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีนักเรียนจะต้องคัดเลือกส่วนที่สำคัญมานำเสนอในพื้นที่จำกัดซึ่งควรมีทั้งข้อความโดยสรุปและตัวอย่างชิ้นงาน ในการนำเสนอควรมีการเสนอด้วยวาจาและผลงาน นอกจากนี้กิจกรรมการทดลองในหลักสูตรสามารถใช้ทักษะในการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนเขียนสรุปผลการทดลองแล้วนำมาเล่าให้เพื่อนฟังก่อนที่จะเรียนครั้งต่อไปและถึงว่าเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนไปด้วยทั้งนี้อาจมอบหมายให้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นผู้เล่า

5. การพูดหรือการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ใช้ฝึกทักษะในการสื่อสารได้วิธีหนึ่งให้นักเรียนช่วยกันระบุเรื่องที่จะพูด หรืออภิปรายกำหนดให้นักเรียนขึ้นมาพูดหรืออภิปรายเป็นกลุ่มมีการปรึกษาหารือกันในประเด็นที่จะพูดและแบ่งกันไปอ่านและค้นคว้าหาข้อมูลมาประกอบในการพูดหรืออภิปราย เช่น การพูดหรืออภิปรายเรื่องราวในการประหยัดพลังงาน ไฟฟ้า การกำจัดขยะในบ้าน การป้องกันและรักษาป่า เป็นต้น

6. การสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ซึ่งพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในด้านรู้จักข้อมูลที่ตรงตามจุดประสงค์ รู้จักเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม รู้จักประมวลข้อมูลให้เป็นสารสนเทศ รู้จักใช้การสื่อสารด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั้งในด้านค้นหาข้อมูลและหาความรู้

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้สรุปกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่ต้องมีการฝึกซ้ำ ๆ โดยสามารถฝึกทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ดังนี้ การเล่าหรือพูดทางวิทยาศาสตร์ การเขียนบันทึกสรุปกิจกรรมที่ศึกษา การจัดแสดงผลงานหรือการนำเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ และการอภิปรายทางวิทยาศาสตร์

ทักษะการทำงานกลุ่ม

ความหมายของทักษะการทำงานกลุ่ม

ทักษะการทำงานกลุ่มเป็นที่รู้จักกันหลายชื่อ เช่น การทำงานกลุ่ม การทำงานร่วมกัน เป็นต้น และมีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

วัชรรา เล่าเรียนดี (2554) กล่าวคือ การทำงานกลุ่มจะต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจ ความรับผิดชอบ ความเสียสละ การยอมรับซึ่งกันและกันของสมาชิกภายในกลุ่มเป็นสำคัญ

ปิยะนันท์ บุญโพธิ์ (2554) กล่าวคือ ทักษะการทำงานกลุ่มเป็นการกระทำหรือการ แสดงออกของนักเรียนรายบุคคล ในการทำงานกลุ่มด้านบทบาทการเป็นสมาชิกด้านกระบวนการ ทำงาน ด้านการนำเสนองานและด้านการแก้ไขปัญหาการทำงาน ซึ่งนักเรียนและครูผู้สอนประเมิน การกระทำหรือการแสดงออกในแต่ละด้าน เพื่อสรุปว่านักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มอยู่ ในระดับใดของแต่ละหน่วยการเรียนรู้

สุขสันต์ หัตถสาร (2549) กล่าวคือ การทำงานกลุ่มเป็นวิธีการเรียนการสอนที่ ประกอบด้วยเนื้อหา การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และแบบประเมินผลกระบวนการทำงาน ของกลุ่มให้แก่สมาชิกในกลุ่ม ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ในการทำงานของกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ใช้หลักการสื่อสารในการทำงาน โดยเป้าหมาย ของกลุ่มร่วมกัน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ทักษะการทำงานกลุ่ม หมายถึง ผู้เรียนมีความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ในการทำงานของกลุ่ม ความเสียสละ การยอมรับซึ่งกัน และกันของสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งนักเรียนและครูผู้สอนประเมินการกระทำหรือการแสดงออก ในแต่ละด้าน

องค์ประกอบของทักษะการทำงานกลุ่ม

ทิสนา เขมมณี (2545) กล่าวว่า องค์ประกอบที่ถือเป็นหัวใจสำคัญของการทำงานร่วมกัน ซึ่งขาดไม่ได้ มี 3 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านผู้นำกลุ่ม ผู้นำนับเป็นบุคคลที่สำคัญมากในการดำเนินงานของกลุ่ม ใดขาดผู้นำก็ยากที่จะทำงานให้ประสบความสำเร็จเพราะขาดแกนกลางที่สำคัญที่จะเป็นฟันเฟือง ในการช่วยให้กลุ่มดำเนินงาน หากกลุ่มใดมีผู้นำที่มีคุณสมบัติที่ดี ฐูและเข้าใจในบทบาทหน้าที่ ของตนและมีทักษะในการปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่นั้นแล้วก็นับได้ว่ากลุ่มนั้นมีแนวโน้มที่จะ ประสบผลสำเร็จสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากผู้นำนั้นมีลักษณะผู้นำที่ดีและสามารถใช้ภาวะผู้นำ ได้เหมาะสมกับสถานการณ์แล้ว กลุ่มนั้นก็ย่อมบรรลุเป้าหมายได้อย่างราบรื่นและรวดเร็ว

2. องค์ประกอบด้านบทบาทสมาชิกกลุ่ม ในการทำงานเป็นกลุ่มใดๆ ก็ตามหากกลุ่มมี ผู้นำที่ถึงแม้ว่าจะดีเพียงใดก็ตามแต่ถ้าสมาชิกกลุ่มขาดความเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนและ ไม่ปฏิบัติตามบทบาทหน้าที่ของสมาชิกที่ดี กลุ่มนั้นจะทำงานให้บรรลุผลสำเร็จได้ยาก เพราะ การทำงานเป็นกลุ่มต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจจากผู้ร่วมงานทุกคนเป็นสำคัญ ดังนั้น สมาชิกกลุ่ม จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จะช่วยให้การทำงานเป็นกลุ่มบรรลุเป้าหมาย หาก สมาชิกกลุ่มทุกคนตระหนักในความสำคัญของตนและพยายามปฏิบัติตนในการทำงานในฐานะ สมาชิกที่ดีของกลุ่ม การดำเนินงานของกลุ่มก็จะสามารถประสบผลสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว

3. องค์ประกอบด้านกระบวนการทำงาน กลุ่มใดก็ตามหากมีผู้นำที่ดีมีสมาชิกกลุ่มที่เข้าใจและช่วยกลุ่มตามบทบาทหน้าที่ของตนอย่างเต็มใจแล้วกลุ่มนั้นก็จะมีแนวโน้มที่จะดำเนินไปได้ดี อย่างไรก็ตามถึงแม้คนจะดีสักเพียงใดแต่กระบวนการดำเนินงานไม่เหมาะสมผลงานของกลุ่มก็อาจไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้น กระบวนการทำงานจึงนับเป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลยิ่งต่อการทำงานร่วมกัน กลุ่มใดที่มีความเข้าใจในกระบวนการทำงานที่ดีและสามารถปฏิบัติได้อย่างเหมาะสมกลุ่มนั้นก็มักจะประสบผลสำเร็จในการทำงาน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการทำงานกลุ่มต้องมี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบด้านผู้นำกลุ่ม องค์ประกอบด้านบทบาทสมาชิกกลุ่ม และองค์ประกอบด้านกระบวนการทำงาน ซึ่งกลุ่มใดก็ตามหากมีผู้นำที่ดีมีสมาชิกกลุ่มที่เข้าใจและช่วยกลุ่มตามบทบาทหน้าที่ของตนอย่างเต็มใจมีความเข้าใจในกระบวนการทำงานที่ดี กลุ่มนั้นก็มักจะประสบผลสำเร็จในการทำงาน

พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

วัชรนา เล่าเรียนดี (2554) กล่าวว่า พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม (Group working behaviors) หมายถึง การแสดงออกด้วยคำพูดและการปฏิบัติเพื่อให้งานกลุ่มประสบผลสำเร็จสูงสุด ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้นั้น สมาชิกกลุ่มทุกคนต้องยอมรับว่าผลงานกลุ่มหรือผลสำเร็จของงานกลุ่มทุกครั้งนั้นเป็นผลงานของทุกคน ทุกคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบเท่าเทียมกันต่อผลงานกลุ่มทุกคนในกลุ่มจึงต้องมีส่วนร่วมในการคิดปฏิบัติยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนร่วมเสนอและปฏิบัติด้วยความเต็มใจ พฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ครูจะต้องให้นักเรียนฝึกปฏิบัติจนชำนาญคิดเป็นนิสัย เช่น

1. การแสดงความคิดเห็น เช่น การถาม-ตอบ แสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะ
2. การให้กำลังใจเพื่อน เช่น การพูดสนับสนุนความคิดเห็นการตอบของเพื่อน การชม การพูดกระตุ้นให้เพื่อนถามหรือตอบ หรือแสดงความคิดเห็น
3. การรับฟังความคิดเห็น ตั้งใจฟัง พักหน้ารับ ตอบสนอง และสนับสนุน
4. การร่วมมือกับกลุ่ม ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมปฏิบัติ ต้องคอยช่วยเหลือกันและกัน กระตือรือร้นในการปฏิบัติร่วมกับเพื่อน และแสดงออกด้วยสีหน้าแจ่มใสยิ้มแย้ม
5. ความตั้งใจในการทำงานกลุ่ม สังเกตการณ์เอาใจใส่ต่องานที่ได้รับมอบหมาย การร่วมมือกันหาคำตอบ การร่วมอภิปรายกับเพื่อน (สังเกตได้จากสภาพการทำงานกลุ่ม)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม หมายถึง การแสดงออกด้วยคำพูดและการปฏิบัติเพื่อให้งานกลุ่มประสบผลสำเร็จสูงสุด สมาชิกกลุ่มทุกคนต้องยอมรับว่าผลงานกลุ่ม

การวัดและประเมินทักษะการทำงานกลุ่ม

นิพิฐพร โกมลภิตศักดิ์ (2553) กล่าวว่า การวัดหรือประเมินด้านทักษะหรือพฤติกรรมการทำงานกลุ่มนับเป็นด้านที่วัดได้ยากเนื่องจากมีกระบวนการค่อนข้างซับซ้อนและใช้เวลานาน และการวัดผลต้องอาศัยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรวมทั้งการวิเคราะห์และประเมินพฤติกรรมแต่ละพฤติกรรมซึ่งผู้ประเมินจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของผู้เรียนวิธีการวัดและประเมินทักษะหรือพฤติกรรมการทำงานกลุ่มเป็นวิธีการหนึ่งที่คุณครูสามารถดำเนินการได้

วัชรวิภา เล่าเรียนดี (2554) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ นอกจากจะมุ่งเน้นการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกคนแล้วจะต้องเน้นการพัฒนาทักษะการทำงานกลุ่มและกระบวนการกลุ่มด้วย การพัฒนาทักษะการทำงานกลุ่มนั้นครูจะต้องคอยช่วยเหลือสนับสนุนในการปฏิบัติหน้าที่ของแต่ละคนอย่างถูกต้องครบถ้วน โดยจะสังเกตพฤติกรรมความร่วมมือกัน การมีส่วนร่วมของสมาชิกและการแสดงบทบาทของคนอย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้น ควรประเมินผลการเรียนรู้และทักษะทางสังคมด้วยวิธีการ ดังนี้

1. การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มทั้งนอกเวลาและในเวลาปฏิบัติงานกลุ่ม สังเกตพฤติกรรมในการปฏิบัติงาน บทบาทสมาชิก วิธีการทำงานกลุ่ม การจัดการตั้งสมาชิกกลุ่ม
2. การสอบถามซักถามครูผู้สอนคนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้รู้ข้อมูลของนักเรียนมากขึ้น
3. การให้ผู้เรียนประเมินผลตนเองและประเมินผลการทำงานของกลุ่ม ซึ่งควรจะเป็นการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและการร่วมมือกัน การแสดงบทบาทมีส่วนร่วมของแต่ละคน เป็นต้น ซึ่งการประเมินผลดังกล่าวควรทำถูกต้องในขณะที่มีการปฏิบัติงานกลุ่ม
4. การประเมินด้านผลงาน ในการตรวจผลงานของแต่ละคนจากการปฏิบัติงานกลุ่ม ผลงานที่ควรตรวจให้คะแนน เช่น สมุดจดงาน การรายงานกลุ่ม และชิ้นงานจากการปฏิบัติจริง

ทิตสนา เขมมณี (2545) กล่าวว่า การทำงานกลุ่ม การวัดผลต้องอาศัยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรวมทั้งการวิเคราะห์และประเมินพฤติกรรมแต่ละพฤติกรรม โดยมีแนวทางการวัดและประเมินทักษะการทำงานกลุ่ม ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์การทำงานกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมกันทำงาน สถานการณ์นั้นควรเป็นสถานการณ์ที่เอื้อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัด
2. ให้ผู้เรียนได้ดำเนินงานร่วมกัน โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนติดหมายเลขประจำตัวไว้เพื่อสะดวกในการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกตามลำดับและตามความเป็นจริง

3. กำหนดหรือระบุรายการพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ต้องการวัดพร้อมทั้งกำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละพฤติกรรม

4. นำบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนที่บันทึกได้มาวิเคราะห์ว่าพฤติกรรมนั้น ๆ ตรงกับรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัดอะไรบ้างและได้นำน้ำหนักคะแนนเท่าไรไปจึงประเมินคุณภาพของพฤติกรรมหรือทักษะนั้น ๆ แล้วนำน้ำหนักคะแนน x คะแนนคุณภาพได้เป็นคะแนนรวมของแต่ละพฤติกรรม เมื่อนำคะแนนทั้งหมดมารวมกันก็จะได้เป็นคะแนนรวมของกลุ่ม

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การวัดและประเมินทักษะการทำงานกลุ่มต้องอาศัยการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนรวมทั้งการวิเคราะห์และประเมินพฤติกรรม เช่น การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และพฤติกรรมการทำงาน

ในงานวิจัยครั้งนี้จะใช้การประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้วิธีประเมินการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและผู้เรียนประเมินผลการทำงานภายในกลุ่มตนเอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ณัชชาภักดิ์ วิรัตน์ชัยวรรณ (2555) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยะฉัตร ชัยมาลา (2550) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) โดยมีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 35 คน พบว่า จำนวนนักเรียนร้อยละ 82.86 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

AÇİSİLi, Yalçın and Turgut (2011) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โดยใช้เวลา 7 สัปดาห์ มีนักศึกษาจำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นนักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบบรรยายจำนวน 30 คน และนักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 30 คน พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

Çagatay and DemircioÇlu (2013) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค jigsaw I ต่อความเข้าใจ เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค Jigsaw I มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

อภิวรรณ แก้วภูสี (2556) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 69.3 สูงกว่าค่าเฉลี่ยและค่าเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.25 ซึ่งเพิ่มขึ้น 43.04 คะแนน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำงานร่วมมือ

สมใจ เพ็ชรสุโกไส (2548) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษา ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการทำงานร่วมกันสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้วิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรอุมา คำประกอบ (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเรียนร่วมกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเรียนร่วมกัน มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้แบ่งลำดับการนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์แบบปกติ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 83 คน ซึ่งมีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถทางการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 39 คน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One group pretest-posttest design (ลิ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

O₁ แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

O₂ แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
4. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์)

1.2 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมชีววิทยา เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 จัดทำโดย สสวท. โดยกำหนด เนื้อหาในบทที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 14 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คาบ
1. เนื้อเยื่อพืช	1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของเนื้อเยื่อเจริญและเนื้อเยื่อถาวรของพืชดอก	2
2. โครงสร้างและหน้าที่ของราก	1. นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปลักษณะของเนื้อเยื่อรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้	4
3. โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น	1. นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปโครงสร้างของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้	4

