

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บุญตา สุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ปีการศึกษา 2560

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บุญตา สุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบ ปกติ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจจวน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์พัฒน์ กิตติธวัชวัลย์
ชื่อนักศึกษา	บุญตา สุวรรณ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลาก นักเรียนกลุ่มที่ 1 จำนวน 28 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นร่วมกับเทคนิคการทดลอง นักเรียนกลุ่มที่ 2 จำนวน 26 คน ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.896 และ 4) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.896 สถิติที่ใช้ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันระหว่างการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

Thesis Title	The Study of Learning Achievement and Scientific Attitudes of Grade 11 Students Using 7E Learning Cycle with the Experimental Technique and Traditional Instruction
Thesis Advisors	Dr. Wanwisa Lijuan Asst. Prof. Dr. Kantaphat Kiti-atchawan
Name	Boonta Suwanno
Program	Science Education
Academic Year	2017

ABSTRACT

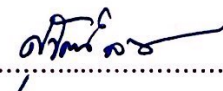
The purposes of this research were to compare: 1) the Grade 11 students' learning achievement before and after using 7E learning cycle with experimental techniques and 2) their learning achievement and scientific attitudes towards 7E learning cycle with experimental techniques and the traditional instruction. The research population consisted of Grade 11 students at the Demonstration School of Thepsatri Rajabhat University in the second semester of the 2016 academic year. The samples were selected using simple random sampling technique. The first experimental group of 28 students learning through 7E learning cycle with experimental techniques and the other group of 26 students using traditional instruction. The instruments used in the study included 1) the lesson plans of 7E learning cycle with experimental techniques, 2) the lesson plans of the traditional instruction, 3) the learning achievement tests with a reliability of 0.896, and 4) the scientific attitude tests with a reliability of 0.896. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation, and One Way Analysis of Covariance.

The research findings were as follows:

1. The students' learning achievement after using 7E learning cycle with experimental techniques was significantly higher than that of before learning at .05 level.
2. The students' learning achievement after using 7E learning cycle with experimental was significantly higher than that of learning with the traditional instruction

at .05 level. However, scientific attitudes were no significantly different between using 7E learning cycle with experimental techniques and the traditional instruction.

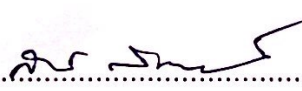
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์ เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการ
เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
เสนอโดย นางสาวบุญตา สุวรรณ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา


..... รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ
วิจัย และนวัตกรรม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ)
วันที่ 22 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2561

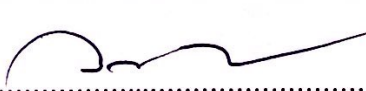
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประชาชาติ)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจจวน)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์พัฒน์ กิตติอัฐวาลย์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชร รมพยอม วิชัยดิษฐ์)


..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
(ดร.วสัน ปูนผล)

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก อาจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจจวัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ปรุชาติ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันตพัฒน์ กิตติธวัชชัย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์พงศ์ธร ลิ้มปัทมบุตร ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในทุกขั้นตอนของการวิจัย จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ และทรงคุณค่ายิ่ง

ขอขอบพระคุณ นางอาริษา ช่วยบุญ นางนิยม ทรัพย์ประเสริฐ นางสาวสายหยุด แก้วสว่าง นางบุญเรือน หาลาก และนางพัชรวิวรรณ หาญสืบศิลป์สุข ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งยังให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะในส่วนที่ต้องปรับปรุงเพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดียิ่งในการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณสมาชิกในครอบครัวและพี่น้องนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องสักการะคุณแด่ บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

บุญตา สุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
หน้าอนุมัติ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
ประกาศคุณูปการ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	8
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	8
ความหมายของวิทยาศาสตร์.....	10
ความสำคัญและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.....	11
การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น	13
เทคนิคการทดลอง.....	20
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการหรือการทดลอง.....	20
ประโยชน์ของการสอนแบบทดลอง.....	23
ข้อจำกัดของการสอนแบบทดลอง.....	23
การจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	24
ความหมายของวิธีสอนแบบปกติ.....	24
ขั้นตอนการสอนแบบปกติ.....	25

	หน้า
บทที่ 2 (ต่อ)	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	26
ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	26
การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	27
เจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	29
ความหมายของเจตคติ.....	29
องค์ประกอบของเจตคติ.....	30
คุณลักษณะที่สำคัญของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	32
การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34
งานวิจัยในประเทศ.....	34
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	39
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	41
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	41
การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	42
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	46
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
ลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	52
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	58
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	58
สมมติฐานในการวิจัย.....	58
วิธีดำเนินการวิจัย.....	58
สรุปผลการวิจัย.....	60

	หน้า
บทที่ 5 (ต่อ)	
อภิปรายผลการวิจัย.....	60
ข้อเสนอแนะ.....	63
บรรณานุกรม.....	64
ภาคผนวก.....	70
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ.....	71
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	73
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	82
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ.....	147
ภาคผนวก จ ผลการใช้เครื่องมือ.....	156
ภาคผนวก ฉ ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง.....	162
ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์.....	164

สารบัญตาราง

		หน้า
ตาราง 1	บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น.....	17
ตาราง 2	แบบแผนการวิจัย.....	41
ตาราง 3	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างของพืช ของนักเรียน ชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง.....	53
ตาราง 4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	54
ตาราง 5	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างของพืชของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	54
ตาราง 6	ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง.....	55
ตาราง 7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	56
ตาราง 8	เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	57
ตาราง 9	ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง.....	148
ตาราง 10	ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.....	149
ตาราง 11	ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	150
ตาราง 12	ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	152
ตาราง 13	ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.....	154

ตาราง 14	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง โครงสร้างของพืช นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ.....	155
ตาราง 15	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการทดลอง (30คะแนน).....	158
ตาราง 16	คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (30 คะแนน).....	159
ตาราง 17	คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน – หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง จำนวน 28 คน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน).....	160
ตาราง 18	คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีสอนแบบปกติ จำนวน 26 คน.....	161

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
ภาพ 2 ภาพแสดงกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง.....	163

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันโลกกำลังก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 จึงต้องมีการเตรียมพัฒนาคนให้มีความเข้มแข็งพร้อมสู่สังคมที่มีคุณภาพ พัฒนาคนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต มุ่งเน้นให้คนเป็นศูนย์กลางของการพัฒนา ซึ่งวิทยาศาสตร์นั้นเป็นความรู้แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพชีวิต และการพัฒนาประเทศไทยคนในชาติจำเป็นต้องได้รับการเรียนรู้ทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศและพัฒนาคุณภาพชีวิต ไปสู่การกินดีอยู่ดีของประชากร (กรมวิชาการ, 2544) รวมถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เราพบมักอยู่ในรูปของข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ทฤษฎี ข้อสรุป สมมติฐาน และความคิดรวบยอดหรือมโนคติและเป็นที่ยอมรับกันว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีมากมาย ซึ่งเกิดจากความช่างสงสัย ความช่างสังเกต และความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์เรานั้นเอง ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วยความรู้ กระบวนการแสวงหาความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับธรรมชาติต้องจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่เน้นแต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียวเราควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ควบคู่กันไป อันจะเป็นการปลูกฝังให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการคิดและการลงมือปฏิบัติ ซึ่งทำให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน สิ่งที่สำคัญอีกอย่างที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพก็คือ การส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน คือ การส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้น เป็นเสมือนตัวกำกับความคิด การกระทำการตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ มี 2 ลักษณะ คือ เจตคติที่เกิดจากการใช้ความรู้ เจตคติที่เกิดจากความรู้สึกและที่สำคัญคุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีคุณลักษณะดังนี้ 1) มีเหตุผล 2) มีความอยากรู้อยากเห็น 3) มีใจกว้าง 4) มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง 5) มีความเพียรพยายาม 6) มีความละเอียดรอบคอบ (บ้านจอมยุทธ, 2543)

ในการจัดการศึกษาปัจจุบันได้มีรูปแบบวิธีการจัดการศึกษาที่หลากหลายตามความเหมาะสมและธรรมชาติของเนื้อหาวิชาที่แตกต่างกันไป โดยเฉพาะเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สาขาวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างของพืช ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นวิชาที่มีเนื้อหาการเรียนค่อนข้างมากและมีความซับซ้อนของเนื้อหาอย่างหลากหลายส่งผลให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและใช้เวลาค่อนข้างนาน จนทำให้การทดสอบ

ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนแต่ละครั้งของรายวิชาชีววิทยาผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำ ต้องใช้กระบวนการซ่อมเสริมในหลายๆ ครั้ง จากสภาพปัญหาดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงต้องหาวิธีที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของวิชาชีววิทยาเกี่ยวกับเรื่องโครงสร้างของพืชให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีนั้นส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งวิธีสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอน ที่ครูมีบทบาทน้อยลง แต่จะเพิ่มบทบาทให้นักเรียนในการจัดกิจกรรมต่างๆ มากขึ้นสำหรับการสอนโดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง จะช่วยให้การสอบบรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษา นอกเหนือจากการได้รับแต่เนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่เนื่องจากความเป็นจริงที่ว่า ไม่มีรูปแบบการสอนใดที่ดีที่สุดแต่เพียงอย่างเดียวที่ครูจะนำมาสอนให้บรรลุทุกจุดประสงค์ และ ในทุกสถานการณ์ได้ (วาริ ถิระจิตร, 2545) นอกจากนี้วิธีสอน และเทคนิคการสอนต่างๆ ก็เป็นปัจจัยหลักที่จะช่วยส่งเสริมรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจอยากที่จะเรียนรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาต่างๆ ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้ (Constructivism) เป็นรูปแบบการสอนสืบเสาะที่เน้นให้นักเรียนใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นพบความรู้ได้ประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการถ่ายโอนการเรียนรู้ จากความรู้เดิมเรียนรู้สู่ความรู้ในเนื้อหาใหม่ ดังนั้นครูต้องตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อน นักเรียนจึงจะสร้างความรู้ใหม่จากพื้นความรู้เดิมที่นักเรียนมี ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (engagement phase) 3) ขั้นสำรวจ และค้นหา (exploration phase) 4) ขั้นอธิบาย (explanation phase) 5) ขั้นขยายความรู้ (elaboration phase) 6) ขั้นประเมินผล (evaluation phase) 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (extension phase) (ประสาธน์ เณียงเฉลิม, 2550) นอกจากนี้เทคนิคการสอนที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของวิชาชีววิทยาเรื่อง โครงสร้างของพืช ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นคือ เทคนิคการทดลองหรือวิธีสอนแบบทดลอง เป็นการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบายเป็นนามธรรม นักเรียนจะค้นหาข้อสรุปจากการทดลองนั้นด้วยตนเอง การเรียนการสอนแบบทดลองจะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอาจทดลองเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและความเหมาะสม (สุรางคณา จันทน์เรือง, 2558)

จากสภาพปัญหาและทฤษฎีดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยได้ดำเนินการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ความสำคัญของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ทำให้ทราบว่า

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
2. มีแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีการกำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ปีการศึกษา 2559 จำนวน 80 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 54 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling)

- นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 28 คน เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

- นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 26 คน เป็นกลุ่มควบคุม
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

- รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิค
การทดลอง

- รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2.2 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ สารที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต
มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของ
ระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่
เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิตต่อไป

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยดำเนินการ
สอนห้องกลุ่มทดลอง เป็นเวลา 15 คาบ และ ห้องกลุ่มควบคุม เป็นเวลา 15 คาบ รวมเวลาสอน
ทั้งหมดจำนวน 30 คาบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอน
แบบสืบเสาะที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค
การรู้คิด โดยแต่ละขั้นแสดงความสามารถของการคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถประเมินความ
เข้าใจของตน 7 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase) 2) ขั้นสร้างความสนใจ
(engagement phase) 3) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration phase) 4) ขั้นอธิบาย
(explanation phase) 5) ขั้นขยายความรู้ (elaboration phase) 6) ขั้นประเมินผล (evaluation
phase) 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (extension phase) โดยดำเนินการสอนร่วมกับเทคนิคการ
ทดลอง หรือ วิธีสอนแบบทดลอง ที่หมายถึง วิธีสอนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

นักเรียนจะเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้คอยควบคุมการทดลองวิธีสอนแบบนี้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสอนออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นเตรียมขั้นทดลอง ขั้นเสนอผลการทดลอง ขั้นอภิปรายสรุป ขั้นประเมินผล

2. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครูที่ผู้เรียนเรียนรู้ ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ได้เตรียมการสอนไว้ และปรากฏอยู่ในเอกสารการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งใช้วิธีการสอนแบบบรรยายประกอบสื่ออื่นๆ มีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอื่นๆ ตามความเหมาะสม มีขั้นตอนกระบวนการที่ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน ซึ่งจะปรากฏอยู่ในแผนการสอน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียน วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต เรื่อง โครงสร้างของพืช ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีตัวเลือก 4 ตัวเลือก โดยวัดพฤติกรรม ด้านสติปัญญา 4 ด้าน ดังนี้

3.1 ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงเรื่องราวที่เคยเรียนมาแล้วซึ่งเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการและทฤษฎี

3.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การจำแนก การขยายใจความ และแปลความหมายของความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการ แนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการค้นคว้าหาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ผ่านการปฏิบัติฝึกฝนอย่างเป็นระบบ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่วในกิจกรรมต่างๆ การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สอดคล้องกับเนื้อหา คือ การสังเกต การจำแนกประเภท การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิด การกระทำ ความรู้สึกนึกคิด ความคิดเห็น ความศรัทธาของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และการตัดสินใจในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากประสบการณ์ การเรียนรู้เป็นตัวกำหนดให้บุคคลนั้นแสดงพฤติกรรมออกมาในเชิงบวกหรือเชิงลบต่อสิ่งนั้นทางใดทางหนึ่งซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังต่อไปนี้

4.1 ความมุ่งมั่นตั้งใจ ใส่ใจ ในการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง คุณลักษณะที่มีความกระตือรือร้น ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ที่จะนำมาสนับสนุนความรู้เดิม เพื่อแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.2 ความซื่อสัตย์ ในการทำงาน รายงานสิ่งที่สังเกตเห็นตามความเป็นจริง บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง ด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้ ภายหลัง เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

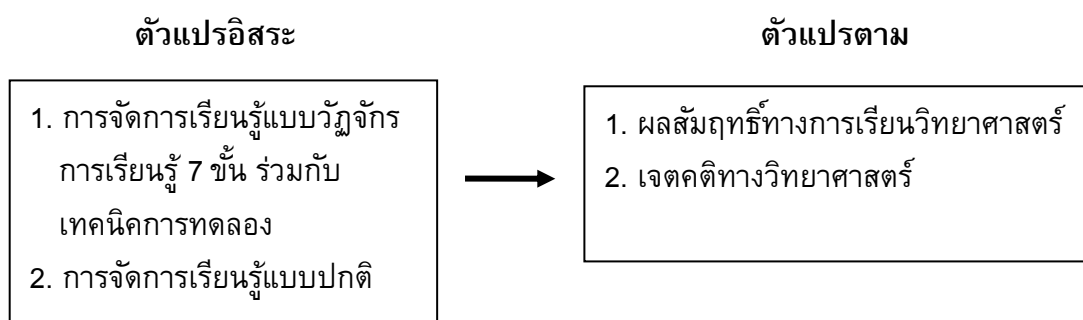
4.3 ความมีระเบียบรอบคอบ มีการวางแผนในขั้นตอนต่างๆ ของการปฏิบัติงาน การบันทึกข้อมูลและการแปลผลข้อมูล นำวิธีที่หลากหลายและเป็นวิธีที่เป็นที่ยอมรับ มาจัดกระทำต่อทุกขั้นตอน มีการวิเคราะห์ไตร่ตรอง จุดดี จุดด้อยของวิธีที่นำมาใช้ ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย และมีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจทุกครั้ง

4.4 ความใจกว้าง เป็นผู้มีความใจยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นที่มีความเห็นแตกต่างไปจากตนเอง ยินดีและยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย ยินดีและยอมรับความเปลี่ยนแปลงเมื่อเหตุผลที่ได้รับการเสนอใหม่ดีกว่าเก่าและนำไปสู่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์กว่า

4.5 ความมีเหตุผล ยอมรับในคำตอบหรือคำอธิบายที่ได้จากการศึกษาอย่างเป็นระบบและขั้นตอน มีข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ หาความสัมพันธ์ของเหตุผลและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่างๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐานหรือข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบาย มีหลักฐานอย่างเพียงพอก่อนที่จะสรุปเสมอ เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลและยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างของพืช ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
3. เทคนิคการทดลอง
4. การจัดการเรียนรู้แบบปกติ
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า 1-4) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่สถานศึกษาต้องใช้เป็นหลักการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างพื้นฐานการคิด วิเคราะห์ และเป็นกลยุทธิ์ในการแก้ปัญหาและวิกฤตของชาติ นอกจากนี้ยังได้กำหนดสาระการเรียนรู้และมาตรฐานแกนกลางเป็นเกณฑ์การกำหนดคุณภาพของผู้เรียน 8 สาระการเรียนรู้ และ 13 มาตรฐาน เมื่อจบการศึกษาซึ่งกำหนดไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็นสำหรับเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตที่มีคุณภาพ มีรายละเอียดดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กันมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการ และความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ ที่มีผล กระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และ สัตว์ของโลกร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสารมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8. 1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

จากมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้มีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละช่วงชั้นต่างกันไป เมื่อพิจารณาถึงหลักสูตรและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ พบว่า ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งที่ควรปลูกฝังให้กับผู้เรียนนั้นไม่ใช่ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา วิชาวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ควรปลูกฝังให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปด้วย และ เกิดความสนุกสนานควบคู่กับการได้รับความรู้วิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรม มีกระบวนการคิดตามระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์จะทำให้เรียนวิทยาศาสตร์อย่างถูกวิธีสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ ปรับตัวให้อยู่ในสังคมได้ดี ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ทั้งต่อตนเองและสังคมต่อไป

2. ความหมายของวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540, หน้า 2) วิทยาศาสตร์ หมายถึง วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

สุนันท์ บุราณมัย, และคนอื่นๆ (2542, หน้า 2-3) วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่พิสูจน์ได้ว่าถูกต้อง เป็นความจริง ซึ่งความรู้ดังกล่าวได้มาจากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือจากการทดลองโดยเริ่มต้นจากการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลองอย่างมีแบบแผน แล้วจึงสรุปเป็นทฤษฎีหรือกฎขึ้น แล้วนำทฤษฎีหรือกฎที่ได้ไปใช้ศึกษาหาความรู้ต่อไปเรื่อยๆ

สุกัญญา กตัญญู (2542, หน้า 27) วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความจริงทั้งหลาย ที่มีลักษณะ 3 ประการ คือ ประการแรกเป็นวิธีการในการรวบรวมความรู้ที่เป็นระบบ ประการที่ 2 เป็นตัวความรู้ที่รวบรวมไว้ด้วยกระบวนการระบบและ ประการสุดท้ายเป็นลักษณะความพอใจ และเจตคติของบุคคลใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการรวบรวมความรู้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2542, หน้า 1075) วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ได้โดยการสังเกต และค้นคว้าจากปรากฏการณ์ธรรมชาติแล้วจัดเข้าเป็นระเบียบวิชาที่ค้นคว้าได้หลักฐานและเหตุผลแล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ

ยุพา วีระไวทยะ (2544, หน้า 45) วิทยาศาสตร์ หมายถึง เป็นวิถีทางไปสู่ความรู้ทางหนึ่ง วิธีหรือหนทาง หมายถึง การกระทำตามแนวความคิดหรือกรอบความคิดซึ่งเป็นแบบอย่างของพฤติกรรมอย่างหนึ่งของคนเรา หนทางนี้ต้องใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการสืบเสาะค้นหา หลักฐาน ด้วยวิธีการดังกล่าว

จากการศึกษาความหมายวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ว่าถูกต้องและเป็นความจริง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ แล้วจัดความรู้ นั้นเข้าเป็นระเบียบและเป็นหมวดหมู่

3. ความสำคัญและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, หน้า1) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อจะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์และมีคุณธรรมการที่นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ นั้นทำให้นักวิทยาศาสตร์พัฒนากระบวนการต่างๆ มาใช้แสวงหาความรู้ ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปแต่ก็มีลักษณะร่วมกันที่สามารถจัดเป็นขั้นตอนได้ โดยมีผู้ให้ความหมายและขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2535, หน้า 68) กล่าวว่า ในปัจจุบันประเทศไทยกำลังอยู่ในระยะการเปลี่ยนแปลงจากการเกษตรเข้าสู่ อุตสาหกรรมรัฐบาลกำหนดเป้าหมายทางการศึกษาไว้

ชัดเจน เพื่อให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี กล่าวได้ว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญยิ่ง ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาชีวิต

การดำเนินชีวิตของแต่ละคนย่อมเผชิญปัญหามากมายแตกต่างกัน ที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ เราต้องเตรียมตัวให้พร้อม เพื่อเข้าใจปัญหา รู้สาเหตุของปัญหา และวิธีการหลีกเลี่ยงปัญหานั้นให้ได้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรช่วยให้เราสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) วิทยาศาสตร์ช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิต

วิทยาศาสตร์เป็นรากฐานของสังคม ช่วยให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจ มีข้อมูล เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้เราสามารถปรับตัวให้ทันสมัยต่อสภาพสังคม ที่เปลี่ยนแปลงไปและยังช่วยปรับปรุงคุณภาพชีวิตด้วย

3) วิทยาศาสตร์สร้างรากฐานที่มั่นคงให้อุตสาหกรรม

วิทยาศาสตร์เป็นรากฐานที่มั่นคงในการพัฒนาอุตสาหกรรม ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องผลิตนักวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาค้นคว้าและพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ประเทศสามารถพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีได้เอง โดยไม่ต้องพึ่งพาอาศัยประเทศอื่นหรือผู้ดำเนินการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรม

4) วิทยาศาสตร์เป็นผู้ผลิตบุคลากรให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคม

วิทยาศาสตร์มีบทบาทในการผลิตกำลังคนในระดับปฏิบัติการ หรือผู้ดำเนินการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรม

นันทิยา บุญเคลือบ (2542, หน้า 44) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการทำงานด้วยงานหลายๆ ด้าน ต้องการทักษะทันสมัย ต้องการคนที่มีความสนใจในการเรียนรู้ เหตุผล คิดสร้างสรรค์ ตัดสินใจและแก้ปัญหาต่างๆ ได้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความจำเป็นต่อการพัฒนาทักษะดังกล่าวนี้

เติมศักดิ์ เศรษฐวัชรานิช (2539, หน้า 61) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ หลายด้านด้วยกันคือ การพัฒนาอุตสาหกรรม การพัฒนาเกษตรกรรม การพัฒนาชนบท และการป้องกันประเทศ

พวงทอง มีมั่งคั่ง (2537, หน้า 61) กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่าวิธีการแห่งปัญญา แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน

- 1) ขั้นตอนกำหนดปัญหา
- 2) ขั้นตอนตั้งสมมติฐาน
- 3) ขั้นรวบรวมข้อมูล
- 4) ขั้นลงข้อสรุป

ภพ เลหาไฟบูลย์ (2537, หน้า 56-72) กล่าวว่า ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นระบุปัญหา
- 2) ขั้นตั้งสมมติฐาน
- 3) ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตหรือการทดลอง
- 4) ขั้นสรุปผลการสังเกตหรือการทดลอง

กรมวิชาการ (2540, หน้า 27) กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขั้นตอนการดำเนินการด้านการใช้ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อแสวงหาแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเสนอความคิดในการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นตั้งปัญหาหรือกำหนดขอบเขตของปัญหา
- 2) ขั้นตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา
- 3) ขั้นทดลองและรวบรวมข้อมูล
- 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล
- 5) ขั้นสรุป

จากการศึกษากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทต่อการพัฒนาประเทศในด้านต่างๆ หลายด้าน นักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือมีปัญหาคำถามที่กระตุ้นให้หาคำตอบซึ่งมักเริ่มต้นด้วยการวิธีการสังเกต การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน แล้วทำการเก็บข้อมูล การทดลอง และ นำผลการทดลองมาประกอบกับประสบการณ์เดิมทำให้เกิดเป็นความรู้ความเข้าใจต่อปัญหานั้นๆ

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

นันทา มีฤทธิ์ (2552, หน้า 17) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผู้เรียนร่วมกันและประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเองในระยะแรก ได้พัฒนามาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจต มีวัฏจักรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (exploration หรือconcept exploration) นักเรียนได้รับประสบการณ์ ที่เกี่ยวกับรูปธรรม เช่น วัตถุหรือเหตุการณ์ ที่กล่าวว่าการนำทฤษฎีการพัฒนาสติปัญญาการเรียนรู้ของ Piaget มาใช้คือ การทำให้นักเรียนขาดสมดุลก่อนเพื่อนำเข้าสมดุลใหม่อีกครั้งหนึ่ง ส่วนประสบการณ์ที่กล่าวถึงควรมีคุณสมบัติในการกระตุ้นให้เกิดโมทัศน์หรือภาระงานที่ท้าทายมีลักษณะปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนใช้วิธีแก้ไขที่หลากหลาย เช่น การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนครูมีบทบาทในการช่วยเหลือ โดยการแนะนำหรือตอบคำถาม

ของนักเรียนเท่าที่จำเป็น เพื่อให้ นักเรียนเกิดความคิดที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่จะเรียน ได้แก่ การแนะนำโมณฑน์ใหม่หรือคำศัพท์ใหม่ เป็นต้น