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คาบ
	3. นักเรียนสามารถอธิบายหน้าที่สำคัญและหน้าที่พิเศษของลำต้นได้	
4. โครงสร้างและหน้าที่ของใบ	1. นักเรียนสามารถอธิบาย ศึกษา และเปรียบเทียบโครงสร้างภายนอกใบของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ 2. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างภายในใบของพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่ตัดตามขวางได้ 3. นักเรียนอธิบายหน้าที่สำคัญและหน้าที่พิเศษของใบได้	4
	รวม	14

1.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 4 แผน 14 ชั่วโมง ซึ่ง โครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.3.1 ผลการเรียนรู้

1.3.2 สารสำคัญ

1.3.3 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.3.4 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1.3.4.1 ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement)

1.3.4.2 ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration)

1.3.4.3 ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1.3.4.4 ขั้นการขยายความรู้ (Explanation)

1.3.4.5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation)

1.3.5 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.3.6 การวัดและประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2553) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ซึ่งพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ชั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I มีความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาอยู่ระหว่าง 4.60-5.00 ซึ่งถือว่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยดำเนินการปรับคำในแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ตรวจสอบ คำศัพท์เฉพาะทาง และแก้ไขรูปภาพให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบนำมาแก้ไขและปรับปรุง ก่อนนำไปใช้จริง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำทดลองใช้จริงกับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันทนุสรณ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ซึ่งแบ่งพฤติกรรม ด้านต่าง ๆ 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ					รวม	
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์		การประเมินค่า
เนื้อเยื่อพืช	1. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ ของเนื้อเยื่อเจริญและ เนื้อเยื่อถาวรของพืชดอก	2	4	0	4	2	0	12
		(1)	(2)		(3)	(1)		(7)
โครงสร้าง และหน้าที่ ของราก	2. นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปลักษณะของ เนื้อเยื่อรากพืชใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้	4	2	1	3	0	1	10
		(2)	(1)	(1)	(2)		(1)	(7)
	3. นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบลักษณะ โครงสร้างรากพืชใบ เลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยง เดี่ยวได้	0	0	0	2	2	0	4
				(2)	(1)		(3)	
โครงสร้าง และหน้าที่ ของลำต้น	4. นักเรียนสามารถอธิบาย และสรุปโครงสร้างของ ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้	1	2	2	0	0	0	5
		(1)	(2)	(1)				(4)
โครงสร้าง และหน้าที่ ของใบ	5. นักเรียนสามารถเปรียบเทียบ ลักษณะโครงสร้างภายในของ ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่และพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวได้	1	0	0	5	2	0	8
		(1)			(5)	(2)		(6)
	6. นักเรียนสามารถอธิบาย ศึกษาและเปรียบเทียบ โครงสร้างภายนอกใบของพืช ใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ได้	0	2	0	0	0	0	2
			(2)					(2)

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ (Multiple choices) 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ใช้จริงจำนวน 40 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์ที่ 3-3

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อรวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอนั้นไปปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัดและความเหมาะสมของเกณฑ์ เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่า แบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่า แบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ผลการประเมินพบว่า แบบทดสอบมีความสอดคล้องเท่ากับ .60-1.00 สามารถนำไปใช้ได้

2.7 ดำเนินการปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตามข้อเสนอนั้นของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับแก้ในด้านของการใช้ภาษาในการออกข้อสอบซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้เพิ่มเติมคำลงไปข้อคำถามหรือข้อคำตอบให้มีความชัดเจนมากขึ้น และการตรวจสอบคำผิด

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกมาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 คน

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยแบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 50% แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มี

ค่าความยากง่าย ตั้งแต่ .20 ถึง .80 (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2554)

2.10 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ตามที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด พบว่าแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .22-.69 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .44-.86

2.11 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของ แบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (สมชาย วรกิจเกษมสกุล, 2544) ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .78

2.12 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก จำนวน 40 ข้อ ที่ผ่านการปรับปรุง และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ต่อไป

3. แบบวัดทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

3.2 สร้างแบบวัดทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ด้านการอ่าน และการเขียน โดยเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 บทความ บทความละ 5 ข้อ โดยให้นักเรียนอ่านบทความแล้ว เขียนสรุปใจความสำคัญ และคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

3.3 นำแบบวัดทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ภาษาที่ใช้ เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุง

3.4 นำแบบวัดทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา โดยประเมินค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแบบวัดทักษะ การสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อบทความ ข้อคำถามมีความสอดคล้องเกี่ยวกับบทความ และเกณฑ์การประเมิน โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2553) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553)

จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ซึ่งพบว่า แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน) มีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.00-4.80 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน) มีความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.20-4.80 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.5 ดำเนินการปรับปรุงแบบวัดทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของการสะกดคำ

3.6 นำไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายฉบับก่อนเรียนอยู่ระหว่าง .44-.69 และฉบับหลังเรียนอยู่ระหว่าง .56-.71 ค่าอำนาจจำแนกฉบับก่อนเรียนอยู่ระหว่าง .56-.67 และฉบับหลังเรียนอยู่ระหว่าง .41-.67 ค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) โดยใช้สูตรของ ครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นฉบับก่อนเรียนเท่ากับ .89 และฉบับหลังเรียนเท่ากับ .91

3.7 นำแบบวัดทักษะในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุง และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

4. แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

4.2 สร้างแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม คือ แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยนักเรียน จำนวน 10 ข้อ

4.3 นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่เขียนเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาและนำไปแก้ไขปรับปรุง

4.4 นำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และด้านเนื้อหา วิชาชีววิทยา เพื่อประเมินความเหมาะสมโดยแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มอยู่หลังแผน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบ ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ได้ โคน์ปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2553) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (สม โภชน์ อเนกสุข, 2553) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ซึ่งพบว่า แบบประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่มมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4.5 ดำเนินการปรับปรุงแบบประเมินพฤติกรรมกลุ่ม ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยดำเนินการปรับข้อคำถามให้มีรูปแบบเชิงลบ (Negative item) โดยที่ข้อคำถามข้อที่ 1 ข้อที่ 2 ข้อที่ 3 ข้อที่ 4 ข้อที่ 6 ข้อที่ 7 ข้อที่ 8 ข้อที่ 9 และข้อที่ 10 เป็นข้อคำถามมีรูปแบบเชิงบวก (Positive item) ส่วนข้อที่ 5 เป็นข้อคำถามให้มีรูปแบบเชิงลบ (Negative item)

4.6 แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มที่ผ่านการปรับปรุง และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ต่อไป

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน)
3. ดำเนินสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก จำนวน 4 แผน ใช้เวลาสอน 14 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เมื่อสิ้นสุดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ฉบับเดิม) และทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน)
5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I หลังเรียนกับก่อนเรียน โดยการทดสอบค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีกรณีสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระกัน (Dependent samples *t*-test)
2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีกรณีกลุ่มเดียว (One sample *t*-test)
3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I หลังเรียนกับก่อนเรียน โดยการทดสอบค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีกรณีสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระกัน (Dependent samples *t*-test)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาทักษะการทำงานกลุ่มในการทำงานของนักเรียนหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วย เทคนิคจิ๊กซอว์ I โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ \bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*SD*) โดยใช้สูตร (สม โภช อนุเมกสุข, 2553)

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

เมื่อ <i>SD</i>	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
<i>x</i>	แทน	ข้อมูล (ตัวที่ 1, 2, 3, ..., n)
<i>N</i>	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (สม โภชน์ อนุเมกสุข, 2553)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และความเชื่อมั่นของของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนวณได้จากสูตร ดังนี้ (สมโภช อเนกสุข, 2553)

2.2.1 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

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

เมื่อ p แทน ดัชนีความยากง่าย
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบถูก
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เทคนิค 50%

$$r = \frac{R_U}{N_U} - \frac{R_I}{N_I}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 R_U แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 R_I แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_U แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูง
 N_I แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มต่ำ

2.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

$$KR - 20 = \frac{N}{(N-1)} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ	N	แทน	จำนวนข้อคำถาม
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่สอบที่ตอบได้ 1 คะแนน
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่สอบที่ตอบได้ 0 คะแนน
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

2.3 หาค่าความยากง่าย (P_E) ค่าอำนาจจำแนก (D_E) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

2.3.1 ค่าความยากง่าย (P_E) ของแบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ดัชนีความยาก
	S_U	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.3.2 ค่าอำนาจจำแนก (D_E) แบบทดสอบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบาค (Cronbach)

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

เมื่อ α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความคงตัวภายใน
n	แทน	จำนวนข้อคำถาม
S_i^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมในเครื่องมือฉบับนั้น

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติการทดสอบค่าที่กรณีสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระกัน (Dependent samples t -test) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (สม โภช อนุภสุข, 2553)

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

เมื่อ t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อน-หลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน
n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

3.2 ใช้สถิติการทดสอบค่าที่กรณีกลุ่มเดียว (One sample t -test) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \text{ และ } df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาแจกแจงแบบ t
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยที่หาได้จากกลุ่มตัวอย่าง
	μ	แทน	ค่าเฉลี่ยหรือค่าคงที่ของประชากร
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์เป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อความสะดวกในการนำเสนอ การแปลความหมาย และความเข้าใจตรงกันของการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติในการแจกแจงแบบที (t -test)
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก แสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>Sig</i>
ก่อนเรียน	39	11.44	2.82	42	19.19*	.00
หลังเรียน	39	29.64	5.18	42		

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4-1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเท่ากับ 11.44 และหลังเรียนเท่ากับ 29.64 เมื่อเปรียบเทียบ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 (28 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>Sig</i>
หลังเรียน	39	29.64	5.18	42	16.53*	.00

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 29.64 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)
ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อน
เรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับ
การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก แสดงดัง
ตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

กลุ่มทดลอง	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>Sig</i>
ก่อนเรียน	39	7.07	1.87	42	14.89*	.00
หลังเรียน	39	14.15	2.31	42		

* $p \leq .05$

จากตารางที่ 4-3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
(5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I มีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการสื่อสาร
ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 7.05 และหลังเรียนเท่ากับ 14.15 เมื่อเปรียบเทียบ พบว่า
ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ผลการศึกษาทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียน	ค่าสถิติ	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	ภาพรวม	แปลค่าระดับ
1. กลุ่มของเรามีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม	\bar{X} SD	4.30 0.46	4.44 0.50	4.53 0.50	4.58 0.49	4.46 0.49	ดี
2. กลุ่มของเรามีการตอบคำถามทุกครั้งที่มีการถามคำถาม	\bar{X} SD	4.35 0.52	4.42 0.49	4.53 0.50	4.56 0.50	4.47 0.50	ดี
3. กลุ่มของเรามีการอธิบายหรือเสนอแนวคิดในเรื่องที่สมาชิกภายในกลุ่มรู้และสามารถอธิบายได้	\bar{X} SD	4.40 0.62	4.51 0.55	4.53 0.55	4.58 0.49	4.51 0.55	ดีมาก
4. กลุ่มของเรามีการสรุปข้อความคำพูดสมาชิกทุกคนเพื่อให้แน่ใจและเข้าใจตรงกัน	\bar{X} SD	4.37 0.48	4.37 0.48	4.49 0.50	4.51 0.50	4.44 0.49	ดี
5. งานกลุ่มไม่สามารถสำเร็จได้ ถ้าสมาชิกในกลุ่มบางคนจะไม่ทำหน้าที่ของตน	\bar{X} SD	4.38 0.05	4.25 0.59	4.35 0.49	4.21 0.46	4.30 0.51	ดี

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียน	ค่าสถิติ	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4	ภาพรวม	แปลค่าระดับ
6. กลุ่มของเราดำเนินงานตามเป้าหมายของกลุ่ม	\bar{X}	4.16	4.23	4.30	4.35	4.26	ดี
	<i>SD</i>	0.61	0.61	0.59	0.57	0.60	
7. กลุ่มของเรามีการช่วยสมาชิกกลุ่มในการเรียนรู้หรือฝึกปฏิบัติ	\bar{X}	4.44	4.44	4.53	4.58	4.50	ดีมาก
	<i>SD</i>	0.59	0.59	0.55	0.54	0.57	
8. สมาชิกทุกคนในกลุ่มที่ประสบปัญหาในการทำความเข้าใจหรือฝึกปฏิบัติในทุกเรื่องจะได้รับการช่วยเหลือ	\bar{X}	4.40	4.47	4.51	4.53	4.48	ดี
	<i>SD</i>	0.49	0.50	0.50	0.50	0.50	
9. สมาชิกในกลุ่มมีการค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องจำเป็นต่อการทำงาน	\bar{X}	4.02	4.12	4.30	4.44	4.22	ดี
	<i>SD</i>	0.51	0.44	0.46	0.50	0.48	
10. ผลงานของกลุ่มเกิดจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่ม	\bar{X}	4.63	4.67	4.72	4.72	4.69	ดีมาก
	<i>SD</i>	0.48	0.47	0.45	0.45	0.46	
ภาพรวม	\bar{X}	4.35	4.39	4.48	4.51	4.43	ดี
	<i>SD</i>	0.53	0.52	0.51	0.50	0.51	

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก พบว่า ภาพรวมคะแนนเฉลี่ย ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ผลงานของกลุ่ม เกิดจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมา คือ กลุ่มของเรามีการอธิบาย หรือเสนอแนวคิดในเรื่องที่สมาชิกภายในกลุ่มรู้และสามารถอธิบายได้ และกลุ่มของเรามีการช่วย สมาชิกกลุ่มในการเรียนรู้หรือฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้เรียนส่วนใหญ่ในกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์และการช่วยเหลือกันค่อนข้างน้อยเนื่องจากยังไม่คุ้นเคยกับเพื่อนภายในกลุ่มที่ผู้วิจัย ได้จัดให้ เป็นลักษณะต่างคนต่างทำงาน เพราะไม่ได้นั่งกับเพื่อนกลุ่มเดิมที่สนิทกัน ผู้วิจัยต้องเข้าไป ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์กัน กระตุ้นให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีการสืบค้นหาข้อมูล ผู้วิจัยได้ชี้ให้เห็นถึงข้อดีของการทำงานกลุ่ม และพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนปรับตัวเข้าหาเพื่อน ภายในกลุ่ม ให้กำลังใจผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้เรียนเริ่มมีปฏิสัมพันธ์และการช่วยเหลือ กันภายในกลุ่ม มีการถาม-ตอบภายในกลุ่มมากขึ้น ร่วมกันทำงานมีการแลกเปลี่ยนความรู้กัน โดยในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ผู้วิจัยได้คุมตัวแทนแต่ละกลุ่มมาอธิบายหน้าชั้นเรียน เมื่อผู้เรียน แต่ละกลุ่มอธิบายเสร็จสิ้นแล้ว สมาชิกในห้องและสมาชิกในกลุ่มของตนมีการปรบมือเอง โดยที่ผู้วิจัยยังไม่ได้บอกแสดงให้เห็นถึงการเสริมแรงและการให้กำลังใจแก่เพื่อนสมาชิกในกลุ่ม และในห้อง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และการช่วยเหลือกันภายในกลุ่ม มีการถามและอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับเพื่อนในกลุ่มที่ยังไม่เข้าใจเพิ่มมากขึ้น มีการเข้าใจการทำงานกลุ่ม มากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนสามารถปรับตัวกับเพื่อนภายในกลุ่มได้แล้ว อีกทั้งผู้วิจัยได้มีการสุ่มถาม ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มส่วนใหญ่ผู้เรียนบอกว่า “ได้รู้จักความสามัคคีของเพื่อนในกลุ่ม รู้สึกตัวเอง คือ ความหวังของกลุ่มเพราะต้องศึกษาในเรื่องที่ตนเองเลือก” และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เมื่อถึงขั้นสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้วิจัยสังเกตคือผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีปฏิสัมพันธ์กันช่วยเหลือกัน โดยที่ผู้วิจัยไม่ต้องกระตุ้น ซึ่งแตกต่างจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เนื่องจากผู้เรียนยังไม่สนิท กับเพื่อนในกลุ่ม

สิ่งที่ผู้วิจัยสังเกตได้อีกอย่างว่า ทักษะการทำงานกลุ่มนั้นต้องใช้ระยะเวลาให้ผู้เรียน มีการปรับตัวเข้าหาเพื่อนในกลุ่มที่ยังไม่สนิทกัน โดยผู้วิจัยต้องเข้าไปช่วยกระตุ้นผู้เรียน ให้มีปฏิสัมพันธ์กัน และพูดอธิบายให้เห็นความสำคัญของการทำงานกลุ่ม

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) เพื่อศึกษาทักษะการทำงานกลุ่ม โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 1 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 39 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I จำนวน 4 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .22-.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .44-.86 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .78 3) แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มี 2 ฉบับ โดยฉบับที่ 1 (ก่อนเรียน) มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .44-.69 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .56-.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .89 และฉบับที่ 2 (หลังเรียน) มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .56-.71 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .41-.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .91 และ 4) แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ พบว่าภาพรวมคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบแผนกึ่งการทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเดียว และมีการสอบก่อนและหลังการทดลอง (One group pretest-posttest design) ซึ่งทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) สถิติทดสอบค่าทีกรณีสองกลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent samples t -test) เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีกรณีกลุ่มเดียว (One sample t -test) และการวิเคราะห์ทักษะการทำงานกลุ่ม โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2
3. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3
4. ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I หลังเรียนอยู่ในระดับดี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

อภิปรายผล

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประเด็นที่น่าสนใจอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นตามสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีการตั้งคำถาม เพื่อเป็นการกระตุ้นผู้เรียนให้สืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่ครูผู้สอนกำหนด นอกจากนี้ยังมีการลงมือปฏิบัติ

ฝึกการสังเกต การวิเคราะห์ การอภิปราย แลกเปลี่ยนความรู้กัน และการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังมีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่มและมีการถ่ายทอดความรู้ระหว่างกลุ่ม (สุคนธ์ สิ้นพานนท์ และคณะ, 2554) โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น รวมทั้งการเป็นกำลังใจแก่กันและกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น หากแต่ต้องร่วมรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม (วัฒนาพร ระวังทุกข์, 2541) จากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ในขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement) โดยครูเตรียมหัวข้อเพื่อกระตุ้นผู้เรียน และจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์กระตุ้น เช่น กระตุ้นด้วยคำถาม รูปภาพ เพื่อทำให้นักเรียนเกิดความสนใจหรือสงสัย ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูแจกกิจกรรมหัวข้อเรื่องที่ใช้สำหรับให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มศึกษา และมอบหมายภารกิจ โดยในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องทำการทดลองหรืออ่านจับใจความสำคัญ มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้และมีปฏิสัมพันธ์กัน แล้วเขียนสรุปสาระสำคัญลงในกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย และให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ โดยการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้กัน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ ผ่านกระบวนการคิดโดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) กลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้าน โดยนำความรู้ที่ตนศึกษามาอธิบาย อภิปรายภายในกลุ่ม และนำความรู้แต่ละส่วนมาเชื่อมโยงกันเป็นเรื่องราวแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน จากนั้นผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียน จากขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นขั้นที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้และค้นพบวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้และสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมและสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558) สอดคล้องกับแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งอธิบายว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล บุคคลเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม การเรียนการสอนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ครูผู้สอนจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกตสำรวจเพื่อให้เห็นปัญหา มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิด เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง และช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการคิดค้นต่อ ๆ ไปให้มีการทำงานกลุ่ม

(วัฒนาวรรณ รัชชภัทร, 2541) ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนมีบทบาทหรือมีส่วนร่วมอย่างเต็มตัว (ทิตานา เขมมณี, 2545) ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้โดยยกสถานการณ์ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ แล้วรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ และขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ครูประเมินผลการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบย่อย เป็นรายบุคคล จากนั้นนำคะแนนของสมาชิกในกลุ่มเดิมมารวมกัน ให้ถือว่าเป็นคะแนนของกลุ่ม จากนั้นตอนดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการร่วมมือจากสมาชิกในกลุ่ม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน นอกจากนี้การเรียนรู้แบบร่วมมือยังช่วยให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมาย เป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีผลงานมากขึ้น การเรียนรู้มีความคงทนมากขึ้น (Long-term retention) มีแรงจูงใจภายใน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เหตุผลดีขึ้น และคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น (ทิตานา เขมมณี, 2559) โดยผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัชชากัญญา วิรัตนชัยวรรณ (2555) ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (SE) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ (SE) หลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะฉัตร ชัยมาลา (2550) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) โดยมีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 35 คน พบว่า จำนวนนักเรียนร้อยละ 82.86 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ AÇİSLİ, Yalçın and Turgut (2011) การศึกษาผลของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 โดยใช้เวลา 7 สัปดาห์ มีนักศึกษาจำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นนักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบบรรยายจำนวน 30 คน และนักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) จำนวน 30 คน พบว่า นักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (SE) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

นอกจากนี้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอก พบว่า คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ผู้เรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I (Pre-test) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก อยู่ในระดับต่ำ กล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 7-17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน แต่หลังจากที่ผู้เรียนเหล่านี้ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก (Post-test) พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนอยู่ในระดับสูงซึ่งอยู่ระหว่าง 20-36 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าคะแนนของผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนมากกว่าร้อยละ 50 ผลจากการศึกษาครั้งนี้จึงยืนยันได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ที่นำมาใช้ครั้งนี้ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

2. ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ในขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูแจกกิจกรรมหัวข้อเรื่องที่ใช้สำหรับให้ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มศึกษา และมอบหมายภารกิจ โดยในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องทำการทดลองหรืออ่านจับใจความสำคัญ มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้กัน มีปฏิสัมพันธ์กัน และเขียนสรุปสาระสำคัญลงในกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ และขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) กลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้าน โดยนำเสนอความรู้ที่ตนไปศึกษามาอธิบาย อภิปรายภายในกลุ่ม และนำความรู้แต่ละส่วนมาต่อกันเป็นเรื่องราวแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียนและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญบทเรียนจากขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น มีการจัดให้ผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 4 คน ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนภายในกลุ่มจะต้องรับผิดชอบกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้ในแต่ละครั้ง และนำความรู้จากกิจกรรมของแต่ละคนมาต่อกันเป็นหนึ่งเรื่องราว ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนจะส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ทักษะการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียนทางวิทยาศาสตร์ สะท้อนความคิดหรือความรู้ของผู้เรียนในการจดบันทึกลงในสมุดของผู้เรียนแต่ละคน และนำความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่มของตน แล้วจึงออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน

ซึ่งเป็นการส่งเสริมและพัฒนาทักษะความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ จากชั้นที่ 2 และ ชั้นที่ 3 ที่กล่าวข้างต้นทำให้ผู้เรียนต้องร่วมมือกันกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้เชื่อมโยงความรู้เดิม กับความรู้ที่ต้องการศึกษา ใช้ทักษะในการทำงานร่วมกันจนสำเร็จ เช่น ทักษะการคิดตัดสินใจ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร สมาชิกในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกัน และกัน (สุคนธ์ สิ้นทพานนท์ และคณะ, 2554) สอดคล้องกับงานวิจัยของอภิวรรณ แก้วภูติ (2556) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม พบว่า นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.25 และค่าเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเท่ากับ 69.3 ซึ่งเพิ่มขึ้น 43.04 คะแนน

นอกจากนี้จากการทดสอบแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียน มีคะแนนของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน) อยู่ในระดับต่ำมาก กล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 4-10 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน แต่หลังจากที่ผู้เรียนเหล่านี้ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (SE) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค จิ๊กซอว์ I จากการทดสอบแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน) พบว่า ผู้เรียน ส่วนใหญ่ มีคะแนนอยู่ในระดับสูงซึ่งอยู่ระหว่าง 16-20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 25 คะแนน

ผลจากการศึกษาครั้งนี้จึงยืนยันได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (SE) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ที่นำมาใช้ครั้งนี้ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

3. ทักษะการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (SE) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I อยู่ใน ระดับดี ซึ่งเป็นตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น (SE) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เป็นการเรียนรู้แบบกลุ่มย่อยแบ่งงาน ให้รับผิดชอบภายในกลุ่ม สมาชิกทุกคนรับผิดชอบ รู้จักหน้าที่ของตนและส่งเสริมให้เกิดการ อภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่ม ประกอบด้วย ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ในการทำงานกลุ่ม จะต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจ ความรับผิดชอบ ความเสียสละ การยอมรับซึ่งกันและกันของ สมาชิกภายในกลุ่มเป็นสำคัญ (วัชรรา เล่าเรียนดี, 2554) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social learning theory) กล่าวคือ กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือ สมาชิกจะแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ให้ความช่วยเหลือร่วมมือกัน รวมทั้งมีน้ำใจ มีความเมตตากรุณา เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และมีปฏิสัมพันธ์ กับสมาชิกในกลุ่ม (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558) ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และแลกเปลี่ยน

ความรู้จากกลุ่ม ฝึกให้ผู้เรียนกล้าพูดกล้าแสดงออกมีเหตุมีผล มีความรับผิดชอบในการทำงาน ปรับปรุงตัวเอง และยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น จากการวิจัย พบว่า คณะแผนการพัฒนาของ ทักษะการทำงานกลุ่มในด้านที่มีคะแนนสูงสุด คือ ผลงานของกลุ่มเกิดจากความร่วมมือของสมาชิก ภายในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2545) ที่กล่าวว่า การที่สมาชิกในกลุ่มมีการพึ่งพา ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นปัจจัยที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในทางที่จะช่วยให้กลุ่ม บรรลุเป้าหมาย สมาชิกกลุ่มจะห่วงใยไว้วางใจ ส่งเสริม และช่วยเหลือกันและกันในการทำงาน ต่าง ๆ ร่วมกัน ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน ช่วยให้ผู้เรียนมีน้ำใจนักกีฬา ใส่ใจผู้อื่น เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ความหลากหลาย รวมไปถึงการประสานสัมพันธ์และการรวมกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสมใจ เพ็ชรสุกใส (2548) ที่ทำการศึกษา ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการทำงาน ร่วมกันสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้วิธีการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของอรอุมา คำประกอบ (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผล การสอน โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคเรียนร่วมกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคเรียนร่วมกัน มีพฤติกรรมการทำงานกลุ่มหลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษา เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสาร ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค จิกซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ I เพื่อใช้ในการวางแผน เตรียมกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.2 ในการทำบทปฏิบัติการครูควรมีสไลด์ถาวร โครงสร้างของราก ลำต้น และใบ เพื่อให้นักเรียนได้ทำการเปรียบเทียบ หรืออาจมีโมเดลตัวอย่างประกอบ

1.3 ก่อนเริ่มดำเนินการจัดการเรียนการสอน ครูควรอธิบายกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนเข้าใจที่ละขั้นตอน เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.4 ควรมีการวัดและประเมินผลหลังกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุงในกิจกรรมครั้งต่อไป

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจะทำการศึกษาวิจัยในเชิงคุณภาพ ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบเชิงลึก เพื่อให้ได้คำตอบเพิ่มเติมในประเด็นที่การศึกษาในเชิงปริมาณไม่สามารถทำได้

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จิระวรรณ เกษสิงห์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบเสาะ
หาความรู้. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 30(1), 87-90.
- ชนาธิป พรกุล. (2545). *แคทสัรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 2).
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 6).
นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซน์แอนพริ้นติ้ง.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2553). *เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ:
โอเดียนสโตร์.
- ณัชชากาญจน์ วิรัตน์ชัยบรรณ. (2555). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสืบเสาะ
หาความรู้ (5E) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเชียงใหม่*.
- ทิสนา เขมมณี. (2545). *กลุ่มสัมพันธ์เพื่อการทำงานและการจัดการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ:
นิชินแอดเวอร์ไทซิงกรุ๊ป.
- ทิสนา เขมมณี. (2559). *ศาสตร์และการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ธารินี รอดสน (2546). *ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: เท็กซ์แอนด์เจอร์นัลส์ พับลิเคชั่น.
- นิพิฐพร โกมลภิตศักดิ์. (2553). *การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่มและการเห็นคุณค่า
ในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การทดลองแบบอนุกรมเวลา*. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา, คณะครุศาสตร์,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2540). สมรรถภาพที่พึงประสงค์จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.
วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 25(96), 16-19.

- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยะฉัตร ชัยมาลา. (2550). *ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยะนันท์ บุญโพธิ์. (2554). *การพัฒนาทักษะการทำงานกลุ่ม โดยใช้การสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ด้วยเทคนิคจิกซอร์่วมกับผังความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิจัยการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เฮ้า ออฟ เคอร์มีสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิค การสอน 1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นต์.
- ภพ เสหาไพบุลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ราตรี นันทสุคนธ์. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: จุฑาทอง.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วารงณา ทองนพคุณ. (ม.ป.ป.). *เอกสารประกอบทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ความท้าทายในอนาคต*. เข้าถึงได้จาก <http://education.pkru.ac.th/education/images/doc/aundamun>
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด (Thinking Skills Instructional Models and Strategies)* (พิมพ์ครั้งที่ 7). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ต้นอ้อ.
- วัลลภา ปุชูประเสริฐ. (2559, 15 กุมภาพันธ์). *ครูชำนาญการ. สัมภาษณ์*.

- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ตาตาพับลิเคชัน.
- วิไลวรรณ แสนนาน. (2553). *สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศนิवार วุฒฑกุล. (2550). *ภาษาไทยเพื่อการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ต.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพทิน. (2557). *วิทยาศาสตร์กับการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: เอพริล เรน พรินต์ติ้ง.
- ศิริชัย กาณจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory)* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สกุล มูลแสดง. (2544). *สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2558). *ระบบประกาศและรายงานผลสอบ โอนเน็ต*. เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมใจ เพ็ชรสุกใส. (2548). *การศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิกซอว์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (2554). *สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. อุดรธานี: อักษรศิลป์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2555). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ประสานพิมพ์.
- สมบัติ กาญจนารักพงศ์. (2547). *นวัตกรรมการศึกษา ชุด 29 เทคนิคการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายการเรียนแบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี่.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สาโรช โภภีรักษ์. (2546). *นวัตกรรมการสอนที่ยืดหยุ่นเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: บুদ্ধพอยท์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). *โครงการปฏิรูปการเรียนรู้สู่ผู้เรียน (พ.ศ. 2557-2560) “สะท้อนปัญหาและทางออกตอบโจทย์ปฏิรูปการศึกษาไทย”*. กรุงเทพฯ: 21 เซ็นจูรี่.