2. ขั้นสร้างมณฑน์ (ention) ซึ่งบาร์แมน (Barman) ระบุว่า เริ่มจากการเสนอ มณฑน์ หลักการใหม่หรือคำอธิบายเสริม เพื่อช่วยให้นักเรียนประยุกต์รูปแบบการใช้เหตุผลใน ประสบการณ์ของเขาแต่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเอง คือ ครูและนักเรียนช่วยกัน นิยามมณฑน์โดยอาจใช้สื่อการเรียนการสอนช่วยก็ได้

3. ขั้นนำมณฑน์ไปใช้ (discovery หรือ concept application) เป็นระยะ ที่นักเรียนนำความรู้มณฑน์หรือทักษะไปใช้ในสถานการณ์อื่น

นันทา มิฤทธิ์ (2552, หน้า 20) ได้แบ่งขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำ บทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรม ที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2. ขั้นสำรวจ (exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มี มาจัด ความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังเรียนให้เข้าหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนิน ไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือเริ่มต้นในกรณีที่นักเรียน ไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. ขั้นอธิบาย (explanation) ขั้นตอนนี้ กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการ นำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลัง ศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจจะประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่าน และนำข้อมูล มาอภิปราย

4. ขั้นขยายความรู้ (expansion) ขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือ ข้อมูล จากขั้นที่ 2 และ 3 มาใช้กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายกลุ่มของตนเอง เพื่อลง ข้อสรุปให้เห็นถึงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ต่างๆ ที่เกิดขึ้น จะช่วยให้นักเรียนได้ปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่สอดคล้องหรือ คลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. ขั้นประเมินผล (evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิด โอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผล ด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อย เพียงใดรวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษา ต่อไปทั้งนี้ภาพรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

ประสาธ เนืองเฉลิม (2550, หน้า 25-30) ได้กล่าวว่า การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ได้มีการเพิ่มเป็น 7 ขั้น ประกอบด้วย ขั้น 1) ขั้นตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมิน 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ ธรรมชาติของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เน้นกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยที่นักเรียนค้นพบความรู้ และตอบสนองต่อสถานการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง มีเนื้อหาสาระ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase)

ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในการชีวิตประจำวัน และเด็กสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูได้ทราบว่าเด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้กับนักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement phase)

ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดจากความสนใจของนักเรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกันกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมา ก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำมาสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (exploration phase)

เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสังเกตหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบปัญหาและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (explanation phase)

เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผลสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใด ก็สามารู้ และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (elaboration phase)

ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้เชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมเพื่ออภิปรายครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (evaluation phase)

ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้างอย่างไรและมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและประยุกต์ใช้เรื่องอื่นๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (extention phase)

ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้นำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้รูปแบบการจัดการการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปปรับประยุกต์ให้เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่จะทำให้ให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตนเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัดและ

ความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุสู่จุดหมายการเรียนรู้ การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังตาราง 1

ตาราง 1 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม (elicit)	- ตั้งคำถามกำหนดประเด็นปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้	- ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน
2. สร้างความสนใจ (engage)	- สร้างความสนใจ กระตุ้นให้ร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ให้นักเรียนสนใจ - ตั้งคำถามที่ยังไม่ชัดเจนนักมาคิดและอภิปรายร่วมกัน	- ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ กระจายอย่างกว้างคำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็นสถานการณ์ที่น่าสนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการทราบ
3. สำรวจค้นหา (explore)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - ชักถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน - ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแก่นักเรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะ	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ - ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกกับคนอื่น ๆ - บันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. สำรวจค้นหา (explore) (ต่อ)	แนวทางนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน	- ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือได้ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบ - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
4. ชี้อธิบาย (explain)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดง ความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดตามความเข้าใจของตัวเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ให้นักเรียนอธิบายคำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานการอธิบายความคิดรวบยอด	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์วิจารณ์ประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่นได้อธิบาย - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมา - ให้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย
5. ขยายความรู้ (elaborate)	- ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้ขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการที่เรียนรู้อะไรไปปรับ	- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตามความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกการสังเกตและข้ออธิบาย

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขยายความรู้ (elaborate) (ต่อ)	ใช้ตามบริบท - เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลาย - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามเกี่ยวกับ สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้	- ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการ อธิบายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ
6. ประเมินผล (evaluate)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปปรับใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเอง เกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยาน หลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับได้
7. นำความรู้ไปใช้(extend)	- กระตุ้นให้นักเรียนตั้งข้อคำถาม ประเด็น ที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไป ปรับใช้ - แนะนำแนวทางในการนำความรู้เดิมไป สร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การ แก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ใน ชีวิตประจำวัน

จากการศึกษารูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ ครูเป็นผู้ทำหน้าที่คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างระหว่างบุคคล อันจะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุสู่จุดมุ่งหมายการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

เทคนิคการทดลอง

สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 48) เทคนิคการทดลอง หรือ การจัดการเรียนรู้แบบทดลอง (laboratory method) คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าหาความรู้และทำการทดลองด้วยตนเอง เพื่อทำการพิสูจน์หลักการ ทฤษฎีข้อเท็จจริงต่างๆ โดยกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐานในการทดลอง ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์จำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลองภายใต้การแนะนำ ดูแล ให้คำปรึกษาและช่วยเหลืออย่างใกล้ชิดจากผู้สอน

เรวดี กระโหมวงค์ (2556) การจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการหรือการทดลอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือทำการทดลองค้นหาความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดประสบการณ์ตรง วิธีสอนแบบปฏิบัติการหรือการทดลองแตกต่างจากวิธีสอนแบบสาธิต คือ วิธีสอนวิธีสอนแบบปฏิบัติการหรือการทดลองผู้เรียนเป็นผู้ กระทำเพื่อพิสูจน์หรือค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ส่วนวิธีสอนแบบสาธิตนั้นครูหรือนักเรียนเป็นผู้สาธิตให้เห็นกระบวนการและผลที่ได้รับจากการสาธิต เมื่อจบการสาธิตแล้วผู้เรียนต้องทำตามกระบวนการสาธิตนั้น

วราภรณ์ แดงปุ่น (2558) กล่าวถึง วิธีสอนแบบทดลอง หมายถึง วิธีสอนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าวิธีการทดลองเพื่อพิสูจน์หลักการทฤษฎีที่ผู้อื่นได้ค้นพบไว้ วิธีสอนแบบนี้มักใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น ทดลองการเกิดเงา ทดลองการเพาะพืชด้วยเมล็ด เป็นต้น

1. ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบปฏิบัติการหรือการทดลอง

สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ (2547, หน้า 50-53) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบทดลองมีขั้นตอนสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียม

1.1 กำหนดจุดประสงค์

ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตร คู่มือครูหรือแผนการสอน แล้วตั้งจุดประสงค์การสอนให้ชัดเจนว่า ต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมแต่ละด้านอย่างไรบ้าง

1.2 วางแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และเตรียมกำหนดกิจกรรมไว้ล่วงหน้าว่าจะนำเข้าสู่บทเรียนอย่างไร มีขั้นตอนการทดลองอย่างไรสรุปผลการทดลองด้วยวิธีใด

1.3 จัดเตรียมวัสดุและเครื่องมือ

เป็นขั้นตอนการจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งแบบบันทึกผลการทดลองและแบบประเมินผล ผู้สอนต้องเตรียมความพร้อมให้เพียงพอกับจำนวนผู้เรียน

1.4 ตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ผู้สอนควรทดลองใช้เครื่องมือด้วยตนเองก่อนสอน เพื่อให้เห็นปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ล่วงหน้าและเพื่อประโยชน์ในการแนะนำให้ผู้เรียนใช้ความระมัดระวังในขณะทดลอง

1.5 เตรียมผู้เรียน

ผู้สอนต้องกำหนดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสมไม่ควรเป็นกลุ่มใหญ่มากเกินไป ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้และทดลองอย่างทั่วถึง การแบ่งกลุ่มผู้เรียนจะต้องสอดคล้องกับจำนวนวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่

2. ขั้นตอนทดลอง

2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เป็นขั้นสร้างความสนใจ ผู้สอนควรแจ้งจุดประสงค์การทดลอง ขั้นตอนวิธีการทดลอง แนะนำการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ให้ผู้เรียนได้ทราบบทบาทของตน และให้ศึกษาคู่มือปฏิบัติการก่อนการลงมือทดลอง แล้วร่วมกันกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง

2.2 ขั้นทดลอง

ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการทดลอง โดยผู้สอนคอยดูแลให้คำแนะนำช่วยเหลือ ให้การทดลองเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ถ้าเป็นการทดลองที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้สอนต้องควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิดผู้เรียนจะเรียนวิธีนี้ได้ผลดีถ้ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น

3. ขั้นเสนอผลการทดลอง

ผู้เรียนนำเสนอผลการทดลอง และ รายละเอียดประกอบโครงการทดลอง การเตรียมการ วิธีการทดลอง และผลที่ได้จากการทดลอง

4. ขั้นอภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง

ขั้นนี้จะสรุปผลและอภิปรายผล แต่ละกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ตนได้รับระหว่างกลุ่มด้วย ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ ให้ความคิดเห็นเพิ่มเติมในประเด็นที่สำคัญและสรุปหลักการ ความคิดรวบยอดที่ได้จากการทดลอง

5. ขั้นประเมินผล

ขั้นนี้ผู้สอนและผู้เรียนควรร่วมกันประเมินผลด้านต่าง ๆ และแจ้งให้ผู้เรียนทราบเพื่อการปรับปรุงแก้ไขในการทดลองที่จะมีขึ้นในครั้งต่อไป เช่น ประเมินด้านการใช้เครื่องมือ ความละเอียดรอบคอบในการทดลอง การจดบันทึกผลการทดลองการรายงานผลและความร่วมมือกันในกลุ่ม เป็นต้น

สุรางคณา จันทน์เรือง (2558) ได้รวบรวมวิธีการสอนแบบทดลองไว้ดังนี้ วิธีการสอนแบบทดลองเป็นการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง เป็นการนำรูปธรรมมาอธิบายเป็นนามธรรม นักเรียนจะค้นหาข้อสรุปจากการทดลองนั้นด้วยตนเอง การเรียนการสอนแบบทดลองจะยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอาจทดลองเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ขึ้นอยู่กับเนื้อหาและความเหมาะสมได้วางแผนการสอนแบบทดลองออกเป็น 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเตรียมการทดลอง

1.1 กำหนดจุดประสงค์ ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หรือ แผนการสอนแล้ว กำหนดจุดประสงค์การสอนให้ชัดเจนว่า ต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมแต่ละด้านอย่างไรบ้าง จากการเรียนด้วยการลงมือทดลองปฏิบัติ

1.2 วางแผนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องลำดับขั้นตอนการสอน และเตรียมกำหนดกิจกรรมไว้ล่วงหน้าว่าจะนำเข้าสู่บทเรียนอย่างไรให้ผู้เรียนได้ทดลองตามลำดับขั้นอย่างไรบ้าง สรุปผลการทดลองและเสนอผลตอนใด อย่างไร หรือโดยวิธีใด เป็นต้น

1.3 จัดเตรียมวัสดุและเครื่องมือ ตลอดจนแบบบันทึกผลการทดลอง และแบบประเมินผล ผู้สอนต้องเตรียมไว้ให้พร้อมให้มีจำนวนมากพอเพียงกับจำนวนนักเรียนและอยู่ในสภาพที่ใช้การได้

1.4 ตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของเครื่องมือ วัสดุที่ใช้ ผู้สอนควรได้ทดลองใช้เครื่องมือก่อนสอน เพื่อให้เห็นปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นล่วงหน้า และเพื่อเป็นประโยชน์ในการแนะนำ ตักเตือน ผู้เรียนในขณะทดลอง

1.5 เตรียมแบ่งกลุ่มผู้เรียน ผู้สอนต้องกำหนดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสม ไม่ควรเป็นกลุ่มใหญ่ เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้วิธีทดลองอย่างทั่วถึง การแบ่งกลุ่มผู้เรียนต้องสอดคล้องกับจำนวนวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ที่มีอยู่

2. ขั้นทดลอง

2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นสร้างความสนใจ โดยผู้สอนควรแจ้งจุดประสงค์ การทดลอง ขั้นตอน วิธีการทดลอง แนะนำการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ให้ผู้เรียนได้ทราบ บทบาทของตน และให้ศึกษาคู่มือปฏิบัติการก่อนการลงมือทดลอง

2.2 ขั้นทดลองผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการทดลองโดยมีผู้สอนคอยดูแลแนะนำ ช่วยเหลือถ้าเป็น การทดลองที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ ผู้สอนต้องควบคุมดูแลอย่างใกล้ชิด

3. ขั้นเสนอผลการทดลอง

ผู้เรียนนำเสนอผลการทดลองและรายละเอียดต่าง ๆ เช่น โครงการทดลอง การเตรียมการ วิธีการทดลอง และผลที่ได้จากการทดลอง

4. ขั้นอภิปรายสรุปผล

ในขั้นนี้ผู้เรียนจะแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ตนได้รับ เช่น บางกลุ่มอาจได้ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อนก็ช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุการผิดพลาดว่าเกิดที่ขั้นตอนใด และมีแนวทางแก้ไขปัญหายังไง ผู้สอนมีบทบาทในการให้ความคิดเห็นเพิ่มเติม ย้ำประเด็นสำคัญ และ สรุปหลักการ ความคิดรวบยอดที่ได้จากการทดลอง

5. ขั้นประเมินผล

เมื่อการอภิปรายสรุปผลเสร็จสิ้นลง ผู้สอนควรได้ประเมินผลผู้เรียนในด้านต่าง ๆ และแจ้งให้ผู้เรียนทราบผู้เรียนทราบเพื่อการปรับปรุงแก้ไขในการทดลองที่จะมีขึ้นในครั้งต่อไป เช่น ประเมินด้านการใช้เครื่องมือ ด้านความละเอียดรอบคอบในการทดลอง ด้านการจดบันทึก ผลการทดลอง ด้านการรายงานผล ด้านการให้ความร่วมมือกับกลุ่ม เป็นต้น

2. ประโยชน์ของการสอนแบบทดลอง

1. ผู้เรียนสามารถค้นพบความจริงด้วยตนเอง และเข้าใจเนื้อหาดียิ่งขึ้น
2. ผู้เรียนเกิดสนใจการเรียนรู้
3. ผู้เรียนมีอิสระในการทำงาน
4. ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม
5. เมื่อผู้เรียนประสบความสำเร็จในการทดลองจะเกิดกำลังใจในการเรียน
6. เป็นการเปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม

3. ข้อจำกัดของการสอนแบบทดลอง

1. ไม่สามารถใช้ได้กับทุกบทเรียน
2. ถ้าแบ่งนักเรียนเป็นหลายกลุ่มผู้สอนจะต้องเตรียมอุปกรณ์มาก
3. ถ้าผู้สอนไม่ควบคุม ผู้เรียนอาจเล่นสื่อกาเรียน ไม่ค้นหาความจริงจากการทดลอง

ทดลอง

4. ถ้าบทเรียนนั้นยาว ผู้เรียนที่อ่อนจะไม่ประสบความสำเร็จในการทดลองเครื่องมือที่ใช้ในการวัดการสอนแบบวิธีการทดลอง

โดยทั่วไปเครื่องมือเหล่านี้มีหลายประเภท เช่น การสังเกต ในการเก็บข้อมูลผ่านแบบสังเกต แบบระเบียบพฤติกรรม แบบตรวจสอบรายการหรือการตั้งคำถามให้ผู้เรียนอธิบาย โดยใช้แบบสัมภาษณ์ แบบสอบถาม แต่ละแบบมีเป้าหมายการวัดที่ต่างกันขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่วัด เมื่อพิจารณาธรรมชาติของเครื่องมือ และ จุดมุ่งหมายของการใช้แล้ว สามารถจัดจำแนกเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล สามารถแบ่งประเภทของเครื่องมือได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. เครื่องมือประเภทที่ใช้ในการวัดกระบวนการปฏิบัติงาน

การวัดกระบวนการปฏิบัติงานเน้นที่ทักษะความสามารถในการทำงาน ความถูกต้องของการปฏิบัติ ลำดับการทำงานวิธีการวัดที่มีความตรงคือการใช้การสังเกตประเมินพฤติกรรมการทำงาน เครื่องมือที่ใช้ในการสังเกตที่ใช้กันมากได้แก่ แบบตรวจสอบรายการ มาตรฐานประมาณค่า ระเบียบพฤติกรรม แผนภูมิการมีส่วนร่วม เป็นต้น

2. เครื่องมือประเภทที่ใช้ในการวัดผลงาน

สำหรับการวัดคุณภาพผลงานที่ผู้เรียนทำส่ง ไม่ว่าจะเป็นผลงาน รายงาน การทดลอง โครงการ สามารถประเมินได้โดยใช้แบบประเมินหรือแบบตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินดังกล่าว เหมือนกับมาตรฐานประมาณค่าโดยทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล การสอนแบบทดลอง การประเมินตามสภาพจริงเป็นกระบวนการสังเกต การบันทึก และรวบรวมข้อมูลจากงานและวิธีการที่ผู้เรียนทำ

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบทดลอง สรุปได้ว่า วิธีสอนแบบทดลอง หมายถึง วิธีสอนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง นักเรียนจะเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้คอยควบคุมการทดลองวิธีสอนแบบนี้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสอนออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นเตรียม ขั้นทดลอง ขั้นเสนอผลการทดลอง ขั้นอภิปรายสรุป ขั้นประเมินผล

การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1. ความหมายของวิธีสอนแบบปกติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219-220) กล่าวว่า วิธีสอนแบบปกติ เป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้สอนปกติโดยยึดตามคู่มือครูที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ การสอนที่ครูเป็นผู้เตรียมเนื้อหา ศึกษาความรู้ในเรื่องที่สอน แล้วนำมาถ่ายทอดให้แก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้รับการถ่ายทอดเรื่องนั้น

วรรณิ ภิรมย์คำ (2546, หน้า 77) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยครูเป็นผู้เตรียมการศึกษาค้นคว้าความรู้ความเข้าใจ

ในเรื่องที่จะสอนจากตำรา แบบเรียนหรือหนังสืออ้างอิงต่าง ๆ แล้วรวบรวมเรื่องราวทั้งหมดถ่ายทอดให้นักเรียนโดยการบรรยาย การบอก การใช้สื่อประกอบ การสอน ซึ่งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถาม ตลอดจนช่วยกันสรุปเนื้อเรื่องจากสิ่งที่ได้จากการเรียน

นพนภา ออكد่วง (2547, หน้า 50-51) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูเป็นผู้เตรียมเนื้อหาจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วถ่ายทอดให้นักเรียนด้วยการบรรยาย การบอก การใช้สื่อประกอบ ซึ่งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามและการสอนจะยึดตามคู่มือครู

กรมวิชาการ (2549, หน้า 225-226) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบปกติ คือ การสอนที่ผู้เรียนเรียนรู้ปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนตามที่ได้เตรียมการสอนไว้และปรากฏอยู่ในแผนการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการสอนแบบบรรยายประกอบสื่ออื่น ๆ มีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอื่นๆ ตามความเหมาะสม

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ที่ผู้เรียนเรียนรู้ปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนตามที่ได้เตรียมการสอนไว้ และปรากฏอยู่ในเอกสารการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งใช้วิธีการสอนแบบบรรยายประกอบสื่ออื่น ๆ มีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอื่นๆ ตามความเหมาะสม

2. ขั้นตอนการสอนแบบปกติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 219-220) การสอนแบบปกติ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน ในเรื่องที่น่าสนใจ หรือเกิดความสงสัย เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้ชัดเจนและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ แล้วมีการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจ ตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่จะเป็นไปได้ และลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้รูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

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

กรมวิชาการ (2549, หน้า 225-226) ได้จัดลำดับขั้นตอนการสอนแบบปกติ ดังนี้

1. **ขั้นนำ** ครูแจ้งเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้คำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่สอนและทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน แล้วบรรยายเชื่อมโยงกับเรื่องใหม่เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน
2. **ขั้นสอน** ครูอธิบายเนื้อหาโดยใช้อุปกรณ์ประกอบการสอน
3. **ขั้นสรุป** ครูโยงเนื้อหาตั้งแต่ต้นจนจบให้นักเรียนฟังอีกครั้ง
4. **ขั้นประเมินผล** ซึ่งดูจากการทำงาน ตรวจงาน ข้อทดสอบ โดยครูตรวจว่านักเรียนเรียนรู้ไปมากน้อยเพียงใด

จากข้อมูลขั้นตอนการสอนแบบปกติข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้คือ การสอนแบบปกติมีขั้นตอนกระบวนการที่ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ ขั้นประเมิน ซึ่งจะปรากฏอยู่ในแผนการสอน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้นได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

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

กาญจนา กาพภักดี (2550, หน้า 11) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ (achievement) หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่ต้องอาศัยความพยายามทางร่างกาย ทางสมอง ซึ่งถือได้ว่าเป็นความสามารถเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548, หน้า 27) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคลที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวกับสติปัญญาและไม่เกี่ยวกับสติปัญญา สามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียน

เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537, หน้า 95-100) ได้กล่าวถึง การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นการมุ่งวัดความรู้ ความเข้าใจ และการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมีความจำเป็นเรื่องต่างๆ ที่ได้รับการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการอ่านหนังสือและฟังคำบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 9 ประเภท คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความจริงเฉพาะที่เล็กที่สุดของความรู้ ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรงและทดสอบซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ คำนิยามศัพท์ และการใช้ศัพท์ที่ถูกต้อง

1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หรือความคิดรวบยอด คือ การนำความจริงเฉพาะหลายข้อที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ในการใช้อักษรย่อ สัญลักษณ์ และคำเครื่องหมายต่างๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอนปรากฏการณ์ธรรมชาติ บางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวงจรชีวิต ซึ่งสามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ถูกต้อง

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งต่างๆ ออกเป็นประเภทนั้นต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่งผู้เรียนต้องบอกหมวดหมู่ของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ตามที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดไว้และสามารถจดจำลักษณะหรือคุณสมบัติซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ได้

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เน้นเฉพาะความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เท่านั้น เป็นความรู้ที่ได้รับจากการบอกเล่าของครูหรือจากการอ่านหนังสือไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิง ได้จากการนำมโนคติหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือหลักการที่เน้นความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล ซึ่งนับว่าเป็นข้อสรุปที่ไม่ซับซ้อนมากนัก

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่างๆ เป็นแนวคิดหลักที่ใช้อธิบายได้อย่างกว้างขวางในวิชานั้นๆ

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ ความจำ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 ความเข้าใจในข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่างๆ คือ สามารถอธิบายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากรูปแบบที่เคยเรียนมา

2.2 การแปลความหมายของความรู้ในรูปสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นอีกสัญลักษณ์หนึ่ง มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปสัญลักษณ์อื่นได้

3. พฤติกรรมด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึงพฤติกรรมที่ นักเรียน นำความรู้ มโนคติ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา ในสถานการณ์ใหม่ได้โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประเภท คือ

3.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกันส่วนมาก เป็นสถานการณ์ทั่วไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้แก้ปัญหา เรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน

3.2 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น มีลักษณะ เป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 2 สาขาขึ้นไป เป็นการให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาใหม่

3.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่นอกเหนือไปจาก เรื่องของวิทยาศาสตร์นั้นหมายถึงเรื่องเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 11-13) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าแต่ละครั้งต้องพิจารณาให้ครอบคลุม จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่วัดระดับพฤติกรรมต่างๆ อย่างได้ สัดส่วนกัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

1) ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง ศัพท์วิทยาศาสตร์ มโนคติ ข้อตกลง ลำดับขั้นและแนวโน้มการจัดจำพวก

2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรืออธิบายความรู้ได้ เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสัญลักษณ์หนึ่ง

3) การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับ ชีวิตประจำวัน

4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้ พฤติกรรมต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในด้านทักษะด้านการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา การคำนวณ

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

ศิริวรรณ หะมิงมะ (2557) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน วิชาวิทยาศาสตร์จะต้องวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งได้แก่ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหา กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจและเจตคติ

จากการศึกษาข้อมูลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยจะต้องวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้รวมถึงทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ด้านความสนใจและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

เจตคติทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของเจตคติ

เจตคติ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า attitude มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า aptus แปลว่า ไหมเอียงเหมาะสม มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 54) กล่าวว่า เจตคติ คือ ความรู้สึกเชื่อศรัทธาต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดจนเกิดความรู้สึกพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมออกมา ซึ่งอาจเป็นไปในทางที่ดีหรือไม่ดีก็ได้ เจตคดียังไม่เป็นพฤติกรรมแต่เป็นตัวการที่ทำให้เกิดพฤติกรรม

พรณี ชูทัย (2545, หน้า 76) กล่าวว่า เจตคติเป็นเรื่องของความรู้สึก ทั้งที่พอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนตอบสนองต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป

ราชบัณฑิตยสถาน (2546, หน้า 321) กล่าวว่า เจตคติ คือ ท่าทีความรู้สึก แนวความคิดของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

วิภาวี แป้นเรือง (2546, หน้า 37) กล่าวว่า เจตคติ คือ ความรู้สึกนึกคิดความคิดเห็นและความพร้อมที่จะกระทำต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นความรู้สึกในทางชอบหรือไม่ชอบ เป็นการบอกแนวโน้มทางจิตใจของบุคคลเมื่อปะทะสัมพันธ์กับสิ่งของ บุคคล ประเพณีหรือสถานการณ์ใด ซึ่งมีผลให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่างๆ ออกมา เจตคติที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งสามารถสร้างขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงได้