- สุขสันต์ หัตถสาร. (2549). ผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบร่วมมือที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการทำงานกลุ่มการเห็นคุณค่าในตนเองและเจตคติต่อการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ฉบับพิเศษ*, 5(19), 195-210.
- สุคนธ์ สนิทพานนท์, ฟองจันทร์ สุขยิ่ง, จินตนา วิชเกียรติสุนทร และพิวัสสา นภารัตน์. (2554). *วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน*. กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.
- สุวิทย์ ขาวนอก, สิขสิทธิ์ สิงห์ฮ้อย, วันชัย พลเมืองดี และเกรียงศักดิ์ พลอยแสง. (2551). *ภาษากับการสื่อสาร*. กรุงเทพฯ: นวสาส์นการพิมพ์.
- อภิวรรณ แก้วภูสี. (2556). *ความสามารถในการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่ม*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อรอุมา คำประกอบ. (2550). *ผลการสอน โดย ใช้การเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคเรียนร่วมกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- AÇIŞLi, S., Yalçın, S., & Turgut, Ü. (2011). Effects of the 5E leaning model on student academic achievements in movement and force issues. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15(2011), 2459-2462.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Çagatay, G., & Demircioğlu, G. (2013). The effect of jigsaw-I cooperative learning technique on students' understanding about basic organic chemistry concept. *Educational Researchers*. 4(2), 30-37.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning theory, research and practice* (2nd ed.). Massachusetts: A Simom and Schuster.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- ตำแหน่งหนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ทองกู่เกียรติกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา (ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา)
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล (ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา)
3. คุณครู วัลลภา ปู่ชูประเสริฐ ครู คศ.3 ประจำโรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์) (ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์)
4. คุณครูพรปวีณ์ ทนสูงเนิน ครู คศ.2 ประจำโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย ชลบุรี (ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์)
5. คุณครูจารุณี รัตนะพาหิระ ครู คศ.2 ประจำโรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี (ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์)

(สำเนา)

ที่ ศธ 6218 / ว. 0649

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

12 ตุลาคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำโครงการวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วยนาย นพดล ศิลปชัย นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานกลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของอาจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในกรณีนี้ คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน
ผู้อำนวยการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ผู้วิจัย 0-8539-1458-9

(สำเนา)

ที่ ศธ 6218/ 949

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

6 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนบ้านสวน (จันอนุสรณ์)

ด้วย นาย นพดล ศิลปชัย นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงาน กลุ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ อาจารย์ ดร.กิตติมา พันธุ์พุกษา ประธานกรรมการควบคุม วิทยานิพนธ์ มีความประสงค์ขออำนาจความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5/3 โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองระหว่างวันที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ถึงวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2560 อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนพิจารณา ทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) **เชษฐ ศิริสวัสดิ์**

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดี มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ 0-3839-3486, 0-3810-2069

โทรสาร 0-3839-3485

ภาคผนวก ข

- ตารางวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
- ตารางวิเคราะห์ค่าดัชนี (IOC) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ตารางวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
- ตารางวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบแบบการสืบเสาะ
หาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I

ตารางที่ ข-1 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่				
	1	2	3	4	5				
1. ด้านสาระสำคัญ									
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
2. ด้านจุดประสงค์									
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถ วัดและประเมินได้ ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	4	5	4.8	0.44	เหมาะสมมากที่สุด	
3. ด้านสาระการเรียนรู้									
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	4	4	5	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด	
4. ด้านกระบวนการ จัดการเรียนรู้									
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	4	5	4.4	0.54	เหมาะสมมาก
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม								
- แบบประเมินผังมโนทัศน์	5	4	5	4	5	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มประเมินโดยนักเรียน	5	5	4	4	5	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข-2 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 2 เรื่อง โครงสร้าง
และหน้าที่ของราก

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. ด้านสาระสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. ด้านจุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน								
2.1 วัตถุประสงค์ที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3. ด้านสาระการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง								
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา								
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	4	5	4.8	0.44	เหมาะสมมากที่สุด
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน								
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม								
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย								
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน								
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม								
- แบบประเมินสมุดบันทึก	5	5	5	5	4	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินการทดลอง	5	4	5	5	5	4.6	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินผังมโนทัศน์	5	4	5	4	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มประเมินโดยนักเรียน	5	5	4	4	5	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข-3 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 3 เรื่อง โครงสร้าง
และหน้าที่ของลำต้น

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่				
	1	2	3	4	5				
1. ด้านสาระสำคัญ									
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
2. ด้านจุดประสงค์									
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถ วัดและประเมินได้ชัดเจน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
3. ด้านสาระการเรียนรู้									
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
4. ด้านกระบวนการจัดการ เรียนรู้									
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้ เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้									
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม								
- แบบประเมินสมุดบันทึก	5	5	5	5	4	4.8	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินการทดลอง	5	4	5	5	4	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินผังโน้ตสน์	5	4	5	4	5	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มประเมินโดยนักเรียน	5	5	4	4	5	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข-4 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนที่ 4 เรื่อง โครงสร้าง
และหน้าที่ของใบ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						เฉลี่ย	SD	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่				
	1	2	3	4	5				
1. ด้านสาระสำคัญ									
1.1 ความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
2. ด้านจุดประสงค์									
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน									
	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
3. ด้านสาระการเรียนรู้									
3.1 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
4. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้									
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
5. ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้									
5.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด	

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
6. ด้านการวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม								
- แบบประเมินสมุดบันทึก	5	5	5	5	4	4.8	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินการทดลอง	5	4	5	5	4	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินผังมโนทัศน์	5	4	5	4	5	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์	5	5	5	5	5	5.0	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
- แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มประเมินโดยนักเรียน	5	5	4	4	5	4.6	0.54	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ ข-5 แสดงการปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I

ข้อความเดิม	ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับแก้	ข้อความใหม่
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช		
ขั้นการสร้างความสนใจ		
ครู: ภาพ A และ ภาพ B คือเซลล์สิ่งมีชีวิตชนิดไหน สามารถใช้เกณฑ์ไหนจำแนกความแตกต่าง	ครู: ภาพ A และ ภาพ B คือเซลล์สิ่งมีชีวิตชนิดใด สามารถใช้เกณฑ์ใดจำแนกความแตกต่าง	ครู: ภาพ A และ ภาพ B คือเซลล์สิ่งมีชีวิตชนิดใด สามารถใช้เกณฑ์ใดจำแนกความแตกต่าง
นร: ภาพ A คือ เซลล์พืช และ ภาพ B คือ เซลล์สัตว์ สามารถดูได้จาก เซลล์พืชมีผนังเซลล์ มีรูปร่างคงที่	นร: ภาพ A คือ เซลล์พืช และ ภาพ B คือ เซลล์สัตว์ สามารถสังเกตได้จาก เซลล์พืชมีผนังเซลล์ มีรูปร่างคงที่	นร: ภาพ A คือ เซลล์พืช และ ภาพ B คือ เซลล์สัตว์ สามารถสังเกตได้จาก เซลล์พืชมีผนังเซลล์ มีรูปร่างคงที่
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก		
ขั้นการขยายความรู้		
ครู: เปรียบเทียบภาพเนื้อเยื่อรากใบเลี้ยงเดี่ยวกับรากใบเลี้ยงคู่จากกล้องจุลทรรศน์กับภาพเนื้อเยื่อรากใบเลี้ยงเดี่ยวกับรากใบเลี้ยงคู่จากหนังสือแบบเรียน	แนะนำให้ แสดงภาพให้นักเรียนได้ดูก่อนแล้วให้แต่ละกลุ่มมาแข่งตอบคำถามเกี่ยวกับส่วนต่าง ๆ พร้อมทั้งชี้ให้เห็นว่าภาพใดเป็นของรากใบเลี้ยงเดี่ยวกับรากใบเลี้ยงคู่	ครู: แสดงภาพเนื้อเยื่อรากใบเลี้ยงเดี่ยวกับรากใบเลี้ยงคู่จากกล้องจุลทรรศน์กับภาพเนื้อเยื่อรากใบเลี้ยงเดี่ยวกับรากใบเลี้ยงคู่จากหนังสือแบบเรียน หลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มแข่งตอบคำถามเกี่ยวกับส่วนต่าง ๆ พร้อมทั้งชี้ให้เห็นว่าภาพใดเป็นของรากใบเลี้ยงเดี่ยวกับรากใบเลี้ยงคู่

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

ข้อความเดิม	ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับแก้	ข้อความใหม่
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น		
ขั้นการขยายความรู้		
ครู: โครงสร้างของลำต้นพืช ตัดตามขวางในการ เจริญเติบโตปฐมภูมิ (Primary growth) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ แบบต่าง ๆ ที่บริเวณ อดัมบั้ง	แนะนำให้แสดงแผนภาพ โครงสร้างของลำต้นพืชนำใน การถามคำถามก่อน เพื่อให้ นักเรียนแยกแยะเนื้อเยื่อแบบ ต่าง ๆ	ครู: แสดงแผนภาพโครงสร้าง ของลำต้นพืช แล้วตั้งคำถามว่า โครงสร้างของลำต้นพืชตัด ตามขวางในการเจริญเติบโต ปฐมภูมิ (Primary growth) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อแบบ ต่าง ๆ ที่บริเวณ อดัมบั้ง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของใบ		
ขั้นการขยายความรู้		
ครู: เมื่อเรามองโครงสร้าง ภายนอกของใบ จะประกอบด้วยส่วนใดบ้าง	แนะนำให้ใช้ตัวอย่างของ ใบไม้ เช่น ใบมะม่วง , ใบ มะละกอ มาใช้เพื่อแยก ประเภท	ครู: ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำ ใบไม้มา แล้วตั้งคำถาม เมื่อเรา มองโครงสร้างภายนอกของ ใบ จะประกอบด้วยส่วน ใดบ้าง

การวิเคราะห์แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ตารางที่ ข-6 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	0	1	1	1	5	0.80
2	1	1	1	1	1	5	1.00
3	1	1	1	1	1	5	1.00
4	1	1	1	1	1	5	1.00
5	1	1	1	1	1	5	1.00
6	0	1	1	1	1	5	0.80
7	1	1	1	1	1	5	1.00
8	1	1	1	0	1	5	0.80
9	1	1	1	1	1	5	1.00
10	1	0	1	0	1	5	0.60
11	1	1	1	1	1	5	1.00
12	1	0	1	1	1	5	0.80
13	1	1	1	1	1	5	1.00
14	1	1	1	1	1	5	1.00
15	1	1	1	1	1	5	1.00
16	1	1	1	1	1	5	1.00
17	1	1	1	1	1	5	1.00
18	1	1	1	1	1	5	1.00
19	1	1	1	1	1	5	1.00
20	1	1	1	1	1	5	1.00
21	1	1	1	0	1	5	0.80

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
22	1	1	1	1	1	5	1.00
23	1	1	1	1	1	5	1.00
24	1	1	1	1	1	5	1.00
25	1	1	1	1	1	5	1.00
26	1	1	1	1	1	5	1.00
27	1	0	1	0	1	5	0.60
28	1	1	1	1	1	5	1.00
29	1	1	1	1	1	5	1.00
30	1	1	1	1	1	5	1.00
31	1	1	1	1	1	5	1.00
32	1	0	1	1	1	5	0.80
33	1	1	1	1	1	5	1.00
34	1	1	1	1	1	5	1.00
35	1	1	1	1	1	5	1.00
36	1	1	1	1	1	5	1.00
37	1	1	1	1	1	5	1.00
38	1	1	1	1	1	5	1.00
39	1	1	1	1	1	5	1.00
40	1	1	1	1	1	5	1.00
41	1	1	1	1	0	5	0.80
42	1	1	1	1	1	5	1.00
43	0	1	0	1	1	5	0.60
44	1	1	1	1	1	5	1.00

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					R	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
45	1	1	1	1	1	5	1.00
46	1	1	1	1	1	5	1.00
47	1	1	0	1	1	5	0.80
48	1	1	1	1	1	5	1.00
49	1	1	0	1	0	5	0.60
50	0	1	1	1	1	5	0.80

จากตารางได้ข้อสอบที่มีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์
อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

ตารางที่ ข-7 แสดงการปรับแก้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อความเดิม	ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับแก้	ข้อความใหม่
ข้อที่ 3 เนื้อเยื่อของพืชทำหน้าที่ เทียบได้กับโครงกระดูกของสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยนม	เนื้อเยื่อของพืชชนิดใด	เนื้อเยื่อของพืชชนิดใดทำหน้าที่ เทียบได้กับโครงกระดูกของสัตว์ เลี้ยงลูกด้วยนม
ข้อที่ 10 เซลล์ในข้อใดทำงาน คล้ายเนื้อเยื่อเจริญ (Meristem) มากที่สุด	<u>เนื้อเยื่อ</u> ในข้อใด	เนื้อเยื่อในข้อใดทำงานคล้าย เนื้อเยื่อเจริญ (Meristem) มาก ที่สุด
ข้อที่ 15 ตัวเลือก ค. หู	แก้ตัวเลือกเป็น แขน	ตัวเลือก ค. แขน
ข้อที่ 16 ผงชูรสที่นิยมมาใช้ปรุง แต่งในอาหารทำให้อาหารมี รสชาติอร่อย ซึ่งผง ชูรสเป็นการแปรรูปมาจาก มันสำปะหลัง อยากทราบว่ามันปะ หลังคือส่วนใดของพืช	ผงชูรสที่นิยมนำมาใช้ปรุงแต่งใน อาหารทำให้อาหารมีรสชาติอร่อย <u>ผลิตมาจาก</u>	ผงชูรสที่นิยมนำมาใช้ปรุงแต่งใน อาหารทำให้อาหารมีรสชาติอร่อย ผลิตมาจากมันสำปะหลัง อยาก ทราบว่ามันปะหลังคือส่วนใดของ พืช
ข้อที่ 17 ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับ การลำเลียงน้ำของพืช	<u>เซลล์ใน</u> ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับ การลำเลียงน้ำของพืช	เซลล์ในข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับ การลำเลียงน้ำของพืช
ข้อที่ 26 ตัวเลือก D มีตรงกลาง เนื้อเยื่อ เรียกว่า Pith	มีเนื้อเยื่อ Pith อยู่ตรงกลาง	ตัวเลือก D มีเนื้อเยื่อ Pith อยู่ตรง กลาง
ข้อที่ 29 เราเรียกส่วนของลำต้นที่ ประกอบไปด้วย คอร์ก (Cork) คอร์กแคมเบียม (Cork cambium) และคอร์กพาราไคมา (Cork parenchyma) ว่า	ลำต้นที่ประกอบไปด้วย คอร์ก (Cork) คอร์กแคมเบียม (Cork cambium) และคอร์กพาราไคมา (Cork parenchyma) <u>หมายถึงข้อ</u> <u>ใด</u>	ลำต้นที่ประกอบไปด้วย คอร์ก (Cork) คอร์กแคมเบียม (Cork cambium) และคอร์กพาราไคมา (Cork parenchyma) <u>หมายถึงข้อ</u> <u>ใด</u>

ตารางที่ ข-8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(คะแนนเต็ม 40)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	8	22	22	11	34
2	14	28	23	10	27
3	7	24	24	12	25
4	12	38	25	12	20
5	13	35	26	7	26
6	9	23	27	7	24
7	7	30	28	8	29
8	8	22	29	14	22
9	11	34	30	17	37
10	13	24	31	17	33
11	12	24	32	12	34
12	13	32	33	12	32
13	8	35	34	14	26
14	15	29	35	12	29
15	8	29	36	15	35
16	11	35	37	10	30
17	11	32	38	14	32
18	15	38	39	8	23
19	14	33	\bar{X}	11.44	29.64
20	14	35	SD	2.82	5.18
21	11	36			

การคำนวณค่า t -test ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Group Statistics

กลุ่มทดลอง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ก่อนเรียน	39	11.44	2.824	.457
หลังเรียน	39	29.64	5.188	.831

Dependent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Differen ce	Std. Error Differen ce	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	19.731	.000	19.19	76	.000	18.205	.948	-20.094	-16.31
Equal variances not assumed			19.19	59.0	.000	18.205	.948	-20.103	-16.30

การคำนวณค่า t -test ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70

Dependent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	19.791	.000	16.53	24	.000	17.934	.966	-20.004	-16.50
Equal variances not assumed			16.53	58.5	.000	17.934	.966	-20.113	-16.51

ตารางที่ ข-9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ข้อ	ค่า p	ค่า r	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
1	0.50	0.86	ใช้ได้	1
2	0.36	0.86	ใช้ได้	2
3	0.51	0.86	ใช้ได้	3
4	0.33	0.76	ใช้ได้	4
5	0.24	0.67	ใช้ได้	5
6	0.41	0.86	ใช้ได้	6
7	0.68	0.85	ใช้ได้	7
8	0.52	0.86	ใช้ได้	8
9	0.22	0.67	ใช้ได้	9
10	0.43	0.86	ใช้ได้	10
11	0.15	0.53	ตัดทิ้ง	-
12	0.44	0.86	ใช้ได้	11
13	0.33	0.66	ใช้ได้	12
14	0.51	0.86	ใช้ได้	13
15	0.33	0.76	ใช้ได้	14
16	0.28	0.67	ใช้ได้	15
17	0.51	0.86	ใช้ได้	16
18	0.11	0.58	ตัดทิ้ง	-
19	0.68	0.85	ใช้ได้	17
20	0.50	0.86	ใช้ได้	18
21	0.22	0.67	ใช้ได้	19
22	0.35	0.86	ใช้ได้	20
23	0.43	0.86	ใช้ได้	21
24	0.29	0.66	ใช้ได้	22

ตารางที่ ข-9 (ต่อ)

ข้อ	ค่า p	ค่า r	แปลผล	นำไปใช้จริงข้อที่
25	0.47	0.86	ใช้ได้	23
26	0.15	0.47	ตัดทิ้ง	-
27	0.14	0.52	ตัดทิ้ง	-
28	0.47	0.86	ใช้ได้	24
29	0.22	0.66	ใช้ได้	25
30	0.24	0.66	ใช้ได้	26
31	0.61	0.85	ใช้ได้	27
32	0.69	0.85	ใช้ได้	28
33	0.41	0.86	ใช้ได้	29
34	0.13	0.49	ตัดทิ้ง	-
35	0.20	0.66	ใช้ได้	30
36	0.31	0.76	ใช้ได้	31
37	0.48	0.86	ใช้ได้	32
38	0.21	0.66	ใช้ได้	33
39	0.44	0.86	ใช้ได้	34
40	0.09	0.44	ตัดทิ้ง	-
41	0.24	0.66	ใช้ได้	35
42	0.17	0.54	ตัดทิ้ง	-
43	0.13	0.44	ตัดทิ้ง	-
44	0.24	0.66	ใช้ได้	36
45	0.53	0.86	ใช้ได้	37
46	0.59	0.85	ใช้ได้	38
47	0.19	0.36	ตัดทิ้ง	-
48	0.10	0.52	ตัดทิ้ง	-
49	0.31	0.76	ใช้ได้	39
50	0.34	0.76	ใช้ได้	40

ตารางที่ ข-10 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ข้อ	ค่า p	ค่า q	ค่า pq
1	0.50	0.50	0.25
2	0.36	0.64	0.24
3	0.51	0.49	0.25
4	0.33	0.67	0.22
5	0.24	0.76	0.18
6	0.41	0.59	0.25
7	0.68	0.32	0.27
8	0.52	0.48	0.25
9	0.22	0.78	0.17
10	0.43	0.57	0.24
11	0.44	0.56	0.25
12	0.33	0.67	0.23
13	0.51	0.49	0.25
14	0.33	0.67	0.22
15	0.28	0.72	0.21
16	0.51	0.49	0.25
17	0.68	0.32	0.22
18	0.5	0.5	0.25
19	0.22	0.78	0.18
20	0.35	0.65	0.22
21	0.43	0.57	0.24

ตารางที่ ข-10 (ต่อ)

ข้อ	ค่า p	ค่า q	ค่า pq
22	0.29	0.71	0.21
23	0.47	0.53	0.25
24	0.47	0.53	0.25
25	0.22	0.78	0.18
26	0.24	0.76	0.19
27	0.61	0.39	0.24
28	0.69	0.31	0.22
29	0.2	0.8	0.16
30	0.31	0.69	0.22
31	0.48	0.52	0.25
32	0.21	0.79	0.17
33	0.44	0.56	0.25
34	0.24	0.76	0.18
35	0.24	0.76	0.19
36	0.53	0.47	0.25
37	0.59	0.41	0.25
38	0.31	0.69	0.22
39	0.34	0.66	0.23
40	0.44	0.56	0.25

จากตารางวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก โดยใช้สูตร KR-20 ของ กูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-
Richardson) มีค่าเท่ากับ 0.78

ตารางที่ ข-11 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. ข้อบ่งชี้ความมีความสอดคล้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	4	4	3	4	5	4.00	0.54	เหมาะสมมาก
2. ข้อคำถามมีความสอดคล้องเกี่ยวกับบทความ	5	4	4	5	5	4.60	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
3. เกณฑ์การประเมิน	5	5	4	5	5	4.80	0.54	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางพบว่า ค่าความเหมาะสมของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน) อยู่ระหว่าง 4.00-4.80 ซึ่งมีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-12 แสดงค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่			
	1	2	3	4	5			
1. ข้อบ่งชี้ความมีความสอดคล้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	4	4	4	4	5	4.20	0.54	เหมาะสมมาก
2. ข้อคำถามมีความสอดคล้องเกี่ยวกับบทความ	5	4	4	5	5	4.60	0.54	เหมาะสมมากที่สุด
3. เกณฑ์การประเมิน	5	5	4	5	5	4.80	0.54	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางพบว่า ค่าความเหมาะสมของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน) อยู่ระหว่าง 4.20-4.80 ซึ่งมีความเหมาะสมมาก

ตารางที่ ข-13 คะแนนทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (คะแนนเต็ม 25)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	5	10	22	6	17
2	8	17	23	6	10
3	8	11	24	6	11
4	10	21	25	7	11
5	7	12	26	7	10
6	4	10	27	9	19
7	5	12	28	9	19
8	6	12	29	10	18
9	6	10	30	10	18
10	5	18	31	6	12
11	8	18	32	6	14
12	4	10	33	7	16
13	9	13	34	8	20
14	7	17	35	5	18
15	7	13	36	5	16
16	8	19	37	6	9
17	8	13	38	6	18
18	8	10	39	6	8
19	9	16	\bar{X}	7.07	14.15
20	6	14	SD	1.87	2.31
21	5	16			

การคำนวณค่า t -test ของทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

Group Statistics

กลุ่มทดลอง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
ก่อนเรียน	39	7.05	1.877	.301
หลังเรียน	39	14.15	2.312	.370

Dependent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	.754	.388	14.89	76	.000	7.103	.477	-8.052	-6.153
Equal variances not assumed			14.89	72.9	.000	7.103	.477	-8.053	-6.152

ตารางที่ ข-14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E)
ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ก่อนเรียน)

ข้อ	ค่า P_E	ค่า D_E
1	0.60	0.52
2	0.43	0.49
3	0.57	0.67
4	0.64	0.36
5	0.69	0.38

ค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ในการให้คะแนนของแบบฝึกทักษะการสื่อสาร
ทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ (ก่อนเรียน) เท่ากับ 0.89

ตารางที่ ข-15 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D_E)
ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (หลังเรียน)

ข้อ	ค่า P_E	ค่า D_E
1	0.62	0.47
2	0.56	0.48
3	0.61	0.67
4	0.66	0.41
5	0.71	0.43

ค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ในการให้คะแนนของแบบฝึกทักษะการสื่อสาร
ทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ (หลังเรียน) เท่ากับ 0.91

ภาคผนวก ค

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์	รายวิชาชีววิทยา 3 (ว 31243)
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกเวลา 4 ชั่วโมง/คาบ	
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก	ผู้สอน นายนพพล ศิลปชัย

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ และกระบวนการลำเลียง

สาระสำคัญ

ส่วนโครงสร้างปลายรากเรียงลำดับจากปลายสุดคือ บริเวณหมวกราก บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว และบริเวณเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะและเจริญเติบโตเต็มที่ โครงสร้างภายในของรากพืชตัดตามขวางจากนอกสุดไปในสุดคือ เอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ สตีล เพริไซเคิล มดท่อลำเลียง และพิก ซึ่งมดท่อลำเลียงประกอบด้วยเนื้อเยื่อไซเล็มและเนื้อเยื่อโฟลเอ็ม

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

- นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปลักษณะของเนื้อเยื่อรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้
- นักเรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะ โครงสร้างรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้

2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)

- นักเรียนสามารถเตรียมสไลด์เนื้อเยื่อรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามขวาง เพื่อศึกษาเนื้อเยื่อบริเวณต่าง ๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์
- นักเรียนสามารถระบุชนิดเนื้อเยื่อภายในรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้
- นักเรียนเกิดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

- นักเรียนเกิดทักษะการทำงานร่วมมือกลุ่ม

สาระการเรียนรู้

โครงสร้างภายในของรากพืชตัดตามยาว

- โครงสร้างตามยาวของราก แบ่งได้ 4 บริเวณ คือ

1. บริเวณหมวกราก (Root cap) ประกอบด้วยเซลล์พาราไคนิมา (Parenchyma) เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ ผนังค่อนข้างบาง มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ สามารถผลิตเมือกได้ ทำให้หมวกรากชุ่มชื้นและอ่อนตัว สะดวกต่อการชอนไช และสามารถป้องกันอันตรายให้กับบริเวณที่อยู่เหนือขึ้นไปได้

2. บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว (Region of cell division) เป็นบริเวณของเนื้อเยื่อเจริญ จึงมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสเพื่อเพิ่มจำนวน โดยส่วนหนึ่งเจริญเป็นหมวกราก อีกส่วนเจริญเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่สูงถัดขึ้นไป

3. บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว (Region of cell elongation) อยู่ถัดจากบริเวณเซลล์มีการแบ่งตัว เป็นบริเวณที่เซลล์มีการยืดยาวทำให้ความยาวของรากเพิ่มขึ้น

4. บริเวณเซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ (Region of cell differentiation and maturation) ประกอบด้วยเซลล์ต่างๆ ซึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญมีโครงสร้างเพื่อทำหน้าที่ต่างๆ บริเวณนี้จะมีเซลล์ขนราก (Root hair cell)

- โครงสร้างภายในของรากพืชตัดตามขวาง

โครงสร้างของรากพืชตัดตามขวาง ในการเจริญเติบโตขั้นแรก (Primary growth) ประกอบด้วย

1. เอพิเดอร์มิส (Epidermis) เรียงตัวอยู่ชั้นนอกสุด ลักษณะเซลล์ไม่มีคลอโรพลาสต์ ผนังเซลล์บาง ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ บางส่วนเจริญเปลี่ยนไปเป็นขนราก

2. คอร์เทกซ์ (Cortex) อยู่ระหว่างชั้นเอพิเดอร์มิสและสตีล ส่วนใหญ่เป็นเซลล์พาราไคนิมา ทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหาร ด้านในสุดมีเซลล์เรียงตัวเป็นแถว เรียกว่า เอนโดเดอร์มิส (Endodermis) โดยผนังเซลล์มีสารซูเบอร์ินสะสมเป็นแถบเล็ก ๆ รอบเซลล์ เรียกว่า แคสพาเรียน สตรีพ (Casparian strip)

3. สตีล (Stele) อยู่ถัดจากเอนโดเดอร์มิส ประกอบด้วย

3.1 เพริไซเคิล (Pericycle) เป็นเซลล์พาราไคนิมาเรียงเป็นวง โดยรอบ อาจมีหนึ่งชั้น เซลล์ในบริเวณนี้สามารถเปลี่ยนเป็นเนื้อเยื่อเจริญเพื่อแบ่งเซลล์ให้เกิดรากแขนง

3.2 กลุ่มท่อลำเลียง (Vascular bundle) ประกอบด้วยไซเล็ม (Xylem) ขนาดใหญ่เรียงตัวเป็นแฉก และโฟลเอ็ม (Phloem) ขนาดเล็กแทรกกระหว่างแฉก สำหรับพืชใบเลี้ยงคู่ต่อมาจะเกิดเนื้อเยื่อเจริญ Vascular cambium คั่นระหว่างไซเล็มกับโฟลเอ็ม ในรากของพืชใบเลี้ยงคู่มีจำนวนแฉกน้อยมี 4 แฉก ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมักมีจำนวนแฉกมากกว่า

3.3 ส่วนสุดท้ายของสเต็ม เรียกว่า พืช (Pith) เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมาส่วนกลางสุดของ รากพืช ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น ข้าวโพด

การเจริญเติบโตทุติยภูมิของรากพืชใบเลี้ยงคู่ เกิดจาก Vascular cambium ซึ่งเป็น เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (Lateral meristem) โดยแทรกระหว่างกลุ่มของไซเล็มและโฟลเอ็ม โดยไซเล็ม สร้างเข้าข้างใน ส่วนโฟลเอ็มสร้างออกข้างนอก มีผลให้ขนาดของราก โตขึ้น

สมรรถนะสำคัญ

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

ใฝ่เรียนรู้

มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ I

ขั้นที่ 1 ขั้นการสร้างความสนใจ: engagement (5 นาที)

- ครูกระตุ้นความสนใจด้วยการเปิดคลิปจาก youtube เรื่อง การเจริญเติบโตของเมล็ด ตามลิงค์ (<https://www.youtube.com/watch?v=iFCdAgeMGOA>)



Time lapse fast growing corn, roots and leaves growing

- ครูตั้งคำถามหลังจากที่นักเรียนได้ดูคลิปเสร็จว่า จากคลิปที่นักเรียนได้ดูนักเรียนสังเกต การเปลี่ยนแปลงของเมล็ดข้าวโพดอย่างไรบ้าง

- นักเรียน: จะเห็นได้ว่าส่วนที่งอกจากเมล็ดข้าวโพดที่เจริญใต้ดิน คือ ราก ส่วนที่เจริญเหนือดิน คือ ลำต้นและใบ

- ครู: ส่วนของพืชที่จะเจริญเหนือดินและส่วนของพืชที่จะเจริญใต้ดินจะมีความแตกต่าง ในเรื่องของโครงสร้างและการเจริญเติบโตหรือไม่ อย่างไร

- แนวคำตอบ: ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของนักเรียน ครูยังไม่บอกว่าคำตอบของใครถูกหรือผิด เมื่อเรียนบทเรียนนี้จบแล้ว ให้นักเรียนลองตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอีกครั้ง

- ครู: ถ้าหากนักเรียนนำปลายรากไปศึกษารายละเอียด โครงสร้างภายในของรากทั้งตา ยาวและตามขวาง นักเรียนคิดว่าลักษณะเนื้อเยื่อต่างๆ เหล่านี้จะมีเซลล์ที่มีรูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร”

- (นักเรียนอาจแสดงความคิดอย่างกว้างขวาง โดยครูยังไม่สรุป แล้วสร้างความสนใจให้กับนักเรียน โดยการกล่าวว่า “เพื่อให้นักเรียนได้เห็นและเข้าใจ โครงสร้างภายในของราก นักเรียนจะต้องลงมือปฏิบัติเพื่อค้นหาคำตอบ”

- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 คน ให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน กำหนดหมายเลขกลุ่มและหมายเลขสมาชิกกลุ่ม โดยเรียกว่ากลุ่มบ้านเรา (home group)

ขั้นที่ 2 ขั้นการสำรวจและค้นหา: Exploration (1 ชั่วโมง 50 นาที)

- ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มบ้านเราเลือกบทปฏิบัติการที่ 2.1-2.4 เรื่อง โครงสร้างภายในของรากชนิดต่าง ๆ คนละ 1 บทปฏิบัติการเพื่อทำปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 2.1 โครงสร้างภายในของรากข้าวโพด

บทปฏิบัติการที่ 2.2 โครงสร้างภายในของรากหญ้า

บทปฏิบัติการที่ 2.3 โครงสร้างภายในของรากถั่วเขียว

บทปฏิบัติการที่ 2.4 โครงสร้างภายในของรากหอมอ่อน

- นักเรียนสามารถศึกษาขั้นตอนการศึกษาโครงสร้างภายในรากจากหนังสือเรียนชีววิทยา เล่ม 3 สสวท. หน้าที่ 12-13

- เมื่อสมาชิกในกลุ่มแต่ละคนเลือกบทปฏิบัติการที่จะศึกษาได้แล้ว ให้สมาชิกแต่ละคนคัดเลือกศึกษาบทปฏิบัติการเดียวกันของทุกกลุ่มมานั่งด้วยกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) จากนั้นให้ไปศึกษาเนื้อหาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) โดยใช้เวลาในการศึกษา 1 ชั่วโมง 50 นาที ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มทำการศึกษบทปฏิบัติการ โดยในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้อง มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้กันมีปฏิสัมพันธ์กัน และให้วาดภาพ โครงสร้างภายในของรากพืชที่ศึกษาพร้อมลงรายการ(Label) ด้วยคำศัพท์วิทยาศาสตร์ (Technical term) หรือเขียนประเด็นความรู้ที่ได้รับจากใบงานที่ตนเองศึกษาตามความเข้าใจลงในกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างภายในของรากที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 3 ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป: Explanation (30 นาที)

- สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) แต่ละกลุ่มกลับมายังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้าน โดยนำเสนอความรู้ที่ตนไปศึกษามาอธิบาย, อภิปรายภายในกลุ่ม และนำความรู้แต่ละส่วนมาต่อกันเป็นเรื่องราวลงในใบบันทึกกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างภายในราก
- สุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการศึกษาก่อนตนเอง โดยให้นักเรียนในห้องร่วมกันอภิปราย ให้ซักถามประเด็นที่ยังสงสัยและตอบคำถามเพิ่มเติม
- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียนซึ่งควรสรุปได้ว่า
 - จากการทำบทปฏิบัติการที่ 2.1-2.4 เรื่อง โครงสร้างภายในของรากชนิดต่าง ๆ สามารถจัดประเภทชนิดของรากเป็น 2 ประเภท คือ รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับรากพืชใบเลี้ยงคู่ โดยมีความแตกต่าง ดังนี้

รากพืชใบเลี้ยงคู่	รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
1. กลุ่มเซลล์ไซเล็ม เห็นเรียงเป็นแฉกมี 4 แฉก และมีกลุ่มเซลล์ในโฟลเอ็มแทรกอยู่ระหว่างแฉก ทั้ง 4 กลุ่มนั้น	1. ไซเล็มมีจำนวนแฉกมากกว่าพืชใบเลี้ยงคู่ ซึ่งนับได้เกินกว่า 10 แฉก และมีกลุ่มเซลล์ในโฟลเอ็มแทรกอยู่ระหว่างแฉกนั้นเช่นเดียวกัน
2. ชั้นเอนโดเดอริสเห็นไม่ชัดเจน	2. ชั้นเอนโดเดอริสเห็นชัดเจน
3. ใจกลางรากเป็นไซเล็ม	3. ใจกลางรากเป็นพืช

ขั้นที่ 4 ขั้นการขยายความรู้: Elaboration (60 นาที)

- ครูนำต้นถั่วงอกให้นักเรียนสังเกตแล้วครูตั้งคำถามว่า
- รากของถั่วงอกคือบริเวณใด เพราะเหตุใด
 - ครูให้นักเรียน Home group ทำปฏิบัติการเพื่อลงข้อสรุป
 - ครูเปรียบเทียบภาพเนื้อเยื่อจากกล้องจุลทรรศน์กับภาพเนื้อเยื่อที่เห็นในบทเรียน แสดงการตัดตามขวางของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว สรุปได้ว่าภาพที่เห็นสามารถแบ่งรากออกเป็น 3 บริเวณ คือ ชั้นเอพิเดอริสอยู่นอกสุด ถัดเข้ามาเป็นชั้นคอร์เท็กซ์และชั้นในสุดคือ ชั้นสตีล
 - ลักษณะที่สำคัญของราก คือ ไม่มีตา ไม่มีข้อ ส่วนใหญ่เจริญอยู่ในดิน รากบางชนิดเจริญอยู่บนผิวดิน ในการศึกษารากพิเศษของพืชนอกเหนือจากการดูน้ำและลำเลียงน้ำ สารอาหารและอาหารต่อไปยังส่วนต่าง ๆ ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างรากของพืชชนิดอื่น ๆ ที่ทำหน้าที่พิเศษ
 - ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่ารากของพืชมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้นได้หรือไม่อย่างไร”

- (นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ แต่ครูควรช่วยสรุปให้ได้ว่า ในรากใบเลี้ยงคู่ รากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น จะมีการเติบโตทุกฤดูกาลเนื่องจากการสร้างเนื้อเยื่อถาวรเพิ่มเติม)

- ครูถามคำถามต่อไปว่า “นักเรียนทราบหรือไม่ว่า รากพืชสามารถเจริญออกทางด้านข้างได้ด้วยเนื้อเยื่อประเภทใด”

- (แคมเบียม ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อทุติยภูมิ เนื้อเยื่อจะเจริญออกทางด้านข้างให้กำเนิด วาสคิวลาร์แคมเบียมและคอร์กแคมเบียม ทำให้รากเจริญออกทางด้านข้างและมีขนาดใหญ่ขึ้น)

- ครูอธิบายให้นักเรียนฟังเพิ่มเติมเกี่ยวกับหน้าที่สำคัญของรากพืชและหน้าที่พิเศษของรากพืช (หน้าที่สำคัญของรากพืช ได้แก่ ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุเพื่อส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช ยึดลำต้นให้ติดอยู่กับพื้นดิน ส่วนหน้าที่พิเศษของรากพืช ได้แก่ พวงและลำจุนลำต้น นำออกซิเจนจากอากาศไปใช้ในการหายใจ สะสมอาหาร ช่วยขยายพันธุ์ และสังเคราะห์ด้วยแสง)

- นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง ชนิดและหน้าที่ของราก ส่งท้ายชั่วโมง

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล: Evaluation (10 นาที)

- นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก จำนวน 10 ข้อ ระบายบุคคล

- ครูทำการเฉลยแบบทดสอบท้ายบทเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก โดยนำคะแนนสมาชิกในกลุ่มมารวมกัน ให้ถือว่าเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดอันดับ 1 2 3 จะได้รับรางวัล หรือนำผลงานไปติดประกาศที่บอร์ด และควรให้คำชมเชยกลุ่มอื่น ๆ ที่สามารถทำกิจกรรมนี้ได้สำเร็จ

ภาระงานและชิ้นงาน

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างภายในราก

ใบงานที่ 2 เรื่อง ชนิดและหน้าที่ของราก

สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

คลิปการเจริญเติบโตของเมล็ด : <https://www.youtube.com/watch?v=iFCdAgeMGOA>

สมาน แก้วไวยุทธ. (2556). *ชีววิทยา ม.4-6 เล่ม 3 (รายวิชาเพิ่มเติม)*. กรุงเทพฯ: ไอเอ็ดพับลิชซิ่ง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. (2558).

หนังสือแบบเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: สกสค ลาดพร้าว.

Campbell and Reece : *Biology, 9th edition*, Benjamin and Commings, 2011.

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
<p>1. ด้านความรู้ (K)</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปลักษณะของเนื้อเยื่อรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ - นักเรียนสามารถเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - การตอบคำถามของนักเรียนในห้องเรียน - ตรวจใบกิจกรรมกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างภายในราก - ตรวจแบบประเมินสมุดบันทึก 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อคำถาม - ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างภายในราก - แบบประเมินสมุดบันทึก 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนร้อยละ 70 สามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 - ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป
<p>2. ด้านทักษะกระบวนการ (P)</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถเตรียมรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามขวาง เพื่อศึกษาเนื้อเยื่อบริเวณต่าง ๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้ - นักเรียนสามารถระบุชนิดเนื้อเยื่อภายในรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ - นักเรียนเกิดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจแบบประเมินการทดลอง - ตรวจแบบประเมินการทดลอง - ตรวจแบบประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินการทดลอง - แบบประเมินการทดลอง - แบบประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป - ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับดีขึ้นไป
<p>3. ด้านจิตพิสัย (A)</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนมีการทำงานร่วมมือกลุ่ม 	<ul style="list-style-type: none"> - ตรวจแบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มประเมินโดยนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มประเมินโดยนักเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนผ่านเกณฑ์ 6-8 คะแนน หมายถึงการทำงานกลุ่มอยู่ในระดับดี

บันทึกหลังการสอน

นักเรียนเริ่มเข้าใจในเรื่องการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การเรียนรู้แบบมือด้วยเทคนิค jigsaw I ในระหว่างการทำปฏิบัติการผู้เชี่ยวชาญของทุก ๆ กลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความรู้กัน มีปฏิสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อลงข้อสรุปเกี่ยวกับรากพืชที่ตนเองศึกษา ในการทำปฏิบัติการศึกษาโครงสร้างภายในของรากพืช ก่อนข้างใช้เวลาในการลงมือปฏิบัติเนื่องจากผู้เรียนบางคนยังขาดทักษะในการ section ตัวอย่างต้นพืชและทักษะในการใช้กล้องจุลทรรศน์ ครุจึงเตรียมสไลด์ถาวรและแผ่นภาพรากใบเลี้ยงเดียวกับรากใบเลี้ยงคู่ ไว้ให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละกลุ่มทำการเปรียบเทียบ ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป ในแต่ละกลุ่มให้มีการพูดคุยกันมากขึ้น และมีการพูดคุยเกี่ยวกับคำศัพท์วิทยาศาสตร์ (technical term) เพื่อลงรายการโครงสร้างภายในของราก

ครุได้เข้าไปช่วยทุกกลุ่มโดยกระตุ้นด้วยคำถามเพื่อให้ทุกกลุ่มสามารถลงข้อสรุปได้ ทุกกลุ่มมีความตั้งใจในการทำงานเพื่อให้กลุ่มตนเองบรรลุเป้าหมาย มีการอธิบายให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มฟังทุกคน

ครุได้ทำการสุ่มตัวแทนของแต่ละกลุ่มมาอธิบายหน้าชั้นเรียนจำนวน 4 กลุ่ม สิ่งที่สังเกตได้คือเมื่อตัวแทนแต่ละกลุ่มได้ทำการอธิบายหน้าชั้นเรียนเสร็จ สมาชิกในห้องมีการปรบมือเองโดยที่ครุผู้สอนยังไม่ได้บอก

ลงชื่อ นพดล ศิลปชัย
(นาย นพดล ศิลปชัย)
ผู้สอน

กลุ่มที่ หมายเลข

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มประเมินโดยนักเรียน

คำชี้แจง ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย (/) ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมปฏิบัติภายในกลุ่มของนักเรียน

ข้อ	พฤติกรรมที่ปฏิบัติภายในกลุ่ม	ระดับปฏิบัติ				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.	กลุ่มของเรามีการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานของสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม					
2.	กลุ่มของเรามีการตอบคำถามทุกครั้งที่มีการถามคำถาม					
3.	กลุ่มของเรามีการอธิบายหรือเสนอแนวคิดในเรื่องที่สมาชิกภายในกลุ่มรู้และสามารถอธิบายได้					
4.	กลุ่มของเรามีการสรุปข้อความคำพูดสมาชิกทุกคนเพื่อให้แน่ใจและเข้าใจตรงกัน					
5.	งานกลุ่มสามารถสำเร็จได้ ถึงแม้สมาชิกในกลุ่มบางคนจะไม่ทำหน้าที่ของตน					
6.	กลุ่มของเราดำเนินงานตามเป้าหมายของกลุ่ม					
7.	กลุ่มของเรามีการช่วยสมาชิกกลุ่มในการเรียนรู้หรือฝึกปฏิบัติ					
8.	สมาชิกทุกคนในกลุ่มที่ประสบปัญหาในการทำความเข้าใจหรือฝึกปฏิบัติในทุกเรื่อง จะได้รับการช่วยเหลือแนะนำเสมอ					
9.	สมาชิกในกลุ่มมีการค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องจำเป็นต่อการทำงาน					
10.	ผลงานของกลุ่มเกิดจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่ม					

แบบประเมินการทดลอง

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	คะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง					
2. ดำเนินการทดลอง ได้อย่างถูกต้อง เป็นขั้นตอน ไม่สับสน					
3. เตรียมรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ตัดตามขวาง ได้ถูกต้อง					
4. ระบุชนิดเนื้อเยื่อภายในรากพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวได้ถูกต้อง					
5. เก็บอุปกรณ์เครื่องใช้ได้ถูกวิธีหลังจากการทดลอง					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติงานสมบูรณ์ ชัดเจนครบถ้วน	=	5	คะแนน
ปฏิบัติงานสมบูรณ์ ชัดเจน	=	4	คะแนน
ปฏิบัติงานยังมีข้อบกพร่องเล็กน้อย	=	3	คะแนน
ปฏิบัติงานมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	=	2	คะแนน
ปฏิบัติงานมีข้อบกพร่องมาก	=	1	คะแนน

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 25 คะแนน

คะแนน 20-25	หมายถึง ดีมาก
คะแนน 15-19	หมายถึง ดี
คะแนน 10-14	หมายถึง พอใช้
คะแนน 5-9	หมายถึง ปรับปรุง

แบบประเมินการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. มีความสามารถในการรับ-ส่งสารทางวิทยาศาสตร์					
2. มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาทางวิทยาศาสตร์					
3. วิเคราะห์แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

...../...../.....

เกณฑ์การให้คะแนน

ดีมาก = 5 คะแนน

ดี = 4 คะแนน

ปานกลาง = 3 คะแนน

พอใช้ = 2 คะแนน

ปรับปรุง = 1 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน คะแนนเต็ม 15 คะแนน

คะแนน 12-15 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 8-11 หมายถึง ดี

คะแนน 4-7 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1-3 หมายถึง ปรับปรุง

บทปฏิบัติการที่ 2
เรื่อง โครงสร้างภายในของรากชนิดต่าง ๆ





คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างภายในรากโดยกล้องจุลทรรศน์ทำการสังเกตที่กำลังขยาย 4x
10x และ 40x พร้อมบันทึกผล

ผลการศึกษา

ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....รากใบเลี้ยง.....	ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....ราก ใบเลี้ยง.....
ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....รากใบเลี้ยง.....	ตัวอย่าง..... กำลังขยาย.....ราก ใบเลี้ยง.....

ใบงานที่ 2 เรื่อง ชนิดและหน้าที่ของราก

คำสั่ง จงบอกชนิดของราก อธิบายรูปร่างลักษณะ และหน้าที่ของรากต่อไปนี้

ภาพ	ชนิดของราก	ลักษณะรูปร่าง	หน้าที่
			
			
			
			

เฉลยใบงาน เรื่อง ชนิดและหน้าที่ของราก

คำสั่ง จงบอกชนิดของราก อธิบายรูปร่างลักษณะ และหน้าที่ของรากต่อไปนี้

ภาพ	ชนิดของราก	ลักษณะรูปร่าง	หน้าที่
	รากค้ำจุน (Prop root)	เป็นรากที่แตกออกจาก ข้อของลำต้นที่อยู่ใต้ดิน และเหนือดินเล็กน้อย แล้วพุ่งทแยงลงไปดิน	เพื่อช่วยพยุงและค้ำ จุนลำต้น
	รากสะสมอาหาร (Storage root)	เป็นรากที่มีขนาดใหญ่ รูปร่างแตกต่างกันไป ตามชนิดของพืช	สะสมอาหารพวก แป้ง ไขมัน และ โปรตีน
	รากฝอย (Fibrous root)	เป็นรากเส้นเล็ก ๆ มากมายขนาดสม่ำเสมอ ตลอดความยาวของราก	งอกออกจากรอบ ๆ โคนต้นแทนราก แก้วที่ฝ่อไป
	รากหนาม (Root thorn)	เป็นรากที่มีลักษณะเป็น หนามงอกมาจากบริเวณ โคนต้น ตอนงอกใหม่ ๆ เป็นรากปกติแต่ต่อมา เกิดเปลือกแข็งทำให้มี ลักษณะคล้ายหนามแข็ง	เปลือกแข็งทำให้มี ลักษณะคล้ายหนาม แข็งช่วยป้องกัน โคนต้นได้

แบบทดสอบย่อย เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก

ตอนที่ 1 จงพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ว่าถูกต้องหรือผิด

- _____ 1. โครงสร้างของรากบริเวณเซลล์ขยายตามยาว (Zone of elongation) เป็นบริเวณที่ไม่มีมีการแบ่งเซลล์แบบ Mitosis (ถูก)
- _____ 2. ขนราก (Root hair) ทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่รากพืช อยู่บริเวณเซลล์เติบโตเต็มที่ (Zone of maturation) (ถูก)
- _____ 3. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่จำนวนท่อลำเลียงน้ำ (Xylem) มีมากกว่า 5 แฉก (ถูก)
- _____ 4. พืช (Pith) พบเฉพาะรากพืชใบเลี้ยงคู่ (ผิด)
- _____ 5. มันเทศจัดเป็นรากสะสมอาหาร (ถูก)

ตอนที่ 2 จงเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. เนื้อเยื่อพื้น (Ground tissue) ชนิดใดที่พบเฉพาะในโครงสร้างของรากเท่านั้น
- ก. Parenchyma *ข. Endodermis
- ค. Sclerenchyma ง. Collenchyma
2. ลำต้นของพืชได้รับการป้องกันโดยเปลือกไม้ เนื้อเยื่อชั้นใดของรากทำหน้าที่คล้ายเปลือกไม้
- *ก. Epidermis ข. Cortex
- ค. Vascular bundle ง. Pith
3. สารเคมีที่เป็นพิษซึ่งสะสมอยู่ในหัว (ลำต้นหรือราก) ที่อยู่ใต้ดิน จะพบสารเคมีที่เป็นพิษมากที่สุด ในเนื้อเยื่อชนิดใด
- ก. Epidermis ข. Endodermis
- * ก. Parenchyma ง. Sclerenchyma