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2547, หน้า 223) กล่าวว่า เจตคติ คือ ความเชื่อความศรัทธาของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ที่ช่วยกระตุ้นจิตใจให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่างๆไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง เช่น สนับสนุนหรือต่อต้าน ชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย เป็นต้น

ฐานิตยา อมรพลัง (2548, หน้า 112) กล่าวว่า เจตคติ คือ ความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อ หรือความพร้อมของบุคคลที่มีต่อประสบการณ์หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่บุคคลได้รับโดยตรงแสดงพฤติกรรมออกมา 2 ลักษณะ คือทางบวก หรือเจตคติเชิงบวก จึงแสดงออกในลักษณะความชอบ ความพึงพอใจ ความสนใจ เห็นด้วย ยากปฏิบัติและอยากได้ อีกลักษณะหนึ่งคือทางลบ หรือเจตคติเชิงลบ และจะแสดงออกในลักษณะความไม่ชอบ ความไม่พึงพอใจ ไม่สนใจ ไม่เห็นด้วย ไม่อยากปฏิบัติ อาจทำให้เกิดความเบื่อหน่าย หรือต้องการหนีห่างจากสิ่งเหล่านั้น นอกจากนี้ เจตคติอาจแสดงออกในลักษณะความเป็นกลางก็ได้ เช่น รู้สึกเฉยๆ

ธีรวิทย์ เอกะกุล (2549, หน้า 3) กล่าวว่า เจตคติ คือ พฤติกรรมหรือความรู้สึกทางด้านจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าหนึ่งในทางสังคม รวมทั้งเป็นความรู้สึกที่เกิดจากการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งเร้าหรือเกี่ยวกับประสบการณ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

บุญธรรม กิจปรีดาปริสสุทธิ์ (2551, หน้า 308) กล่าวว่า เจตคติ คือ กิริยาท่าทীরวมๆ ของบุคคลที่เกิดจากความพร้อมหรือความโน้มเอียงของจิตใจซึ่งแสดงออกต่อสิ่งเร้าหนึ่งๆ เช่น วัตถุ สิ่งของและสถานการณ์ต่างๆในสังคม โดยแสดงออกในทางสนับสนุน ซึ่งมีความรู้สึกเห็นดีเห็นชอบต่อสิ่งเร้าเหล่านั้นๆ หรือในทางต่อต้าน ซึ่งมีความรู้สึกที่ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นชอบต่อสิ่งเร้าเหล่านั้น

จากความหมายของเจตคติที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิด การกระทำ ความรู้สึกนึกคิด ความคิดเห็น ความศรัทธาของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และการตัดสินใจในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการประสบการณ์ การเรียนรู้เป็นตัวกำหนดให้บุคคลนั้นแสดงพฤติกรรมออกมาในเชิงบวกหรือเชิงลบต่อสิ่งนั้นทางใดทางหนึ่ง

2. องค์ประกอบของเจตคติ

กรวิทย์ เมฆหมอก (2542, หน้า 27) ได้สรุปองค์ประกอบเจตคติไว้ ดังนี้

องค์ประกอบด้านความรู้ หมายถึง ความรู้ ความคิดของบุคคลต่อสิ่งเร้า ความรู้และความคิดเป็นตัวกำหนดลักษณะเจตคติของบุคคล ถ้าบุคคลมีแนวความคิดต่อสิ่งเร้าโดยครบถ้วนแล้ว บุคคลนั้นมีเจตคติต่อสิ่งเร้าไปทางบวกหรือลบชัดเจนซึ่งประกอบด้วย

- องค์ประกอบด้านความรู้สึก หมายถึงความรู้สึกเป็นสิ่งที่กำหนดเจตคติของบุคคลอาจเป็นไปในทางดีหรือไม่ดี ถ้าบุคคลมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้นจะชอบ ถ้ารู้สึกไม่ดีต่อสิ่งนั้นก็จะไม่ชอบ

- องค์ประกอบด้านความพร้อมในการกระทำ หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลที่จะแสดงออกให้สอดคล้องกับความรู้สึกของตนเอง เช่น การยอมรับ หรือไม่ยอมรับ

ธีรวิทย์ เอกะกุล (2549, หน้า 3) ได้สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้ว่า การที่บุคคลใดจะเกิดเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้น ไม่ว่าจะเป็นทางบวกหรือลบบุคคลนั้น จะต้องผสมผสานคุณลักษณะย่อยหลายๆ อย่าง เช่น การรับรู้ การประเมินค่า ความซาบซึ้ง ความสนใจ คุณลักษณะเหล่านี้จะรวมตัวกันเป็นความรู้สึกและเจตคติของบุคคลนั้น และองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้คนเราก่อเกิดเจตคติขึ้นได้นั้นมี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ (cognitive component) บุคคลใดจะมีเจตคติต่อสิ่งใดบุคคลนั้นจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในสิ่งนั้นก่อน เพื่อใช้เป็นรายละเอียดสำหรับให้เหตุผลการสรุปเป็นความเชื่อต่อไป

2. ความรู้สึก (feeling component) เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้สึกหรืออารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหลังจากรู้และเข้าใจสิ่งนั้นแล้ว กล่าวคือเมื่อบุคคลได้รู้และเข้าใจเรื่องใด จะสรุปเป็นความเห็นในรูปการประเมินผลว่าสิ่งนั้นเป็นที่พอใจหรือไม่ สำคัญหรือไม่ ดีหรือ เลว ซึ่งเท่ากับเกิดอารมณ์หรือความรู้สึกต่อสิ่งนั้น

3. ความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติ (action tendency component) เป็นองค์ประกอบสุดท้ายที่รวมตัวมาจากความรู้และความรู้สึกที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนเกิดความโน้มเอียงที่จะปฏิบัติหรือตอบสนองต่อสิ่งนั้นทางที่สนับสนุนคล้อยตามหรือขัดแย้งตามความรู้และความรู้สึกที่เป็นพื้นฐานนั้น

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2551, หน้า 309) สรุปองค์ประกอบของเจตคติไว้ว่า เจตคติ มีองค์ประกอบด้านท่าทีความรู้สึกเพียงอย่างเดียว เป็นเจตคติที่ได้รับความยอมรับมากที่สุดในปัจจุบัน

เลฟตัน (Lefton, 1997, p.354) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติไว้ 3 ประการ คือ

1. ด้านความรู้ความเข้าใจ (the cognitive component) เป็นความเชื่อที่มีต่อสิ่งนั้นๆ

2. ด้านอารมณ์ (the emotion componet) เป็นความรู้สึกชอบไม่ชอบสิ่งนั้น

3. ด้านพฤติกรรม (the behavioral com) เป็นการแสดงออกของความเชื่อและความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้น

จากองค์ประกอบที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติมี 3 ประการ คือ องค์ประกอบด้านความรู้ องค์ประกอบด้านความรู้สึก องค์ประกอบด้านความพร้อมในการกระทำซึ่งองค์ประกอบทั้งหมดจะสัมพันธ์กัน

3. คุณลักษณะที่สำคัญของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537, หน้า 50) สรุปไว้ว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีคุณลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลให้ข้อปัญหาต่าง ๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่

2. ความเพียรพยายาม

นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรคหรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบว่า วิธีการเดิมใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นก็ถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้

3. ความมีเหตุผล

นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอก่อนจะสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผลยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

4. ความซื่อสัตย์

นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้องผู้อื่นสามารถตรวจสอบภายหลังได้ เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบรอบคอบ

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบ และยอมรับมีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความใจกว้าง

นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นโดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

4. การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

มาริยะห์ มะแซ็ง (2556, หน้า 88) แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับมีเนื้อหาครอบคลุมระดับของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับต่างๆ ดังนี้

- 1) ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิทยาศาสตร์
- 2) การเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์
- 3) ความสนใจต่อวิทยาศาสตร์
- 4) การนิยมชมชอบต่อวิทยาศาสตร์
- 5) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ข้อความที่สร้างขึ้นจะถามเกี่ยวกับความรู้สึก ความคิดเห็น และพฤติกรรมที่แสดงออก ของนักเรียน จากคำตอบของนักเรียนแต่ละคนจะบอกให้รู้ถึงปริมาณของลักษณะทั้ง 5 ด้าน ที่ถามว่ามีมากน้อยเพียงใด โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ข้อความเชิงบวก (Positive) ให้คะแนนดังนี้

- | | | | |
|---|-------|-------------|----------------------|
| 1 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 2 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | ไม่เห็นด้วย |
| 3 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | ไม่แน่ใจ |
| 4 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | เห็นด้วย |
| 5 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

ข้อความเชิงลบ (Negative) ให้คะแนนดังนี้

- | | | | |
|---|-------|-------------|----------------------|
| 1 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 2 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | เห็นด้วย |
| 3 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | ไม่แน่ใจ |
| 4 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | ไม่เห็นด้วย |
| 5 | คะแนน | เมื่อตอบว่า | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

จำนงค์ ทองช่วย (2551, หน้า 32) ได้กล่าวถึงการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงลักษณะของผู้เรียนในความเป็นนักวิทยาศาสตร์ มีหัวข้อในการวัดเจตคติ ดังนี้ 1) มีความอยากรู้อยากเห็น 2) มีความเพียรพยายาม 3) มีเหตุผล 4) มีความซื่อสัตย์ 5) ความเป็นระเบียบรอบคอบ 6) มีความใจกว้าง ที่จะเป็แนวทางในการปลูกฝังการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็น มีความเพียรพยายาม มีความซื่อสัตย์ มีเหตุผล มีความใจกว้าง และมีความเป็นระเบียบรอบคอบ ซึ่งสามารถวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้จาก

ความรู้สึก ความคิดเห็น และพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียนทั้งความรู้สึกเชิงบวก (Positive) และความรู้สึกเชิงลบ (Negative)

จากการศึกษาเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่าการปลูกฝังและส่งเสริมเจตคติทางวิชาวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการแสวงหาความรู้อยู่เสมอ มีกระบวนการคิดและกระบวนการทำงานที่เป็นระบบเป็นระเบียบ มีเหตุมีผล มีความใจกว้างในการยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์ในการทำงานการจัดกระทำข้อมูลต่างๆ รวมถึงการนำเสนอผลงานที่ตรงตามความเป็นจริง ซึ่งสามารถวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้จากความรู้สึก ความคิดเห็น และพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียนทั้งความรู้สึกเชิงบวก (Positive) และความรู้สึกเชิงลบ (Negative) โดยได้คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่ง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ไพฑูรย์ หาญเชิงชัย (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนโดยรวมที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนทั้งโดยรวมและเป็นรายด้านทั้ง 8 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ชายและหญิงหลังเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ทั้งโดยรวมและรายด้านไม่แตกต่างกัน

สุพจน์ วงศ์คำจันทร์ (2550, หน้า 66-67) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคคู่คิดและการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติพิสิกส์ : งานพลังงานและโมเมนตัมและการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียน โดยส่วนรวม นักเรียนที่เรียนเก่งและนักเรียนอ่อนในกลุ่มทดลองส่วนมากมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีความเข้าใจผิดพลาดในมโนคติทั้ง 3 น้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนเรียนเก่ง และนักเรียนที่เรียนอ่อนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนที่เรียนเก่งและนักเรียนที่เรียนอ่อนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยส่วนรวม และเป็นรายด้าน ด้านเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนและรูปแบบการเรียนต่อการมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์โดยส่วนรวมเป็นรายด้านทุกด้าน โดยนักเรียนที่เรียนเก่งและนักเรียนที่เรียนอ่อนในกลุ่มทดลอง

มีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์มากกว่านักเรียนที่เรียนเก่งและนักเรียนที่เรียนอ่อนในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชัยยนต์ ศรีเชียงหา (2550, บทคัดย่อ) ศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองหลังสวนที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองหลังสวนที่มีระดับผลการเรียนแตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองหลังสวน จังหวัดชุมพร ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่สร้างขึ้น และใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองหลังสวนที่มีระดับผลการเรียนต่างกันมีเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ลัดดาวรรณ อิมอ้วน (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้อยู่โดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

دنۇفل سىب ساراڭى (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา เรื่อง การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสงและการสังเคราะห์ด้วยแสงและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 คนโดยแบ่งเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงจำนวน 19 คน และนักเรียนที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ จำนวน 21 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การหายใจ การหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง และการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด 3 ประเภทคือ ความสามารถเข้าใจได้ (intelligibility) ความสามารถเชื่อถือได้ (plausibility) และความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง (wide-applicability) จำนวน 3 แผน ใช้เวลาสอน 9 ชั่วโมง และแบบทดสอบ 2 ชุด คือ แบบทดสอบวัดแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา : การหายใจ จำนวน 8 ข้อ การหายใจ และการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 5 ข้อ และการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 8 ข้อ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมี 5 ทักษะ

จำนวน 30 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, t-test, F-test (one - way ANCOVA และ one - way ANCOVA) และ chi - square test

นันทา มีฤทธิ์ (2552, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องสารและสมบัติของสารชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องสารและสมบัติของสารชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 79.28/76.82 สูงกว่าเกณฑ์ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เท่ากับ 0.6253 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนและคะแนนเฉลี่ยการทดสอบเมื่อเวลาผ่านไป 14 วัน ไม่แตกต่างกัน นักเรียนพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ในระดับมาก

ศรีชาติ เฟื่องอินทร์ (2552, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนแบบบรรยายและลงมือปฏิบัติการทดลอง ทำให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบบรรยายหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง

นพคุณ แดงบุญ (2552, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนในภาค เรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ถนนนารายณ์มหาราช ตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมืองลพบุรี จังหวัดลพบุรี สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จำนวน 1 ห้องเรียน 50 คน ซึ่งได้รับการเลือกอย่างเจาะจง (purposive sampling) ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 12 ชั่วโมง การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการวิจัย one group pretest posttest design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายมนุษย์ มีประสิทธิภาพ E1 /E2 เป็น 80.33,81.66 / 80.88 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่น .91 และแบบประเมิน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่น .77 และวิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้ t-test dependent sample ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธารทิพย์ ขุนทอง (2555) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มศูนย์พัฒนา

วิชาการนาเฉลียง ห้วยโป่ง ยางงาม จำนวนประชากรที่ใช้จำนวน 40 คนของภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2555 กลุ่มประชากรได้จากการสุ่มแบบเจาะจงโดยใช้เทคนิคการสุ่มตามโอกาส โดยการเลือกสุ่มตัวอย่างตามเหตุผล และตามความจำเป็นของผู้วิจัย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มศูนย์พัฒนาวิชาการนาเฉลียง ห้วยโป่ง ยางงาม จำนวน / กลุ่ม คือ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

เบญจมาศ ผีขาว (2556, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองแม่แตง (ธรรมศาสตร์อาสา) ที่มีระดับผลการเรียน แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองแม่แตง(ธรรมศาสตร์อาสา) จังหวัดกำแพงเพชร ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล ทำโดยการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองแม่แตง(ธรรมศาสตร์อาสา)ที่มีระดับผลการเรียนและเจตคติต่อการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

วันวิสา กองเสน, ศิริพรรณ บรรหาร, และเชษฐา ศิริสวัสดิ์ (2557, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียน วิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ หาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และ เจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่าง ในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 ที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ 1 ห้อง จำนวน 36 คน ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับ เทคนิคการใช้ผังความคิด แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test for dependent sample ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับ เทคนิค การทำผังความคิด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 2) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ

หาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคการ ทำผังความคิด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิค การทำผังความคิด มีคะแนนความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับ เทคนิคการทำผังความคิด มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

พิชญานิน ลายเจียร (2557, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเจตคติของนักเรียนที่ได้รับการจัดการ เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนแบบปกติ พบว่า เจตคติของนักเรียนที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนแบบปกติ ไม่แตกต่างกัน เพราะเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่อยู่ภายในจิตใจของนักเรียนแต่ละคนที่มีต่อครูผู้สอน สื่อการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ไม่เหมือนกันต้องใช้เวลานาน ๆ ในการเปลี่ยนเจตคติทาง วิทยาศาสตร์

วุฒิชัย จารุภัทรกุล (2559, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติ ต่อวิชาชีววิทยาและพฤติกรรมการทำงานร่วมกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือ เทคนิค STAD การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อวิชา ชีววิทยาและพฤติกรรม การทำงานร่วมกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัด การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี จำนวน 34 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการ เรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7ชั้น ร่วมกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD วิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบนิเวศ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา แบบวัด เจตคติต่อวิชาชีววิทยา แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การ ทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent sample เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบOne sample และวิเคราะห์พฤติกรรม การทำงานร่วมกัน โดยใช้ค่าเฉลี่ย และ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการเรียนการสอน แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาส่งกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือเทคนิค STAD มีพฤติกรรมการทำงานร่วมกันสูงขึ้นและอยู่ในระดับ 0.5

วรวิสา นิลสุ (2559, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนในห้องปฏิบัติการชีววิทยา สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป้าหมายเป็นแบบเจาะจงเป็นนักเรียนจำนวน 35 คน จำนวน 1 ห้องเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ผลการวิจัยพบว่าความเห็นของการจัดสภาพแวดล้อมห้องเรียนในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และต่อวิชาชีววิทยารวมถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.5

จิราวรรณ ใจเพิ่ม (2561, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E และแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05

อริศรา ศรีสร้อย (2560, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน และการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐานมากกว่าการเรียนรู้แบบปกติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเห็นได้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิด และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ จนทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยในต่างประเทศ

วอลเตอร์ (Walter, 1966, pp.994-A -995-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีต่างกัน นักเรียนกลุ่มทดลองจะเรียนโดยได้รับเอกสารคำแนะนำวิธีการมองปัญหา แก้ปัญหา แต่ไม่มีการบรรยาย ไม่ใช้ตำราเรียน ไม่มีการกำหนดงานเป็นภาระบ้าน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมจะเรียนโดยวิธีบรรยาย การกำหนดงานการบ้าน มีการลงมือปฏิบัติการบ้าง กลุ่มตัวอย่าง

เป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 112 คน จัดกลุ่มโดยการจับคู่ตามเพศ คะแนนเฉลี่ย ความถนัดทางการเรียน ความสามารถในการอ่าน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านมีเหตุผลไม่เชื่อโชคลางสูงกว่ากลุ่มควบคุมมีทักษะในการเรียนการแก้ปัญหาและการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาวิชาต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วิลเลียม (William, 1981, p.1605 -A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เดิม กลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิม ทำการสอนเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

เรนเนอร์, และมาเรค (Renner, & Marek, 1988, abstract) ได้ศึกษาโดยการนำทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์มาออกแบบทดลองสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (the learning cycle) พบว่า โมเดลนี้มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางสังคมและการเข้าใจความหมายของคำ การแก้ปัญหา และช่วยให้นักเรียนเรียนรู้วิธีคิด

เฮดเกเพท (Hedgepeth, 1996, p.628-A) ได้เปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้กับการสอนแบบปกติของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเลือกครูสอนธรณีวิทยามาจำนวน 3 คน และนักเรียน จำนวน 125 คน แบ่งเป็น 3 ห้องเรียน การเก็บข้อมูลใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและใช้แบบวัดระดับพัฒนาการด้านสติปัญญาซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ขั้นปฏิบัติการคิดรูปธรรม ขั้นต่อเนื่องและขั้นปฏิบัติการคิดนามธรรม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่างกันมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้านความเข้าใจโน้มนามากกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มที่ทดลองสอน โดยครูที่มีประสบการณ์มากกว่าได้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่สอนโดยครูที่มีประสบการณ์น้อยกว่า

จากการศึกษางานวิจัยในต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับการสอนแบบทดลอง ทำให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้า สืบเสาะแสวงหาความรู้เพิ่มเติมสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติทดลองด้วยตนเองได้ ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 80 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียน 54 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยการจับสลาก

- นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 28 คน เป็นกลุ่มทดลอง
- นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 26 คน เป็นกลุ่มควบคุม

2. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบมีกลุ่มควบคุม วัดผลก่อน และ หลัง การทดลอง (randomized pretest-posttest control-group design) ซึ่งได้มาจากการสุ่มมีรูปแบบดังตาราง 2 (ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 249)

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อนเรียน	ทดลอง	สอบหลังเรียน
E(R)	TE ₁	X ₁	TE ₂
C(R)	TC ₁	-	TC ₂

- E แทน กลุ่มทดลอง (experimental group)
- C แทน กลุ่มควบคุม (control group)

R	แทน	การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (random assignment)
X ₁	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
TE ₁ , TC ₁	แทน	การวัดผลก่อนการทดลอง (pretest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
TE ₂ , TC ₂	แทน	การวัดผลหลังการทดลอง (posttest) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช สำหรับกลุ่มทดลอง จำนวน 5 แผน รายละเอียดของการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 เกี่ยวกับการจัดการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือครู

1.3 ศึกษาหนังสือ เอกสาร วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7

1.4 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ประกอบด้วย 5 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของรากพืช เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของลำต้นพืช เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างของใบพืช เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เนื้อเยื่อพื้นฐานของพืช เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช เวลา 3 ชั่วโมง

1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับดังนี้ ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การวัดและประเมินผล สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ ตามลำดับ ดังนี้

1.5.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase)

1.5.2 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement phase)

1.5.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration phase)

1.5.4 ขั้นอธิบาย (explanation phase)

1.5.5 ขั้นขยายความรู้ (elaboration phase)

1.5.6 ขั้นประเมินผล (evaluation phase)

1.5.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (extension phase)

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา วัตถุประสงค์ กิจกรรม สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ และการประเมินผล พบว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.0 แล้วนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์แล้วนำไปให้กลุ่มตัวอย่าง ทดลองใช้

2. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช สำหรับกลุ่มทดลอง จำนวน 5 แผน การจัดทำมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 เกี่ยวกับการจัดการศึกษา ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย

2.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือครู

2.3 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสารการเรียนรู้ และจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างของพืช แล้วแบ่งแผนการจัดการเรียนรู้ เป็น 5 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของรากพืช เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของลำต้นพืช เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างของใบพืช เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เนื้อเยื่อพื้นฐานของพืช เวลา 3 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเจริญเติบโตของพืช เวลา 3 ชั่วโมง

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาค่าความสอดคล้อง ของเนื้อหา วัตถุประสงค์ กิจกรรม สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ และการประเมินผล พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1 แล้วนำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

2.5 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์แล้วนำไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างของพืช มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างของพืช ในคู่มือครู

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาที่ต้องการวัด โดยยึดตามหลักสูตรและคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยแบ่งพฤติกรรมที่ต้องการวัดเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ 2) ความจำ 3) ด้านความเข้าใจ 4) ด้านการนำไปใช้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อกรรมการที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและความเหมาะสมของภาษา

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาที่จะทดสอบ (IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาคิดเห็นและให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่า	จุดประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหา
0 เมื่อไม่แน่ใจว่า	จุดประสงค์มีความสอดคล้องกับเนื้อหา
-1 เมื่อแน่ใจว่า	จุดประสงค์ไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา

ถ้ำค่าดัชนี IOC ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่า ข้อสอบนั้นเป็นตัวแทนทดสอบเนื้อหา แต่ถ้าข้อสอบมีค่าดัชนี IOC ต่ำกว่า 0.5 ข้อทดสอบนั้นต้องถูกตัดออกหรือ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้ข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ พบว่าได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00

3.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบแก้ไขและปรับปรุงแล้ว จำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ที่เคยเรียน เรื่อง โครงสร้างของพืชมาแล้ว จำนวน

30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ โดยการวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คำนวณความยากง่าย (p) และ อำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 50% เป็นรายข้อ

3.7 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.44–0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.24-0.76 ขึ้นไปและมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.896 นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการหาประสิทธิภาพไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4. ขั้นตอนการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยแบ่งเป็น 5 ด้าน ประกอบด้วย 1) ความมุ่งมั่นตั้งใจ 2) ความซื่อสัตย์ 3) ความมีระเบียบรอบคอบ 4) ความใจกว้าง 5) ความมีเหตุผลไม่ด่วนลงข้อสรุป แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นมาตรฐานการประเมินค่า อยู่ในรูปของข้อความทางบวก และ ข้อความทางลบ ซึ่งเป็นแบบวัดเกี่ยวกับความรู้สึกและความคิดเห็นของผู้เรียน โดยการตอบคำถามไม่มีถูกหรือผิดเมื่อนักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนเลือกระดับความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่ตรงกับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาเทคนิคการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.2 สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้ครอบคลุมทั้ง 5 ด้าน จำนวน 30 ข้อ

4.3 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับความคิดเห็น	ข้อความทางบวก	ข้อความทางลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5 คะแนน	1 คะแนน
เห็นด้วย	4 คะแนน	2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	3 คะแนน	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	2 คะแนน	4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน	5 คะแนน

4.4 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับลักษณะพฤติกรรม ตลอดจนภาษาที่ใช้สื่อความหมาย ซึ่งต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 จำนวน 30 ข้อ ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปให้นักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ยังไม่เคยเรียน เรื่อง โครงสร้างของพีช จำนวน 26 คน ทำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลการทดสอบมาหาคุณภาพ

4.4.1 หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อจำนวนแบบวัดเจตคติ 30 ข้อ โดยใช้วิธีการแจกแจง (t-distribution) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป พบว่าข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25-0.56

4.4.2 นำแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือกทั้ง 5 ด้าน จำนวนแต่ละ 4 ข้อ ประกอบด้วย ข้อที่เป็นเชิงบวกจำนวน 2 ข้อ ข้อที่เป็นเชิงลบ จำนวน 2 ข้อ รวมทั้งหมดที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 20 ข้อ ไปหาค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.35-0.61 จากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.4.3 หาค่าความเชื่อมั่นแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86