4. ถ้านำเนื้อเยื่อรากพืชมาตัดตามขวางแล้วย้อมด้วยสีซาฟรานีน บริเวณส่วนใดของพืชติดสีซาฟรานีน เพราะเหตุใด

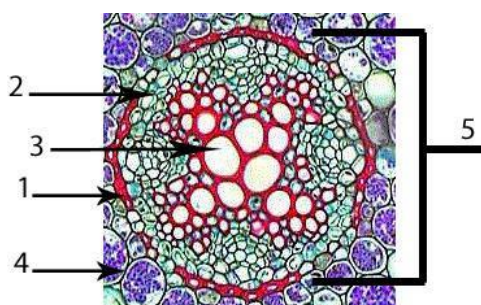
ก. บริเวณของเอพิเดอร์มิส เพราะเป็นเนื้อเยื่อที่มีชีวิต

***ข. บริเวณของไซเล็ม เพราะเป็นเนื้อเยื่อที่ไม่มีชีวิต**

ค. บริเวณของโฟลเอ็ม เพราะเป็นเนื้อเยื่อที่มีชีวิต

ง. บริเวณของพิช เพราะเป็นเนื้อเยื่อที่ไม่มีชีวิต

5. จากภาพที่กำหนดให้ หมายเลข 3 คือ โครงสร้างใด



ก. Parenchyma ข. Collenchyma

***ค. Xylem** ง. Phloem

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ชีววิทยา
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. ข้อใดคือความหมายของเนื้อเยื่อเจริญ
 - *ก. กลุ่มเซลล์ที่มีผนังเซลล์บางสม่ำเสมอ มักมีนิวเคลียสขนาดใหญ่ และสามารถแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้
 - ข. กลุ่มเซลล์ที่มีผนังเซลล์บางสม่ำเสมอ มักมีนิวเคลียสขนาดใหญ่ และสามารถแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้
 - ค. กลุ่มเซลล์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ ไม่มีการแบ่งเซลล์อีกต่อไป โดยมีรูปร่างและหน้าที่เหมือนกัน
 - ง. กลุ่มเซลล์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ ไม่มีการแบ่งเซลล์อีกต่อไป โดยมีรูปร่างและหน้าที่แตกต่างกัน
2. เนื้อเยื่อชนิดใดของพืชทำหน้าที่เทียบได้กับโครงกระดูกของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม
 - ก. Chlorenchyma
 - ข. Endodermis
 - *ค. Sclerenchyma
 - ง. Vascular bundle
3. บ้านของบอยมี 4 ห้องนอน ห้องของบอยมีขนาดเล็กที่สุดเนื่องจากบอยเป็นน้องคนเล็กของพี่น้อง 3 คน ท่านคิดว่าขนาดของห้องของบอยเทียบได้กับเซลล์ใดต่อไปนี้ โดยให้เซลล์ทุกชนิดดังกล่าวเปรียบได้เท่ากับห้องนอนในบ้านของบอย
 - ก. Cork
 - *ข. Fiber
 - ค. Tracheid
 - ง. Collenchyma
4. เมื่อเกิดพายุฝนและลมแรงทำให้ต้นข้าวในนาล้มและเมื่อเวลาผ่านไป 2-3 วันจะพบว่าส่วนยอดต้นข้าวจะมีการเจริญเติบโตตั้งตรงเป็นปกติ เกิดจากการทำงานของเนื้อเยื่อเจริญในข้อใด
 1. เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย
 2. เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ
 3. เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง
 - ก. 1
 - ข. 2
 - *ค. 1,2
 - ง. 1,2,3
5. ข้อใดทำให้ลำต้นพืชมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากขึ้น
 1. เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย
 2. เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ
 3. คอรัลแคมเบียม
 4. วาสคิวลาร์แคมเบียม
 - ก. 1 , 2
 - ข. 1 , 3
 - ค. 2 , 3
 - *ง. 3 , 4
6. เซลล์ในข้อใดทำงานคล้ายเนื้อเยื่อเจริญ (meristem) มากที่สุด
 - ก. Cork
 - ข. Stele
 - *ค. Pericycle
 - ง. Endodermis

7. พิจารณาคุณสมบัติของเนื้อเยื่อพืชต่อไปนี้
- เป็นเนื้อเยื่อที่ไม่มีการแบ่งเซลล์
 - ไม่มี chloroplast
 - Root hair พัฒนามาจากเนื้อเยื่อชนิดนี้
 - พบได้ในทุกๆส่วนของพืช
- เนื้อเยื่อที่มีคุณสมบัติดังกล่าว เป็นเนื้อเยื่อชนิดใด
- ก. Epidermis**
 - ข. Collenchyma
 - ค. Parenchyma
 - ง. Sclerenchyma
8. ข้อใดเป็นรากสะสมอาหาร (Storage root)
- ก. หัวไชเท้า หัวมันเทศ**
 - ข. หัวมันฝรั่ง หัวเผือก
 - ค. แง่งชิง แง่งข่า
 - ง. แง่งขมิ้นขาว หัว
9. รากพริกไทยจัดเป็นรากชนิดใด มีหน้าที่อะไร
- เป็นรากสะสมอาหาร ทำหน้าที่ สะสมอาหารจำพวกแป้ง
 - เป็นรากค้ำจุน ทำหน้าที่ ค้ำจุนลำต้น
 - *ค. เป็นรากเกาะ ทำหน้าที่ พงุลำต้นให้เกาะสูงขึ้นไป**
 - ง. รากหายใจ ทำหน้าที่ ช่วยในการหายใจ
10. หากเปรียบต้นไม้คือคน อวัยวะใดของคนที่ทำหน้าที่คล้ายกับราก
- *ก. ปาก**
 - ข. ตา
 - ค. หู
 - ง. ทวารหนัก
11. ผงชูรสที่นิยมมาใช้ปรุงแต่งในอาหารทำให้อาหารมีรสชาติอร่อย ซึ่งผงชูรสเป็นการแปรรูปมาจากมันสำปะหลัง อยากทราบว่ามันสำปะหลังคือส่วนใดของพืชที่นำมาทำผงชูรส
- *ก. รากสะสมอาหาร**
 - ข. ลำต้นสะสมอาหาร
 - ค. รากสังเคราะห์แสง
 - ง. ลำต้นใต้ดิน ชนิด corm
12. ข้อใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการลำเลียงน้ำของพืช
- ก. Root hair cell
 - ข. Endodermis
 - ค. Vessel
 - *ง. Companion cell**
13. ลำต้นของพืชได้รับการป้องกันโดยเปลือกไม้ เนื้อเยื่อชั้นใดของรากทำหน้าที่คล้ายเปลือกไม้
- *ก. Epidermis**
 - ข. Cortex
 - ค. Vascular bundle
 - ง. Pith

14. สารเคมีที่เป็นพิษซึ่งสะสมอยู่ในหัว (ลำต้นหรือราก) ที่อยู่ใต้ดิน จะพบสารเคมีที่เป็นพิษมากที่สุดใในเนื้อเยื่อชนิดใด

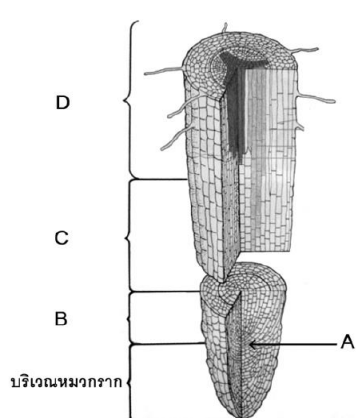
ก. Epidermis

ข. Endodermis

* ค. Parenchyma

ง. Sclerenchyma

15. จากภาพ คือ โครงสร้างของราก บริเวณใดที่มีความเกี่ยวข้องในการดูดน้ำมากที่สุด



ก. A

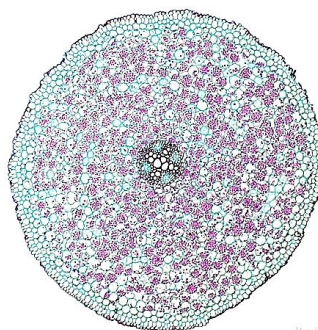
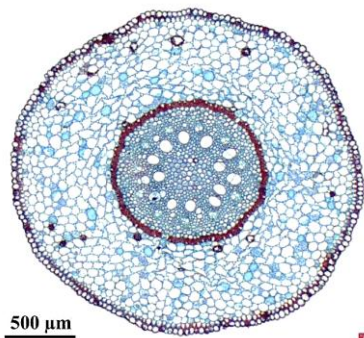
ข. B

ค. C

*ง. D

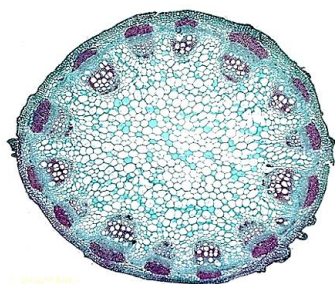
16. ถ้านำเนื้อเยื่อจากรากของต้นข้าวโพดมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบกลุ่มท่อลำเลียงน้ำและท่อลำเลียงอาหารมีลักษณะเป็นอย่างไร

*ก.

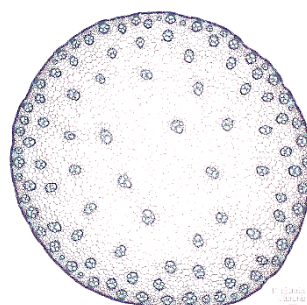


ข.

ค.



ง.



17. บริเวณด้านในของชั้นคอร์เทกซ์ (Cortex) มีเซลล์เรียงตัวเป็นแถบ ๆ มีสารซูเบอร์อินสะสมอยู่ ซึ่งติดสีของสารละลายซาฟรานิน อยากทราบว่าบริเวณดังกล่าวสามารถพบมากในส่วนใดของพืช

ก. รากของข้าวโพด * ข. รากของถั่วเขียว

ค. ลำต้นของข้าวโพด ง. ลำต้นของถั่วเขียว

18. เมื่อนำต้นของพืชชนิด A มาตัดตามขวางแล้วส่องใต้กล้องจุลทรรศน์จะพบบริเวณตรงกลางเป็นบริเวณกว้างประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา ลักษณะดังกล่าวพบที่ส่วนของพืชชนิด A

* ก. รากของข้าวโพด ข. ใบของข้าวโพด

ค. ลำต้นของถั่วเขียว ง. รากของถั่วเขียว

19. พิจารณาคูณสมบัติของโครงสร้างภายในของเนื้อเยื่อพืชต่อไปนี้

A. ท่อลำเลียงน้ำมี 2-4 แฉก

B. ชั้น Endodermis ไม่ชัดเจน

C. มี Vascular cambium

D. มีการเจริญเติบโตขึ้นที่ 2

เนื้อเยื่อที่มีคุณสมบัติดังกล่าว เป็นเนื้อเยื่อชนิดใด

ก. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว * ข. รากพืชใบเลี้ยงคู่

ค. ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ง. ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่

20. “ลักษณะการเรียงตัวของท่อลำเลียงของรากข้าวโพดมีไซเล็ม 4 แฉก” นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ก. ไม่เห็นด้วย เพราะรากข้าวโพดเป็นใบเลี้ยงเดี่ยวต้องมีการเรียงตัวของท่อลำเลียงไซเล็ม 4 แฉก

* ข. ไม่เห็นด้วย เพราะรากข้าวโพดเป็นใบเลี้ยงเดี่ยวต้องมีการเรียงตัวของท่อลำเลียงมากกว่า

ไซเล็ม 5 แฉก

ค. เห็นด้วย เพราะรากข้าวโพดเป็นใบเลี้ยงคู่ต้องมีการเรียงตัวของท่อลำเลียงไซเล็ม 4 แฉก

ง. เห็นด้วย เพราะรากข้าวโพดเป็นใบเลี้ยงคู่ต้องมีการเรียงตัวของท่อลำเลียงไซเล็ม 6 แฉก

21. เราเรียกส่วนของลำต้นที่ประกอบไปด้วย คอร์ก (Cork) คอร์กแคมเบียม (Cork cambium) และ คอร์กพาเรงคิมา (Cork parenchyma) ว่า

* ก. Periderm ข. Epidermis ค. Cortex ง. Xylem

22. เราเรียกส่วนของลำต้นที่ประกอบด้วย กระจังไม้กับแก่นไม้ ว่า

*ก. เนื้อไม้ ข. เปลือกไม้ ค. Epidermis ง. Phloem

23. ขนมันฝรั่งทอดกรอบที่นักเรียนนิยมมารับประทานทำจากส่วนของต้นพืช

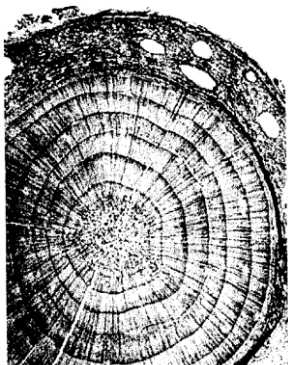
ก. ลำต้นใต้ดินชนิด Rhizome *ข. ลำต้นใต้ดินชนิด Tuber

ค. ลำต้นใต้ดินชนิด Corm ง. ลำต้นใต้ดินชนิด Bulb

24. เนื้อเยื่อในข้อใดพบในเปลือกไม้ กระจังไม้ และแก่นไม้

ข้อ	เปลือกไม้	กระจังไม้	แก่นไม้
ก	Epidermis	Sclerenchyma	Xylem , Phloem
ข	Cork	Phloem	Xylem
ค	Phloem	Xylem	Vascular cambium
*ง	Phloem	Xylem	Xylem

25. ภาพ ลำต้นพืชยืนต้นตัดตามขวาง ศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์



จากข้อมูลต่าง ๆ ในภาพ บอกให้ทราบในเรื่องใดบ้างในแต่ละปี

- A. การเจริญของไซเลม
- B. คุณภาพของเนื้อไม้
- C. พบในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- D. ปริมาณความมกน้อยของน้ำฝน

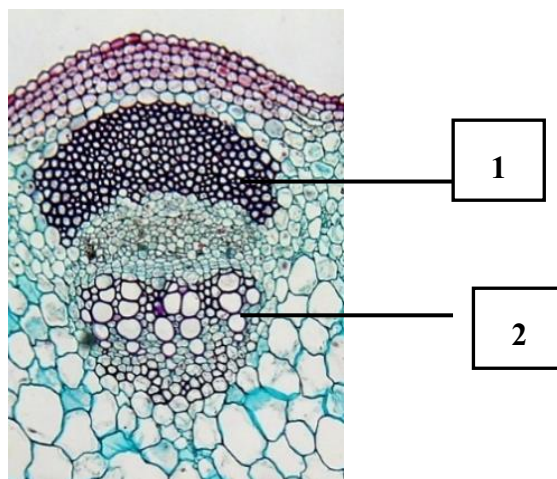
ก. A,C

ข. B,D

ค. A,C,D

*ง. A,B,D

26. จากรูปที่กำหนดให้ เป็นภาพตัดขวาง (X-section) ส่วนใดของพืช และหมายเลข 1 และ 2 คือเนื้อเยื่อใด ทำหน้าที่อะไร



ข้อ	X-section	หมายเลข 1	หมายเลข 2
1	รากใบ เลี้ยงเดี่ยว	Xylem ทำหน้าที่ ลำเลียงน้ำ	Phloem ทำหน้าที่ ลำเลียงอาหาร
*2	ลำต้นใบ เลี้ยงคู่	Phloem ทำหน้าที่ ลำเลียงอาหาร	Xylem ทำหน้าที่ ลำเลียงน้ำ
3	ลำต้นใบ เลี้ยงเดี่ยว	Xylem ทำหน้าที่ ลำเลียงน้ำ	Phloem ทำหน้าที่ ลำเลียงอาหาร
4	รากใบ เลี้ยงคู่	Phloem ทำหน้าที่ ลำเลียงอาหาร	Xylem ทำหน้าที่ ลำเลียงน้ำ