4.5 นำแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มทดลองต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการทดลองสอนวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ไปเสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

2. สุ่มผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้รับการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยวิธีการจับสลาก จำนวน 2 ห้อง จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3 ห้อง

3. ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. ดำเนินการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพีช โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเอง ซึ่งดำเนินการสอนกลุ่มทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีการสอนแบบปกติ เป็นระยะ เวลาทั้งสิ้น 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง

5. ให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทดสอบหลังเรียน (post -test) ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

6. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มาตรวจให้คะแนน เพื่อนำไปจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม
3. เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบการแจกแจงแบบที (T-test for Dependent)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) (วาโร เฟิงส์วีสต์, 2551, หน้า 284) คำนวณจากสูตร

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

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

1.2 การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) (วาโร เฟิงส์วีสต์, 2551, หน้า 296) โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด หาได้จากสูตร (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 245)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากง่าย (p) และการหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทดลองให้นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบแล้วนำคะแนนมาเรียงลำดับจากสูงไปหาต่ำ ให้จำนวนกระดาษคำตอบทั้งหมดคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 100 นำมาวิเคราะห์เฉพาะกลุ่มคะแนนสูง คือ ร้อยละ 27 จากคะแนนสูงสุดลงมา กลุ่มคะแนนต่ำคือ ร้อยละ 27 จากคะแนนต่ำสุดขึ้นไป ใช้แทนค่าดังนี้ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 237-238)

$$p = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$$

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R _H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	R _L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	N _H	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มสูง
	N _L	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำ

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมข้อ (item-total correlation) ที่มีค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) เป็นบวกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, หน้า 107)

$$r_{xy} = \frac{N \sum X_{ij} Y_j - \sum X_{ij} \sum Y_j}{\sqrt{[N \sum X_{ij}^2 - (\sum X_{ij})^2][N \sum Y_j^2 - (\sum Y_j)^2]}}$$

เมื่อ	r_{xy}	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ
	X_{ij}	แทน	คะแนนข้อที่ i ของคนที่ j
	Y_j	แทน	คะแนนรวมทั้งฉบับของคนี่ j

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคำนวณจากสูตร KR- 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (วาโร เฟิงส์วสต์, 2551, หน้า 240)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	N	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	P	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อหรือเท่ากับ 1-p
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.5 การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินเจตคติทางวิทยาศาสตร์
คำนวณจากสูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) ของครอนบาค (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2544, หน้า 279)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อคำถามทั้งหมด
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนความแปรปรวนของ คะแนนในแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 โดยใช้ค่าทางสถิติ t-test for dependent samples (วโร เพ็งสวัสดิ์, 2551, หน้า 339)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณา t-test for Dependent Sample
	D	แทน	ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนคู่ของตัวอย่าง
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

4. ทดสอบความแตกต่างกันของคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ผลการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน 2 กลุ่ม ระหว่างกลุ่มทดลองที่ใช้
แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับกลุ่มควบคุมที่ใช้แผนการจัดการเรียนรู้
แบบปกติ โดยใช้สูตรที่ใช้ในการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียวเพื่อควบคุม

ตัวแปรแทรกซ้อน โดยวิเคราะห์แบบตัวแปรอิสระตัวเดียว (one way ANCOVA) คำนวณค่าสถิติ F ที่ใช้ในการทดสอบ ดังนี้ (บุญเรียง ขจรศิลป์, 2533, หน้า 188-191)

คำนวณค่าสถิติ F ที่ใช้ในการทดสอบ

$$F = \frac{MS'_{b_Y}}{MS'_{w_Y}} \sim F_{J-1, N-J-c} (1-\alpha)$$

เมื่อ	c	แทน	จำนวนตัวแปรร่วม
	J	แทน	จำนวนกลุ่ม
	N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
	MS'_{b_Y}	แทน	ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม
	MS'_{w_Y}	แทน	ความแปรปรวนภายในกลุ่ม
	α	แทน	ระดับนัยสำคัญ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อความเข้าใจที่ตรงกันในการแปลความหมาย ผู้วิจัยขอกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	ขนาดของตัวอย่าง
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที
F	แทน	ค่าสถิติทดสอบเอฟ
df	แทน	ค่าองศาแห่งความอิสระ
p-value	แทน	นัยสำคัญทางสถิติ

ลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ตามความมุ่งหมายและสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างของพืช ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องโครงสร้างของพืช ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ก่อนเรียน	28	14.29	3.20	26.87*	0.00
หลังเรียน	28	22.43	3.21		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเป็นตัวแปรร่วมปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน	444.93	1	444.93	201.56	.000
การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง	188.95	1	188.95	85.60	.000
ภายในกลุ่ม	112.58	51	2.21		
รวม	629.65	53			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=201.56$) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=85.60$) เมื่อนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมาใช่เป็นตัวแปรร่วมดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่แสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		ค่าเฉลี่ยที่ได้รับ การปรับแล้ว	คิดเป็นร้อยละ (จาก30 คะแนน)
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
กลุ่มทดลอง	14.29	3.20	22.43	3.21	23.18	77.27
กลุ่มควบคุม	15.92	2.90	20.12	3.33	19.30	64.33

จากตาราง 5 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งหลังจากทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแล้วได้นำค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาเป็นตัวแปรร่วม เพื่อใช้ในการปรับค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนที่ได้รับการปรับแล้วของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ คือ 23.18 คะแนน และ 19.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 77.27 และ 64.33 ตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

ในการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อน และหลังที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง ปรากฏผลดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ก่อนเรียน	28	3.97	0.16	4.59	.00
หลังเรียน	28	4.11	0.17		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ในการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มทดลองที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับกลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้คะแนนเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเป็นตัวแปรร่วมปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
เจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน	0.01	1	0.01	0.33	.570
การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง	1.13	1	1.13	37.30	.000
ภายในกลุ่ม	1.54	51	0.03		
รวม	2.70	53			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 7 พบว่า คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนมีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=0.33$) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F=37.30$) เมื่อนำคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองมาใช้เป็นตัวแปรร่วมดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มที่แสดงไว้ในตาราง 8

ตาราง 8 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่ม	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		ค่าเฉลี่ยที่ได้รับ การปรับแล้ว	คิดเป็นร้อยละ (จาก 5 คะแนน)
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
กลุ่มทดลอง	3.94	0.25	4.41	0.17	4.40	88.00
กลุ่มควบคุม	3.97	0.16	4.11	0.18	4.12	82.40

จากตาราง 8 พบว่า ก่อนเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งหลังจากการทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองแล้วได้นำค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาเป็นตัวแปรร่วม เพื่อใช้ในการปรับค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง มีค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนที่ได้รับการปรับแล้วของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง และกลุ่มควบคุมที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ คือ 4.40 คะแนน และ 4.12 คะแนน คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 88.00 และ 82.40 ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผู้วิจัยนำเสนอการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะของการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. สรุปผลงานวิจัย
5. อภิปรายผลการวิจัย
6. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างของพืช ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ตำบลทะเลชุบศร

อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับสลากได้ ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 28 คน เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง ห้องเรียนที่ 2 จำนวน 26 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างของพืช ที่มีค่าความตรงตามเนื้อหา รายข้อ (IOC) ระหว่าง 0.60-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.44–0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.24-0.82 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.896

2.4 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบวัดเกี่ยวกับความรู้สึกและความคิดเห็นของผู้เรียน โดยการตอบคำถามไม่มีถูกหรือผิดให้นักเรียนเลือกระดับความรู้สึกหรือความคิดเห็นที่ตรงกับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุดจำนวน 24 ข้อ ที่มีค่าความตรงตามเนื้อหา รายข้อ (IOC) ระหว่าง 0.25-0.56 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.40-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.35-0.61 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.896

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขอความร่วมมือกับโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีที่ทำการทดลองซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง เรื่อง โครงสร้างของพืช สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.2 ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว จากนั้นอธิบายให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีการเรียนการปฏิบัติตัวของนักเรียน

3.3 ดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยทำการสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ในระยะเวลาที่เท่ากันโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับกลุ่มทดลอง และการจัดการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มควบคุม จำนวน 5 แผน รวม 15 ชั่วโมง

3.4 หลังจากที่ได้ดำเนินการสอนจบตามเนื้อหาที่กำหนดไว้แล้วให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน

3.5 ครูผู้สอนนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์ผล โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (one way ANCOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปการคำนวณทางคอมพิวเตอร์

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างของพืช ที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้างของพืช ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหา

ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการรู้คิด โดยแต่ละชั้นแสดงความสามารถของการคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถประเมินความเข้าใจของตนเองได้ ซึ่งแบ่งขั้นตอนการเรียนรู้อย่างชัดเจน เข้าใจและง่ายต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราวรรณ ใจเพิ่ม (2561) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น และแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับ ลัดดาวรรณ อิ่มอ้วน (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กับวิธีการสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อริศรา ศรีสร้อย (2560) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐานมากกว่าการเรียนรู้แบบปกติ

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิคการรู้คิด โดยแต่ละชั้นแสดงความสามารถของการคิดอย่างมีเหตุผล และสามารถประเมินความเข้าใจของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิราวรรณ ใจเพิ่ม (2561) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น และแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7 ขั้น สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่เจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องสมมติฐาน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองในครั้งนี้ เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยครูเป็น

ผู้สนับสนุนและให้คำแนะนำปรึกษา ช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด ในการค้นคว้าหาข้อมูล รวมถึงในขั้นสำรวจค้นหา นักเรียนได้มีโอกาสได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจตรวจสอบผสมผสานกับการใช้เทคนิคการทดลอง เพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงต่างๆ ด้วยขั้นตอนและกระบวนการที่ชัดเจน โดยที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลองและค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นเป็นตอน จากการกระทำหรือจากสภาพจริง ได้รับประสบการณ์ตรง โดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้าน ตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ทำให้นักเรียนนั้นเกิดความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น และจากการที่นักเรียนได้แสวงหาความรู้อยู่เสมอ ทำให้เกิดเจตคติด้านความมุ่งมั่นตั้งใจ มีความซื่อสัตย์ในการทำงานการจัดกระทำข้อมูลต่างๆ การทำงานเป็นกลุ่มทำให้เกิดความมีระเบียบและรอบคอบ มีความใจกว้างยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น ตลอดจนมีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลทุกกระบวนการ จึงส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศรีชาติ เพ็งอินทร์ (2552 , บทคัดย่อ) ซึ่งศึกษาผลของวิธีสอนแบบบรรยายและลงมือปฏิบัติการทดลอง ทำให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีการสอนแบบบรรยายหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง แต่เมื่อพิจารณาเจตคติของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบปกติ ไม่แตกต่างกันนั้น อาจเกิดจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี มีการจัดการเรียนการสอนสายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกรายวิชา จึงเน้นพัฒนานักเรียนด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นประจำ ทำให้นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มตัวอย่างมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งสอดคล้องกับพิชญานิน ลายเจียร (2557 , หน้า 84) ได้ศึกษาพบว่า เจตคติของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนแบบปกติ ไม่แตกต่างกัน เพราะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกที่อยู่ภายในจิตใจของนักเรียนแต่ละคนที่มีต่อครูผู้สอน สื่อการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ไม่เหมือนกันต้องใช้เวลานาน ๆ ในการเปลี่ยนเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จากการสรุปและอภิปรายที่กล่าวมาข้างต้น จึงเป็นการสนับสนุนผลการวิจัยของผู้วิจัย ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานส่วนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐาน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในกรณีที่เนื้อหาที่เรียนนั้น นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจด้วยตนเอง ต้องอาศัยการอธิบายการให้คำแนะนำจากผู้สอนก่อนและผู้สอนจะต้องทราบความรู้พื้นฐานในตัวนักเรียนเพื่อจะได้นำความรู้ในขั้นตอนต่อๆ ไปมาต่อยอดให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาต่อยอดได้ โดยเฉพาะกรณีที่นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติค้นคว้าทดลองด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้นเกิดการสนใจในการดั่งนั้น ครูผู้สอนต้องคอยให้คำแนะนำและชี้แนะแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่มีประโยชน์กับนักเรียนตลอดเวลา เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาที่เรียน

1.2 เป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน และผู้เรียนได้มีโอกาสในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลองลงมือปฏิบัติ ฝึกการทำงานเป็นกลุ่มดังนั้นในขณะที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มผู้สอนควรกำหนดกลุ่มให้เหมาะสมไม่ควรแบ่งกลุ่มใหญ่จนเกินไปเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการทดลองกันอย่างทั่วถึงหรือการสืบเสาะข้อมูลต่างๆ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็น ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดและนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นการขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับนวัตกรรมหรือวิธีการจัดการเรียนรู้อื่นๆ เช่น วิธีการสอนแบบโครงงาน หรือวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา เป็นต้น

2.2 ควรมีการทำวิจัยโดยการนำการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และระดับชั้นอื่นๆ โดยปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน

บรรณานุกรม

- กาญจนา กาพภักดี. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและค่านิยมทาง
วิทยาศาสตร์ด้านการมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วย
กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบชิปปา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- กรมวิชาการ. (2535). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2533 (ฉบับปรับปรุง 2541).
กรุงเทพ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- _____. (2540). แนวทางการสอนที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา
ลาดพร้าว.
- _____. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กรมวิชาการ. (2549). แนวทางการจัดทำหลักสูตรของสถานศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้น
พื้นฐาน. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ.
- กรวิรี เมฆหมอก. (2542). การศึกษาผลการเรียนและเจตคติต่อวิชาพระพุทธศาสนาจากการ
เรียนด้วยบทเรียนวีดิทัศน์แบบโปรแกรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จำนงค์ ทองช่วย. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์โดยใช้การสอนรูปแบบชิปปาร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามของ
นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย
ทักษิณ.
- จิราวรรณ ใจเพิ่ม. (2561). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E และแบบปกติ. ใน การประชุม
วิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 8 วันที่ 20 มีนาคม 2561
(หน้า 482-491). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- ชัยนนต์ ศรีเชียงหา. (2550). การศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองหลวงที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน. วิจัยชั้นเรียน.
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชุมพร เขต 2: จังหวัดชุมพร.
- ฐานิตยา อมรพลัง. (2548). การพัฒนาแผนการเรียนรู้หลักภาษาไทยเรื่อง ไตรยางค์ ด้วยการ
ฝึกทักษะเกมและเพลง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์

ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ดนูพล สืบสำราญ. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive Moves) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติชีววิทยา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน.

วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

เต็มศักดิ์ เศรษฐวัชรานิช. (2539). วิทยาศาสตร์พัฒนาชีวิต (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายเอกสารและตำราสถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

ธารทิพย์ ขุนทอง. (2555). การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มศูนย์พัฒนาวิชาการนาเกลือจังหวัดอ่างทอง. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ธีรภูมิ เอกะกุล. (2549). ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. อุบลราชธานี: วิทยาออฟเซตการพิมพ์.

นพคุณ แดงบุญ. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นพนภา อ็อกตัง. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คำและหน้าที่ของคำในภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยการเรียนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD กับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นันทา มีฤทธิ์. (2552). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องสารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญา มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). “การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนว Constructivism”, สสวท. 96 (มกราคม-มีนาคม 2540), 11-15.

บ้านจอมยุทธ. (2543). เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes). สืบค้น พฤษภาคม 25, 2561, จาก https://www.baanjommyut.com/library_2/extension2/scientific_concepts_and_principles/07.html

บุญชม ศรีสะอาด. (2556). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ. (2551). **คู่มือการวิจัย : การเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : ภาควิชาศึกษาศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญเรียง ขจรศิลป์. (2533). **สถิติวิจัย**. กรุงเทพฯ : ฟิสกส์เซ็นเตอร์.

เบญจมาศ ผิวขาว. (2556). **การศึกษาเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองแม่แตง (ธรรมศาสตร์อาสา)**. วิจัยชั้นเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชรเขต 1: จังหวัดกำแพงเพชร. ประสาท เนืองเฉลิม. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น. **วารสารวิชาการปีที่ 10 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2550**.

ปราณี กองจินดา. (2549). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการคิดเลขในใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบชิปปาโดยใช้แบบฝึกหัดที่เห็นทักษะการคิดเลขในใจกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คู่มือครู**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

พรรณี ชูทัย. (2545). **จิตวิทยาการเรียนการสอน** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : เมธีปัส.

พวงทอง มีมั่งคั่ง. (2537). **การสอนวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กประถมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : วิสิทธ์พัฒนา.

พิชญานิน ลายเจียร. (2557). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์กับวิธีสอนแบบปกติ**. สารนิพนธ์ ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหาดใหญ่.

พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2544). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ : เฮาส์ออฟเคอร์มีสท์.

_____. (2547). **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อยู่ ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน** (พิมพ์ครั้งที่ 4). คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.

_____. (2551). **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อยู่ ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน**.

กรุงเทพมหานคร : วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

ไพฑูรย์ หาญเชิงชัย. (2550). **ผลการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน**. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

_____. (2540). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

- มารียะห์ มะแซ็ง. (2556). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขต
ปัตตานี จังหวัดปัตตานี.
- ยุพา วีระไวทยะ. (2544). เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนต้น (พิมพ์ครั้งที่ 1).
กรุงเทพมหานคร : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิสิษฐา นิลสุ. (2559). การพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับ
การจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนในห้องปฏิบัติการชีววิทยาสำหรับนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ ฯ :
นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- เรวดี กระโหมวงค์. (2556). วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ปีที่ 19
ฉบับที่ 2 ธันวาคม 2556.
- ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2540). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4).
กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ลัดดาวรรณ อิ่มอ้วน. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง การคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยวัฏจักร
การเรียนรู้ 7 ขั้นกับวิธีการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วราภรณ์ แดงปุ่น. (2558). *วิธีสอนแบบทดลอง*. สืบค้น กันยายน 15, 2561, จาก
<http://saiwaraporn.blogspot.com/2015/07/httpae.html>
- วรรณิ ภิรมย์คำ.(2546). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้
ภาษาไทย เรื่องคำและหน้าที่ของคำในภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ที่สอนโดยวิธีสอนแบบเอ็กซ์พลลิท กับวิธีสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วันวิสา กองเสน, ศิริพรรณ บรรหาร, และเชษฐ ศิริสวัสดิ. (2558). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง
อาณาจักรของสิ่งมีชีวิตด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น

ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.

วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

วารี ธีระจิต. (2545). การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร :

สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). วิธีวิทยาการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วิภาวี แป้นเรือง. (2546). การศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านความสามารถในการ

เขียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ที่ได้รับการสอนแบบมุ่งประสบการณ์ภาษากับการสอนตามคู่มือครู. กรุงเทพฯ :

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.

วุฒิชัย จารุกัทรกุล. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาชีววิทยาและ

พฤติกรรมการทำงานร่วมกันของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการ

จัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเรียนการสอน

แบบร่วมมือเทคนิค STAD. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศรีชาติ เพ็งอินทร์. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตอนุรักษ

สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุด

กิจกรรมวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น. สารนิพนธ์ ปริญญา

มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศิริวรรณ หะมิงมะ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความพึงพอใจต่อ

การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในสังคมพหุวัฒนธรรม.

ปัตตานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี.

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะ

การทดลองโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). คู่มือการวัดผลประเมินผล

วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

สุกัญญา กตัญญู. (2542). ผลของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนันท์ บุราณมย์, และ คนอื่นๆ. (2542). วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต. กรุงเทพฯ : กลุ่ม

สถาบันราชภัฏภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น. กรุงเทพฯ.

- สุพจน์ วงศ์คำจันทร์. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้การรู้คิดและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติฟิสิกส์ : งาน พลังงานและโมเมนตัม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุรางคณา จันทร์เรือง. (2558). รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (วิธีการสอนแบบทดลอง). สืบค้น พฤษภาคม 24, 2561, จาก <http://saiwaraporn.blogspot.com/2015/07/httpae.html>
- สุวิทย์ มูลคำ, และอรรถัย มูลคำ. (2547). 21 วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- อริศรา ศรีสร้อย. (2560). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น การเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐานและการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 23 (พิเศษ), 302-314.
- Hedgepeth, David Jonathan. (1996). "A Comparison Study of Learning Cycle and A Tradition Instructional Sequence in Teaching An Eighth – Grade Science Topic." **Dissertation Abstracts International** , 57(August 1996) , 628 – A.
- Lefton, L. A. (1997). **Psychology** (6 th ed.). Boston : Allyn and Bacon.
- Renner,J.W., Marek, E. (1988). **The Learning Cycle and Elementary Science**. Vermont. 1985.
- Walter, Johns Kenneth. (1966, October). A Comparison of Two Methods of Teaching Eighth Grade General Science – Traditional and Structured \ Problem-Solving. **Dissertation Abstracts**, 27, 994-A – 995-A.
- William, Jame Milford. (1981,October). A Comparison Study of Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History. **Dissertation Abstract International**, 42(4) , 1605 – A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

1. นางอาริษา ช่วยบุญ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนบ้านหลุมข้าว อำเภอโคกสำโรง
จังหวัดลพบุรี
2. นางนิยม ทรัพย์ประเสริฐ ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนท่าวังวิทยาคาร
อำเภوتاวัง จังหวัดลพบุรี
3. นางสาวสายหยุด แก้วสว่าง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนเมืองใหม่ชลอราษฎร์รังสฤษดิ์
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
4. นางบุญเรือน หาลาก ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนท่าหลวงวิทยาคม อำเภوتاหลวง
จังหวัดลพบุรี
5. นางพัชรวิพรรณ หาญสืบศิลป์สุข ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนเทศบาล ๑ โคกสำโรง
อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์

- หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
- หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือและเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบเครื่องมือ



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/ว.๖๓๗

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนราายณ์มหาราช
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ๑๕๐๐๐

๑๕ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวสายหยุด แก้วสว่าง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวบุญตา สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น (๗E) ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต โดยมี ดร.วันวิสาข์ ลิขิต เป็นประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันตพัฒน์ กิตติธวัชวาลย์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธำปกรณ์ แก้วเงิน)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดี
โทร ๐-๓๖๔๓-๒๗๕๑
โทรสาร ๐-๓๖๔๓-๒๗๕๑
<http://scitru.tru.ac.th>



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/ว.๖๓๗

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนราชนาวี
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ๑๕๐๐๐

๑๕ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางอาริษา ชวัญบุญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวบุญตา สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น (๗E) ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต โดยมี ดร.วันวิสาข์ ลิขิต เป็นประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันตพัฒน์ กิตติอริยา เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธำพรณ์ แก้วเงิน)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดี
โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๓
โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๓
<http://scitru.tru.ac.th>



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/ว.๖๓๗

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนราชนิยมหาราช
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ๑๕๐๐๐

๑๕ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางนิยม ททรัพย์ประเสริฐ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวบุญตา สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น (๗E) ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต โดยมี ดร.วันวิสาข์ ลิจจวัน เป็นประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันตพัฒน์ กิตติธวัชวาลย์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุปกรณ์ แก้วเงิน)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดี
โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑
โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑
<http://scitru.tru.ac.th>



ที่ ศร ๐๕๔๙.๐๔/ว ๖๓๗

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนราลัยมหาราช
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ๑๕๐๐๐

๑๕ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางพัชรพรรณ หาญสืบศิลป์สุข

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวบุญตา สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น (๗E) ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต โดยมี ดร.วันวิสาข์ ลิขจัน เป็นประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์พัฒน์ กิตติธวัชวาลย์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธำพรณ์ แก้วเจิน)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดี
โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑
โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑
<http://scitru.tru.ac.th>



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/ว.๖๓๗

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนนารายณ์มหาราช
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ๑๕๐๐๐

๑๕ พฤศจิกายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางบุญเรือน หาลาภ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เครื่องมือวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นางสาวบุญตา สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ ๗ ขั้น (๗E) ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรศาสตรมหาบัณฑิต โดยมี ดร.วันวิสาข์ ลิจจัน เป็นประธานกรรมการ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนต์พัฒน์ กิตติธวัชวาลย์ เป็นกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมหนังสือนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รูปรักษ์ แก้วเงิน)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานคณบดี
โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑
โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑
<http://scitru.tru.ac.th>

หนังสือราชการขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือ
และเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย



ที่ ศธ ๐๕๔๙.๐๔/๓๓๘

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ถนนราชมรรคา
อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
๑๕๐๐๐

๒๓ มิถุนายน ๒๕๕๙

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือ (try out) และเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ด้วยนางสาวบุญตา สุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ได้รับการอนุมัติให้ทำเรื่อง การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ๗ ชั้น (๗E) ร่วมกับเทคนิคการทดลองกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร ครุศาสตร์มหาบัณฑิต โดยมี อาจารย์ ดร.วันวิสาข์ ลิจจัน เป็นประธาน และ ผศ.ดร.กันตพัฒน์ กิตติธวัชวลย์ เป็นกรรมการผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ปัจจุบันอยู่ในระหว่างขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี พิจารณาแล้วเห็นว่าสถานศึกษาของท่านมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองเครื่องมือ (try out) และเก็บข้อมูลวิจัย ในครั้งนี้ ซึ่งจะประโยชน์ต่อการศึกษาลึบไป ดังนั้นจึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้นางสาวบุญตา สุวรรณ เข้าดำเนินการทดลองเครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๕๙ และเก็บข้อมูล วิจัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๕๙ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ จากท่าน และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาภรณ์ แก้วเงิน)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สำนักงานคณบดี