27. ถ้านักเรียนควั่นโคนลำต้นเข็มจนหมดชั้นโฟลเอ็ม และควั่น โคนลำต้นใผ่ให้ลึกและกว้างเท่า ๆ กัน ทิ้งไว้นาน ๆ จะเกิดเหตุการณ์ใด

ก. ตายทั้งสองต้น

*ข. ต้นเข็มตาย ต้นใผ่ไม่ตาย

ค. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งสองต้น

ง. ต้นเข็มไม่เปลี่ยนแปลง ต้นใผ่จะเฉาตาย

28. การเจริญของท่อลำเลียงในลำต้นมีความสัมพันธ์อย่างไรกับท่อลำเลียงในราก

* ก. เจริญมาจาก Primary phloem และ Primary xylem เช่นกันแต่ รากมีการเรียงตัว

แบบ Exarch

ข. เจริญมาจาก Primary phloem และ Primary xylem เช่นกันแต่ รากมีการเรียงตัวแบบ Enarch

ค. เจริญมาจาก Secondary phloem และ Secondary xylem เช่นกันแต่ รากมีการเรียงตัว

แบบ Exarch

ง. เจริญมาจาก Secondary phloem และ Secondary xylem เช่นกันแต่ รากมีการเรียงตัว

แบบ Enarch

29. วงปีของต้นไม้จะมีสีเข้มและอ่อนต่างกันอย่างชัดเจน ปัจจัยใดที่ทำให้วงปีของต้นไม้มีสีไม่เท่ากัน และใบในลำต้นพืชใบเลี้ยงใด

ก. มีอุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างฤดูร้อนกับฤดูหนาว , พบในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

35. “ลักษณะโครงสร้างภายในของใบข้าวโพดส่วนของชั้น Mesophyll มีรูปร่างแตกต่างกัน คือ Palisade mesophyll มักอยู่ด้านบนติดกับ Epidermis และ Spongy mesophyll อยู่ด้านล่าง”
นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

* ก. ไม่เห็นด้วย เพราะ ใบข้าวโพดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่สามารถแบ่งชั้นระหว่าง Palisade mesophyll กับ Spongy mesophyll ได้

ข. ไม่เห็นด้วย เพราะ ใบข้าวโพดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่มีชั้น Mesophyll

ค. เห็นด้วย เพราะ ใบข้าวโพดเป็นพืชใบเลี้ยงคู่สามารถแบ่งชั้นระหว่าง Palisade mesophyll กับ Spongy mesophyll ได้

ง. เห็นด้วย เพราะ ใบข้าวโพดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวสามารถแบ่งชั้นระหว่าง Palisade mesophyll กับ Spongy mesophyll ได้

36. จากภาพคือ ส่วนใดของพืชที่ตัดตามขวาง



ก. ใบของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

*ข. ใบของพืชใบเลี้ยงคู่

ค. ใบของพืชทะเลทราย

ง. ใบของพืชเขตร้อน

37. นักเรียนใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจดูโครงสร้างภายในของพืช บันทึกลักษณะที่เห็นได้ดังนี้

สไลด์ A เนื้อเยื่อผิวพบลักษณะปากใบเป็นแบบจม (sunken stomata) ซึ่งมีลักษณะเซลล์คุมอยู่ต่ำกว่าชั้นเอพิเดอร์มิส

สไลด์ B เนื้อเยื่อชั้นแรกมีปากใบอยู่ด้านบนและด้านล่าง ไม่สามารถแยกชั้นของมิโซฟิลล์ได้จึงอยู่รวมกัน

ก. สไลด์ A เป็นโครงสร้างของใบพืชน้ำ

สไลด์ B เป็นโครงสร้างของใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ข. สไลด์ A เป็นโครงสร้างของใบพืชที่แห้งแล้ง

สไลด์ B เป็นโครงสร้างของใบพืชใบเลี้ยงคู่

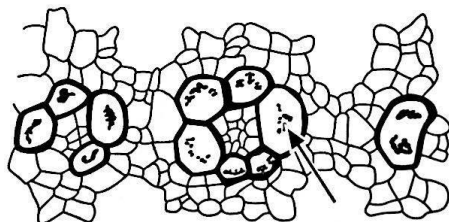
ค. สไลด์ A เป็นโครงสร้างของใบพืชน้ำ

สไลด์ B เป็นโครงสร้างของใบพืชใบเลี้ยงคู่

*ง. สไลด์ A เป็นโครงสร้างของใบพืชแห้งแล้ง

สไลด์ B เป็นโครงสร้างของใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

38. ไดอะแกรมแสดงโครงสร้างภายในของใบพืชที่ตัดส่วนของเอพิดอร์มิส (Epidermis) ออกไป



ใบพืชชนิดนี้เป็นพืชกลุ่มใด ที่ถูกครีที่มีความสำคัญอย่างไร

- ก. พืชอวบน้ำ เซลล์เก็บน้ำ
- ข. พืชน้ำ เซลล์ที่ทำให้ใบลอยน้ำได้
- ค. พืชใบเลี้ยงคู่ เซลล์ป้องกันอันตราย
- * ง. พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เซลล์พารากิมาตังเคราะห์ด้วยแสงได้

39. ข้อใดไม่มีความสัมพันธ์กัน

- ก. มันเทศ-ราก
- ข. หัวแครอท-ราก
- * ค. มือเกาะขององุ่น-ใบ
- ง. หนามกระบองเพชร-ใบ

40. ส่วนที่เป็นจุดคักแมลงของต้นหม้อแก้วหม้อแกงถึงปรับเปลี่ยนมาจากส่วนใดของพืช

- * ก. ใบ
- ข. ผล
- ค. ดอก
- ง. ลำต้น

แบบทดสอบก่อนเรียนวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ด้านการอ่านและการเขียน)

บทความวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรดไทด์ (Red tide)



ปรากฏการณ์เรดไทด์หรือเรียกกันว่า
ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี หรือที่ชาวบ้านเรียกกันว่า
ปรากฏการณ์ซีปลาวาพแต่จริง ๆ แล้วปรากฏการณ์
ดังกล่าวไม่ได้เกิดจากซีปลาวาพแต่อย่างใด

ปรากฏการณ์เรดไทด์เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติจากการเพิ่มจำนวนมากขึ้นอย่าง
ผิดปกติของสาหร่ายเซลล์เดียว เช่น พันธุ์คาเรเนีย เบรวิส (*Karenia brevis*) จึงทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนสี
ไปเป็นสีแดงกับสาหร่ายเซลล์เดียวที่ขึ้นในบริเวณนั้น เช่น สีน้ำตาล สีแดง หรือ สีเหลือง การเกิด
ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้บางครั้งเกิดเป็นวงกว้าง จากเหตุการณ์เหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต
อื่น ๆ ที่อยู่ในท้องทะเล ไม่ว่าจะเป็นสัตว์น้ำ หรือ แม้กระทั่งมนุษย์ เนื่องจากสาหร่ายเหล่านี้เมื่อมี
จำนวนมากขึ้นก็จะทำให้ออกซิเจนในน้ำทะเลนั้นลดลง และสาหร่ายเซลล์เดียวเหล่านี้ก็ได้ปล่อย
สารพิษลงสู่น้ำทะเลรอบข้าง ส่งผลให้สัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นตาย หรืออาจจะมีการพิษ
ตกค้างอยู่ และหากเรารับประทานเข้าไปเราอาจจะได้รับพิษ หรือเกิดการเจ็บป่วยขึ้นได้

ปรากฏการณ์เรดไทด์เกิดขึ้นได้อย่างไรยังไม่สามารถทราบสาเหตุที่แน่ชัดได้ แต่คิดว่า
อาจจะเกิดจากอุณหภูมิของน้ำทะเล ความเค็ม และ ปริมาณสารอาหาร ก็ล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยหลัก
ในการก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรดไทด์ขึ้นได้ มนุษย์ก็เป็นอีกหนึ่งในปัจจัยหลักที่อาจจะก่อให้เกิด
เหตุการณ์ดังกล่าวนี้ได้ก็เพราะบางครั้งผลของทิ้งขยะลงสู่ทะเลโดยไม่ตั้งใจ และเมื่อขยะมีจำนวนมาก
ขึ้นก็จะเป็แหล่งอาหารที่สมบูรณ์ให้กับสาหร่ายเซลล์เดียว ทำให้สาหร่ายเซลล์เดียวนั้นสามารถ
แพร่ขยายประชากรได้มากขึ้นอย่างรวดเร็ว ฉะนั้นหากไม่อยากจะให้เกิดปรากฏการณ์เรดไทด์ เราต้อง
ช่วยกันลดปัญหาขยะในท้องทะเลลง เพื่อให้สัตว์น้ำได้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปลอดภัยตามระบบ
นิเวศ

และจากปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ องค์การสมุทรศาสตร์และบรรยากาศสหรัฐ ฯ หรือ โนอา (National Oceanic and Atmosphere Administration : NOAA) ได้เผยแพร่การวิจัยของ สารพิษจากสาหร่ายในทะเล ขณะเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีหรือเรดไทด์ (Red tide) มีฤทธิ์ ทำลายดีเอ็นเอในเนื้อเยื่อปอดหากสูดหายใจเข้าไป และอาจก่อให้เกิดมะเร็งลุกลามตามมาได้ ศูนย์วิจัยชีวโมเลกุลและอนามัยสิ่งแวดล้อมชายฝั่ง โนอา ได้ศึกษาอันตรายของสารพิษจากเรดไทด์ ในหนูทดลอง ซึ่งเป็นสารพิษประเภทเบรเววิท็อกซิน (Brevetoxin) สร้างจากสาหร่ายชนิดคาเรเนีย เบรวิส พบว่า เบรเววิท็อกซินสามารถทำปฏิกิริยากับดีเอ็นเอในเนื้อเยื่อปอดได้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของ มะเร็งตามมาในภายหลัง และยังอาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในยีนที่ยับยั้งการเกิดมะเร็ง โดยธรรมชาติเมื่อสารพิษเข้าสู่ปอดจะไม่ ออกฤทธิ์ในทันที แต่จะมีกระบวนการที่ไปเปลี่ยนแปลง โครงสร้างทางเคมีของสารพิษดังกล่าว จากที่ไม่แสดงความเป็นพิษให้ออกฤทธิ์ทำลายดีเอ็นเอได้ ทั้งนี้ เรดไทด์หรือน้ำทะเลเปลี่ยนสี เกิดจากการที่สาหร่ายหรือแพลงก์ตอนพืชแพร่พันธุ์เพิ่มจำนวน ขึ้นอย่างรวดเร็ว หรือที่เรียกว่า แอลจีบลูม ทำให้น้ำทะเลบริเวณนั้นมีสีเปลี่ยนไปจากเดิม ที่มา <http://www.nstda.or.th/blog/?p=5515>

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านบทความวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปรากฏการณ์เรดไทด์ (red tide) แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อละ 5 คะแนน)

1. ปรากฏการณ์เรดไทด์ (Red tide) คืออะไร

.....

.....

2. เพราะเหตุใดจึงเกิดปรากฏการณ์เรดไทด์ (Red tide)

.....

.....

3. นักเรียนช่วยยกตัวอย่างผลกระทบของปรากฏการณ์เรดไทด์ (Red tide) มา 3 ข้อ

.....

.....

.....

4. นักเรียนมีวิธีการช่วยลดการเกิดปรากฏการณ์เรดไทด์ (Red tide) ได้อย่างไร

.....

.....

.....

5. จากการทำแบบทดสอบข้างต้น นักเรียนสามารถสรุปสาระสำคัญได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียนวัดทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ (ด้านการอ่านและการเขียน)

บทความวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Plant tissue culture)



การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นความเจริญก้าวหน้าในด้านการเกษตรเกี่ยวกับพืช ที่มีการพัฒนาเทคนิคในการขยายพันธุ์แบบใหม่ ที่ทำให้ได้พืชต้นใหม่ จำนวนมาก อย่างรวดเร็ว ในเวลาอันจำกัด โดยมีคุณภาพดีเหมือนเดิม

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หมายถึง การนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช ไม่ว่าจะเป็นอวัยวะเนื้อเยื่อเซลล์หรือเซลล์ไม่มีผนัง มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์ และอยู่ในสภาพควบคุมอุณหภูมิ แสงและความชื้นเพื่อให้เซลล์พืชที่นำมาเพาะเลี้ยงนั้น ปราศจากเชื้อที่มารบกวน และทำลายการเจริญเติบโตของพืช

พืชที่นิยมนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ นิยมใช้กับพืชที่มีปัญหาในเรื่องของการขยายพันธุ์ หรือพืชที่มีปัญหาเรื่องโรค เช่น จิง กกล้วยไม้ หรือพืชเศรษฐกิจ เช่น กุหลาบ ดาวเรือง ข้าว แครอท คาร์เนชั่น เป็นต้น

ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีวิธีการทำ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมอาหาร คือ การนำธาตุอาหารหลักที่พืชต้องการในการเจริญเติบโต และธาตุอาหารรองมาผสมกับวุ้น ฮอร์โมนพืช วิตามินและน้ำตาล ในอัตราส่วนที่เหมาะสม แล้วนำไปฆ่าเชื้อ ใส่งในขวดอาหารเลี้ยง บางครั้งอาจหยดสีลงไป เพื่อให้สวยงามและสังเกตได้ชัดเจน

ธาตุอาหารที่พืชต้องการ

• ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S)

• ธาตุอาหารรอง ได้แก่ ธาตุอาหารที่จำเป็นน้อย เช่น เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu)

2. การพอกฆ่าเชื้อส่วนเนื้อเยื่อ คือ เป็นวิธีการใช้สารเคมีหรือวิธีการต่าง ๆ ที่ทำให้ชิ้นส่วนของพืชที่นำมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยง ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ

3. การนำเนื้อเยื่อลงขวดเลี้ยง เป็นการนำเอาชิ้นส่วนของพืชที่พอกฆ่าเชื้อแล้ว วางลงบนอาหารเลี้ยงที่ปลอดเชื้อ โดยใช้เครื่องมือและปฏิบัติการในห้องหรือตู้ย้ายเนื้อเยื่อโดยเฉพาะ

4. การนำขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อไปเลี้ยง เป็นการนำเอาขวดอาหารเลี้ยงที่มีชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อไปเลี้ยงไว้บนเครื่องเขย่า เพื่อให้อากาศได้คลุกเคล้าลงไป ในอาหาร ทำให้แร่ธาตุ, ฮอรัโมนและสารอาหารต่างๆ ช่วยกระตุ้นให้เนื้อเยื่อที่นำมาเลี้ยงบนอาหารนั้น เกิดต้นอ่อนของพืชจำนวนมาก

5. การย้ายเนื้อเยื่อออกจากขวด เมื่อกลุ่มของต้นอ่อนเกิดขึ้น ให้แยกต้นอ่อนออกจากกัน เพื่อนำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงใหม่ จนต้นอ่อนแข็งแรงดีแล้ว จึงนำต้นอ่อนที่สมบูรณ์ออกจากขวดปลูกในแปลงเลี้ยงต่อไป

ที่มาของบทความ http://www.trueplookpanya.com/new/cms_detail/knowledge/917-00/

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอ่านบทความวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แล้วตอบคำถามต่อไปนี้ (ข้อละ 5 คะแนน)

1. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หมายถึงอะไร

.....

.....

2. ถ้านักเรียนต้องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช นักเรียนจะนำต้นพืชชนิดใดมาเพาะเลี้ยง เพราะเหตุใด

.....

.....

3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมา 3 ข้อ

.....
.....
.....

4. ถ้าเกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในขณะการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลกระทบ
อย่างไรกับเนื้อเยื่อนำมาเพาะเลี้ยง

.....
.....

5. จากการทำบทรูปร่างต่าง ๆ นักเรียนสามารถสรุปสาระสำคัญได้อย่างไร

.....
.....
.....

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายนพดล ศิลปชัย
วัน เดือน ปีเกิด	12 มิถุนายน พ.ศ. 2535
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 77/124 หมู่ 1 ถนนเศรษฐกิจ ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20000
อีเมลล์	Ajpopbio@outlook.com
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2557	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) มหาวิทยาลัยบูรพา