โทร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

โทรสาร ๐-๓๖๔๑-๒๗๕๑

<http://scitru.tru.ac.th>

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ร่วมกับเทคนิคการทดลอง
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่าง
แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Basic science) รหัสวิชา ว 32243	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช	เวลา 15 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1.1 เรื่อง โครงสร้างของราก	เวลา 3 ชั่วโมง
ผู้สอน อาจารย์บุญตา สุวรรณ	วัน/เดือน/ปี ที่สอน 14 - 30 พ.ย. 59

1. สาระการเรียนรู้/มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.5/2 ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4-6/2 ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจ ตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีพื้นฐานรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่พบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้และจำนวนครั้งต่อการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างพอเพียง

ว 8.1 ม.4-6/4 เลือกวัสดุเทคนิควิธีการ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและทางลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ว 8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผล การสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครบคลุมทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

ว 8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และ ประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ว 8.1 ม.4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ว 8.1 ม.4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบ การอธิบาย การลงความเห็นและการสรุปผล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชน ด้วยความถูกต้อง

ว 8.1 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

2. สาระสำคัญ

ราก (root) เป็นอวัยวะของพืชที่ไม่พบคลอโรฟิลล์ ไม่มีข้อและปล้อง ทำหน้าที่ดูดน้ำ แร่ธาตุและ สารอาหาร รวมทั้งยึดลำต้นให้ติดกับดิน เจริญเติบโตลงสู่ดินตามแรงโน้มถ่วงของโลก รากเจริญมาจาก เรติเคิล (radicle) ซึ่งเป็นส่วนปลายสุดของลำต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) ของเอ็มบริโอที่อยู่ภายในเมล็ด และ เจริญเติบโตต่อไปเป็นรากปฐมภูมิ (primary root) หรือ รากแก้ว (tap root) เมื่อรากปฐมภูมิเจริญเติบโต ขึ้นจะแตกแขนงออกมารากที่แตกแขนงออกมานี้ เรียกว่าเป็นรากทุติยภูมิ (secondary root) หรือ ราก แขนง (lateral root) ซึ่งส่วนมากจะเจริญ ขนานไปกับผิวดิน พืชบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของราก เพื่อไปทำหน้าที่พิเศษ (modified root) เช่น รากสะสมอาหาร รากค้ำจุน รากสังเคราะห์แสง รากยึดเกาะ รากหายใจ หรือรากกาฝาก เป็นต้น

โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก

เมื่อรากงอกออกจากเมล็ดแล้ว จะมีการเจริญเติบโต โดยการเพิ่มความยาว ขนาด จำนวน หากทำการตัดตาม ยาวที่บริเวณปลายรากจะพบเนื้อเยื่อเจริญอยู่เป็นจำนวนมากและมีการแบ่งเซลล์อยู่ตลอดเวลา สามารถแบ่งบริเวณของปลายรากได้ตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ได้ 4 บริเวณ ได้แก่ บริเวณหมวกราก (root cap) บริเวณการแบ่งเซลล์ (region of cell division) บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว (region of cell elongation) และ บริเวณที่เซลล์เติบโตเต็มที่หรือบริเวณขนราก (region of maturation หรือ root hair zone)

โครงสร้างภายในราก

รากที่งอกออกจากเมล็ดจนเจริญเต็มที่ทำหน้าที่ต่างๆ ได้อย่างสมบูรณ์จะต้องมีโครงสร้างภายใน ประกอบด้วยเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆ ดังนี้

1. เอพิดERMิส (epidermis) อยู่รอบนอกสุด โดยทั่วไปประกอบด้วยเซลล์ผิว และเซลล์ขนราก

2. คอร์เทกซ์ (cortex) อยู่ถัดเข้ามาจากเอพิดERMิส ส่วนใหญ่เป็นเซลล์พาราไคมาที่ทำหน้าที่สะสม น้ำ และอาหาร ด้านในสุดมักเห็นเซลล์เรียงเป็นแถวเรียก เอ็นโดเดอร์มิส (endodermis) ซึ่งผนังเซลล์จะมีลักษณะพิเศษ คือมีสารซูเบอรินสะสมเป็นแถบรอบเซลล์เรียก แถบแคสพาเรียนหรือแคสพาเรียนสตริป (casparian strip)

3. สตีล (stele) เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากชั้นเอ็นโดเดอร์มิสเข้าไป ประกอบด้วยชั้นเนื้อเยื่อ ดังนี้

3.1 เพอริไซเคิล (pericycle) ประกอบด้วย เซลล์พาราไคมาเรียงเป็นวงชั้นเดียวหรือหลายชั้น ซึ่งเซลล์ในบริเวณนี้สามารถเปลี่ยนสภาพกลับไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้อีก เพื่อสร้างรากแขนงหรือพืชบางชนิด ที่มีการเติบโตทุติยภูมิ (secondary growth) สามารถเปลี่ยนสภาพเป็นเนื้อเยื่อคอร์กแคมเบียมได้

3.2 กลุ่มท่อลำเลียง (vascular bundle) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อไซเล็มและโฟลเอ็ม โดยมีไซเล็มอยู่ตรงกลาง ของรากมีลักษณะเป็นแฉกและมีโฟลเอ็มอยู่ระหว่างแฉกไซเล็ม (xylem) เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ได้แก่ เวสเซลเมมเบอร์ (vessel member) เทรคีด (tracheid) เซลล์พาราไคมา และไฟเบอร์ โฟลเอ็ม (phloem) ทำหน้าที่ในการลำเลียงอาหาร ประกอบด้วย เซลล์หลายชนิด ได้แก่ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (sieve tube) เซลล์คอมพานีออน (companion cell) เซลล์พาราไคมาและไฟเบอร์

3.3 พิท (pith) คือ บริเวณตรงกลางของรากหรือลำต้น ประกอบด้วย เซลล์พาราไคมา

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของราก

3.2 สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของราก

4. สารการเรียนรู้

พืชมีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำ โดยมีการควบคุมสมดุลระหว่างการคายน้ำผ่านปากใบและการดูดน้ำที่ราก

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 5.1 มีวินัย
- 5.2 ใฝ่เรียนรู้ใฝ่รู้
- 5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 5.4 อยู่อย่างพอเพียง

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 6.1 ความสามารถในการคิด
- 6.2 ความสามารถในการสื่อสาร
- 6.3 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 6.4 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 6.5 ความสามารถในการเทคโนโลยี

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Elicitation Phase)

ครูสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียน โดยทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง โครงสร้างของรากพืช

7.2 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรม “Who am I ?” โดยนำภาพของรากพืชในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รากแก้ว รากฝอย รากสะสมอาหาร รากสังเคราะห์แสง รากหายใจ รากยึดเกาะ เป็นต้น เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมและสร้างความสนใจในบทเรียนแก่นักเรียน โดยใช้คำถามจากภาพ นักเรียนคิดว่าเป็นโครงสร้างส่วนใดของพืชและบันทึกคำตอบ

7.3 ขั้นสำรวจและค้นหา (Engagement Phase)

7.3.1 ให้นักเรียนศึกษา สำรวจลักษณะของรากของพืชตัวอย่าง เช่น ต้นหอม ต้นผักชี ต้นเข็ม ชนิดอื่น ๆ ที่สามารถนำมาทดลองได้ เพื่อให้นักเรียนทำการสำรวจลักษณะและความแตกต่างระหว่างรากของพืชชนิดต่าง ๆ

7.3.2 ให้นักเรียนจดบันทึกลักษณะสิ่งที่สังเกตเห็นและตอบคำถามในใบงานที่ 1 เรื่อง “โครงสร้างและหน้าที่ของราก” โดยใช้คำถามตัวอย่างต่อไปนี้

- รากของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไร (รากเป็นอวัยวะของพืชที่ไม่มีข้อปล้อง)
- นักเรียนคิดว่ารากมีความสำคัญอย่างไรต่อต้นพืช (รากทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ และ คอยยึด ลำต้นให้กับดิน)

7.3.3 ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอและอภิปรายลักษณะของความแตกต่างของรากพืชแต่ละชนิด ที่นักเรียนสังเกตพบพร้อมกับอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของราก

7.4 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

ครูอภิปรายประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากการเฝ้าสังเกต ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ โดยนำคำตอบจากกิจกรรมข้อ 7.3.2 เสนอให้นักเรียนร่วมอภิปรายในประเด็น คำถามดังนี้

- สิ่งสำคัญที่ทำให้เราทราบถึงลักษณะและความแตกต่างกันระหว่างรากพืชแต่ละชนิดคืออะไร

- เพราะเหตุใดหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ (เพราะหลักฐานเป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันข้อค้นพบหรือข้อสรุปที่เราได้ และ นำไปสู่การสร้างเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

7.5 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

7.5.1 ขั้นเตรียมการทดลอง

- 1) ครูกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เกี่ยวกับการศึกษาโครงสร้างของรากพืช
- 2) ครูสำรวจชนิดของพืชตามโรงเรียนและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำมาทดลอง และ ออกแบบบทปฏิบัติการทดลอง
- 3) ครูจัดทำแบบบันทึกบทปฏิบัติการทดลอง และ จัดเตรียมและตรวจสอบเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน เช่น กล้องจุลทรรศน์ สไลด์ กระจกสไลด์ เข็มเขี่ย ปีกเกอร์ จานเพาะเชื้อ ใบมีดโกนขนนก พู่กัน ทิชชู เนื้อเยื่อรากพืช ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

- 5) ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม กลุ่มละ 3 - 4 คน

7.5.2 ขั้นทดลอง

- 1) ครูให้นักเรียนดูภาพโครงสร้างภายในของรากตัดตามขวาง (cross section) ของต้นถั่วเขียว (พืชใบเลี้ยงคู่) และภาพโครงสร้างภายในของรากตัดตามขวาง (cross section) ของต้นข้าวโพด (พืชใบเลี้ยงเดี่ยว) แล้วร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนต่างๆ ของราก

- 2) ครูบอกจุดประสงค์การทดลอง ขั้นตอน วิธีการทดลอง แนะนำการใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ให้ผู้เรียนทราบ และ ให้ศึกษาคู่มือปฏิบัติการก่อนการลงมือทดลอง

- 3) ขั้นทดลอง โดยครูบอกบทบาทหน้าที่ของนักเรียนแต่ละคนภายในกลุ่ม และ เริ่มดำเนินการทดลอง โดยมีครูคอยดูแลควบคุมแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายระหว่างนักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยมีขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

- ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายวางแผนวิธีการสำรวจ และ สังเกต อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงาน

- ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง การสำรวจ และ สังเกตโครงสร้างของรากพืช(รากของถั่วเขียวและรากข้าวโพด)จดบันทึกข้อมูลและวาดรูปลักษณะของเนื้อเยื่อรากพืชตามแบบบันทึกบทปฏิบัติการทดลองที่ครูจัดเตรียมให้

7.5.3 ขั้นเสนอผลการทดลอง

นักเรียนภายในกลุ่มทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายผล และ สรุปผลการทดลอง และ ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลหน้าชั้นเรียน

7.5.4 ขั้นอภิปรายสรุปผล

- ครูและเพื่อนๆ ร่วมแสดงความคิดเห็น ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และ ครูให้คำแนะนำเสนอแนะเพิ่มเติม

- ให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ตนได้รับจากการลงมือปฏิบัติการทดลอง เช่น การเกิดความคลาดเคลื่อน ก็ช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุว่า การผิดพลาดที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากขั้นตอนใด และมีแนวทางการแก้ไขปัญหาลักษณะใด ครูมีบทบาทในการให้ความคิดเห็นเพิ่มเติม ในประเด็นสำคัญและสรุปหลักการ ความคิดรวบยอดที่ได้จากการทดลอง

7.5.5 ขั้นประเมินผล

ครูให้นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองด้านต่างๆ และให้แนวทางการปรับปรุงแก้ไข เพื่อนำไปใช้ในการทดลองครั้งต่อไป เช่น การใช้เครื่องมือ ความละเอียดรอบคอบในการทดลอง การจดบันทึกผลการทดลอง การรายงานผล การให้ความร่วมมือในกลุ่ม เป็นต้น

7.6 ขั้นการประเมินผล (Evaluation Phase)

7.6.1 ครูประเมินผลการนำเสนอภาพวาดตัดขวางของรากพืชใบเลี้ยงคู่ และ รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่นักเรียนสังเกตได้จากสภาพจริงของรากพืชตัวอย่าง (จากการทดลอง)

7.6.2 ครูประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มการทดลอง และการนำเสนอผลการทดลองที่ 1 เรื่อง การศึกษาโครงสร้างภายในของรากตัดตามขวาง จากการที่นักเรียนร่วมกันปฏิบัติการทดลองข้างต้น

7.6.3 ครูประเมินผลการตอบคำถามของนักเรียน จากการทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “โครงสร้างและหน้าที่ของราก” และจากการบันทึกผลการทดลอง

7.7 ขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase)

7.7.1 ครูให้นักเรียนยกตัวอย่าง อภิปราย และ สรุปร่วมกัน เกี่ยวกับ รากที่ทำหน้าที่พิเศษของพืชชนิดต่างๆ โดยมีแนวทางดังตารางต่อไปนี้

หน้าที่ราก ตัวอย่างพืช	ตัวอย่างพืช
ค้าจุนลำต้น	ข้าวโพด ข้าวฟ่าง โกกงาง เตย ลำเจียก
หายใจ	แสม ลำพู ลำแพน
ยึดเกาะ ดูดซับความชื้นในอากาศ	กล้วยไม้ ไทร
สะสมอาหาร	มันแกว หัวผักกาด แครอท มันเทศ กระชาย ต้อยติ่ง
ทุ่นลอยและหายใจ	แพงพวยน้ำ กระเจด
ยึดเกาะ	พลูด่าง พริกไทย
ค้าจุนกิ่ง และ หายใจ	ไทร

7.7.2 ครูให้นักเรียนบอกประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาโครงสร้างของราก และ ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับพืชชนิดอื่นๆ พร้อมทั้งให้นักเรียนสังเกตสืบค้นข้อมูลและตอบคำถามเกี่ยวกับภาพ ใบใบงานที่ 2 เรื่อง ลักษณะของรากพืช

8. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

สื่อ	อุปกรณ์	แหล่งเรียนรู้
1. ใบงานที่ 1 เรื่อง “โครงสร้างและหน้าที่ของราก” 2. ใบงานที่ 2 เรื่อง ลักษณะรากของพืชตัวอย่าง 3. ใบงานการทดลองที่ 1 การศึกษาโครงสร้างตัดตามขวางของรากพืช 4. แบบบันทึกคะแนนการเปรียบเทียบโครงสร้างของรากพืช 5. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของรากพืช 6. สื่อ Power Point ประกอบการบรรยาย 7. เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์การทดลอง 8. ภาพของรากพืชในรูปแบบต่าง ๆ 9. สไลด์ถาวรเนื้อเยื่อพืช	1. คอมพิวเตอร์ (Notebook) 2. visual lizer 3. โปรเจคเตอร์ 4. อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ เช่น กล้องจุลทรรศน์ สไลด์ กระดาษสไลด์ เข็มเย็บ บีกเกอร์ จานแก้ว ใบมีดโกนขนนก พู่กัน ทิชชู	1. ห้องสมุด 2. อินเทอร์เน็ต

9. กระบวนการวัดผลและประเมินผล

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ
ด้านความรู้ 1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของรากได้ 2. อธิบายลักษณะรากพืชที่ทำหน้าที่พิเศษและยกตัวอย่างพืชได้ 3. อธิบาย/อภิปรายโครงสร้างภายในของรากพืช	1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก 2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง ลักษณะรากของพืชตัวอย่าง 3. ตรวจใบงานการทดลองที่ 1 การศึกษาโครงสร้างตัดตามขวางของรากพืช	1. แบบบันทึกคะแนนการตรวจใบงานที่ 1 และ 2 2. แบบบันทึกคะแนนใบงานการทดลองที่ 1
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1. ทำการทดลองตัดตามขวาง (cross section) ของรากพืชได้ 2. วาดภาพโครงสร้างภายในของรากพืชตัดตามขวางได้ 3. การนำเสนอผลงานการทดลอง	1. บันทึกทักษะและพฤติกรรม การปฏิบัติการทดลอง 2. ตรวจภาพวาดลักษณะรากของพืชตัวอย่าง 3. บันทึกทักษะการนำเสนอ ความเข้าใจและการแก้ปัญหา	1. แบบบันทึกทักษะ พฤติกรรม การปฏิบัติการทดลอง 2. แบบประเมินภาพวาด 3. แบบบันทึกทักษะการนำเสนอ
ด้านเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ 1. สนใจใฝ่เรียนรู้ มีข้อสงสัย และกระตุ้นที่หาคำตอบ 2. ทำงานร่วมกับผู้อื่น แสดงความคิดเห็นภายในกลุ่ม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	1. สังเกตพฤติกรรม	1. แบบบันทึกพฤติกรรม

10. กิจกรรมเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

การใช้พีชในท้องถิ่นในการศึกษา เป็นการสร้างจิตสำนึก และ เห็นความสำคัญของพีชในท้องถิ่นและเกิดการอนุรักษ์อย่างยั่งยืน

11. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

11.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

11.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

11.3 แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(อาจารย์บุญตา สุวรรณ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

12. บันทึกความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(อาจารย์ศศิธร มงคลทอง)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

13. ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(ผศ.พัทธนันท์ พิมพิทองงาม)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

14. ความคิดเห็นของผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(ผศ.วันทนี ปานเจริญ)

ผู้อำนวยการสถานศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบบันทึกคะแนนและพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลอง

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะบ่งชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	
1	การวางแผน การแบ่งหน้าที่กันทำงาน						5 หมายถึง ดีมาก
2	การสังเกต การเปรียบเทียบ						4 หมายถึง ดี
3	การแสดงความคิดเห็น						3 หมายถึง ปานกลาง
4	การใช้เครื่องมือในการปฏิบัติงาน						2 หมายถึง พอใช้
5	การรวบรวมข้อมูล						1 หมายถึง ควรปรับปรุง
6	การวิเคราะห์ผล และการสรุปผล						
7	การสร้างบรรยากาศในการทำงาน						
8	ความสนใจ และตั้งใจในการทำงาน						
9	การทำงานร่วมกับผู้อื่น						
10	งานสำเร็จทันเวลาและมีคุณภาพ						
รวมคะแนน							
ระดับคุณภาพเฉลี่ย							

สรุปผลจากแบบประเมิน

- ☐ ดีมาก (5.00)
☐ ดี (4.00-4.99)
☐ ปานกลาง (3.00-3.99)
☐ พอใช้ (2.00-2.99)
☐ ควรปรับปรุง (1.00-1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินเป็นกลุ่ม

แบบบันทึกพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

กลุ่มที่.....

คำชี้แจง : ครูประเมินผลขณะนักเรียนทำงานร่วมกัน

โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ แล้วรายงานผลการประเมิน ดังนี้

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะบ่งชี้	ระดับคุณภาพ		หมายเหตุ
		มี	ไม่มี	
1	สมาชิกบางคนไม่ช่วยเหลือเพื่อนในสิ่งที่ตนสามารถช่วยได้			
2	สมาชิกบางคนไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
3	สมาชิกบางคนมีอารมณ์หงุดหงิด			
4	บรรยากาศในการทำงานของทีมเคร่งเครียด			
5	บรรยากาศในการทำงานของทีม เป็นกันเอง			
6	ในครั้งต่อไปการทำงาน ทีมควรปรับปรุงในเรื่องใด			
โดยภาพรวม				

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินเป็นกลุ่ม

แบบประเมินการภาพวาดแสดงโครงสร้างภายในของรากพืชตัดตามขวาง

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวม	สรุปผล	
		เนื้อหา (องค์ประกอบศิลป์)	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ความสมบูรณ์ของ งาน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
		4	3	3	10		

หมายเหตุ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ผลจากแบบประเมินเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

เกณฑ์สรุปผลการเรียนรู้	
และปฏิบัติทดลอง	
☐ ผ่าน	ตั้งแต่ 6.00 คะแนนขึ้นไป
☐ ไม่ผ่าน	ต่ำกว่า 6.00 คะแนน

- ☐ ดีมาก (9.00-10.00)
☐ ดี (7.00-8.99)
☐ ปานกลาง (6.00-7.99)
☐ พอใช้ (4.00-5.99)
☐ ควรปรับปรุง (1.00-3.99) / ไม่ผ่าน

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินรายบุคคล

แบบบันทึกทักษะการนำเสนอการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะบ่งชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	นำเสนอเนื้อหาในผลงานได้ถูกต้อง						5 หมายถึง ดีมาก
2	การนำเสนอมีความน่าสนใจ						4 หมายถึง ดี
3	การวิเคราะห์ผล และการสรุปผล						3 หมายถึง ปานกลาง
4	ความเหมาะสมกับเวลา						2 หมายถึง พอใช้
5	ความกล้าแสดงออก						1 หมายถึง ควรปรับปรุง
6	บุคลิกภาพ น้ำเสียงเหมาะสม						
รวมคะแนน							
ระดับคุณภาพเฉลี่ย							

หมายเหตุ คะแนนเต็ม 5 คะแนน

สรุปผลจากแบบประเมิน	☐	ดีมาก	(5.00)
	☐	ดี	(4.00-4.99)
	☐	ปานกลาง	(3.00-3.99)
	☐	พอใช้	(2.00-2.99)
	☐	ควรปรับปรุง	(1.00-1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินรายบุคคล

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของรากพืช

ราก (Root) อวัยวะหรือส่วนของพืชที่ไม่มี ข้อ ปล้อง ตา และใบ เจริญลงสู่ดินตามแรงดึงดูดของโลก(positivegeotropism) มีกำเนิดมาจาก radicle ของ embryo ซึ่งอยู่ภายในเมล็ด รากที่เปลี่ยนแปลงมาจากเรติเคิล จัดเป็นรากที่มีการเจริญในระยะแรก (Primary growth) ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงคู่หรือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด จะมีการเจริญเติบโตขั้นที่2 (Secondary growth)

หน้าที่

1. คำจุนส่วนต่างๆ ของพืชให้ทรงตัวอยู่ได้ (anchorage)
2. ดูดและลำเลียงน้ำ (absorption and transportation)
3. หน้าที่อื่นๆ ขึ้นกับลักษณะของรากเช่น สะสมอาหาร ยึดเกาะ ใช้ใน การหายใจเป็นต้น

การศึกษาโครงสร้างของรากในระยะที่มีการเจริญขั้นต้น (Primary growth) จะแบ่งศึกษา 2 ลักษณะ คือ

1. ศึกษาโครงสร้างตามยาวของราก
2. ศึกษาโครงสร้างในภาคตัดขวาง

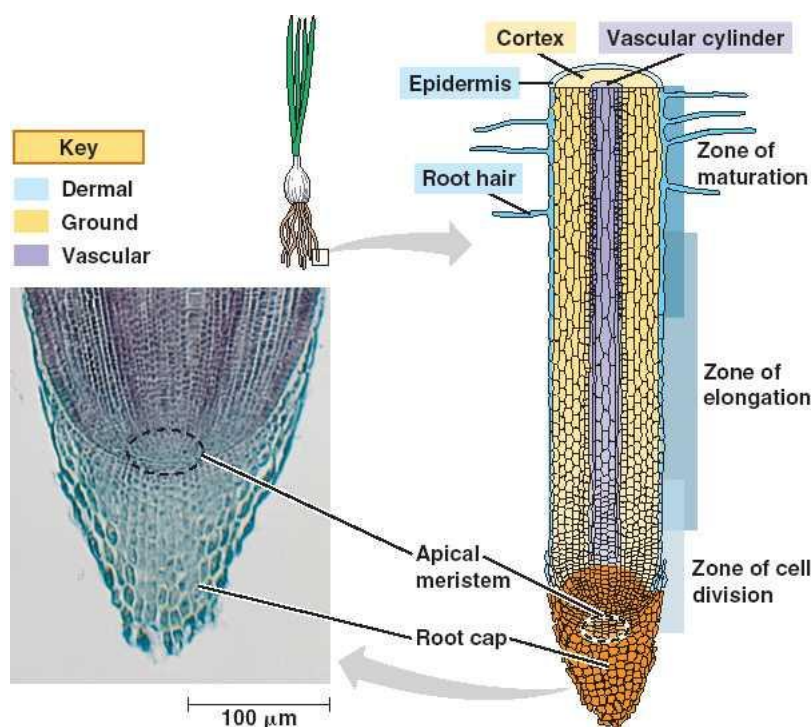
โครงสร้างตามยาวของราก แบ่งได้ 4 บริเวณ คือ

1. บริเวณหมวกราก (Root cap) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา (Parenchyma) เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ ผนังค่อนข้างบาง มีแวคิวโอลขนาดใหญ่ สามารถผลิตเมือกได้ ทำให้หมวก รากชุ่มชื้น และอ่อนตัว สะดวกต่อการขยี้ไช และสามารถป้องกันอันตรายให้กับบริเวณที่อยู่ เหนือขึ้นไปได้

2. บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว (Region of cell division) อยู่ถัดจากรากขึ้นมา ประมาณ 1-2 mm เป็นบริเวณของเนื้อเยื่อเจริญ จึงมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อเพิ่มจำนวน โดยส่วนหนึ่งเจริญเป็นหมวกราก อีกส่วนเจริญเป็นเนื้อเยื่อ ที่อยู่สูงถัดขึ้นไป

3. บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว (Region of cell elongation) อยู่ถัดจากบริเวณ เซลล์ที่มีการแบ่งตัว เป็นบริเวณที่เซลล์มีการยืดยาวขึ้น

4. บริเวณเซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ (Region of cell differentiation and maturation) ประกอบด้วยเซลล์ถาวรต่างๆ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญมี โครงสร้างเพื่อทำหน้าที่ต่างๆ บริเวณนี้จะมีเซลล์ขนราก (Root hair cell)



ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างตัดตามยาวของรากพืช

โครงสร้างของรากตามภาคตัดขวาง

แบ่งศึกษา เป็น 2 กรณี คือ

- โครงสร้างตัดตามขวางของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- โครงสร้างตัดตามขวางของรากพืชใบเลี้ยงคู่

ซึ่งสามารถแยกเป็นบริเวณ หรือชั้นต่างๆตามลักษณะเซลล์ที่เห็นได้ 3บริเวณ ดังนี้

1. epidermis เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดมีเซลล์ที่เรียงตัวกันเพียงชั้นเดียวและผนังเซลล์บาง ไม่มีคลอโรพลาสต์ บางเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นขนราก

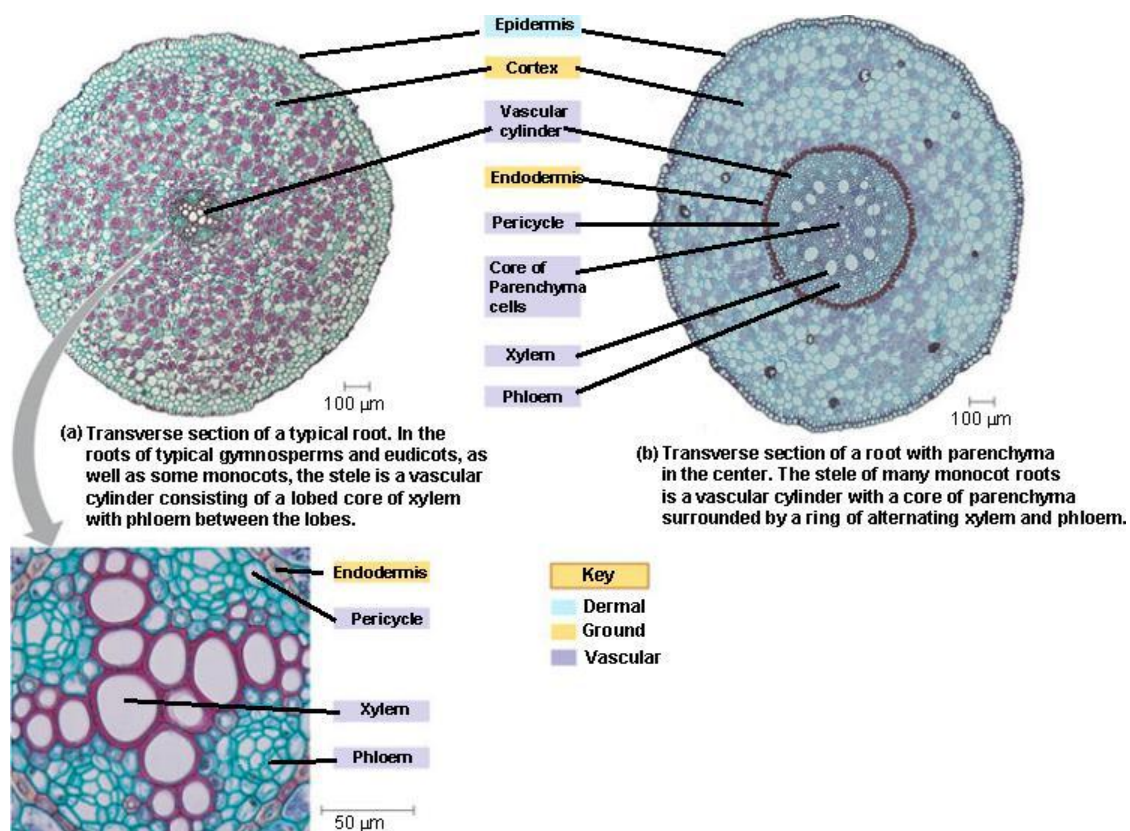
2. cortex เป็นอาณาเขตระหว่างชั้น epidermis และ stele ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรเนไคมาที่ทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหารเป็นส่วนใหญ่ ชั้นในสุดของ cortex จะเป็นเซลล์แถวเดียวเรียก endodermis ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นชัดเจนเซลล์ในชั้นนี้เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีผนังหนาเพราะมีสารซูเบอร์ริน หรือลิกนินสะสมอยู่ แต่จะมีช่วงที่มีเซลล์ผนังบางแทรกอยู่ในชั้นนี้และอยู่ตรงกับแนวของไซเลม

3. stele เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากชั้น endodermisเข้าไป พบว่า stele ในรากจะแคบกว่าชั้น cortex ประกอบด้วยชั้นต่างๆดังนี้

3.1 pericycle เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็กมี 1-2 แถว พบเฉพาะในรากเท่านั้น เป็นแหล่งกำเนิดของรากแขนง (secondary root)

3.2 vascular bundle ประกอบด้วย xylem อยู่ตรงใจกลางเรียงเป็นแฉกโดยมี phloem อยู่ระหว่างแฉก สำหรับพืชใบเลี้ยงคู่ต่อมาจะเกิดเนื้อเยื่อเจริญ vascular cambium คั่นระหว่าง xylem กับ phloem ในรากของพืชใบเลี้ยงคู่มีจำนวนแฉกน้อยประมาณ 1-6 แฉก โดยมากมักมี 4 แฉก ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมักมีจำนวนแฉกมากกว่า

3.3 pith เป็นบริเวณตรงกลางรากหรือไส้ในของรากเห็นได้ชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมาส่วนรากพืชใบเลี้ยงคู่ตรงกลางมักเป็น xylem



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างตัดตามขวางของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่

ใบกิจกรรมที่ 1

โครงสร้างและหน้าที่ของราก

คำสั่ง >> ให้นักเรียนอ่านโจทย์คำถามต่อไปนี้แล้วตอบคำถามมาให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. รากพืชมีบทบาทหน้าที่สำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

2. บริเวณหมวกราก (Root cap) ประกอบด้วยเซลล์

.....

3. หมวกราก (Root cap) มีหน้าที่

.....

4. เป็นบริเวณของรากที่เซลล์มีลักษณะยืดยาวต่างจากบริเวณอื่นๆ หมายถึงโครงสร้างตำแหน่งใดของราก

.....

5. “เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดมีเซลล์ที่เรียงตัวกันเพียงชั้นเดียวและผนังเซลล์บาง ไม่มีคลอโรพลาสต์” จากคำกล่าวข้างต้น หมายถึงเซลล์ชนิดใด

.....

6. เนื้อเยื่อชั้น cortex ประกอบด้วยเซลล์อะไรบ้างเป็นองค์ประกอบ

.....

7. เซลล์พืชชนิดใดที่พบเฉพาะในรากเท่านั้น เป็นแหล่งกำเนิดของรากแขนง (secondary root)

.....

8. “radicle” หมายถึงโครงสร้างส่วนใดของราก มีหน้าที่สำคัญ คือ

.....

9. นักเรียนคิดว่าพืชแต่ละชนิดจะมีลักษณะการเจริญหรือการงอกของโครงสร้างเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

10. ขนรากเป็นโครงสร้างที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์ชนิดใด

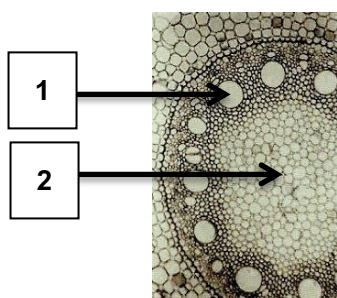
.....

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง ลักษณะรากของพืชตัวอย่าง

คำสั่ง >> ให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างรากพืชและสืบค้นข้อมูลตอบคำถามมาให้ถูกต้อง

ภาพ A

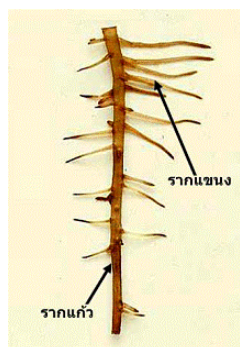


จากภาพ A

หมายเลข 1 คือ.....

หมายเลข 2 คือ.....

ภาพ B



จากภาพ B รากแขนงเจริญ

เปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์ชนิดใด

.....

ภาพ C



จากภาพ C

ชนิดของราก.....

หน้าที่.....

ภาพ D



จากภาพ D

ชนิดของราก.....

หน้าที่.....

ใบงานการทดลองที่ 1

ปฏิบัติการทดลองการศึกษาโครงสร้างภายในของรากตัดตามขวาง

จุดประสงค์

เพื่อศึกษาข้อมูล ทดลอง อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของรากถั่วเขียว และรากข้าวโพดตัดตามขวางภายใต้กล้องจุลทรรศน์

วัสดุอุปกรณ์

1. ถู่มือ
2. น้ำ
3. ดิน
4. จานแก้วเพาะเชื้อ
5. เข็มเย็บ
6. บีกเกอร์
7. หลอดหยด
8. ครีมหีบ
9. ใบมีดโกน
10. สไลด์
11. กระจกปิดสไลด์
12. ทิชชู
13. กล้องจุลทรรศน์

สารเคมี

สีย้อมซาฟานีน หรือ เมทิลีนบลู

พืชตัวอย่าง

รากถั่วเขียว

วิธีการทดลอง

1. เลือกรากถั่วเขียวที่งอกในกระบะดินมาจำนวน 1-2 ราก
2. นำรากถั่วเขียวมาล้างดินออกให้สะอาด
3. นำใบมีดโกนที่เตรียมไว้มาทำการเฉือนปลายรากแบบตัดตามขวางให้เป็นชิ้นบางๆ
4. นำชิ้นส่วนของรากตัดตามขวางที่เฉือนได้ไปแช่น้ำในจานแก้ว
5. นำชิ้นส่วนที่นักเรียนคิดว่าบางที่สุดมาวางบนกระจกสไลด์
6. นำสีย้อมซาฟานีน หรือ เมทิลีนบลูที่เตรียมไว้หยดลงบนเนื้อเยื่อปลายรากตัวอย่างประมาณ 1-2 หยด ทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที
7. นำเนื้อเยื่อที่ผ่านการย้อมสีมาทำการล้างน้ำ
8. นำเนื้อเยื่อมาส่องดูโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์
9. สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

บันทึกผลการทดลอง

ภาพโครงสร้างภายในตัดตามขวางรากถั่วเขียว

กำลังขยาย.....เท่า

ภาพโครงสร้างภายในตัดตามขวางรากข้าวโพด

กำลังขยาย.....เท่า

สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลหลังการสอน

- ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

- ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวบุญตา สุวรรณ)

ครูผู้สอน

แบบบันทึกคะแนน ใบงานที่ 1

คำชี้แจง ครูประเมินผลขณะนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
 โดยทำเครื่องหมาย ☒ ลงใน ☐ แล้วรายงานผลการประเมิน ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
	ดี (2)	พอใช้ (1)	ควรปรับปรุง (0)	
1. การคิดวิเคราะห์				
2. การเขียนสื่อความ				
3. มีความคิดสร้างสรรค์				
4. ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้				

คะแนนเต็ม 8 คะแนน ได้.....คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การคิดวิเคราะห์

2 คะแนน = มีการจับประเด็นสำคัญ ขยายความ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบและ สรุป
 ความคิดรวบยอดได้ดี

1 คะแนน = มีการจับประเด็นสำคัญได้ แต่ขยายความหรือยกตัวอย่างไม่ได้

0 คะแนน = จับประเด็นสำคัญไม่ได้

2. การเขียนสื่อความ

2 คะแนน = เขียนสื่อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและเข้าใจง่าย

1 คะแนน = เขียนสื่อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 2-3 แห่ง ตรงประเด็น

0 คะแนน = เขียนสื่อความไม่ได้ ไม่ตรงประเด็น

3. มีความคิดสร้างสรรค์

2 คะแนน = การตอบคำถามมีความน่าสนใจในประเด็นเนื้อหา มีความสัมพันธ์กับ
 หัวข้อที่กำหนด มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย

1 คะแนน = การตอบคำถามมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนดแต่ไม่มีความเป็น
 ระเบียบเรียบร้อย

0 คะแนน = การตอบคำถามไม่สัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด

4. ประโยชน์ในการนำข้อมูลไปใช้

2 คะแนน = สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

1 คะแนน = สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้บ้าง

0 คะแนน = ไม่สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนน **7-8** ดี (2)

คะแนน **4-6** ดี (1)

คะแนน **0-3** ดี (0)

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(อาจารย์บุญตา สุวรรณ)

ผู้สอน

หมายเหตุ : ประเมินรายบุคคล

แบบบันทึกคะแนน ใบงานที่ 2

คำชี้แจง ครูประเมินผลขณะนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
 โดยทำเครื่องหมาย ☒ ลงใน ☐ แล้วรายงานผลการประเมิน ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
	ดี (2)	พอใช้ (1)	ควรปรับปรุง (0)	
1. การคิดวิเคราะห์				
2. การเขียนสื่อความ				
3. มีความคิดสร้างสรรค์				
4. ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้				

คะแนนเต็ม 8 คะแนน ได้.....คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การคิดวิเคราะห์

2 คะแนน = มีการจับประเด็นสำคัญ ขยายความ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบและ สรุป
 ความคิดรวบยอดได้ดี

1 คะแนน = มีการจับประเด็นสำคัญได้ แต่ขยายความหรือยกตัวอย่างไม่ได้

0 คะแนน = จับประเด็นสำคัญไม่ได้

2. การเขียนสื่อความ

2 คะแนน = เขียนสื่อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและเข้าใจง่าย

1 คะแนน = เขียนสื่อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 2-3 แห่ง ตรงประเด็น

0 คะแนน = เขียนสื่อความไม่ได้ ไม่ตรงประเด็น

3. มีความคิดสร้างสรรค์

2 คะแนน = การตอบคำถามมีความน่าสนใจในประเด็นเนื้อหา มีความสัมพันธ์กับ
 หัวข้อที่กำหนด มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย

1 คะแนน = การตอบคำถามมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนดแต่ไม่มีความเป็น
 ระเบียบเรียบร้อย

0 คะแนน = การตอบคำถามไม่สัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด

4. ประโยชน์ในการนำข้อมูลไปใช้

2 คะแนน = สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

1 คะแนน = สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้บ้าง

0 คะแนน = ไม่สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนน **7-8** ดี (2)

คะแนน **4-6** ดี (1)

คะแนน **0-3** ดี (0)

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(อาจารย์บุญตา สุวรรณ)

ผู้สอน

หมายเหตุ : ประเมินรายบุคคล

ตัวอย่าง
แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

วิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Basic science) รหัสวิชา ว 32243	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช	เวลา 15 ชั่วโมง
หน่วยการเรียนรู้ย่อยที่ 1.1 เรื่อง โครงสร้างของราก	เวลา 3 ชั่วโมง
ผู้สอน อาจารย์บุญตา สุวรรณ	วัน/เดือน/ปี ที่สอน 14 - 30 พ.ย. 59

1. สาระการเรียนรู้/มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.5/2 ทดลองและอธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจ สอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ สิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4-6/2 อธิบายกลไกการรักษาคุณภาพของน้ำในพืช

ว 8.1 ม.4-6/1 ตั้งคำถามที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์หรือความสนใจหรือจากประเด็นที่เกิดขึ้นในขณะนั้นที่สามารถทำการสำรวจ ตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้

ว 8.1 ม.4-6/2 สร้างสมมติฐานที่มีพื้นฐานรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่พบหรือสร้างแบบจำลองหรือสร้างรูปแบบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

ว 8.1 ม.4-6/3 ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลที่ต้องพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรสำคัญ ปัจจัยที่มีผลต่อปัจจัยอื่น ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้และจำนวนครั้งต่อการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้ผลที่มีความเชื่อมั่นอย่างพอเพียง

ว 8.1 ม.4-6/4 เลือกวัสดุเทคนิควิธีการ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสังเกต การวัด การสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งทางกว้างและทางลึกในเชิงปริมาณและคุณภาพ

ว 8.1 ม.4-6/5 รวบรวมข้อมูลและบันทึกผล การสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบถูกต้อง ครบคลุมทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมหรือความผิดพลาดของข้อมูล

ว 8.1 ม.4-6/7 วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และ ประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปหรือสาระสำคัญ เพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ว 8.1 ม.4-6/9 นำผลของการสำรวจตรวจสอบที่ได้ทั้งวิธีการและองค์ความรู้ที่ได้ ไปสร้างคำถามใหม่ นำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่และในชีวิตจริง

ว 8.1 ม.4-6/10 ตระหนักถึงความสำคัญในการที่จะต้องมีส่วนร่วมรับผิดชอบ การอธิบาย การลงความเห็นและการสรุปผล การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นำเสนอต่อสาธารณชน ด้วยความถูกต้อง

ว 8.1 ม.4-6/12 จัดแสดงผลงาน เขียนรายงานและ/หรืออธิบายเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการและผลของโครงการหรือชิ้นงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

2. สาระสำคัญ

ราก (root) เป็นอวัยวะของพืชที่ไม่พบคลอโรฟิลล์ ไม่มีข้อและปล้อง ทำหน้าที่ดูดน้ำ แร่ธาตุและ สารอาหาร รวมทั้งยึดลำต้นให้ติดกับดิน เจริญเติบโตลงสู่ดินตามแรงโน้มถ่วงของโลก รากเจริญมาจาก เรดิเคิล (radicle) ซึ่งเป็นส่วนปลายสุดของลำต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) ของเอ็มบริโอที่อยู่ภายในเมล็ด และ เจริญเติบโตต่อไปเป็นรากปฐมภูมิ (primary root) หรือ รากแก้ว (tap root) เมื่อรากปฐมภูมิเจริญเติบโต ขึ้นจะแตกแขนงออกมารากที่แตกแขนงออกมานี้ เรียกว่าเป็นรากทุติยภูมิ (secondary root) หรือ ราก แขนง (lateral root) ซึ่งส่วนมากจะเจริญ ขนานไปกับผิวดิน พืชบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของราก เพื่อไปทำหน้าที่พิเศษ (modified root) เช่น รากสะสมอาหาร รากค้ำจุน รากสังเคราะห์แสง รากยึดเกาะ รากหายใจ หรือรากกาฝาก เป็นต้น

โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก

เมื่อรากงอกออกจากเมล็ดแล้ว จะมีการเจริญเติบโต โดยการเพิ่มความยาว ขนาด จำนวน หากทำการตัดตาม ยาวที่บริเวณปลายรากจะพบเนื้อเยื่อเจริญอยู่เป็นจำนวนมากและมีการแบ่งเซลล์อยู่ตลอดเวลา สามารถแบ่งบริเวณของปลายรากได้ตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ได้ 4 บริเวณ ได้แก่ บริเวณหมวกราก (root cap) บริเวณการแบ่งเซลล์ (region of cell division) บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว (region of cell elongation) และ บริเวณที่เซลล์เติบโตเต็มที่หรือบริเวณขนราก (region of maturation หรือ root hair zone)

โครงสร้างภายในราก

รากที่งอกออกจากเมล็ดจนเจริญเต็มที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้อย่างสมบูรณ์จะต้องมีโครงสร้างภายใน ประกอบด้วยเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆ ดังนี้

1. เอพิเดอร์มิส (epidermis) อยู่รอบนอกสุด โดยทั่วไปประกอบด้วยเซลล์ผิว และเซลล์ขนราก

2. คอร์เทกซ์ (cortex) อยู่ถัดเข้ามาจากเอพิเดอร์มิส ส่วนใหญ่เป็นเซลล์พาเรงไคมาที่ทำหน้าที่สะสม น้ำ และอาหาร ด้านในสุดมักเห็นเซลล์เรียงเป็นแถวเรียก เอ็นโดเดอร์มิส (endodermis) ซึ่งผนังเซลล์จะมีลักษณะพิเศษ คือมี สารซูเบอรินสะสมเป็นแถบรอบเซลล์เรียก แถบแคสพาเรียนหรือแคสพาเรียนสตริพ (casparian strip)

3. สเตล (stele) เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากชั้นเอ็นโดเดอร์มิสเข้าไป ประกอบด้วยชั้นเนื้อเยื่อ ดังนี้

3.1 เพอริไซเคิล (pericycle) ประกอบด้วย เซลล์พาเรงไคมาเรียงเป็นวงชั้นเดียวหรือหลายชั้น ซึ่งเซลล์ในบริเวณนี้สามารถเปลี่ยนสภาพกลับไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสได้อีก เพื่อสร้างรากแขนงหรือพืชบางชนิด ที่มีการเติบโตทุติยภูมิ (secondary growth) สามารถเปลี่ยนสภาพเป็นเนื้อเยื่อคอร์กแคมเบียมได้

3.2 กลุ่มท่อลำเลียง (vascular bundle) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อไซเล็มและโฟลเอ็ม โดยมีไซเล็มอยู่ตรงกลาง ของรากมีลักษณะเป็นแฉกและมีโฟลเอ็มอยู่ระหว่างแฉกไซเล็ม (xylem) เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ได้แก่ เวสเซลเมมเบอร์ (vessel member) เทรคีด (tracheid) เซลล์พาเรงไคมา และไฟเบอร์ โฟลเอ็ม (phloem) ทำหน้าที่ในการลำเลียงอาหาร ประกอบด้วย เซลล์หลายชนิด ได้แก่ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (sieve tube) เซลล์คอมพานีออน (companion cell) เซลล์พาเรงไคมาและไฟเบอร์

3.3 พิท (pith) คือ บริเวณตรงกลางของรากหรือลำต้น ประกอบด้วย เซลล์พาเรงไคมา

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 สืบค้นข้อมูล อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของราก

3.2 สืบค้นข้อมูล อธิบายและอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของราก

4. สารการเรียนรู้

พืชมีกลไกในการรักษาคุณภาพของน้ำ โดยมีการควบคุมสมดุลระหว่างการคายน้ำผ่านปากใบและการดูดน้ำ ที่ราก

5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.1 มีวินัย

5.2 ใฝ่เรียนรู้

5.3 มุ่งมั่นในการทำงาน

5.4 อยู่อย่างพอเพียง

6. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 6.1 ความสามารถในการคิด
- 6.2 ความสามารถในการสื่อสาร
- 6.3 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 6.4 ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 6.5 ความสามารถในการเทคโนโลยี

7. กระบวนการจัดการเรียนรู้

7.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Elicitation Phase)

ครูตรวจสอบความรู้พื้นฐานของนักเรียน โดยให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง โครงสร้างของรากพืช จากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรม “Who am I ?” โดยนำภาพของรากพืชในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รากแก้ว รากฝอย รากสะสมอาหาร รากสังเคราะห์แสง รากหายใจ รากยึดเกาะ เป็นต้น เพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมและสร้างความสนใจในบทเรียนแก่นักเรียน โดยใช้คำถามจากภาพ นักเรียนคิดว่าเป็นโครงสร้างส่วนใดของพืชและบันทึกคำตอบ

7.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Engagement Phase)

7.2.1 ให้นักเรียนศึกษา สัณฐานลักษณะของรากของพืชตัวอย่าง เช่น ต้นหอม ต้นผักชี ต้นเข็ม ชนิดอื่น ๆ ที่สามารถนำมาทดลองได้ เพื่อให้นักเรียนทำการสำรวจลักษณะและความแตกต่างระหว่างรากของพืชชนิดต่าง ๆ

7.2.2 จดบันทึกและวาดลักษณะสิ่งที่สังเกตเห็นลงในใบกิจกรรม เรื่อง “โครงสร้างและหน้าที่ของราก” โดยใช้คำถามตัวอย่างต่อไปนี้

- รากของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไร (รากเป็นอวัยวะของพืชที่ไม่มีข้อปล้อง)

- นักเรียนคิดว่ารากมีความสำคัญอย่างไรต่อต้นพืช (รากทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ และ คอยยึดลำต้นให้กับดิน)

7.2.3 ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอและอภิปรายลักษณะของความแตกต่างของรากพืชแต่ละชนิด ที่นักเรียนสังเกตพบพร้อมกับอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของราก

7.3 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

ครูอภิปรายประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากการเฝ้าสังเกต ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ โดยนำคำตอบจากกิจกรรมเสนอให้นักเรียนร่วมอภิปรายในประเด็น คำถามดังนี้

- สิ่งสำคัญที่ทำให้เราทราบถึงลักษณะและความแตกต่างกันระหว่างรากพืชแต่ละชนิดคืออะไร

- เพราะเหตุใดหลักฐานทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ (เพราะหลักฐานเป็นสิ่งที่ช่วยยืนยันข้อค้นพบหรือข้อสรุปที่เราได้ และ นำไปสู่การสร้างเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

7.4 ขั้ขยายความรู้ (Elaboration Phase)

7.4.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 7 กลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน

7.4.2 ครูแจกตัวอย่างรากพืช และ แสดงภาพรากที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่พิเศษ ตัวอย่างเช่น รากสะสมอาหาร (แครอต หัวผักกาด กระชาย มันเทศ มันแกว) รากสังเคราะห์แสง (กล้วยไม้) รากปีนป่าย (พลูด่าง กล้วยไม้)

7.4.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสังเกตลักษณะของรากที่ได้รับถึงรูปร่างลักษณะต่างๆ ของพืชแต่ละชนิด พร้อมกับให้นักเรียนยกตัวอย่างพืช ที่รากสามารถเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่พิเศษที่นอกเหนือจากตัวอย่างที่ครูนำมาและให้นักเรียนนำเสนออภิปรายร่วมกันในห้องเรียน โดยครูใช้คำถามว่า

- รากพืชที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่พิเศษมีอะไรบ้าง (รากสะสมอาหาร รากค้า จุน รากสังเคราะห์แสง รากยึดเกาะ รากหายใจ รากกาฝาก และรากพุนพอน)

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดพืชเหล่านี้ จึงมีการเปลี่ยนแปลงรากไปทำหน้าที่พิเศษ (เพื่อปรับตัวให้ เข้ากับสภาพแวดล้อม การดำรงอยู่และการสืบพันธุ์)

7.4.4 ครูแสดงภาพโครงสร้างรากตัดตามขวาง ใน power point หน้าห้องเรียน ประกอบกับในหนังสือเรียน และอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะของเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ พบในพืช ใบเลี้ยงคู่ และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

7.5 ขั้การประเมินผล (Evaluation Phase)

7.5.1 ครูให้นักเรียนวาดภาพภาพตัดขวางของรากพืชใบเลี้ยงคู่ และ รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวที่ได้มาจากการนำข้อมูลที่นักเรียนสังเกตจากแหล่งต่างๆ เช่น หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต และสรุปนำเสนอให้เพื่อนและครูฟังร่วมกัน

7.5.2 นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “โครงสร้างและหน้าที่ของราก”

8. สื่อ อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

สื่อ	อุปกรณ์	แหล่งเรียนรู้
1. ใบงานที่ 1 เรื่อง “โครงสร้างและหน้าที่ของราก” 2. ใบงานที่ 2 เรื่อง ลักษณะรากของพืชตัวอย่าง 3. ใบงานการทดลองที่ 1 การศึกษาโครงสร้างตัดตามขวางของรากพืช 4. แบบบันทึกคะแนนการเปรียบเทียบโครงสร้างของรากพืช 5. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของรากพืช 6. สื่อ Power Point ประกอบการบรรยาย 7. ภาพของรากพืชในรูปแบบต่าง ๆ	1. คอมพิวเตอร์ (Notebook) 2. visual lizer 3. โปรเจคเตอร์	1. ห้องสมุด 2. อินเทอร์เน็ต

9. กระบวนการวัดผลและประเมินผล

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ
ด้านความรู้ 1. อธิบายโครงสร้างและหน้าที่ของรากได้ 2. อธิบายลักษณะรากพืชที่ทำหน้าที่พิเศษและยกตัวอย่างพืชได้ 3. อธิบาย/อภิปรายโครงสร้างภายในของรากพืช	1. ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก 2. ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง ลักษณะรากของพืชตัวอย่าง	แบบบันทึกคะแนนการตรวจใบงานที่ 1 และ 2
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1. วาดภาพตัดตามขวาง (cross section) แสดงโครงสร้างภายในของรากพืชได้ใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่ 2. การนำเสนอการสังเกต เปรียบเทียบ บอกหน้าที่พร้อมยกตัวอย่างชนิดของราก	1. ตรวจภาพวาด ลักษณะรากของพืชตัวอย่าง 2. บันทึกทักษะการนำเสนอ ความเข้าใจและการแก้ปัญหา	1. แบบประเมินภาพวาด 2. แบบบันทึกทักษะการนำเสนอ

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ
ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 1. สนใจใฝ่เรียนรู้ มีข้อสงสัยและ กระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ 2. ทำงานร่วมกับผู้อื่น แสดงความคิดเห็น ภายในกลุ่ม และยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น	1. สังเกตพฤติกรรม	1. แบบบันทึกพฤติกรรม

10. กิจกรรมเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

การใช้พีชในท้องถิ่นในการศึกษา เป็นการสร้างจิตสำนึก และ เห็นความสำคัญของพีชในท้องถิ่นและเกิดการอนุรักษ์อย่างยั่งยืน

11. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

11.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

11.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

11.3 แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(อาจารย์บุญตา สุวรรณ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

12. บันทึกความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

.....

ลงชื่อ.....

(อาจารย์ศศิธร มงคลทอง)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

13. ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

ลงชื่อ.....

(ผศ.พัทธนันท์ พิมพ์ทองงาม)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

14. ความคิดเห็นของผู้อำนวยการสถานศึกษา

.....

ลงชื่อ.....

(ผศ.วันทนี ปานเจริญ)

ผู้อำนวยการสถานศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินทักษะปฏิบัติ

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับเท่านั้น

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะบ่งชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	
1	การวางแผน การแบ่งหน้าที่กันทำงาน						5 หมายถึง ดีมาก
2	การสังเกต การเปรียบเทียบ						4 หมายถึง ดี
3	การแสดงความคิดเห็น						3 หมายถึง ปานกลาง
4	การเลือกใช้ตัวอย่างและวัสดุอุปกรณ์						2 หมายถึง พอใช้
5	การรวบรวมข้อมูล						1 หมายถึง ควรปรับปรุง
6	การวิเคราะห์ผล และการสรุปผล						
7	การสร้างบรรยากาศในการทำงาน						
8	ความสนใจ และตั้งใจในการทำงาน						
9	การทำงานร่วมกับผู้อื่น						
10	งานสำเร็จทันเวลาและมีคุณภาพ						
รวมคะแนน							
ระดับคุณภาพเฉลี่ย							

สรุปผลจากแบบประเมิน

- ☐ ดีมาก (5.00)
☐ ดี (4.00-4.99)
☐ ปานกลาง (3.00-3.99)
☐ พอใช้ (2.00-2.99)
☐ ควรปรับปรุง (1.00-1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินเป็นกลุ่ม

แบบบันทึกพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

กลุ่มที่.....

คำชี้แจง : ครูประเมินผลขณะนักเรียนทำงานร่วมกัน

โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ แล้วรายงานผลการประเมิน ดังนี้

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะบ่งชี้	ระดับคุณภาพ		หมายเหตุ
		มี	ไม่มี	
1	สมาชิกบางคนไม่ช่วยเหลือเพื่อนในสิ่งที่ตนสามารถช่วยได้			
2	สมาชิกบางคนไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น			
3	สมาชิกบางคนมีอารมณ์หงุดหงิด			
4	บรรยากาศในการทำงานของทีมเคร่งเครียด			
5	บรรยากาศในการทำงานของทีม เป็นกันเอง			
6	ในครั้งต่อไปการทำงาน ทีมควรปรับปรุงในเรื่องใด			
โดยภาพรวม				

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินเป็นกลุ่ม

แบบประเมินการภาพวาดแสดงโครงสร้างภายในของรากพืชตัดตามขวาง

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			รวม	สรุปผล	
		เนื้อหา (องค์ประกอบศิลป์)	ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ความสมบูรณ์ของ งาน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
		4	3	3	10		

หมายเหตุ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ผลจากแบบประเมินเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

เกณฑ์สรุปผลการเรียนรู้		☐	ดีมาก	(9.00-10.00)
และปฏิบัติทดลอง		☐	ดี	(7.00-8.99)
☐ ผ่าน ตั้งแต่ 6.00 คะแนนขึ้นไป		☐	ปานกลาง	(6.00-7.99)
☐ ไม่ผ่าน ต่ำกว่า 6.00 คะแนน		☐	พอใช้	(4.00-5.99)
		☐	ควรปรับปรุง	(1.00-3.99) / ไม่ผ่าน

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินรายบุคคล

แบบบันทึกทักษะการนำเสนอการปฏิบัติกิจกรรม

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....กลุ่มที่.....

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะพึงชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		5	4	3	2	1	
1	นำเสนอเนื้อหาในผลงานได้ถูกต้อง						5 หมายถึง ดีมาก
2	การนำเสนอมีความน่าสนใจ						4 หมายถึง ดี
3	ความเหมาะสมกับเวลา						3 หมายถึง ปานกลาง
4	ความกล้าแสดงออก						2 หมายถึง พอใช้
5	บุคลิกภาพ น้ำเสียงเหมาะสม						1 หมายถึง ควรปรับปรุง
6	การวิเคราะห์ผล และการสรุปผล						
รวมคะแนน							
ระดับคุณภาพเฉลี่ย							

หมายเหตุ คะแนนเต็ม 5 คะแนน

สรุปผลจากแบบประเมิน	☐	ดีมาก	(5.00)
	☐	ดี	(4.00-4.99)
	☐	ปานกลาง	(3.00-3.99)
	☐	พอใช้	(2.00-2.99)
	☐	ควรปรับปรุง	(1.00-1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน/...../.....

หมายเหตุ : ประเมินรายบุคคล

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของรากพืช

ราก (Root) อวัยวะหรือส่วนของพืชที่ไม่มี ข้อ ปล้อง ตา และใบ เจริญลงสู่ดินตามแรงดึงดูดของโลก(positive geotropism) มีกำเนิดมาจาก radicle ของ embryo ซึ่งอยู่ภายในเมล็ด รากที่เปลี่ยนแปลงมาจากเรดิเคิล จัดเป็นรากที่มีการเจริญในระยะแรก (Primary growth) ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงคู่หรือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด จะมีการเจริญเติบโตครั้งที่ 2 (Secondary growth)

หน้าที่

1. คำจุนส่วนต่างๆ ของพืชให้ทรงตัวอยู่ได้ (anchorage)
2. ดูดและลำเลียงน้ำ (absorption and transportation)
3. หน้าที่อื่นๆ ขึ้นกับลักษณะของรากเช่น สะสมอาหาร ยึดเกาะ ใช้ในการหายใจ เป็นต้น

การศึกษาโครงสร้างของรากในระยะที่มีการเจริญขั้นต้น (Primary growth) จะแบ่งศึกษา 2 ลักษณะ คือ

1. ศึกษาโครงสร้างตามยาวของราก
2. ศึกษาโครงสร้างในภาคตัดขวาง

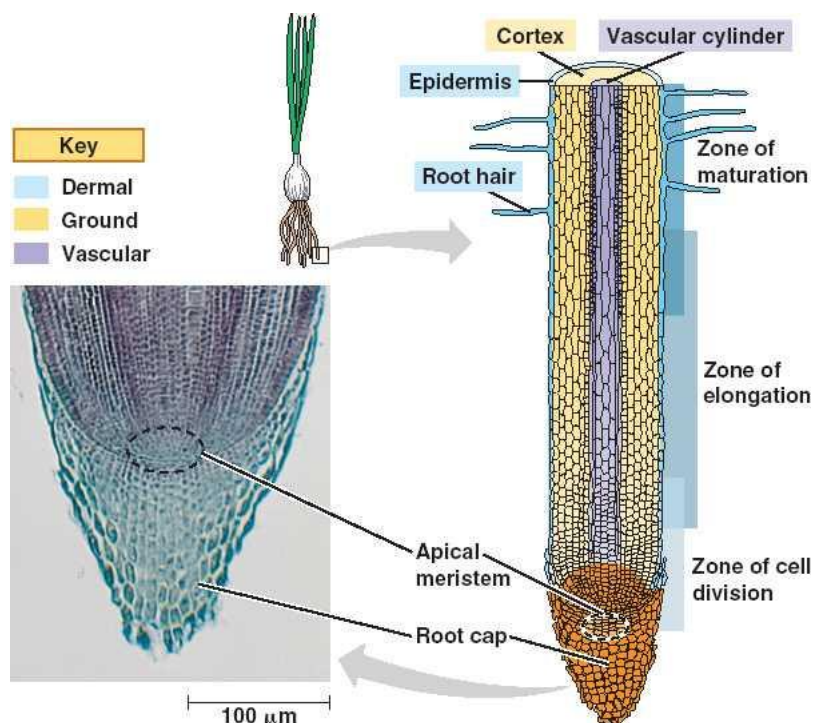
โครงสร้างตามยาวของราก แบ่งได้ 4 บริเวณ คือ

1. บริเวณหมวกราก (Root cap) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา (Parenchyma) เรียงตัวกันอย่างหลวมๆ ผนังค่อนข้างบาง มีเควอโอลขนาดใหญ่ สามารถผลิตเมือกได้ ทำให้หมวก รากชุ่มชื้น และอ่อนตัว สะดวกต่อการชอนไช และสามารถป้องกันอันตรายให้กับบริเวณที่อยู่เหนือขึ้นไปได้

2. บริเวณเซลล์กำลังแบ่งตัว (Region of cell division) อยู่ถัดจากรากขึ้นมา ประมาณ 1-2 mm เป็นบริเวณของเนื้อเยื่อเจริญ จึงมีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส เพื่อเพิ่มจำนวน โดยส่วนหนึ่งเจริญเป็นหมวกราก อีกส่วนเจริญเป็นเนื้อเยื่อ ที่อยู่สูงถัดขึ้นไป

3. บริเวณเซลล์ขยายตัวตามยาว (Region of cell elongation) อยู่ถัดจากบริเวณ เซลล์มีการแบ่งตัว เป็นบริเวณที่เซลล์มีการยืดยาวขึ้น

4. บริเวณเซลล์เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะ (Region of cell differentiation and maturation) ประกอบด้วยเซลล์ถาวรต่างๆ ซึ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญมี โครงสร้างเพื่อทำหน้าที่ต่างๆ บริเวณนี้จะมีเซลล์ขนราก (Root hair cell)



ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างตัดตามยาวของรากพืช

โครงสร้างของรากตามภาคตัดขวาง

แบ่งศึกษา เป็น 2 กรณี คือ

- โครงสร้างตัดตามขวางของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- โครงสร้างตัดตามขวางของรากพืชใบเลี้ยงคู่

ซึ่งสามารถแยกเป็นบริเวณ หรือชั้นต่างๆตามลักษณะเซลล์ที่เห็นได้ 3 บริเวณ ดังนี้

1. epidermis เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดมีเซลล์ที่เรียงตัวกันเพียงชั้นเดียวและผนังเซลล์บาง ไม่มีคลอโรพลาสต์ บางเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นขนราก

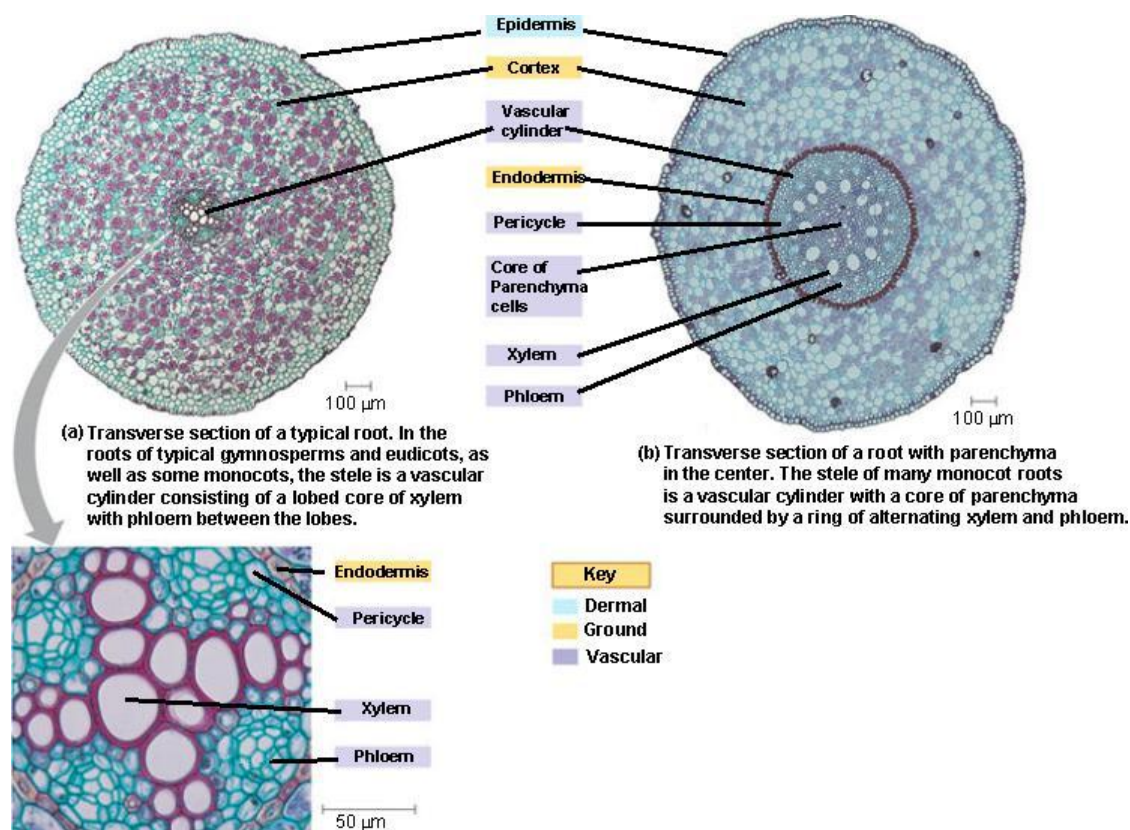
2. cortex เป็นอาณาเขตระหว่างชั้น epidermis และ stele ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมาที่ทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหารเป็นส่วนใหญ่ ชั้นในสุดของ cortex จะเป็นเซลล์แถวเดียวเรียก endodermis ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นชัดเจนเซลล์ในชั้นนี้เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีผนังหนา เพราะมีสารซูเบอริน หรือลิกนินสะสมอยู่ แต่จะมีช่วงที่มีเซลล์ผนังบางแทรกอยู่ในชั้นนี้และอยู่ตรงกับแนวของไซเลม

3. stele เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากชั้น endodermis เข้าไป พบว่า stele ในรากจะแคบกว่าชั้น cortex ประกอบด้วยชั้นต่างๆดังนี้

3.1 pericycle เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็กมี 1-2 แถว พบเฉพาะในรากเท่านั้น เป็นแหล่งกำเนิดของรากแขนง (secondary root)

3.2 vascular bundle ประกอบด้วย xylem อยู่ตรงใจกลางเรียงเป็นแฉกโดยมี phloem อยู่ระหว่างแฉก สำหรับพืชใบเลี้ยงคู่ต่อมาจะเกิดเนื้อเยื่อเจริญ vascular cambium คั่นระหว่าง xylem กับ phloem ในรากของพืชใบเลี้ยงคู่มีจำนวนแฉกน้อยประมาณ 1-6 แฉก โดยมากมักมี 4 แฉก ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมักมีจำนวนแฉกมากกว่า

3.3 pith เป็นบริเวณตรงกลางรากหรือไส้ในของรากเห็นได้ชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมาส่วนรากพืชใบเลี้ยงคู่ตรงกลางมักเป็น xylem



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างตัดตามขวางของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่

ใบกิจกรรมที่ 1 โครงสร้างและหน้าที่ของราก

คำสั่ง >> ให้นักเรียนอ่านโจทย์คำถามต่อไปนี้แล้วตอบคำถามมาให้ถูกต้องสมบูรณ์

1. รากพืชมีบทบาทหน้าที่สำคัญอย่างไร

.....

.....

.....

2. บริเวณหมวกราก (Root cap) ประกอบด้วยเซลล์

.....

3. หมวกราก (Root cap) มีหน้าที่

.....

4. เป็นบริเวณของรากที่เซลล์มีลักษณะยืดยาวต่างจากบริเวณอื่นๆ หมายถึงโครงสร้างตำแหน่งใดของราก

.....

5. “เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดมีเซลล์ที่เรียงตัวกันเพียงชั้นเดียวและผนังเซลล์บาง ไม่มีคลอโรพลาสต์” จากคำกล่าวข้างต้น หมายถึงเซลล์ชนิดใด

.....

6. เนื้อเยื่อชั้น cortex ประกอบด้วยเซลล์อะไรบ้างเป็นองค์ประกอบ

.....

7. เซลล์พืชชนิดใดที่พบเฉพาะในรากเท่านั้น เป็นแหล่งกำเนิดของรากแขนง (secondary root)

.....

8. “radicle” หมายถึงโครงสร้างส่วนใดของราก มีหน้าที่สำคัญ คือ

.....

9. นักเรียนคิดว่าพืชแต่ละชนิดจะมีลักษณะการเจริญหรือการงอกของโครงสร้างเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

10. ขนรากเป็นโครงสร้างที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์ชนิดใด

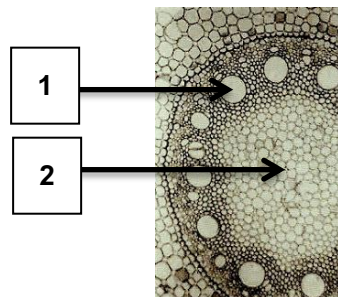
.....

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง ลักษณะรากของพืชตัวอย่าง

คำสั่ง >> ให้นักเรียนสังเกตตัวอย่างรากพืชและสืบค้นข้อมูลตอบคำถามมาให้ถูกต้อง

ภาพ A

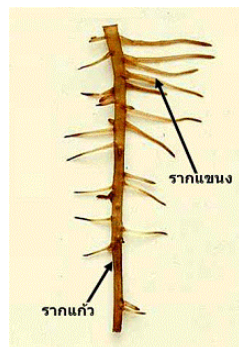


จากภาพ A

หมายเลข 1 คือ.....

หมายเลข 2 คือ.....

ภาพ B



จากภาพ B รากแขนงเจริญ

เปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์ชนิดใด

.....

ภาพ C



จากภาพ C

ชนิดของราก.....

หน้าที่.....

ภาพ D



จากภาพ D

ชนิดของราก.....

หน้าที่.....

บันทึกผลหลังการสอน

- ผลการสอน

.....

.....

.....

.....

- ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวบุญตา สุวรรณ)

ครูผู้สอน

แบบบันทึกคะแนน ใบงานที่ 1

คำชี้แจง ครูประเมินผลขณะนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
 โดยทำเครื่องหมาย ☒ ลงใน ☐ แล้วรายงานผลการประเมิน ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
	ดี (2)	พอใช้ (1)	ควรปรับปรุง (0)	
5. การคิดวิเคราะห์				
6. การเขียนสื่อความ				
7. มีความคิดสร้างสรรค์				
8. ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้				

คะแนนเต็ม 8 คะแนน ได้.....คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

5. การคิดวิเคราะห์

2 คะแนน = มีการจับประเด็นสำคัญ ขยายความ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบและ สรุป
 ความคิดรวบยอดได้ดี

1 คะแนน = มีการจับประเด็นสำคัญได้ แต่ขยายความหรือยกตัวอย่างไม่ได้

0 คะแนน = จับประเด็นสำคัญไม่ได้

6. การเขียนสื่อความ

2 คะแนน = เขียนสื่อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและเข้าใจง่าย

1 คะแนน = เขียนสื่อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี **2-3** แห่ง ตรงประเด็น

0 คะแนน = เขียนสื่อความไม่ได้ ไม่ตรงประเด็น

7. มีความคิดสร้างสรรค์

2 คะแนน = การตอบคำถามมีความน่าสนใจในประเด็นเนื้อหา มีความสัมพันธ์กับ
 หัวข้อที่กำหนด มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย

1 คะแนน = การตอบคำถามมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนดแต่ไม่มีความเป็น
 ระเบียบเรียบร้อย

2 คะแนน = การตอบคำถามไม่สัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด

8. ประโยชน์ในการนำข้อมูลไปใช้

2 คะแนน = สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

1 คะแนน = สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้บ้าง

0 คะแนน = ไม่สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนน **7-8** ดี (2)

คะแนน **4-6** ดี (1)

คะแนน **0-3** ดี (0)

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(อาจารย์บุญตา สุวรรณ)

ผู้สอน

หมายเหตุ : ประเมินรายบุคคล

แบบบันทึกคะแนน ใบงานที่ 2

คำชี้แจง ครูประเมินผลขณะนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
 โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ แล้วรายงานผลการประเมิน ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน			หมายเหตุ
	ดี (2)	พอใช้ (1)	ควรปรับปรุง (0)	
5. การคิดวิเคราะห์				
6. การเขียนสื่อความ				
7. มีความคิดสร้างสรรค์				
8. ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้				

คะแนนเต็ม 8 คะแนน ได้.....คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การคิดวิเคราะห์

2 คะแนน = มีการจับประเด็นสำคัญ ขยายความ ยกตัวอย่าง เปรียบเทียบและสรุปความคิดรวบยอดได้ดี

1 คะแนน = มีการจับประเด็นสำคัญได้ แต่ขยายความหรือยกตัวอย่างไม่ได้

0 คะแนน = จับประเด็นสำคัญไม่ได้

2. การเขียนสื่อความ

2 คะแนน = เขียนสื่อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและเข้าใจง่าย

1 คะแนน = เขียนสื่อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 2-3 แห่ง ตรงประเด็น

0 คะแนน = เขียนสื่อความไม่ได้ ไม่ตรงประเด็น

3. มีความคิดสร้างสรรค์

2 คะแนน = การตอบคำถามมีความน่าสนใจในประเด็นเนื้อหา มีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย

1 คะแนน = การตอบคำถามมีความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนดแต่ไม่มีความเป็นระเบียบเรียบร้อย

0 คะแนน = การตอบคำถามไม่สัมพันธ์กับหัวข้อที่กำหนด

4. ประโยชน์ในการนำข้อมูลไปใช้

2 คะแนน = สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

1 คะแนน = สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้บ้าง

0 คะแนน = ไม่สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนน **7-8** ดี (2)

คะแนน **4-6** ดี (1)

คะแนน **0-3** ดี (0)

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

(อาจารย์บุญตา สุวรรณ)

ผู้สอน

หมายเหตุ : ประเมินรายบุคคล

แบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา มีคำถามทั้งหมดจำนวน 30 ข้อ เวลา 60 นาที
2. คำถามเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้เลือกคำตอบถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวแล้ว **×** ให้ตรงกับช่องคำตอบที่เลือกในกระดาษคำตอบ
3. หากพบข้อใดยากจงเว้นข้ามไปทำข้ออื่นๆ ต่อไปก่อน เมื่อมีเวลาเหลือ แล้วจึงย้อนกลับมาทำใหม่

1. ข้อใดต่อไปนี้อยู่ที่ปลายราก (Root hair) ของโครงสร้างพืช (ความรู้-ความจำ)
 - ก. เซลล์
 - ข. เนื้อเยื่อ
 - ค. อวัยวะ
 - ง. ระบบ
2. ข้อใดต่อไปนี้อยู่ที่ปลายรากพืชได้อย่างถูกต้อง (ความเข้าใจ)
 - ก. มีหน้าที่ในการคายน้ำ
 - ข. มีหน้าที่คายน้ำและปล่อยออกซิเจน
 - ค. มีหน้าที่คายคาร์บอนไดออกไซด์รับออกซิเจน
 - ง. มีหน้าที่คายน้ำปล่อยออกซิเจนรับคาร์บอนไดออกไซด์
3. เพราะเหตุใดใบไม้ทั่วๆ ไปด้านบนของใบมีสีเขียวเข้มกว่าด้านล่าง (ความเข้าใจ)
 - ก. ชั้นเอพิเดอร์มิสด้านบนใบมีสีเขียวเข้มกว่าด้านล่าง
 - ข. ชั้นคิวติเคิลของด้านล่างใบหนาแน่นกว่าด้านล่าง
 - ค. คลอโรพลาสต์ด้านบนใบจะมีมากกว่าด้านล่าง
 - ง. คลอโรพลาสต์ด้านบนใบมีสีเข้มกว่าด้านล่าง
4. ข้อใดต่อไปนี้อยู่ที่ปลายรากพืชอย่างถูกต้อง (ความเข้าใจ)
 - ก. เอพิเดอร์มิสมีนิวเคลียส - เซลล์คุมไม่มีนิวเคลียส
 - ข. เอพิเดอร์มิสไม่มีนิวเคลียส - เซลล์คุมมีนิวเคลียส

- ค. เอพิเดอร์มิสมีคลอโรพลาสต์ - เซลล์คุมไม่มีคลอโรพลาสต์
 ง. เอพิเดอร์มิสไม่มีคลอโรพลาสต์ - เซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์
5. นักเรียนคิดว่าเซลล์คุมเจริญเปลี่ยนแปลงมาจากเซลล์ใดต่อไปนี (ความรู้-ความจำ)
 ก. stoma
 ข. Parenchyma
 ค. cutin
 ง. epidermis
6. โครงสร้างส่วนใดของรากที่เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการลำเลียงของพืชมากที่สุด (การนำไปใช้)
 ก. เอนโดเดอร์มิส
 ข. คอร์เทกซ์
 ค. เอพิเดอร์มิส
 ง. เพริไซเคล
7. เมื่อดูชิ้นส่วนเนื้อเยื่อตัดตามขวางของพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่าใจกลางของเนื้อเยื่อเป็นเนื้อเยื่อไซเลม แสดงว่าเนื้อเยื่อนี้หมายถึงเนื้อเยื่อในข้อใดต่อไปนี
 (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)
 ก. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่
 ข. รากของพืชใบเลี้ยงคู่
 ค. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
 ง. รากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
8. “กรณีที่ว่าพืชของเนื้อเยื่อภายในลำต้นพืชมีเซลล์ไซเลมใหญ่และแถบเซลล์กว้างมีสีจาง” จากข้อความข้างต้นมีความสัมพันธ์กับข้อใดต่อไปนี (ความเข้าใจ)
 ก. เป็นเนื้อเยื่อที่เจริญในฤดูน้ำน้อย
 ข. เป็นวาสคิวลาร์แคมเบียมขนาดใหญ่
 ค. เป็นวาสคิวลาร์แคมเบียมเจริญในฤดูน้ำมาก
 ง. เป็นวาสคิวลาร์แคมเบียมมีผนังเซลล์หนา
9. ข้อใดต่อไปนีหมายถึงเนื้อเยื่อไซเลมทั้งหมด (ความรู้-ความจำ)
 ก. เทรคีดกับเวสเซล
 ข. คอมพานีเยนเซลล์กับเตรคีด
 ค. เวสเซลเมมเบอร์กับซีฟทิวบ์เมมเบอร์
 ง. ซีฟทิวบ์เมมเบอร์กับคอมพานีเยนเซลล์

10. เซลล์ในข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการลำเลียงอาหารให้กับพืช

(ความรู้-ความจำ)

- ก. เซลล์คอมพานิเยน
- ข. เซลล์ไฟเบอร์
- ค. เซลล์ไทรคิต
- ง. เซลล์ซีฟทิวบ์เมมเบอร์

11. โครงสร้างส่วนใดของลำต้นพืชต่อไปนี้เป็นทำหน้าที่เหมือนกับทางเดินอาหารของสัตว์

(การนำไปใช้)

- ก. ราก
- ข. ไซเลม
- ค. วาสคิวลาร์บันเดิล
- ง. โพลเอม

12. ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ใช่โครงสร้างส่วนของลำต้นพืช (ความเข้าใจ)

- ก. ขิง - หัวมันฝรั่ง
- ข. มันแกว - ต้นหอม
- ค. หัวเผือก - หน่อไม้
- ง. ข่า - ตะบองเพชร

13. ข้อใดต่อไปนี้เป็นเรียงลำดับชั้นเนื้อเยื่อ ของรากจากชั้น นอกสุด → ชั้นในสุด ได้อย่าง

ถูกต้อง (ความรู้ความจำ)

- ก. Epidermis → Coetex → pith
- ข. Coetex → phloem → xylem
- ค. Pericycle → Vascular bundle → pith
- ง. Epidermis → Pericycle → phloem

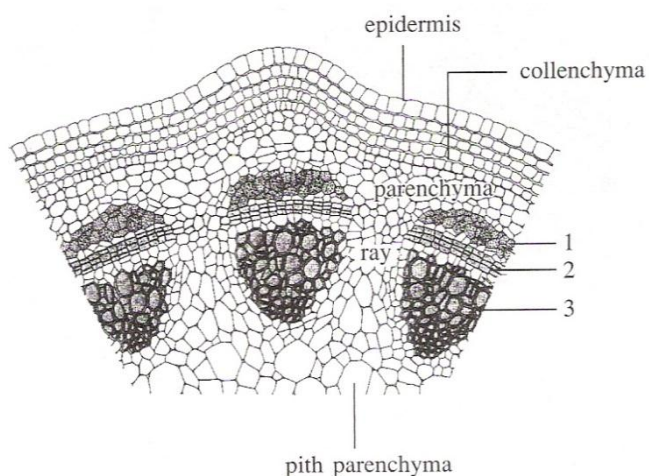
14. ข้อใดต่อไปนี้เป็นกล่าวถึงหน้าที่ของราก ได้ถูกต้องที่สุด

(ความรู้-ความจำ)

- ก. ทำหน้าที่ยึดลำต้นให้ติดกับดิน
- ข. ทำหน้าที่ดูดน้ำและธาตุอาหาร
- ค. ทำหน้าที่ยึดลำต้นให้ติดกับดิน ดูดน้ำ และธาตุอาหาร และทำหน้าที่สะสมอาหาร เช่น มันเทศ แครอท
- ง. ทำหน้าที่ยึดลำต้นและดูดซึมธาตุอาหาร

15. ข้อใดต่อไปนี้นี้กล่าวถึงชั้น Coetex ของรากพืชได้อย่างถูกต้องที่สุด (ความเข้าใจ)
 - ก. เป็นเนื้อเยื่อตรงกลางรากหรือไส้ในสุดของราก
 - ข. เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดที่มีเซลล์เรียงตัวกันเพียงชั้นเดียว
 - ค. เป็นเนื้อเยื่อบริเวณที่อยู่ถัดจากชั้น Endodermis เข้าไปด้านใน
 - ง. เป็นเนื้อเยื่อแสดงอาณาเขตระหว่างชั้น Epidermis และชั้น Stele
16. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายความหมายหน้าที่ของใบ ได้ถูกต้องที่สุด (ความรู้-ความจำ)
 - ก. ทำหน้าที่หายใจ
 - ข. ทำหน้าที่สร้างอาหารและคายน้ำ
 - ค. ทำหน้าที่หายใจและทำหน้าที่คายน้ำ
 - ง. ทำหน้าที่สร้างอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มีสารสีเขียวเรียกว่า คลอโรฟิลล์ ใช้สำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง
17. เพราะเหตุใดโครงสร้างใบด้านบนของใบมะม่วงจึงมีสีเขียวเข้มมากกว่าด้านล่างของใบ (การนำไปใช้)
 - ก. ได้รับแสงมากกว่า
 - ข. พาลิเสดเซลล์เรียงตัวกันแน่นกว่า สปันจ์เซลล์
 - ค. พาลิเสดเซลล์มีคลอโรพลาสต์มากกว่าสปันจ์เซลล์
 - ง. สปันจ์เซลล์มีคลอโรพลาสต์มากกว่าพาลิเสดเซลล์
18. จากการศึกษาโครงสร้างภายในของใบภายใต้กล้องจุลทรรศน์เนื้อเยื่อลำเลียงของใบจะปรากฏอยู่ตำแหน่งใด (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)
 - ก. พาลิเสดเซลล์
 - ข. อพิเตอร์มิส
 - ค. สปันจ์เซลล์
 - ง. คลอเรนไคมาเซลล์
19. จากการศึกษาการทดลองโครงสร้างภายในของใบพบว่าเซลล์คุมและเอพิเตอร์มิสด้านล่างของใบเป็นเซลล์แถวเดียวกันจะมีความแตกต่างกันตามข้อใดต่อไปนี้ (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)
 - ก. เอพิเตอร์มิสมีนิวเคลียส เซลล์คุมไม่มีนิวเคลียส
 - ข. เอพิเตอร์มิสไม่มีนิวเคลียส เซลล์คุมมีนิวเคลียส
 - ค. เอพิเตอร์มิสมีคลอโรพลาสต์ เซลล์คุมไม่มีคลอโรพลาสต์
 - ง. เอพิเตอร์มิสไม่มีคลอโรพลาสต์ เซลล์คุมมีคลอโรพลาสต์

จากภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 20-23



20. จากภาพต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)
- รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
 - รากพืชใบเลี้ยงคู่
 - ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
 - ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่
21. จากภาพข้างต้น หมายเลข 2 หมายถึงข้อใด (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)
- แคมเบียม
 - โฟลเอ็ม
 - ไซเลม
 - พืธ
22. จากภาพข้างต้น หมายเลข 3 หมายถึงข้อใด (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)
- แคมเบียม
 - โฟลเอ็ม
 - ไซเลม
 - พืธ
23. เซลล์ชนิดที่ทำหน้าที่ทั้งการลำเลียงและสร้างความแข็งแรงให้แก่ต้นพืช (ความรู้-ความจำ)
- เทรคีดและซีฟทิวเมมเบอร์
 - ซีฟทิวบ์เมมเบอร์และไฟเบอร์
 - เทรคีด และเวสเซล
 - เวสเซลและไฟเบอร์

24. เมื่อนักเรียนนำเนื้อเยื่อจากรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์ นักเรียนจะพบกลุ่มเซลล์ท่อน้ำ และกลุ่มเซลล์ท่ออาหารมีลักษณะอย่างไร (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)
- กลุ่มท่อน้ำ ท่ออาหารกระจายทั่วไป โดยมีโพลีเอมเรียงสลับกับไซเลม
 - กลุ่มท่อน้ำ ท่ออาหารเรียงเป็นระเบียบ โดยมีโพลีเอมเรียงสลับกับไซเลม
 - กลุ่มท่อน้ำ ท่ออาหารเรียงแบบกระจายทั่วไป โดยมีโพลีเอมเรียงในแนวรัศมีเดียวกับไซเลม
 - กลุ่มท่อน้ำ ท่ออาหารเรียงเป็นระเบียบ โดยมีโพลีเอมเรียงในแนวรัศมีเดียวกับไซเลม
25. ข้อใดต่อไปนี้นักกล่าวถึง รากแขนง ของพืชได้อย่างถูกต้องที่สุด (การนำความรู้ไปใช้)
- เป็นโครงสร้างช่วยในการลำเลียงน้ำ เจริญเปลี่ยนแปลงมาจาก Pericycle
 - เป็นโครงสร้างที่ช่วยในการลำเลียงอาหาร เจริญเปลี่ยนแปลงมาจาก Epidermis
 - เป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่ช่วยสร้างอาหาร เจริญเปลี่ยนแปลงมาจาก Collenchyma
 - เป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่ช่วยลำเลียงน้ำ เจริญเปลี่ยนแปลงมาจาก Parenchyma
26. ถ้านักเรียนต้องการศึกษาหรือต้องการนำยางสีขาวขุ่นของต้นรัก โดยการหักหรือเด็ดกิ่งของต้นรัก น้ำยางที่ไหลออกมาสีนี้ไหลมาจากเซลล์บริเวณส่วนใด (การนำความรู้ไปใช้)
- Xylem
 - Phloem
 - Cortex
 - Epidermis
27. ข้อใดต่อไปนี้นักกล่าวถึง รากเตย ได้อย่างถูกต้อง (ความเข้าใจ)
- เป็นรากที่แตกออกมาจากส่วนข้อลำต้น แล้วเกาะติดกับสิ่งยึดเกาะ
 - เป็นรากเส้นเล็กมากมายขนาดสม่ำเสมอตลอดความยาวของราก
 - เป็นรากที่แตกออกมาจากส่วนข้อลำต้น หรือกิ่ง แล้วห้อยลงมาในอากาศ
 - เป็นรากที่แตกออกจากข้อของลำต้นที่อยู่ใต้ดินและเหนือดินเล็กน้อยช่วยพยุงลำต้น
28. เมื่อนักเรียนเป็นชาวสวนยางพารา และจะต้องออกไปกรีดยาง เพื่อให้ได้น้ำยาง น้ำยางที่กรีดยังจะได้จากเซลล์บริเวณใดของต้นยาง (การนำไปใช้)
- cortex
 - phloem
 - xylem
 - epidermis

29. นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใดเมื่อเติมปุ๋ยให้ต้นไม้ เรามักไม่ใส่ให้ติดกับโคนต้น แต่จะใส่เป็นวงกว้างรอบ ๆ ลำต้น (การนำไปใช้)
- ก. ป้องกันโคนต้นเน่า
 - ข. รากแก้วบริเวณโคนต้นไม่ทำงาน
 - ค. ให้ปุ๋ยถูกแดดบ้าง รากจึงจะดูดปุ๋ยเข้าไปได้
 - ง. รากขนอ่อนซึ่งเป็นตัวดูดปุ๋ยนั้นอยู่ห่างออกไปจากโคนต้น
30. ถ้านักเรียนจะทำการปักชำกิ่งพืช เพราะเหตุผลใด จึงต้องตัดใบของกิ่งออกจนหมด (การนำไปใช้)
- ก. พืชมีการสะสมอาหารไว้ที่กิ่งและลำต้น
 - ข. กิ่งพืชที่ปักชำไม่จำเป็นต้องใช้อาหารจากใบสำหรับการแตกตาใหม่
 - ค. ฮอร์โมนพืชที่จำเป็นในการเจริญของตาใหม่ถูกทำลายไปจากใบหมดแล้ว
 - ง. ต้องการให้กิ่งปักชำเก็บรักษาน้ำที่รดให้แต่ละครั้งไว้มากที่สุด ทำให้พืชไม่เหี่ยวเฉา

.....

เฉลยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาชีววิทยา
(เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช)

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

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้เป็นแบบวัดความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านการเรียนการสอน เนื้อหา และ ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน
2. การตอบแบบสอบถามไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิดคำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด
3. ให้พิจารณาข้อความแล้วทำเครื่องหมาย ✓ หลังข้อความแต่ละข้อความลงในช่องที่นักเรียนเห็นว่าตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด
ระดับความคิดเห็นมีดังต่อไปนี้

5	หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	หมายถึง	เห็นด้วย
3	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
2	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	วิทยาศาสตร์ทำให้คนเรามีเหตุผล		✓			

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ความมุ่งมั่นตั้งใจ						
1	นักเรียนมีความสุขเมื่อได้เรียนหรือทดลองวิทยาศาสตร์					
2	เมื่อไหร่ก็ตามถ้าข้าพเจ้าได้ทำการทดลองข้าพเจ้าจะตั้งใจทำงานกว่าจะสำเร็จ					
3	ในชั่วโมงวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งนักเรียนต้องการให้หมดไปเร็วๆ					
4	เมื่อครูผู้สอนให้เรารู้ด้วยการทดลองข้าพเจ้าจะใส่ใจทำงานเสร็จ					
ความซื่อสัตย์						
5	นักเรียนสังเกตและบันทึกผลต่างๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ					
6	ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์					
7	ถ้าข้าพเจ้าทำการทดลองได้ผลอย่างหนึ่งแต่เพื่อนได้ผลอย่างหนึ่งข้าพเจ้ามักจะแก้ผลการทดลองตามเพื่อน					
8	เมื่อครูให้เขียนรายงานการทดลองข้าพเจ้ามักจะให้เพื่อนเป็นคนเขียนให้เสมอ					
ความมีระเบียบรอบคอบ						
9	ข้าพเจ้าจะยอมรับในสิ่งที่คิดว่าใช่หรือเป็นความจริงทันทีเมื่อเห็นปรากฏในการทดลองถึงแม้จะยังไม่มีหลักฐานที่เชื่อถือได้					
10	ข้อมูลต่างๆ ที่ข้าพเจ้าพบเห็นข้าพเจ้ามักจะนำมาเป็นส่วนหนึ่งของการอธิบายโดยไม่จำเป็นที่ต้องตรวจสอบว่าเชื่อถือได้หรือไม่					
11	ก่อนที่จะข้าพเจ้าจะลงมือทำปฏิบัติการทุกครั้งจะต้องอ่านรายละเอียดของกิจกรรมให้เข้าใจลำดับขั้นตอนก่อนลงมือทำเสมอ					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
12	ก่อนที่ข้าพเจ้าจะสรุปเนื้อหาใดๆ ในการเรียน หรือจะนำไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นฟังข้าพเจ้าต้องตรวจทานข้อมูลนั้นๆ ก่อนอยู่เสมอ					
ความใจกว้าง						
13	การทำกิจกรรมกลุ่มร่วมกันนักเรียนจะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเสมอเพื่อประกอบการคิดและตัดสินใจ					
14	เมื่อเกิดข้อสงสัยในการทดลองนักเรียนจะขอความคิดเห็นของเพื่อนก่อนเสมอที่จะสรุปผลการทดลองใดๆ					
15	เมื่อทำการทดลองนักเรียนจะสรุปผลทันทีเพราะเกรงว่าเพื่อจะแสดงความคิดเห็นต่างออกไป					
16	เมื่อมีผู้อื่นมาวิจารณ์หรือแนะนำผลงานของนักเรียนว่ายังต้องปรับเปลี่ยนหรือสามารถแก้ไขให้ดีกว่าเดิมได้ นักเรียนจะรู้สึกไม่ชอบทันที					
ความมีเหตุผลไม่ด่วนลงข้อสรุป						
17	เมื่อข้าพเจ้าศึกษาข้อมูลใด ๆ ข้าพเจ้าชอบค้นหาข้อมูลจากหลายๆ แหล่งมาเปรียบเทียบเพื่อยืนยันข้อมูลเสมอ					
18	ในการให้ข้อสรุปผลในเรื่องใดๆ ข้าพเจ้าจะต้องตรวจสอบข้อมูลและอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลเพื่อความถูกต้องเสมอ					
19	การพิสูจน์เนื้อหาเพื่อสรุปข้อมูลไม่จำเป็นต้องเปรียบเทียบอะไรมากมายได้ข้อมูลอย่างไรก็สรุปไปอย่างนั้น					
20	การค้นหาแหล่งข้อมูลต่างๆ หลายๆ ที่เป็นเรื่องที่ทำให้เสียเวลาและเกิดความยุ่งยาก					

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ

- ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
ร่วมกับเทคนิคการทดลอง
- ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่า IOC ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1. ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

ตาราง 9 ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	คนที่						
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
1.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2. เนื้อหา							
2.1 มีความชัดเจนเข้าใจง่ายน่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4. ด้านสื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5. ด้านการวัดและประเมินผล							
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

2. ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 10 ค่า IOC ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC
	คนที่						
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
1.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2. เนื้อหา							
2.1 มีความชัดเจนเข้าใจง่ายน่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
2.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
3.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4. ด้านสื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
4.2 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5. ด้านการวัดและประเมินผล							
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

3. ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 11 ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC
	1	2	3	4	5		
1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
2	0	0	+1	+1	+1	3	0.60
3	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
4	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
6	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
10	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	4	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	+1	+1	5	1.00
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
23	0	+1	+1	+1	+1	4	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

ตาราง 11 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC
	1	2	3	4	5		
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
28	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80
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	+1	+1	+1	+1	5	1.00
33	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80
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	0	+1	+1	+1	4	0.80
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
39	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00

4. ค่า IOC ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 12 ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
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	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00
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	+1	+1	5	1.00
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	+1	+1	+1	+1	5	1.00

ตาราง 12 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					รวม	IOC
	1	2	3	4	5		
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

5. ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ผลการวิเคราะห์	ข้อที่	p	r	ผลการวิเคราะห์
1	0.62	0.29	ใช้ได้	21	0.56	0.76	ใช้ได้
2	0.59	0.47	ใช้ได้	22	0.53	0.71	ใช้ได้
3	0.68	0.29	ใช้ได้	23	0.68	0.29	ใช้ได้
4	0.65	0.24	ใช้ได้	24	0.79	0.29	ใช้ได้
5	0.62	0.41	ใช้ได้	25	0.74	0.29	ใช้ได้
6	0.68	0.65	ใช้ได้	26	0.53	0.82	ใช้ได้
7	0.74	0.29	ใช้ได้	27	0.65	0.35	ใช้ได้
8	0.53	0.35	ใช้ได้	28	0.53	0.59	ใช้ได้
9	0.62	0.53	ใช้ได้	29	0.74	0.41	ใช้ได้
10	0.62	0.29	ใช้ได้	30	0.50	0.41	ใช้ได้
11	0.74	0.29	ใช้ได้	31	0.65	0.24	ใช้ได้
12	0.68	0.41	ใช้ได้	32	0.56	0.29	ใช้ได้
13	0.59	0.35	ใช้ได้	33	0.59	0.35	ใช้ได้
14	0.56	0.53	ใช้ได้	34	0.79	0.41	ใช้ได้
15	0.71	0.35	ใช้ได้	35	0.79	0.29	ใช้ได้
16	0.59	0.71	ใช้ได้	36	0.56	0.41	ใช้ได้
17	0.53	0.47	ใช้ได้	37	0.50	0.41	ใช้ได้
18	0.44	0.65	ใช้ได้	38	0.62	0.29	ใช้ได้
19	0.62	0.29	ใช้ได้	39	0.65	0.35	ใช้ได้
20	0.56	0.29	ใช้ได้	40	0.76	0.24	ใช้ได้

6. ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 14 แสดงค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ 7

เรื่อง โครงสร้างของพืช นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 ข้อ

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.398	11	.476
2	.476	12	.430
3	.435	13	.473
4	.383	14	.407
5	.503	15	.351
6	.349	16	.414
7	.406	17	.512
8	.457	18	.440
9	.477	19	.608
10	.475	20	.399

** ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.855

ภาคผนวก จ
ผลการใช้เครื่องมือ

ภาคผนวก จ

ผลการใช้เครื่องมือ

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
- คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง
- คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

ตาราง 15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง (30 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	17	25	15	15	22
2	12	19	16	10	17
3	13	25	17	10	18
4	20	27	18	14	24
5	14	21	19	14	21
6	17	24	20	12	20
7	19	27	21	15	24
8	12	20	22	17	24
9	17	26	23	10	24
10	10	18	24	15	23
11	17	24	25	18	26
12	12	19	26	11	20
13	17	25	27	11	18
14	20	28	28	11	19

2. คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตาราง 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน-หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (30 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	20	24	14	18	24
2	17	22	15	16	20
3	14	17	16	13	18
4	18	23	17	15	20
5	16	22	18	20	22
6	20	26	19	20	25
7	14	17	20	16	20
8	10	15	21	12	18
9	17	21	22	18	22
10	19	23	23	17	21
11	13	18	24	15	18
12	18	21	25	13	15
13	14	19	26	11	12

3. คะแนนเจตคติ

ตาราง 17 คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน - หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง จำนวน 28 คน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4.05	4.30	15	3.85	4.20
2	3.80	4.20	16	4.25	4.45
3	3.85	4.40	17	4.15	4.30
4	3.90	4.20	18	4.00	4.25
5	4.10	4.40	19	4.25	4.60
6	3.95	4.45	20	4.00	4.35
7	4.05	4.25	21	4.05	4.30
8	3.95	4.35	22	4.05	4.25
9	4.00	4.50	23	3.80	4.35
10	4.00	4.30	24	3.80	4.40
11	4.20	4.45	25	4.10	4.55
12	4.10	4.55	26	3.75	4.65
13	3.85	4.20	27	3.40	4.70
14	3.90	4.55	28	3.05	4.90

ตาราง 18 คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่ใช้
วิธีสอนแบบปกติ จำนวน 26 คน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3.75	3.85	14	4.30	4.30
2	4.00	4.10	15	3.90	4.05
3	4.00	4.05	16	4.05	4.05
4	3.85	3.90	17	3.70	4.30
5	4.10	4.45	18	3.80	3.85
6	4.00	4.10	19	3.95	3.95
7	4.10	4.35	20	3.95	4.40
8	3.85	3.85	21	4.05	4.35
9	4.10	4.15	22	3.95	4.10
10	3.90	4.10	23	3.90	3.95
11	4.20	4.15	24	3.90	4.05
12	3.80	4.05	25	4.15	4.15
13	3.65	4.05	26	4.25	4.30

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง



ภาพที่ 2 ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการทดลอง

ประวัติผู้ทำวิทยานิพนธ์

ชื่อ สกุล	นางสาวบุญตา สุวรรณ
วัน เดือน ปี เกิด	วันที่ 19 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2523
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 165/23 หมู่ 3 ตำบลนิคมสร้างตนเอง อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2542 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าหลวงวิทยาคม จังหวัดลพบุรี พ.ศ. 2546 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยาประยุกต์ สถาบันราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี พ.ศ. 2551 ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศศ.ม.) สาขาวิชาพัฒนสังคม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี พ.ศ. 2553 ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี พ.ศ. 2561 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี