

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิชา
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

พัชรี โปชนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2559
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ หัซรี โปชนา ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

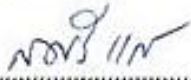

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)

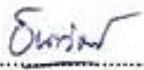

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนขงค์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อารมภ์ เพชรชื่น)


..... กรรมการ
(ดร.สมศิริ สิงห์ลพ)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สพลณภัทร์ ศรีแสนขงค์)


..... กรรมการ
(ดร.ธนะวัฒน์ วรรณประกา)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต สุรินทร์เรืองชัย)

วันที่ 4๕ เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจาก ดร. สมศิริ สิงห์หลพ
ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์
กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการดำเนินงาน การศึกษา
ค้นคว้าหาความรู้ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง ผู้วิจัยขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. นพมณี เชื้อวัชรินทร์ ดร. สมพงษ์ ปั้นหุ่น อาจารย์จิราภรณ์ พลมัน
อาจารย์มันทนา เมฆิยานนท์ และอาจารย์ศรีนวล อยู่เป็นสุขดี ที่กรุณาช่วยตรวจสอบและแก้ไข
ข้อบกพร่องของเครื่องมือวิจัย ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา คณะครู และขอขอบใจ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ที่ได้
ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา คุณพ่อวิเชียร
โพชนา คุณแม่ชะลอโพชนา ร้อยตำรวจเอกหญิงมะลิวัลย์ โพชนา นายถาวร เชื้อคำ ตลอดจนพี่ ๆ
เพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโทสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกที่ให้การช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็น
กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่
บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา
และประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

พัชรี โพชนา

57910035: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม/ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน/ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์/ เจตคติต่อวิชาชีววิทยา

พัชรี โพชนา: การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม (A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT, SCIENCE CONCEPTS AND ATTITUDE TOWARDS BIOLOGY ON THE TOPIC OF STRUCTURE AND FLOWERING PLANTS OF MATTHAYOMSUKSA 5 STUDENTS THROUGH CONSTRUCTIVISM THEORY) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: สมศิริ สิงห์หลพ, กศ.ด., สพลณภัทร์ ศรีแสนยงค์, ศษ.ด. 217 หน้า. พ.ศ. 2559.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 33 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (*t-test*) และการเทียบเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. เจตคติต่อวิชาของผู้เรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สูงวก่อก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

57910035: MAJOR: TEACHING SCIENCE; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: CONSTRUCTIVISM/ LEARNING ACHIEVEMENT/ SCIENCE CONCEPTS/
ATTITUDE TOWARDS BIOLOGY

PATCHAREE PHOCHANA: A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT,
SCIENCE CONCEPTS AND ATTITUDE TOWARDS BIOLOGY ON THE TOPIC OF
STRUCTURE AND FLOWERING PLANTS OF MATTHAYOMSUKSA 5 STUDENTS
THROUGH CONSTRUCTIVISM THEORY. ADVISORY COMMITTEE: SOMSIRI
SINGLOP, Ed.D., SAPONNAPAT SRISANYONG, Ph.D. 217 P. 2016.

The purposes of this research were to study learning achievement, science concepts and attitude towards Biology using Constructivism. The samples this research consisted of 33 of Matthayomsuksa 5 students from Piboonbumpen Demonstration School, Burapha University, Chonburi Province in the second semester of 2015 academic year. They were randomly selected by using the cluster random technique. The research instruments included designed biology lesson plans by using the Constructivism in the topic of Structure and flowering plants, a biology achievement test, science concepts and an attitude test towards Biology test. The data were statistically analyzed by using average, standard deviation, *t-test* and criterion of 70 percent.

The research showed that

1. The biology learning achievement through Constructivism was significantly higher than those before implementing ($p < .05$).
2. The biology learning achievement through Constructivism was significantly higher than criterion 70% ($p < .05$).
3. The science concept through Constructivism was significantly higher than those before implementing ($p < .05$).
4. The science concept through Constructivism was significantly higher than criterion 70% ($p < .05$).
5. The attitude towards biology through learning by Constructivism in the topic of Structure and flowering plants was significantly higher than those before implementing ($p < .05$).

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	14
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	23
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง.....	28
การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.....	38
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	50
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	60
เจตคติต่อวิชาชีววิทยา.....	68
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	73
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	76
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	76
รูปแบบการวิจัย.....	77
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	77

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	78
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	91
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....	102
สรุปผลการวิจัย.....	102
อภิปรายผลการวิจัย.....	103
ข้อเสนอแนะ.....	111
บรรณานุกรม.....	113
ภาคผนวก.....	120
ภาคผนวก ก.....	121
ภาคผนวก ข.....	130
ภาคผนวก ค.....	155
ภาคผนวก ง.....	208
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	217

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก.....	22
2 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design.....	77
3 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1..... เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก	78
4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้..... จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....	83
5 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการให้สอดคล้อง.. ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....	86
6 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักรในแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา	90
7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม...	91
8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	99
9 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน.. ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.....	99
10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5..... ที่ได้รับการจัดการเรียนการรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	100
11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเจตคติต่อวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนการรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม.....	101
12 ค่าการประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้.....	131
13 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาชีววิทยา.....	134
14 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... วิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก.....	136

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
15 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก.....	137
16 ค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา..... เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	138
17 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทาง..... วิทยาศาสตร์แต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	140
18 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์..... เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก.....	141
19 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ..... วัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก.....	141
20 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาชีววิทยา..... กับข้อคำถามของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา.....	143
21 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาชีววิทยากับข้อคำถาม..... ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาที่คัดเลือกแล้ว.....	144
22 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาโดยใช้..... โปรแกรม SPSS	144
23 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม..... 30 คะแนน).....	146
24 การคำนวณหาค่า t -test ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียน..... และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	147
25 การคำนวณหาค่า t -test ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา (คะแนนเต็ม..... 30 คะแนน) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (21คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	148
26 คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 45คะแนน).....	149
27 การคำนวณหาค่า t -test ของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน..... และหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	150
28 การคำนวณหาค่า t -test ของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)..... กับเกณฑ์ร้อยละ 70 (31.5 คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS.....	151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
29 คะแนนเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน.....	152
30 การคำนวณหาค่า <i>t-test</i> ของคะแนนเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โปรแกรม SPSS	153

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 กิจกรรมการนำเข้าสู่บทเรียน.....	209
3 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมารับวัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม.....	209
4 ตรวจเช็ควัสดุอุปกรณ์ก่อนทำกิจกรรม.....	210
5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมตามที่กลุ่มตนเองออกแบบไว้.....	210
6 การทำกิจกรรมกลุ่มศึกษาโครงสร้างภายในของราก.....	211
7 การทำกิจกรรมกลุ่มศึกษาโครงสร้างภายในของลำต้น.....	211
8 วัสดุอุปกรณ์ในการศึกษาโครงสร้างภายในของใบ.....	212
9 การทำกิจกรรมกลุ่มศึกษาโครงสร้างภายในของใบ.....	212
10 การนำเสนอกิจกรรมการทดลอง.....	213
11 การตอบคำถามและการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้.....	213
12 กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืช.....	214
13 กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืช.....	214
14 กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืช.....	215
15 กิจกรรมการแลกเปลี่ยนสรุปองค์ความรู้ การตอบคำถามและการนำความรู้ไปใช้.....	215
16 การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	216
17 การทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์.....	216

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต ซึ่งเป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ที่เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ซึ่งการพัฒนาคนช่วยให้วิทยาศาสตร์นั้น จะช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาความคิด มีความรู้ ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น จนสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 75) และเป็นกระบวนการสำคัญที่จะช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาตนเอง ซึ่งในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงองค์ความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกรเรียนการสอนให้เข้ากับยุคสมัย ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการ โดยการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย และเป็นไปตามวัตถุประสงค์ จะต้องจัดให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ความรู้ที่เก็บรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ มีกระบวนการคิด เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย (Scientific method) และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) ด้วย (ประสาน จันเสนา, 2551, หน้า 116) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยได้ด้วยตนเอง ซึ่งการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนนั้นจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง หรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เนื่องจากความรู้เดิมเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ (ยูพาพร เลาสัตย์, 2553, หน้า 1) สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel ที่กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น ผู้เรียนเคยมีพื้นฐานความรู้เก่าที่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ได้ จะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย นอกจากนี้ Ausubel ได้เสนอว่าในการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่มีความหมายนั้น มีหลักการสำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก ก่อนการสอนสิ่งใดใหม่ ครูต้องสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนก่อนว่า มีความรู้พอที่จะทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีครูต้องจัดให้ ประการที่สอง ครูจะช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ โดยทำให้ผู้เรียนมองเห็นความเหมือน และความแตกต่าง

ของความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ดังนั้นในการจัดการเรียนจึงต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่เรียนรู้อีกกับความรู้เดิม และต้องให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมได้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ (ภพ เลาห์ไพบูลย์, 2542, หน้า 78-81)

จากการทดสอบการจัดการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary national educational test: O-NET) ปีการศึกษา 2557 ซึ่งเป็นการวัดผลระดับประเทศในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลการเรียนเฉลี่ย 32.54 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557) แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายเป็นหลัก ทำให้นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะอื่น ๆ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ในเนื้อหาที่เรียนแล้วมาเชื่อมโยงเป็นความรู้ใหม่ได้ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนไม่ชอบเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย (วิจิต สุรัตน์เรืองชัย และคณะ, 2548)

วิชาชีววิทยาเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ มีบทบาทสำคัญสำหรับสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิชาชีววิทยาเกี่ยวข้องกับมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม และการสาธารณสุข สิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้คุณภาพชีวิตมนุษย์ดีขึ้น ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยามุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดเป็นระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ซึ่งในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่จะเป็นการเรียนเนื้อหาเกี่ยวกับพืช โดยจะศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกที่มีการศึกษาโครงสร้างทั้งภายนอกและภายในของพืชตั้งแต่ระดับเซลล์จนถึงอวัยวะ เพื่อให้ นักเรียนเห็น โครงสร้างและเข้าใจหน้าที่ของพืช เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีการปรับตัวเพื่อตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมต่างกัน ดังนั้นการศึกษาเรื่องพืชจะทำให้ นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อเพิ่มผลผลิตได้ นอกจากนี้การศึกษาโครงสร้างของพืชยังนำไปสู่การออกแบบนวัตกรรมใหม่ ๆ เช่น ที่อยู่ที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม หรือ โซลาร์เซลล์ที่มีขนาดเล็ก แต่สามารถรับพลังงานได้ดีเหมือนระบบแสงในคลอโรพลาสต์ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ได้มาจากการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของพืชทั้งสิ้น

จากการศึกษาการจัดการในชั้นเรียน การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ รวมทั้งจากการสัมภาษณ์ครูและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิชาชีววิทยา โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ในปีการศึกษา 2557 ทำให้ทราบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจและไม่เห็นความสำคัญของการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก รวมทั้งนักเรียนยังไม่สามารถนำความรู้ในเนื้อหาที่ได้เรียนรู้แล้วมาเชื่อมโยง หรือใช้ความรู้นั้นในเนื้อหาที่ได้เรียนรู้ใหม่ได้ แสดงว่านักเรียนยังขาดมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาจึงไม่สามารถนำความรู้เดิมมาอธิบาย หรือขยายความรู้ต่อไปได้ ซึ่งการขาดมโนทัศน์นั้นจะส่งผลให้นักเรียนไม่เข้าใจหลักการ และกระบวนการต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และเกิดความเบื่อหน่ายไม่ชอบเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างยิ่ง แสดงให้เห็นว่า นักการศึกษา ครูอาจารย์ และบุคคลที่เกี่ยวข้อง ควรตระหนักในบทบาทหน้าที่ในการพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ดังนั้นการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้รูปแบบการเรียนการสอนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม สอดคล้องกับแนวทางพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 และ (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 ที่มีหัวใจสำคัญคือ การยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และนักเรียนสำคัญที่สุด โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนานักเรียนในทุก ๆ ด้าน (ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์, 2547, หน้า 16)

จากข้อมูลสภาพการณ์ดังกล่าวข้างต้น จึงต้องการแนวทางในการพัฒนารูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการปฏิรูปการศึกษา และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งแนวทางหนึ่งในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนคือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (Constructivism theory) ที่มาจากแนวคิดที่สำคัญของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา 2 ท่าน คือ เพียเจต์ (Jean piaget) และ ไวทกอสกี (Lev vygotsky) ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญา (Cognitive constructivism) และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคม (Social constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ และนำประสบการณ์ หรือสิ่งที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อมใหม่ หรือสารสนเทศใหม่ที่ได้รับ มาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมซึ่งจะมีความหมายต่อตัวผู้เรียนและอยู่คงทน และเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง (สุชิน เพ็ชรรักษ์, 2544) ซึ่งรูปแบบการสอนโดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมมีลักษณะเด่นคือ การให้ความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และความสำคัญของความรู้เดิม โดยผู้เรียนมีการสังเกต ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม มีการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ จนสร้างเป็นความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง โดยลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมจะเน้นที่องค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ ประการแรก กระบวนการเรียนรู้เป็นของผู้เรียน และ

เน้นความสำคัญของความรู้เดิม ประการที่สอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ประการที่สาม ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง แสวงหา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จนพบความรู้และรู้จักสิ่งที่ค้นพบ ได้เรียนรู้ วิเคราะห์ ศึกษา ค้นคว้าจนถึงรู้แจ้ง และประการที่สี่ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการกลุ่มอันเป็นพื้นฐานของการดำรงชีวิตในสังคมอย่างเป็นสุข ซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสอดคล้องกับแนวคิดของ Driver & Oldham (1986) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสามารถทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาและมีความสามารถในการคิด และสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้เรียนควรเรียนรู้เนื้อหาสาระไปพร้อม ๆ กับกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งครูมีหน้าที่จัดนวัตกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ และเกิดการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา หรือเกิดโครงสร้างทางปัญญาใหม่ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ (Concept) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พุทธศักราช 2553 ที่มุ่งส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการ รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาค้นคว้ากระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน เช่น กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการปฏิบัติ กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์ ซึ่งผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ด้วยการสาธิต การตั้งคำถาม การเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจ และการลงมือปฏิบัติ

นักการศึกษาได้พยายามนำแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่มมาแก้ไขปัญหาคำจัดการเรียนการสอนดังนี้ Taraban at al. (2007) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้รายวิชาชีววิทยาของผู้เรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติทดลอง พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการเพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้และสร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเอง จากการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ดังนั้นการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจึงมีความสำคัญต่อพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน โดย Lawson (2002) รายงานว่า ผู้สอนสามารถนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาโดยการลงมือปฏิบัติก่อนการบรรยาย จะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเองก่อนที่จะเรียนรู้เนื้อหาจากการบรรยาย และการนำผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนด้วยวิธีบรรยายทำให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนได้ยาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nwagbo & Chukelu (2011) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมเชิงปฏิบัติการรายวิชาชีววิทยาต่อทักษะกระบวนการของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้าน

เนื้อหาสาระและทักษะกระบวนการต่าง ๆ มากกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยการบรรยายเพียงอย่างเดียว และสอดคล้องกับงานวิจัยของอรนุช ชุมนุมดวง (2550) ที่ทำการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับที่ได้รับการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ระดับ .01 และมีความคงทนในการเรียนสูงกว่าที่ระดับ .01 รวมทั้งมีความพึงพอใจต่อการเรียนในวิชาชีววิทยา อยู่ในระดับมาก และมากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนี้ พบว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาให้ดีขึ้นได้ ผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางการสอนมาประยุกต์ใช้ ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนผ่านการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ประสบการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ ขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ โดยการอภิปราย ผู้เรียนบางคนอาจเกิดความสงสัย หรือไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิมที่มีอยู่ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ เป็นขั้นสร้างความกระจำและแลกเปลี่ยนความคิด เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการทดลอง เพื่อค้นหาความรู้และนำความรู้ที่ได้รับมาบันทึกผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และอภิปรายผลการทำกิจกรรมกับเพื่อนผู้เรียนหรือผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ขั้นที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่น หรือนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้และความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน

จากแนวคิดและประเด็นปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มเพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม
4. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ร้อยละ 70
5. เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มสูงกว่าก่อนเรียน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มสูงกว่าก่อนเรียน
4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
5. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มสูงกว่าก่อนเรียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ในวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนให้สูงขึ้น
2. นักเรียนเห็นความสำคัญในการเรียนวิชาชีววิทยาและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาชีววิทยาเรื่องอื่น ๆ ได้
3. นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ในวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาวิชาชีววิทยาเรื่องอื่นต่อ ๆ ไปได้
4. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ในรายวิชาอื่น ๆ

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 4 ห้องเรียน 160 คน
 - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 33 คน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยการสุ่มตัวอย่างประชากรที่ศึกษามีลักษณะที่สามารถแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ โดยทำการแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่ม (Cluster) โดยให้ภายในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ กัน ครอบคลุมตามประชากรที่ต้องการศึกษา และระหว่างกลุ่มมีคุณลักษณะเหมือนกันมากที่สุด แล้วใช้วิธีสุ่มแบบง่าย ก็จะได้กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เช่น กลุ่มนักเรียนในห้องเรียน เป็นต้น โดยจำนวนของกลุ่มต่าง ๆ จะถูกสุ่มขึ้นมาทำการศึกษา เมื่อสุ่มได้กลุ่มใดก็จะนำสมาชิกที่อยู่ในกลุ่มนั้น ๆ ทั้งหมดมาทำการศึกษา
2. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 2.1 ตัวแปรอิสระคือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

2.2 ตัวแปรตามคือ

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 เจตคติต่อวิชาชีววิทยา

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ในวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งประกอบ

3.1 โครงสร้างและหน้าที่ของราก

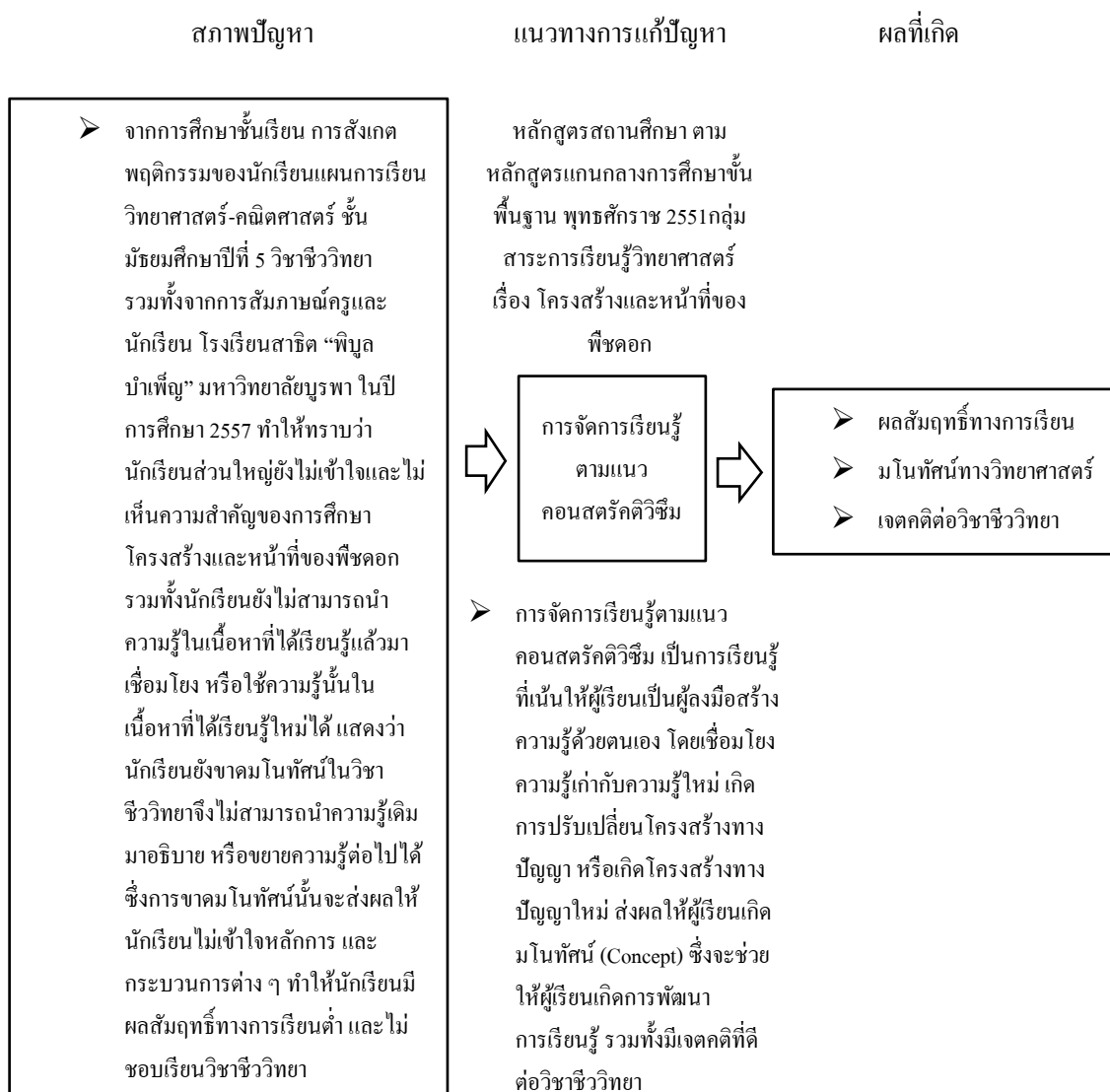
3.2 โครงสร้างและหน้าที่ของลำต้น

3.3 โครงสร้างและหน้าที่ของใบ

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้บริบทแวดล้อมให้เกิดความรู้ใหม่ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการทำปฏิบัติการซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้เดิม และทักษะพื้นฐานที่เพียงพอที่จะทำปฏิบัติการเพื่อค้นหาความรู้ เกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติ โดยผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้และสร้างความรู้ความเข้าใจใหม่จากการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์กับความรู้อื่นที่มีอยู่ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง มีการกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Driver & Oldham (1986) จึงได้นำแนวทางต่างมาประยุกต์ ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ผู้สอนสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม ประสบการณ์ หรือคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้

ขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ โดยการตอบคำถาม และการอภิปราย ซึ่งผู้เรียนบางคนอาจเกิดความสงสัย หรือไม่สามารเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความรู้อื่นที่มีอยู่ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ เป็นขั้นแลกเปลี่ยนความคิดและสร้างความกระจำง โดยผู้เรียนได้ลงมือทำการทดลอง บทปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดไว้ให้ และสืบเสาะหาความรู้ ตลอดจนนำความรู้ที่ได้รับมาบันทึกผลการทำกิจกรรม รวมทั้งอภิปรายผลการทำกิจกรรมกับเพื่อนผู้เรียน หรือผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้อื่นที่มีอยู่เพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่นี้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น หรือนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การปลูกหญ้าแฝก ซึ่งเป็นโครงการหนึ่งของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช มีจุดประสงค์ที่สำคัญ เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น เนื่องจากหญ้าแฝกเป็นพืชที่มีระบบรากลึก แฝกกระจายลงไปดินตรง ๆ เป็นแผงเหมือนกำแพง ช่วยกรองตะกอนดินและรักษาหน้าดินได้ดี เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้และความก้าวหน้าทางการเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ซึ่งวัดได้จากคะแนนของนักเรียน ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้ตอบที่ได้คะแนนมากคือ ผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนผู้ที่ตอบได้คะแนนน้อย ถือว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งการวิจัยนี้ วัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามจุดประสงค์ การเรียนรู้โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ระดับ ดังนี้

2.1 ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกเรื่องราว หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เคยเรียน มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎ และทฤษฎี ทางวิทยาศาสตร์

2.2 ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ และ แปลความรู้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.3 การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.4 การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็น องค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในด้านนี้ จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หากความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในด้านนี้ ถือว่าสูงกว่าการนำไปใช้ และ ต้องเข้าใจทั้งเนื้อหา และ โครงสร้างของบทเรียน

2.5 การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกัน เป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวข้องกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในด้านนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในการที่จะสร้าง แนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งสูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

2.6 การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผน อยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง เครื่องมือวัดความรู้ทางการเรียน ที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบปรนัย

ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับข้อเท็จจริง ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือประสบการณ์เดิม จนสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง ซึ่งทำการวัดโดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก แล้วนำมาวิเคราะห์ห่มโนทัศน์ และให้คะแนนเป็นรายข้อ ตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ดังนี้

4.1 มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

4.2 มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ให้ 2 คะแนน

4.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบที่ถูกต้องแต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนที่ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

4.4 ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

5. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง เครื่องมือที่เป็นข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน โดยคำถามส่วนที่ 1 จะเกี่ยวกับมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และส่วนที่ 2 การบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบนั้น

6. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา หมายถึง ความรู้สึกที่แสดงออกมาในทางบวกหรือทางลบ เช่น พอใจ ไม่พอใจ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ชอบหรือไม่ชอบต่อบุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือความเบื่อหน่ายในการเรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งมีผลต่อคะแนน หรือผลการเรียนของนักเรียนแต่ละคนที่แสดงออกมาเป็นความคิดเห็น หรือพฤติกรรมต่าง ๆ สามารถวัดได้จากแบบวัดเจตคติที่ประกอบด้วยคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยมีเนื้อหาองค์ประกอบต่อวิชาชีววิทยา แบ่งเป็น 5 ด้าน ดังนี้

6.1 ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาชีววิทยา คือ ความคิดและทัศนคติทั่วไปต่อวิชาชีววิทยา

6.2 การเห็นความสำคัญของวิชาชีววิทยา คือ การเห็นความสำคัญ และประโยชน์ของวิชาชีววิทยา

6.3 ความสนใจในวิชาชีพ คือ ความรู้สึกสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิชาชีพ

6.4 ความนิยมชมชอบต่อวิชาชีพ คือ การรู้ชื่นชอบและชื่นชมต่อวิชาชีพ

6.5 การแสดงออกหรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพ คือ การแสดงออกและการแสดงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพ

7. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้สอบถามความคิดเห็น หรือความรู้สึกรักของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาชีพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีการของลิเกิร์ต (Likert) แบ่งเป็น 5 ระดับความคิดเห็น คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมิต (Positive) จำนวน 15 ข้อ และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 5 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ

8. เกณฑ์ หมายถึง ค่าคะแนนที่มีความเหมาะสม โดยกำหนดจากอาจารย์ผู้สอนในเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก วิชาชีพ จำนวน 2 ท่าน โดยกำหนดเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 จากคะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 30 คะแนน และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 45 คะแนน โดยเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าอยู่ที่ 21 คะแนน และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ที่ 31.5 คะแนน ตามลำดับ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติต่อวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนว คอนสตรัคติวิซึม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง
4. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
7. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับ ระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ
2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ สิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ

การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3. สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร

4. แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

5. พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม

6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

7. ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาระดับพื้นฐาน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆที่เกิดขึ้นบนผิวโลก และภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะ หาคำความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิต และสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาคำความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คุณภาพผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น
2. เข้าใจลักษณะที่ปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของวัฏรอบตัว แรงในธรรมชาติรูปของพลังงาน
3. เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์ และดวงดาว
4. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว สังเกตสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือวาดภาพ
5. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาคำความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการงาน หรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ
6. แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ และแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว แสดงถึงความมีเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น
7. ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข
8. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของ

การทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

9. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสาร ในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

10. เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเห และความเข้มของแสง

11. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

12. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

13. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนา และผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

14. ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

15. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

16. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

17. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

18. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

19. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเอง และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2. เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสาร และการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย

3. เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

4. เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

5. ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผน และสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

6. ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ

7. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

8. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

9. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

10. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

11. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต

12. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

13. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

14. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

15. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

16. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

17. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

18. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

19. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

20. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

21. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

22. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

23. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหา หรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

24. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

25. อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

26. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ทำให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

27. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

28. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

29. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ หรือแก้ปัญหาได้

30. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีคุณธรรมต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

คำอธิบายรายวิชาชีววิทยาเพิ่มเติม โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

ศึกษาเกี่ยวกับการดำรงชีวิตของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เนื้อเยื่อพืช

อวัยวะและหน้าที่ของอวัยวะของพืชจากราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำของพืช การลำเลียงน้ำของพืช การลำเลียงสารอาหารของพืช และการลำเลียงอาหารของพืช

ศึกษาการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โฟโตเรสไพเรชัน กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช

C4 และพืช CAM ปัจจัยบางประการที่มีผลต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง รวมทั้งการปรับตัวของพืชทางด้านโครงสร้างของใบ ทิศทางของใบ และการจัดเรียงใบของพืชเพื่อรับแสง ศึกษา

การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต วัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของ

พืชดอกที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของดอกและการสร้างสปอร์ เรณูถุงเอ็มบริโอ การสร้างเซลล์

สืบพันธุ์และการปฏิสนธิ ผลและเมล็ด และการงอกของเมล็ด การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของ

พืชดอกและการขยายพันธุ์พืช รวมทั้งการวัดการเจริญเติบโตของพืช ศึกษาสารควบคุม

การเจริญเติบโตของพืชและการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม การนำความรู้เกี่ยวกับพืช

มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะ

หาความรู้การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยม

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ และกระบวนการลำเลียง

2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ทดลองและอภิปราย เพื่อศึกษากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

3. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโฟโตเรสไพเรชันในพืชทั่ว ๆ ไป กลไกการเพิ่มความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในพืช C4 และพืช CAM รวมทั้งปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง

4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของดอก วัฏจักรชีวิตและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการขยายพันธุ์พืช รวมทั้งการวัดอัตราการเจริญเติบโตของพืช

5. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและการตอบสนองของพืชต่อสิ่งแวดล้อม

สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษา เนื้อหาวิชา หน่วยการเรียนรู้ในเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สรุปเนื้อหาสาระที่สำคัญ ดังนี้

ตารางที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ และกระบวนการลำเลียง	1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของรากได้ 2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของรากได้
	3. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของลำต้นได้
	4. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของลำต้นได้
	5. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของใบได้
	6. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของใบได้

การวิจัยในครั้งนี้นอกจากจะทำการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แล้ว ยังต้องศึกษาคำอธิบายรายวิชา และผลการเรียนรู้ของสถานศึกษาด้วย เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีคุณลักษณะเป็นไปตามที่สถานศึกษาต้องการ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีววิทยา

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระบบการจัดการศึกษาในปัจจุบันมีบทบาทสำคัญในการก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge society) ซึ่งต้องพึ่งพาความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาคน องค์กร เศรษฐกิจ สังคม อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการบริการ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ ดังนั้นระบบและกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่เหมาะสมและมีคุณภาพ จึงเป็นกลไกสำคัญในการนำพาประเทศไปอยู่ในกลุ่มประเทศก้าวหน้า ซึ่งปัจจุบันวิทยาการสาขาต่าง ๆ มีความก้าวหน้ามากโดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จนเรียกกว่าเป็นสังคมข้อมูลข่าวสาร (Information society) หรือสังคมวิทยาศาสตร์ (Science society) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้ความสำคัญทั้งสภาพปัจจุบันและอนาคต โดยการสำรวจตรวจสอบใน 3 เรื่อง คือ

1. สภาพความเป็นจริงของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
2. ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
3. แนวโน้มการจัดการเรียนการสอนที่อาศัยการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์

ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนต้องสอนให้นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้จัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด การสอนที่มีประสิทธิภาพนั้น มีความสัมพันธ์กับความก้าวหน้าในการเรียน ครูจึงควรวางแผนการสอนอย่างรอบคอบ และมีประสิทธิภาพ ซึ่งวิธีสอนหรือรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่าวิธีสอนใดที่ดีที่สุดเหมาะสมกับทุก ๆ สถานการณ์ ดังนั้นครูจึงต้องมีความรู้ในวิธีการสอนอย่างกว้างขวาง เพื่อเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ การสอนวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายวิธี ครูผู้สอนอาจใช้วิธีใดวิธีหนึ่งหรือใช้หลายวิธีผสมผสานกันก็ได้ ตัวอย่างของวิธีการสอนวิทยาศาสตร์มีดังต่อไปนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542)

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะขั้นตอนกิจกรรมที่สำคัญในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาเป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดง ความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น เป็นการแนะแนวทางให้นักเรียน คิดออกแบบการทดลองหรือตั้งสมมติฐานและหาวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2. การทดลอง การทดลองเป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน

3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ครูผู้สอนต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อนำนักเรียนให้คิดหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับผลสรุป ในการอภิปรายนักเรียนอาจถามครูหรือถามเพื่อนก็ได้

Carin and Sund (1975) ได้แบ่งขั้นตอนกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสร้างสถานการณ์ หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา นั้น อาจใช้การอภิปราย การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ การดูวิดีโอ หรือการสร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัย ปัญหาหรือสถานการณ์ควรเป็นเรื่องใกล้ตัวจะช่วยให้สร้างความสนใจและสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

2. การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลองและระบุวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน โดยการทดลองตามที่ออกแบบไว้และบันทึกผลการทดลอง โดยครูเป็นผู้แนะนำให้ความช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจใช้คำถามนำโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหา

การเรียนการสอนแบบค้นพบ (Discovery method) คล้ายกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แต่ต้องให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดอย่างมากในการที่จะสร้างหรือค้นพบหลักการบางอย่าง เน้นกระบวนการตอบสนองของนักเรียนต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง ครูเป็นผู้ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง กระบวนการค้นพบส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับการใช้คำถามของครู การตั้งคำถามที่ดีช่วยให้นักเรียนรวบรวมความคิด และเกิดการหยั่งรู้ได้ดียิ่งขึ้น ในกิจกรรมการเรียนการสอนแบบค้นพบครูควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ควรแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วจัดลำดับให้เหมาะสมกับการรับรู้และเข้าใจของนักเรียน
2. คำนึงถึงความพร้อม และแรงจูงใจของนักเรียน ข้อมูลที่นักเรียนได้รับ และผลสำเร็จของการเรียนด้วยตนเองในระยะเริ่มแรกจะเป็นแรงจูงใจที่ทำให้นักเรียนพอใจที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองต่อไป

3. การจัดกิจกรรมในการนำนักเรียนไปสู่การค้นพบสำหรับนักเรียนต่างระดับชั้น อาจแตกต่างกัน นักเรียนระดับมัธยมศึกษาอาจทำการทดลองเพื่อให้เกิดการค้นพบได้มากกว่าในระดับประถมศึกษา

4. กิจกรรมและประสบการณ์ต่าง ๆ ต้องสร้างให้ท้าทายความคิด

5. การสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการมีความจำเป็นและสำคัญ

การเรียนการสอนแบบสาธิต (Demonstration) มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงการทดลองเทคนิควิธีการและกระบวนการต่าง ๆ ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชา และกระบวนการไปพร้อม ๆ กัน การสอนแบบนี้อาจเป็นการสาธิตโดยครู ครู และนักเรียนร่วมกัน กลุ่มนักเรียน นักเรียนคนเดียว หรือวิทยากรรับเชิญ สิ่งทีครูควรจัดเตรียมสำหรับการสอนแบบสาธิตคือ

1. ศึกษาเนื้อหา มโนคติ และหลักการที่จะต้องสอน

2. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสาธิต

3. ออกแบบกิจกรรมการสาธิต

4. เตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ให้พร้อม

5. ทดลองซ้อมสาธิตก่อนที่จะทำการสาธิตจริง

6. เตรียมคำถามสำหรับถามในระหว่างการสาธิต

7. เตรียมการวัดผล และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

8. กำหนดเวลาที่จะใช้ในการสาธิตแต่ละตอนให้เหมาะสม

9. วางแผนประเมินการสาธิตเพื่อพิจารณาข้อดีข้อเสียสำหรับใช้ปรับปรุงการสาธิตครั้งต่อไป

10. พิจารณาว่าจะสอนแบบสาธิตแบบบอกความรู้ หรือสอนแบบสาธิตแบบค้นพบ แบบบอกความรู้ คือ ครูพยายามแนะนำบอกความรู้ ซึ่งประเด็นที่สำคัญของการสาธิต ครูอธิบายผลที่เกิดขึ้นและลงข้อสรุป ส่วนแบบค้นพบ คือ ครูพยายามให้นักเรียนเข้าใจด้วยตัวเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน

11. ครูต้องแน่ใจว่า นักเรียนสามารถมองเห็นและได้ยินเสียงผู้ทำการสาธิตอย่างทั่วถึง การเรียนการสอนแบบทดลอง (Experimental method) เป็นการสอน เพื่อจัดประสบการณ์ในการทดลอง และการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน เกิดประสบการณ์ในการทำงานตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนสามารถออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถประเมินผลการทดลองของตนเองได้ ซึ่งขั้นตอนการสอนแบบทดลองนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน

1. ขั้นกำหนดปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลองและบันทึกผล
4. ขั้นสรุปผลการทดลอง

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบทดลองอาจแบ่งได้ 3 ลักษณะ

1. การทดลองที่มีการควบคุม (Controlled experiments) เป็นการทดลองที่มีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ไว้ให้เหลือเพียงตัวแปร 2 ตัว เป็นตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม แล้วศึกษาว่าเมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไปจะมีผลต่อตัวแปรตามอย่างไร

2. การทดลองที่เป็นการฝึกหัด (Laboratory exercises) เป็นกิจกรรมที่ออกแบบให้นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ หรือให้เข้าใจหลักการวิทยาศาสตร์บางอย่าง ครูเพียงแต่จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และคำแนะนำในการทำกิจกรรมไว้ให้นักเรียน คอยดูแลในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม

3. การทดลองที่เป็นงานปฏิบัติการ (Laboratory work) เป็นการทดลองทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง นักเรียนเป็นผู้ริเริ่มและทำการทดลองเอง นักเรียนฝึกกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง สรุปผล เป็นการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ในการสอนแบบทดลองครูต้องวางโครงการปฏิบัติการไว้ล่วงหน้าให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการตามขั้นตอน

การเรียนการสอนแบบบรรยาย (Lecture method) เป็นการสอนที่ครูได้เตรียมคำอธิบาย เนื้อหาความรู้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียนเป็นอย่างดีแล้วเพื่อนำมาอธิบายหรือบรรยายให้นักเรียนฟัง การบรรยายอาจแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การกล่าวนำ ในการบรรยายการกล่าวนำเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะทำให้ให้นักเรียนสนใจ และตั้งใจฟัง อาจใช้คำถามให้นักเรียนสงสัยและหาคำตอบจากการบรรยายของครู การเล่าเรื่องสั้น น่าสนใจที่เกี่ยวข้อง

2. ตัวเนื้อเรื่อง ในการสอนแบบบรรยายแต่ละครั้งครูไม่ควรนำเสนอแนวคิดเนื้อหา มากนัก แต่ควรชี้ประเด็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา ครูต้องวางแผนการบรรยายเป็นอย่างดี และควรให้ ตัวอย่างประกอบจะช่วยให้การบรรยายมีความหมายและนักเรียนเข้าใจได้ดี

3. การสรุปย่อในระหว่างการนำเสนอ ครูควรสรุปย่อสิ่งที่ครูนำเสนอในการบรรยายเป็น ช่วง ๆ เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจประเด็นที่สำคัญในการบรรยาย ให้นักเรียนมีโอกาสถามคำถาม ครูอาจตรวจสอบความเข้าใจ โดยการถามคำถาม คำตอบของนักเรียนเป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาเพียงใด และเป็นโอกาสแก้ไขการเข้าใจผิดของนักเรียนด้วย

4. การสรุปการบรรยาย การสรุปการบรรยายเป็นการกล่าวย้ำประเด็นสำคัญ และสามารถถามคำถามเพิ่มเติมเพื่อเป็นการปูทางไปสู่การบรรยายครั้งต่อไปหรือการทำกิจกรรมอื่นต่อ

การเรียนการสอนแบบอภิปราย (Discussion method) หมายถึง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เป็นการพูดถึงเนื้อหาวิชาความรู้จากความคิดเห็นแง่มุมต่าง ๆ ของนักเรียน อาจเป็นการอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน หรือเป็นการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ในชั้น นักเรียนทุกคนมีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็นของตน ครูต้องทำหน้าที่เป็นผู้ดำเนินการอภิปรายที่ดี ใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนได้เรียน คิด และค้นพบ ทำให้นักเรียนเข้าใจหัวข้อ การอภิปรายอย่างลึกซึ้งชัดเจน ครูต้องสร้างบรรยากาศสบาย ๆ ให้อิสระนักเรียนในการแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึงทุกคน ครูต้องรู้จักการยุติการพูดกวาน หรือพูดนอกประเด็นของนักเรียน โดยที่นักเรียนไม่รู้สึกรู้สึกว่าถูกครูต่อว่า ซึ่งสิ่งที่ครูควรทำในการสอนแบบอภิปราย มีดังนี้

1. จัดที่นั่งของนักเรียนเป็นวงกลมหรือครึ่งวงกลมเพื่อให้นักเรียนพูดโต้ตอบสังเกต สนิทสนามรู้สึกรู้สึกได้

2. ดำเนินการอภิปรายให้เป็นไปอย่างพอดี ไม่เร่งรีบหรือช้าเกินไป

3. ดำเนินการอภิปรายให้เป็นไปตามหัวข้อที่กำหนด

4. กระตุ้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปราย

5. ยอมรับการแสดงความคิดเห็นที่ดีทั้งหมดของนักเรียน

6. ใช้ความนุ่มนวลในการไม่ยอมรับความคิดเห็นที่ไม่ตรงประเด็น

7. กล่าวสรุปโดยย่อหรือให้นักเรียนกล่าวสรุปย่อ

8. ยุติการอภิปรายเมื่อเห็นว่านักเรียนเริ่มไม่สนใจ

การเรียนการสอนแบบพุดถามตอบ (Recitation method) เป็นการสอนที่ครูเป็นผู้ถามคำถามและนักเรียนเป็นผู้ตอบคำถามตามความรู้ที่นักเรียนได้อ่านจากหนังสือหรือสิ่งที่ครูได้นำเสนอในระหว่างบรรยาย การสาธิต หรือกิจกรรมอื่น ๆ การสอนแบบนี้จะเป็นการสอนที่ดีเมื่อครูไม่ใช่อย่างผิด ๆ หรือใช้มากเกินไป ทำให้เป็นกิจกรรมเฉยเฉย นักเรียนจะเบื่อหน่าย ครูควรกล่าวคำชมเชยเมื่อนักเรียนตอบถูก และไม่ควรดูว่านักเรียนเมื่อตอบผิด ครูต้องหาสาเหตุว่าทำไมจึงตอบผิด ซึ่งในการสอนแบบถามตอบนั้นครูควรดำเนินการดังต่อไปนี้

1. เตรียมคำถามไว้ล่วงหน้าและจัดเรียงลำดับของคำถามที่จะถามไว้

2. ใช้คำถามที่ต้องการให้นักเรียนตอบเป็นประโยคหรือวลีก็ได้

3. ครูถามคำถามในชั้นเรียนก่อน แล้วจึงชี้ให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งตอบ

4. ครูต้องให้ออกาสเด็กทุกคนตอบคำถาม

5. ในกรณีที่นักเรียนตอบผิด ครูก็บอกว่าผิดและขอให้นักเรียนคนอื่นช่วยตอบ ต้องไม่แสดงกิริยาขบขันหรือลงโทษนักเรียนที่ตอบผิด

6. ครูควรถามนักเรียนคนอื่นให้ช่วยเพิ่มเติมสำหรับคำตอบที่ยังไม่สมบูรณ์หรือตอบถูกเพียงบางส่วน

7. ครูควรทวนคำตอบซ้ำสำหรับทุกคำถามเพื่อให้นักเรียนทั้งชั้นได้อ่านคำตอบ

สรุปได้ว่าครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นที่จะต้องทราบวิธีการสอนแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการสอนนักเรียนให้ได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดี ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำความรู้เรื่องวิธีการสอนวิธีการสอนวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

การเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม หรือจากการฝึกหัด หน้าที่ของครูก็คือช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มีความรู้และทักษะตามที่หลักสูตรกำหนดไว้ ดังนั้นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้จึงมีความสำคัญต่อการสอนของครู (สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2553)

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาในส่วนของเนื้อหาและหลักการด้านวิทยาศาสตร์ โดยตรง ประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยาพัฒนาการ

ที่สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ในวัยต่าง ๆ เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget
2. ทฤษฎีการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by doing) ของ John Dewey
3. ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery learning) ของ Bruner
4. การเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel
5. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเปียเจต์ (Piaget's cognitive theory)

จังก์ เปียเจต์ (Jean Piaget) เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสในกลุ่มพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive psychology) ที่สนใจศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์ โดยเฉพาะในช่วงวัยเด็ก หลักการเรียนรู้ของเปียเจต์ เปียเจต์ กล่าวว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นกระบวนการที่เกิดจากการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางที่เรียกว่า โครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) ซึ่งเขาให้นิยามว่าเป็นวิธีการที่มนุษย์รับรู้ เข้าใจ และคิดถึงเกี่ยวกับโลกที่เขาอยู่ (They are ways of perceiving, understanding and thinking about the world.) ซึ่งเป็นวิธีการที่เด็กจะเริ่มค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่าง “ตัวเขาเองกับโลกภายนอก” เปียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนเกิดมาพร้อมด้วยกระบวนการคิดอันเป็นสากล เปียเจต์กล่าวว่า “โครงสร้างทางสติปัญญา” หรือการทำงานของระบบประสาทในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการคิดสามารถเปลี่ยนแปลงได้ และกระบวนการที่การทำงานของระบบประสาทนี้เกิดเปลี่ยนแปลงไป ที่เรียกว่า “ปฏิบัติการ (Operate)” สิ่งที่เป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับกระบวนการคิด Functional invariant ที่สำคัญมี 2 อย่างด้วยกัน คือ

1. การขยายโครงสร้าง (Assimilation) คือการที่บุคคลได้รับประสบการณ์หรือได้รับรู้สิ่งใหม่เข้ามาในสมอง
2. การปรับเข้าสู่โครงสร้าง (Accommodation) คือการที่โครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอิทธิพลต่อการแปลความ ประสบการณ์ที่ได้รับให้เข้ากับความเป็นจริงของโลกภายนอก กระบวนการทั้งสองประการนี้ เมื่อเกิดการปรับขยายโครงสร้างโดยการรับประสบการณ์ และการปรับประสบการณ์เข้าสู่โครงสร้างแล้ว ก็จะสร้างโครงสร้างทางสติปัญญาขึ้นมาใหม่ และขยายโครงสร้างให้กว้างออกไปเปียเจต์จะเน้นกระบวนการทำงานภายในตัวผู้เรียนมากกว่าสิ่งเร้าที่มากระตุ้นผู้เรียน สิ่งที่มากระตุ้นนั้น ควรจะอยู่ในระดับที่วุฒิภาวะของเด็กจะสามารถเข้าถึง โดยที่กระบวนการทั้ง 2 ที่กล่าวมาแล้วจะทำงานร่วมกันตลอดเวลา เพื่อช่วยรักษาความสมดุล (Equilibrium) และผลจากการทำงานของกระบวนการดังกล่าวจะเกิดเป็นโครงสร้าง (Schema) ขึ้น

ในสมอง โครงสร้างต่าง ๆ จะพัฒนาขึ้นตามระดับอายุ พัฒนาการจะเป็นไปตามลำดับขั้น จะข้ามขั้นไม่ได้ แต่อัตราของการพัฒนาการอาจจะแตกต่างกันในตัวเด็กแต่ละคน เปียเจต์ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาหรือการคิดออกเป็น 4 ขั้นด้วยกัน ซึ่งแต่ละระยะก็จะมีกระบวนการทางสติปัญญา หรือ “โครงสร้าง (Structure)” เกิดขึ้น โครงสร้างเหล่านี้จะแตกต่างกันไปในแต่ละระยะ ระยะของพัฒนาการแต่ละขั้น มีดังนี้

ระยะที่ 1 ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor period) อายุตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ขวบ ในขั้นนี้เด็กจะรู้จักการใช้ประสาทสัมผัสทางปาก หู และตา ต่อสภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัว พฤติกรรมทางสติปัญญาของเด็กจะแสดงออกในรูปแบบของการมีปฏิริยาโต้ตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือพฤติกรรมสะท้อน (Reflex) ในวัยทารก ซึ่งพฤติกรรมนี้จะถูกปรับเปลี่ยนโดยความตั้งใจและความต้องการของเด็กเองในการติดต่อกับโลกภายนอก ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวจะพัฒนาเป็นแบบแผนของการคิดต่อไป ในระยะนี้เด็กจะสร้างแบบฉบับของการคิดที่เรียกว่า การคงที่ของวัตถุ (Object permanence) ขึ้น กล่าวคือ เด็กจะสามารถจำได้ว่าวัตถุและเหตุการณ์บางอย่างเป็นอย่างเดียวกัน ไม่ว่าจะเกิดขึ้นในรูปแบบใด และสิ่งนั้นจะยังคงอยู่แม้ว่าคนจะมองไม่เห็น

ระยะที่ 2 ขั้นความคิดก่อนเกิดปฏิบัติการ (Pre-operation period) อยู่ในช่วงอายุ 2-6 ขวบ เป็นขั้นที่เด็กเริ่มเรียนรู้ภาษาและเข้าใจเครื่องหมายต่าง ๆ หรือเข้าใจสภาพแวดล้อมบ้าน สัญลักษณ์ต่าง ๆ เด็กจะเริ่มพัฒนาความสามารถในการรู้จักสิ่งที่เป็นตัวแทน (Representative) และเด็กจะสามารถสร้างโครงสร้างทางสมองแบบง่าย ๆ โดยไม่ได้เห็นวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นสัมพันธ์อยู่ด้วย ซึ่งจัดว่าเป็นความคิดแบบพื้นฐานที่ยังอาศัยการรับรู้เป็นบางส่วน เด็กในวัยนี้ยังไม่สามารถคิดแบบใช้เหตุผลได้เด็กในวัยนี้จะยังมีความเห็นแก่ตัว (Egocentrism) อยู่มาก จึงมักจะย้ำความสนใจลงเฉพาะจุดใดจุดหนึ่ง โดยไม่นำพากับส่วนอื่นเลย (Contraction หรือ Centering) นอกจากนี้เด็กในวัยนี้จะไม่สามารถคิดย้อนกลับได้ (Irreversibility) ลักษณะของเด็กในวัยนี้ที่สำคัญอีกลักษณะหนึ่งคือความสามารถในการเลียนแบบคนอื่นในช่วงสั้น ๆ (Referred initiation) ความสามารถในการเล่นสมมติ (Make believe) และความสามารถในการหยั่งรู้ (Insight an Intuition) และความสามารถในการใช้ภาษาได้ขั้นของพัฒนาการระยะนี้ยังสามารถแบ่งย่อยออกเป็นขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (Pre-conceptual) อายุระหว่าง 2-4 ขวบ ซึ่งเป็นขั้นที่เด็กจะเรียนรู้จากสัญลักษณ์เป็นสำคัญ และขั้นหยั่งรู้หรือขั้นก่อนการคิด (Intuitive) อายุระหว่าง 4-6 ขวบ ซึ่งเป็นระยะที่เด็กเริ่มเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับวัตถุ

ระยะที่ 3 ขั้นปฏิบัติการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) อายุระหว่าง 7-11 ปี ในช่วงอายุดังกล่าวจะสามารถใช้กับเหตุผลกับสิ่งที่แลเห็น และมองความสัมพันธ์ที่ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ทั้งนี้เพราะเด็กจะพัฒนาโครงสร้างการคิดที่จำเป็นต่อการจัดการกับความสัมพันธ์ที่

สลับซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานต่าง ๆ โครงสร้างที่สำคัญประการหนึ่งของพัฒนาการในขั้นนี้ คือ การแบ่งกลุ่ม (Grouping) เด็กในวัยนี้จะสามารถจัดของออกเป็นกลุ่มโดยอาศัยลักษณะที่เหมือนกัน ซึ่งจะช่วยให้เด็กแลเห็นโลกภายนอกว่าประกอบด้วยวัตถุและเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่ามีระบบและความมั่นคง ลักษณะความเห็นแก่ตัว (Egocentrism) ในระยะที่ 2 จะถูกทดแทนด้วยความรู้สึกและความเข้าใจในสิ่งที่เป็นจริงและสิ่งที่เที่ยงตรงของโลกภายนอก การพุ่งความสนใจไปยังของอย่างใดอย่างหนึ่ง (Centering) ถูกทดแทนด้วยการขยายความสามารถที่คิดย้อนกลับได้

ระยะที่ 4 ขั้นปฏิบัติการคิดแบบนามธรรม (Formal operational stage) อายุ 11-15 ปี เป็นช่วงที่เด็กจะเข้าใจ ใช้เหตุผลและการทดลองได้อย่างเป็นระบบ และเรียนรู้เกี่ยวกับนามธรรมได้เพื่อการคาดคะเนพยากรณ์ได้ดีขึ้น และสามารถใช้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์โดยสามารถตั้งสมมติฐานและแก้ปัญหา การคิดเชิงตรรกศาสตร์ (Logical thinking) จะพัฒนาอย่างสมบูรณ์ เป็นขั้นที่เกิดโครงสร้างทางสติปัญญาอย่างสมบูรณ์ เด็กในวัยนี้จะมีความคิดอ่านเท่ากับผู้ใหญ่ แต่อาจจะแตกต่างกันที่คุณภาพ เนื่องจากประสบการณ์แตกต่างกันและด้วยเหตุผลหลายประการ เราจะพบว่าเรายังมีผู้ใหญ่อีกจำนวนมากที่ยังไม่เคยพัฒนาเข้าสู่ขั้นของการคิดเช่นนี้ ตามแนวทฤษฎีของเปียเจต์จากแนวความคิดของเปียเจต์ พัฒนาการทั้งหมดจะดำเนินไปในลักษณะที่มีขั้นตอน โดยผ่านระยะทั้ง 4 ดังกล่าว และแต่ละระดับขั้นของพัฒนาการจะมีรากฐานมาจากระดับพัฒนาการในขั้นก่อน และพัฒนาการขั้นก่อน ๆ ก็จะเป็นพื้นฐานสำหรับพัฒนาการในระดับขั้นต่อไป (ประสาธ อิศรปริดา, 2521, หน้า 20)

ทฤษฎีการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by doing) ของ John Dewey

ปรัชญาประสบการณ์ตามแนวคิดของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ผู้จัดการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยแนวคิดของนักปรัชญาพวกประสบการณ์นิยม (Experimentalism) ซึ่งมีจอห์น ดิวอี้ เป็นผู้นำนักปราชญ์ผู้มีความเชื่อว่า ความอยู่รอดของสรรพสัตว์ (ซึ่งหมายถึงมนุษย์ด้วยนั้น) ย่อมขึ้นอยู่กับ การปรับตัวของสิ่งนั้น ๆ ความเชื่อนี้ได้มาจากชาร์ลส์ ดาวิน (Charles Darwin) เจ้าของทฤษฎีวิวัฒนาการซึ่งให้หลักไว้ว่าผู้ที่เหมาะสมที่สุดจะอยู่รอด (The survival of the fittest) ส่วนผู้ที่ไม่เหมาะสม ย่อมจะล้มหายตายจากไป จากความเป็นจริงข้อนี้ จอห์น ดิวอี้ จึงได้ยึดเอาเรื่อง “การปรับตัว” ให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมเป็นสาระสำคัญ หรือเป็นแก่นแห่งการศึกษา จากแนวคิดเรื่องการปรับตัวนี้เอง จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) จึงเห็นคำมนุษย์ย่อมมีปัญหายุ่งยากตลอดปัญหานั้นก็คือ การเผชิญต่อความเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบตัวที่เป็นอยู่ทุกขณะนั่นเอง เมื่อมนุษย์ต้องพบปัญหายุ่งยากตลอด การฝึกมนุษย์ให้แก้ปัญหาได้ จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพราะจะช่วยให้แก้ปัญหามาขัดขวางการดำเนินชีวิตได้ และชีวิตนั้นก็อยู่รอดตลอดไป

“ประสบการณ์” ตามความคิดของจอห์น ดิวอี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ประสบการณ์ปฐมภูมิ (Primary experience) และประสบการณ์ทุติยภูมิ (Secondary experience)

1. ประสบการณ์ปฐมภูมิ คือ ประสบการณ์ที่ยังไม่เป็นที่รู้ หรือยังไม่ได้มีการคิดไตร่ตรอง เป็นเพียงกระบวนการของการกระทำ และการประสบการณ์เปลี่ยนแปลงระหว่างอินทรีย์และสภาพแวดล้อม ส่วนประสบการณ์ทุติยภูมิ เป็นประสบการณ์ประเภทที่เป็นความรู้คือ ได้ผ่านกระบวนการคิดไตร่ตรองมาแล้ว ประสบการณ์ปฐมภูมิจะเป็นเนื้อหาของประสบการณ์ทุติยภูมิ เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับคิดไตร่ตรองตัวอย่างเช่น เด็กเล่นชน ไปเหยียบถ่านไฟร้อน ๆ ผลปรากฏว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ คือ เท้าถูกไฟลวก เป็นประสบการณ์ปฐมภูมิ เมื่อเด็กเกิดการเรียนรู้จากผลของการเหยียบถ่านไฟร้อน ทำให้เกิดความเจ็บปวด และไม่อยากเล่นบริเวณที่มีถ่านไฟร้อนอีก หรือระแวงที่จะเล่นไฟ เป็นประสบการณ์ทุติยภูมิ ประสบการณ์ที่เกิดจากการคิดไตร่ตรอง (Reflective thought) เรียกอีกอย่างว่าประสบการณ์การรู้ (Cognitive experience) จอห์น ดิวอี้ มีความเห็นว่าการศึกษาที่ถูกต้อง ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการศึกษาแบบเก่าหรือแบบจารีต (Traditional) หรือแบบอนุรักษ์ (Conservative) กับการศึกษาแบบใหม่หรือแบบก้าวหน้า (Progressive) เพียงระบบใดระบบหนึ่ง ปรัชญาของดิวอี้เป็นปรัชญาที่สะท้อนออกมาเด่นชัดในเรื่องการศึกษาที่ยกของประสบการณ์ทั้งปวงที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้สถานการณ์ที่เป็นจริง เพราะการศึกษาตามความคิดของจอห์น ดิวอี้ คือ ความเจริญงอกงามทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา และคุณธรรม ดังนั้นกระบวนการสร้างสรรค์ประสบการณ์ใหม่ที่ต่อเนื่องกับประสบการณ์เก่าไปเรื่อย ต้องส่งเสริมให้เกิดประสบการณ์ใหม่เพื่อเป็นวิธินำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในปัจจุบันและอนาคตได้ การจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงเป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่มปฏิบัติการที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากการเผชิญสถานการณ์จริงและการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเองและฝึกทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติตามแนวประชาธิปไตย กระบวนการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น โดยการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ บางครั้งก็เรียนวิธีสอนนี้ว่าการสอนแบบวิทยาศาสตร์

ปัจจุบันการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ในแบบ Learning by doing ผู้เรียนจะเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ แนวคิดนี้จะจัดการสอนแบบโครงการ (Project-based learning) เป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนจากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนจากประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้ทดลองทำปฏิบัติ เสาะหาข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล พิจารณาหาข้อสรุป

ค้นคว้าหาวิธีการ กระบวนการด้วยตนเอง หรือร่วมกันเป็นกลุ่ม เน้นให้ผู้เรียนมีอิสระในการศึกษาหาความรู้ตามหลักประชาธิปไตยให้ผู้เรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ให้ได้ค้นคว้าหาข้อมูลความรู้จากแหล่งต่าง ๆ มิใช่เฉพาะในห้องเรียนเท่านั้น ทำให้ผู้เรียนเกิดนิสัยการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองได้ด้วยความมั่นใจ ผลการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีประสบการณ์ของจอห์น ดิวอี้ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย และสื่อที่เร้าความสนใจ

2. ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจ ตามความถนัดและศักยภาพด้วยการศึกษา ค้นคว้าฝึกปฏิบัติฝึกทักษะจนถึงการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดความเชื่อมั่นเป็นแรงจูงใจให้เกิดการใฝ่รู้ใฝ่เรียน

3. กิจกรรมกลุ่มช่วยเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่พึงประสงค์ เกิดกระบวนการทำงาน เช่น มีการวางแผนการทำงาน มีความรับผิดชอบ เสียสละ เอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ มีวินัยในตนเอง มีพฤติกรรมที่เป็นประชาธิปไตย เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ผู้เรียนที่เรียนรู้ซ้ำจะเรียนรู้อย่างมีความสุข มีชีวิตชีวา ได้รับกำลังใจและได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อน ทำให้เกิดความมั่นใจ ผู้เรียนที่เรียนดีจะได้แสดงความสามารถของตนเอง มีความเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ และแบ่งปันสิ่งที่ดีให้แก่กัน

4. ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดจากการร่วมกิจกรรมและการค้นหาคำตอบจากประเด็นคำถามของผู้สอนและเพื่อน ๆ สามารถค้นหาคำตอบและวิธีการได้ด้วยตนเอง สามารถแสดงออกได้ชัดเจนมีเหตุผล

5. ทุกขั้นตอนการจัดกิจกรรม จะสอดแทรกคุณธรรมและจริยธรรม เพื่อให้ผู้เรียนได้ซึมซับสิ่งที่ดีงามไว้ในตนเองอยู่ตลอดเวลา

6. คำนี้ถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้และการปฏิบัติงาน โดยให้แต่ละคนเรียนรู้เต็มตามศักยภาพของตน ไม่นำผลงานของผู้เรียนมาเปรียบเทียบกัน มุ่งให้ผู้เรียนแข่งขันกับตนเองและไม่เล็งผลเลิศจนเกินไป

7. ผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน คือ ผู้เรียนเรียนอย่างมีความสุข เกิดการพัฒนารอบด้าน มีอิสระที่จะเลือกวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง และนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery learning) ของ Bruner

บรุนเนอร์ (Bruner) เป็นนักจิตวิทยาที่สนใจและศึกษาเรื่องของพัฒนาการทางสติปัญญา ต่อเนื่องจากเพียเจต์ บรุนเนอร์เชื่อว่ามนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจาก

กระบวนการค้นพบด้วยตัวเอง (Discovery learning) แนวคิดที่สำคัญ ๆ ของบรูเนอร์ มีดังนี้ (Brunner, 1963)

ทฤษฎีการเรียนรู้

1. การจัดโครงสร้างของความรู้ให้มีความสัมพันธ์ และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก มีผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก
2. การจัดหลักสูตรและการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับความพร้อมของผู้เรียน และสอดคล้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนจะช่วยให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ
3. การคิดแบบหยั่งรู้ (Intuition) เป็นการคิดหาเหตุผลอย่างอิสระที่สามารถช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้
4. แรงจูงใจภายในเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้
5. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์แบ่งได้เป็น 3 ชั้นใหญ่ ๆ คือ
 - ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive stage) คือ ขั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ การลงมือกระทำช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ดี การเรียนรู้เกิดจากการกระทำ
 - ขั้นการเรียนรู้จากความคิด (Iconic stage) เป็นขั้นที่เด็กสามารถสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริงได้
 - ขั้นการเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic stage) เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้
6. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่คนเราสามารถสร้างความคิดรวบยอด หรือสามารถจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
7. การเรียนรู้ที่ได้ผลดีที่สุด คือ การให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Discovery learning)
 - การนำไปใช้ในการจัดการศึกษา/ การสอน
 1. กระบวนการค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีความหมายสำหรับผู้เรียน
 2. การวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ให้เหมาะสมเป็นสิ่งที่จะต้องทำก่อนการสอน
 3. การจัดหลักสูตรแบบเกลียว (Spiral curriculum) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสอนเนื้อหาหรือความคิดรวบยอดเดียวกันแก่ผู้เรียนทุกวัยได้ โดยต้องจัดเนื้อหาความคิดรวบยอด และวิธีสอนให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการของผู้เรียน

4. ในการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มากเพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

5. การสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เป็นสิ่งจำเป็นในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แก่ผู้เรียน

6. การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

7. การสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็น

8. การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

การเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel

ออสูเบล (Ausubel David, 1963) เป็นนักจิตวิทยาแนวปัญญานิยม ออสูเบลกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน หลักการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีนี้คือ มีการนำเสนอความคิดรวบยอดหรือกรอบมโนทัศน์ หรือกรอบแนวคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแก่ผู้เรียนก่อนการสอนเนื้อหาสาระนั้น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระนั้นอย่างมีความหมาย ซึ่งออสูเบล แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย (Meaningful reception learning)

2. การเรียนรู้โดยการรับแบบท่องจำโดยไม่คิดหรือแบบนกแก้วนกขุนทอง (Rote reception learning)

3. การเรียนรู้โดยการค้นพบอย่างมีความหมาย (Meaningful discovery learning)

4. การเรียนรู้โดยการค้นพบแบบท่องจำโดยไม่คิดหรือแบบนกแก้วนกขุนทอง (Rote discovery learning)

การเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย (Meaningful reception learning)

ออสูเบล ให้ความหมายว่า เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับมาจากการที่ผู้สอนอธิบายสิ่งที่จะต้อง เรียนรู้ให้ฟังและผู้เรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์กับโครงสร้าง พุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำ และจะสามารถนำมาใช้ในอนาคต มีวัตถุประสงค์ที่จะ อธิบายการเรียนรู้เกี่ยวกับ พุทธิปัญญาเท่านั้น (Cognitive learning) ไม่รวมการเรียนรู้แบบการวาง เื่อนใจแบบคลาสสิก การเรียนรู้ทักษะทางมอเตอร์ (Motor skills learning) และการเรียนรู้โดย การค้นพบ ซึ่งการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้นอยู่กับตัวแปร 3 อย่าง ดังต่อไปนี้

1. สิ่ง (Materials) ที่จะต้องเรียนรู้จะต้องมีความหมาย ซึ่งหมายความว่าต้องเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งที่เคยเรียนรู้และเก็บไว้ในโครงสร้างพุทธิปัญญา (Cognitive structure)

2. ผู้เรียนจะต้องมีประสบการณ์ และมีความคิดที่จะเชื่อมโยงหรือจัดกลุ่มสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กับ ความรู้หรือสิ่งที่เรียนรู้เก่า

3. ความตั้งใจของผู้เรียนและการที่ผู้เรียนมีความรู้-คิดที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่ เรียนรู้ใหม่ให้มีความสัมพันธ์กับ โครงสร้างพุทธิปัญญา (Cognitive structure) ที่อยู่ในความทรงจำแล้ว

ออซุเบลได้แบ่งการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็น 3 ประเภท คือ

1. Subordinate learning เป็นการเรียนรู้โดยการรับอย่างมีความหมาย โดยมีวิธีการ 2 ประเภท คือ

1.1 Derivation subsumption เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่กับหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่เคย เรียนมาแล้ว โดยการได้รับข้อมูลมาเพิ่ม เช่น มีคนบอก แล้วสามารถคลุกซิมเข้าไปใน โครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่แล้วอย่างมีความหมาย โดยไม่ต้องท่องจำ

1.2 Correlative subsumption เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายเกิดจากการขยายความหรือปรับโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีมาก่อนให้สัมพันธ์กับสิ่งที่จะเรียนรู้ ใหม่

2. Superordinate learning เป็นการเรียนรู้โดยการอนุมาน โดยการจัดกลุ่มสิ่งที่เรียนใหม่เข้ากับความคิดรวบยอดที่กว้างและครอบคลุม ความคิดย่อยของสิ่งที่เรียนใหม่ เช่น สุนัข แมว หมู เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

3. Combinatorial learning เป็นการเรียนรู้หลักการ กฎเกณฑ์ต่างๆ เชิงผสม ในวิชาคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ โดยการใช้เหตุผล หรือการสังเกต เช่นการเรียนรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักกับระยะทางในการทำให้เกิดความสมดุล

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนที่เน้นวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดไตร่ตรองได้อย่างสร้างสรรค์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถพึ่งพาตนเองได้ รู้จักร่วมมือกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ ช่วยพัฒนาสังคม และสิ่งแวดล้อม และนำความรู้ที่ได้รับไปบูรณาการในการดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข ตามหลักการของทฤษฎีนี้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่พบเห็นมาสร้างเป็น โครงสร้างใหม่ทางสติปัญญา ถือได้ว่าเป็นการพัฒนาทางปัญญาที่เกิดจากการเรียนรู้ร่วมกันในสังคม ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้วิธีการแก้ปัญหา (Collaborative constructivism) (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2544) ซึ่งแต่ละบุคคลจะมีวิธีคิดในการแก้ปัญหาไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ต้องเกิดจากความกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหของตนเอง แนวคิดทฤษฎีนี้ มีรากฐานมาจากแนวคิดของนักจิตวิทยาการศึกษาหลายท่าน ได้แก่ แนวคิดของ

ฌอง เปียเจต์ (Jean Piaget) เรียกว่า Cognitive constructivism ที่เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วย ปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาแล้ว จะทำให้ผู้เรียนพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญา ให้เข้าสู่ภาวะสมดุลโดยวิธีการดูดซึมได้แก่ การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ใน โครงสร้างทางปัญญา และปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญา คือ การเชื่อมโยง โครงสร้างทางปัญญา เดิม หรือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่งสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมา หรือเกิด การเรียนรู้ได้ ส่วนแนวคิดของวีก็อตสกี (Vygotsky) ได้เน้นบริบททางสังคม เรียกว่า Social constructivism เชื่อว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ซึ่งมี บทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา สำหรับจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ได้เสนอแนวคิด เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ Learning by doing ที่เชื่อว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้ควบคู่ไปกับการกระทำ และผู้เรียนต้องมีการทำความเข้าใจความรู้ใหม่โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่ตั้งสมมาเป็นพื้นฐาน การเรียนรู้ อันเป็นความพยายามเชิงสังคม ก่อให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนที่เรียกว่า การเรียนรู้ แบบร่วมมือ ที่เน้นความสำคัญของการสร้างความรู้โดยกลุ่มคนในสังคม สำหรับแนวคิดของ บรูเนอร์ (Bruner) เห็นว่าประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะมีบทบาทในการส่งเสริมการเรียนรู้ และ เชื่อว่าวุฒิภาวะอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการพัฒนาโครงสร้างความรู้ใหม่ ต้องมีองค์ประกอบอื่น เกี่ยวข้อง เช่น การพัฒนาทางด้านภาษา และประสบการณ์เดิมเข้ามามีส่วนสำคัญในการเพิ่มความ เจริญงอกงามทางสติปัญญา และแนวคิดของออสซูเบล (Ausubel) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อ ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ได้กับ โครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ นำมา จัดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย แต่ถ้าผู้เรียนไม่สามารถนำสิ่งใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมได้ เรียกว่าเป็นการเรียนรู้ที่ไม่มีความหมาย หรือเรียนแบบท่องจำ (สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 128-129)

สรุปได้ว่า ทฤษฎีการเรียนรู้มีความสำคัญมากเนื่องจากสามารถนำทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ ไปประยุกต์ใช้เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอนได้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น การจัดสภาพที่ให้ความ เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอน การจูงใจ การรับรู้ การเสริมแรง การถ่ายโยงการเรียนรู้ และการจัดสภาพที่เอื้อต่อการเรียนรู้ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยน โครงสร้างทาง ปัญญาใหม่ ซึ่งผู้วิจัยได้นำทฤษฎีต่าง ๆ เหล่านี้มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ซึ่งส่งผลต่อ การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีด้วย

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม

คอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีความรู้ ที่อธิบายถึงที่มาของความรู้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร (Lorsbach and Tobin, 2003) มีรากฐานมาจากวิชาปรัชญา ได้นำมาประยุกต์ใช้ในสาขาสังคมวิทยา มานุษยวิทยา รวมถึงจิตวิทยาด้านความรู้ ความคิด และการศึกษา (Yager, 1991 อ้างถึงใน นุปผชาติ ทัพพิกรณ์, 2545, หน้า 68)

ไสว พักขาว (2544, หน้า 152-155) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ตามแนวคิดของปรัชญาคอนสตรัคติวิซึม เชื่อว่า ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นภายในจิตจากการพยายามทำความเข้าใจ หรือสร้างความหมายกับเหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือสารสนเทศต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้เดิม ความเชื่อ และความคาดหวังของตนเอง ในการแปลความหมายและทำความเข้าใจต่อสิ่งต่าง ๆ ดังนั้นความรู้ใช้ความจริงแท้ แต่ความรู้เป็นเพียงสิ่งที่สมเหตุสมผลและเป็นสิ่งที่คิดที่สุุดขณะนั้น

แนวคิดซึ่งเป็นที่มาของปรัชญาคอนสตรัคติวิซึม

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) กล่าวว่า ผู้เรียนต้องเรียนรู้ควบคู่ไปกับการกระทำ และผู้เรียนต้องมีการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ โดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่สั่งสมมาเป็นพื้นฐาน การเรียนรู้เป็นการพยายามเชิงสังคม

ฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) กล่าวว่า ความรู้ไม่ใช่สารสนเทศที่ลงที่ ที่ส่งผ่านจากผู้สอนไปยังตัวผู้เรียน แต่เป็นกระบวนการของการสร้างและจัดระบบโครงสร้างใหม่ของความรู้อย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนจะต้องมีการสร้างและปรับโครงสร้างของความรู้ใหม่นี้ด้วยตนเอง กระบวนการปรับโครงสร้างของความรู้ มีดังนี้

1. กระบวนการดูดซึม เป็นการดูดซึมประสบการณ์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมที่คล้ายกัน

2. การปรับขยายโครงสร้างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากกระบวนการดูดซึม โดยถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ไม่สามารถเข้ากับประสบการณ์เดิมได้ สมองจะมีการสร้างใหม่ขึ้นมาแทนเพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

บรูเนอร์ (Bruner) กล่าวว่า ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อนจะมีบทบาทในการส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งมีความเห็นแตกต่างกับเพียเจต์ตรงที่เขาเชื่อว่า วุฒิภาวะอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอต่อการพัฒนาโครงสร้างความรู้ใหม่ แต่ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น พัฒนาการด้านภาษาและประสบการณ์เดิมมีส่วนสำคัญในการเพิ่มความเจริญงอกงามทางสติปัญญา

ออสซูเบล (Ausubel) เป็นผู้ตั้งทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย เขาเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ โดยเทคนิคการสอนที่มาจากแนวคิดของออสซูเบล คือ

1. การจัดโครงสร้างความคิดล่วงหน้า
2. การสร้างผังมโนทัศน์
3. การใช้แผนผังรูปตัววี

ไวทส์กี้ (Vygotsky) เป็นผู้มีมีความสำคัญในการสร้างทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม ได้เสนอแนวคิดว่า อาณาเขตระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งจะร่วมกันสร้างความหมาย สร้างความรู้และสติปัญญาขึ้นมา การเรียนรู้ไม่ควรถูกแยกออกจากบริบท หรือเป็นอิสระจากประวัติศาสตร์และสังคม แต่การเรียนรู้ คือ ประสบการณ์ที่ได้จากการสังสมมาจากส่วนบุคคล และประสบการณ์จากประวัติศาสตร์และสังคมของบุคคล

ทิสนา แคมมณี (2554) กล่าวว่า ไวทส์กี้ (Vygotsky) เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเขาว์ปัญญาในสมัยเดียวกันกับเพียเจต์ (Piaget) ผลงานของเขาเป็นที่ยอมรับกันในประเทศรัสเซียและเริ่มเผยแพร่สู่ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศต่างๆ ในยุโรป เมื่อได้รับการแปลเป็นภาษาอังกฤษในปี ค.ศ. 1962 ต่อมาในปี ค.ศ.1986 โคซูลิน (Kozulin) ได้แปลและปรับปรุงหนังสือของไวทส์กี้่อีกครั้งหนึ่ง เป็นผู้ทำให้มีผู้นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย ซึ่งทฤษฎีพัฒนาการทางเขาว์ปัญญาของเพียเจต์และของไวทส์กี้ถือเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพียเจต์อธิบายว่าพัฒนาการทางเขาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซาบ หรือดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูล หรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสถานะให้อยู่ในสภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเขาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logico-mathematical experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (Equilibrium) ของบุคคลนั้น ส่วนไวทส์กี้ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมจากธรรมชาติแล้วก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่างๆ

เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเชาวน์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้น พัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปร่วมกัน โดยทั้งเพียเจต์และไวท์ฮอทสกี นับว่าเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับ “Cognition” หรือกระบวนการรู้คิด หรือกระบวนการทางปัญญา นักคิดคนสำคัญในกลุ่มนี้ คือ อุลริค ไนซ์เซอร์ (Ulrich neisser) ได้ให้คำนิยามของคำนี้ไว้ว่า “เป็นกระบวนการรู้คิดของสมองในการปรับ เปลี่ยน ลด ตัดทอน ขยาย จัดเก็บ และใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอกก็ได้ ดังนั้น การรู้สีก การรับรู้ จินตนาการ การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิดและอื่น ๆ อีกมาก จึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการรู้คิดนี้” เพื่อให้เข้าใจแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ได้ง่ายขึ้น ผู้เขียนจึงขอเปรียบเทียบแนวคิดนี้กับแนวคิดของทฤษฎีกลุ่มปรนัยนิยม (Objectivism) ซึ่งมีความเห็นว่า โลกนี้มีความรู้ ความจริง ซึ่งเป็นแก่นแท้แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลง การศึกษาคือการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ความรู้ ความจริงเหล่านี้ ดังนั้น ครูจึงต้องพยายามถ่ายทอดความรู้ความจริงนี้ให้ผู้เรียน และผู้เรียนจะสามารถรับสิ่งที่ครูถ่ายทอดได้อย่างเข้าใจตามที่ครูต้องการแต่นักทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้มีความเห็นว่า แม้โลกนี้จะมียุ่อยู่จริงและสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในโลกจริง แต่ความหมายของสิ่งเหล่านี้ มิได้มีอยู่ในตัวของมัน สิ่งต่าง ๆ มีความหมายขึ้นจากการคิดของคนที่รับรู้สิ่งนั้นและแต่ละคนจะให้ความหมายแก่สิ่งเดียวกัน แตกต่างไปอย่างหลากหลาย ดังนั้น สิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้จึงไม่มีความหมายที่ถูกต้องหรือเป็นจริงที่สุด แต่ขึ้นกับความหมายของคนในโลก คนแต่ละคนเกิดความคิดจากประสบการณ์ ดังนั้น สิ่งแวดล้อมที่อยู่ในประสบการณ์นั้น ก็ย่อมเป็นส่วนหนึ่งของความคิดนั้น หรือเป็นความหมายส่วนหนึ่งของความคิดนั้น ด้วยเหตุนี้ไวท์ฮอทสกี จึงเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลและการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนให้ก้าวหน้า จากระดับที่พัฒนาการที่เป็นอยู่ ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึงได้ ซึ่งแนวคิด Constructivism เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ของมนุษย์มีความหมายทั้งในเชิงจิตวิทยาและเชิงสังคมวิทยา ทฤษฎีด้านจิตวิทยา เริ่มต้นจาก Jean Piaget ซึ่งเสนอว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นกระบวนการส่วนบุคคลมีความเป็นอัตนัย Vygotsky ได้ขยายขอบเขตการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลว่า เกิดจากการสื่อสารทางภาษากับบุคคลอื่น สำหรับด้านสังคมวิทยา Emile durkheim และคณะ เชื่อว่าสภาพแวดล้อมทางสังคมมีผลต่อการเสริมสร้างความรู้ใหม่

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive psychology) มีรากฐานมาจากผลงานของ Ausubel และ Piaget ประเด็นสำคัญประการแรกของทฤษฎีการเรียนรู้ตาม Constructivism คือ ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จาก

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive apparatus) ของตน ประเด็นสำคัญประการที่สองของทฤษฎี คือ การเรียนรู้ตามแนว Constructivism คือ โครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอน ไม่สามารถปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น

Jonassen (1992) กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้จะให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้ง โครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่า คนทุกคนมีโลกของตัวเอง ซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตนเองและคงไม่มีใครกล่าวได้ว่า โลกไหนจะเป็นจริงไปกว่านั้น เพราะโลกของใครก็คงเป็นจริงสำหรับคนนั้น ดังนั้น โลกนี้จึงไม่มีความจริงเดียวที่จริงที่สุด ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มนี้ถือว่า สมอ เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดที่เราสามารถใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ และสิ่งต่างๆ ในโลกนี้ ซึ่งการแปลความหมายดังกล่าวเป็นเรื่องที่เป็นส่วนตัว (Personal) และเป็นเรื่องเฉพาะตัว (Individualistic) เพราะการแปลความหมายของแต่ละบุคคลขึ้นกับการรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจและภูมิหลังของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกัน สรุปได้ว่า การเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นกระบวนการในการในการ “Acting on” ไม่ใช่ “Taking in” กล่าวคือ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง (Internal mental interaction) แล้ว ยังเป็นกระบวนการทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป

สรุปได้ว่า คอนสตรัคติวิซึม หมายถึง แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความรู้โดยอาศัยหลักการที่ว่า ความรู้และความเชื่อที่เกิดจากแรงจูงใจภายในของตัวผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์เดิมปรับเข้ากับประสบการณ์ใหม่โดยอาศัยแรงจูงใจภายในของตนเองเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ ผู้เรียนจะสร้างความรู้โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น หรือสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการต่างๆ โดยครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าถึงประสบการณ์นั้น ๆ โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม เป็นกระบวนการของการสร้าง และจัดระบบ โครงสร้างใหม่ของความรู้อย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนจะต้องมีการสร้างและปรับโครงสร้างของความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยอาศัยประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ สร้างเป็นความรู้ใหม่ขึ้นมา

บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

Brooks and Brooks (1964) (อ้างถึงใน อมรรัตน์ แก้วอุ้นเรือน, 2551, หน้า 28) ได้กล่าวว่า บทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ควรยึดหลัก 12 ประการ ดังนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน และใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาเพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหา
2. ครูต้องใช้แหล่งข้อมูลหรือวัตถุดิบที่อยู่รอบ ๆ ตัวผู้เรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์ เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
3. เมื่อมอบหมายงานให้ผู้เรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดให้ผู้เรียนเกิดความคิดและสติปัญญา เช่น ให้จำแนก ให้วิเคราะห์ ให้ทำนาย และให้สร้างสรรค์
4. ครูต้องอนุญาตให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทเรียน วิธีการสอนและเนื้อหาวิชา
5. ครูจะต้องพยายามทำความเข้าใจ โน้ตสน้ของผู้เรียน ก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นของครู
6. ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสนทนา เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ทั้งกับเพื่อนผู้เรียนด้วยกันและกับครู
7. ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยครูใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายเปิดและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ถามคำถามกับเพื่อนผู้เรียนด้วยกัน
8. ครูจะต้องพยายามช่วยให้ผู้เรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง
9. ครูต้องให้ความสนใจประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อการตรวจสอบและการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา
10. ครูต้องให้เวลากับผู้เรียนเพื่อรอคำตอบหลังจากที่ป้อนคำถาม หรือ เสนอสถานการณ์ปัญหา
11. ครูต้องให้เวลากับผู้เรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมและความรู้ใหม่ของผู้เรียน
12. ครูจะต้องคอยตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนในทุกสถานการณ์ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าครูมีบทบาทมีความสำคัญกับผู้เรียนเป็นอย่างมาก โดยครูจะต้องให้เวลากับผู้เรียนในการหาคำตอบ ยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายในการตอบสนองความอยากรู้อยากเห็น และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและระหว่างผู้เรียนกับครู

บทบาทของผู้เรียนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

ในการเรียนตามทฤษฎี Constructionism ผู้เรียนจะมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อม ๆ กันด้วยตัวของเขาเอง (ทำไปและเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน) บทบาทที่คาดหวังจากผู้เรียนคือ

1. มีความยินดีร่วมกิจกรรมทุกครั้งด้วยความสมัครใจ
2. เรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง
3. ตัดสินปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
4. มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง
5. วิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่น ได้
6. ให้ความช่วยเหลือกันและกัน รู้จักรับผิดชอบงานที่ตนเองทำอยู่และที่ได้รับมอบหมาย
7. นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545)

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียนรู้
2. นักเรียน ได้เรียนรู้ตรงกับความต้องการ ความสนใจ และความถนัดของตนเอง
3. นักเรียนมีโอกาสดคิดอย่างสร้างสรรค์
4. นักเรียนมีโอกาสดแสดงออกอย่างอิสระ
5. นักเรียน ได้เป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง
6. นักเรียน ได้เรียนจากสภาพจริงและได้รับประสบการณ์ตรง
7. นักเรียน ได้ใช้สื่อต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้
8. นักเรียน ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่นหรือได้ทำงานเป็นกลุ่ม
9. นักเรียน ได้เรียนอย่างมีความสุข

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อม ๆ กันด้วยตัวของเขาเอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

การเรียนรู้เกิดขึ้นได้เนื่องจากนักเรียนสร้างมโนทัศน์จากประสบการณ์ที่มีอยู่ นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับประสบการณ์ที่ได้รับ การเรียนรู้เป็นผลที่ได้จากงานที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ (เกษม วัฒนชัย, 2545, หน้า 19) นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ไว้ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540) ได้สรุปการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มไว้ว่า

1. บุคคลทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว และแสวงหาเพื่อจะอธิบายสิ่งแวดล้อมเหล่านั้น
2. การหาคำอธิบาย บุคคลจะสร้าง โมเดลหรือตัวแทนของวัตถุ ปรากฏการณ์ และเหตุการณ์ที่ได้พบ
3. โมเดลที่สร้างขึ้นอาจแตกต่างจากโมเดลของผู้เชี่ยวชาญ
4. บุคคลทุกคนสร้างความหมายให้กับสิ่งที่เขาเรียนรู้ซึ่งอาจจะได้รับคำแนะนำจากบุคคลอื่น
5. การสร้างความหมายจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้
6. นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

7. นักเรียนสร้างความหมายโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น

นฤมล ยุตาคม (2541) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มไว้ว่า

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติในการสร้างความรู้ โดยการสังเคราะห์ประสบการณ์ใหม่ ๆ ให้สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม และการเรียนรู้เกิดจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น
2. การเรียนรู้เกิดจากการสร้างความรู้โดยตัวนักเรียนเอง ดังนั้นการที่ครูถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนไม่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทั้งหมด
3. ความรู้เดิมของนักเรียนจะช่วยเสริมหรืออาจเป็นอุปสรรคในการสร้างความรู้ได้
4. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนแก้ปัญหาความขัดแย้งทางความคิดภายในของตนโดยใช้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม

Driver andBell (1986 อ้างถึงใน กาญจนา กังคะประดิษฐ์, 2547, หน้า 22) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มว่าเป็นกระบวนการที่อาศัยความต่อเนื่องตลอดเวลา ซึ่งนักเรียนจะได้รับข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม และสร้างความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานจากประสบการณ์และความรู้เดิม

การสอนตามแนว Constructivism เน้นความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนและความสำคัญของความรู้เดิม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ ผู้เรียนจะเป็นผู้ออกไปสังเกตสิ่งที่ตนอยากรู้ มาร่วมกันอภิปราย สรุปผลการค้นพบ แล้วนำไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเอกสารวิชาการ หรือแหล่งความรู้ที่ทำได้ เพื่อตรวจสอบความรู้ที่ได้มา และเพิ่มเติมเป็นองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ต่อไป การเรียนรู้ต้องให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง

ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จนค้นพบความรู้และรู้จักสิ่งที่ค้นพบ เรียนรู้วิเคราะห์ต่อจนรู้จริงว่า ลึกลับ ๆ แล้วสิ่งนั้นคืออะไร มีความสำคัญมากน้อยเพียงไร และศึกษาค้นคว้าให้ลึกซึ้งลงไป จนถึงรู้แจ้ง

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม

การนำแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่ม มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูจะเริ่มต้นจากการเสนอปัญหา หรือ คำ ถาม ที่เป็นจุดเน้นของบทเรียน จากนั้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ ภายในระหว่างกันภายในกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหา หรือตอบคำถามจนสำเร็จ โดยครูทำหน้าที่ นำทางให้โดยการตั้งคำถามและให้ตัวอย่าง เพื่อเสริมหรือตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้นำเอาแนวคอนสตรัคติวิซึ่มมาใช้ในการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ Schulte (1996 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, หน้า 50) กล่าวว่า ตามแนวคิดนี้ นักเรียนจะนำเอาประสบการณ์ไม่ว่าจะเป็นความรู้ ความรู้สึก และทักษะที่ตนเองมีอยู่เข้ามาในห้องเรียนด้วยและประสบการณ์เหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อแนวคิดของนักเรียนในการเรียนรู้ต่อไป แนวคิดนี้เน้นว่าความรู้มีอยู่แล้วในตัวนักเรียน และความรู้นี้จะพัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน กับครู และกับสภาพแวดล้อม นักเรียนจะเป็นคนสร้างความรู้หรือสร้างความหมาย โดยทำความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ต่างๆ ที่ตนเองมีอยู่ นักเรียนจะสร้างความคิด ความคาดหวัง และคำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อทำให้ตนเองเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันซึ่งคำอธิบายเหล่านี้อาจแตกต่างจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้เชื่อว่าความรู้ไม่สามารถส่งผ่าน จากครูไปยังนักเรียน หรือจากหนังสือเรียนไปยังตัวนักเรียนได้อย่างง่าย ๆ แต่นักเรียนควรจะเป็นคนสร้างคำอธิบายหรือสร้างความคิดขึ้นมาด้วยตัวนักเรียนเอง

นอกจากนี้ Schulte (1996 อ้างถึงใน วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2541, หน้า 51) ยังกล่าวว่า แนวคอนสตรัคติวิซึ่ม เชื่อว่า การสอนวิทยาศาสตร์ควรเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และครูเป็นเพียงผู้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนแต่ละคน และเป็นผู้พัฒนาเทคนิคการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้ นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ การเรียนรู้ขึ้นอยู่กับ การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ของนักเรียนกับเพื่อนและกับครู การเรียนแบบร่วมมือจึงมีความสำคัญและเป็นวิธีสอนหลักที่ใช้ในห้องเรียน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในระหว่างกลุ่มนักเรียนจะทำให้ นักเรียนมีความคิดที่ชัดเจน และได้มีโอกาสพิจารณาแนวคิดของเพื่อนๆ ด้วย การเรียนแบบร่วมมือที่สมาชิกในกลุ่มมีความหลากหลายจะทำให้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกันได้สะท้อนความคิดเห็นกับเพื่อน และให้เหตุผลกับแนวคิดของตนเอง นักเรียนไม่จำเป็นต้องคิดเหมือนกัน เขากำลังเรียนรู้มโนทัศน์ในวิถีทางที่มีความหมายกับตัวเอง มโนทัศน์นี้นักเรียนควรเรียนรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสและลงมือปฏิบัติจับต้องวัตถุมากกว่าเพียงแค่นั่งฟังครูพูดหรือบรรยายหรืออ่าน

จากหนังสือเรียน หนังสือเรียนเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนครูจะไม่ยึดถือหนังสือเรียนเพียงอย่างเดียว ในการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ครูควรวางแผน การสอนและจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกันได้ตัดสินใจ ได้สะท้อน ความคิดเห็น ได้ให้เหตุผลเพื่อยืนยันความคิดของตนเอง และได้แก้ปัญหาครูควรใช้แหล่งความรู้ ที่หลากหลาย เช่น วิทยุทัศน์ คอมพิวเตอร์ ในการส่งเสริมสนับสนุนการเรียนรู้ ครูต้องไม่ประเมิน ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนสูงหรือต่ำเกินไป ครูต้องสังเกตปฏิกิริยาของนักเรียนและ รับฟังความคิดเห็นของนักเรียน โดยไม่ต้องตัดสินหรือพยายามที่จะทำให้ความคิดของนักเรียน ถูกต้อง ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ลองผิดลองถูกและพัฒนาความคิดของตนเอง โดยไม่ต้องกลัว ว่าจะผิด ครูควรใช้วิธีการประเมินผลการเรียนรู้ที่หลากหลายสังเกตนักเรียนให้มากขึ้น ให้นักเรียน ได้สื่อความหมายการเรียนรู้ไปแล้วด้วยการเขียน และใช้แฟ้มสะสมผลงานมากกว่าการทำ แบบทดสอบอย่างเดียว การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการที่ให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง เป็นการสอนด้วยแนวคอนสตรัคติวิซึม ได้มีการพัฒนารูปแบบการสอนขึ้นหลายรูปแบบ เช่น

ไดเวอร์ และ โอลด์แฮม (Driver and Oldham, 1986) ได้ระบุลักษณะและขั้นตอนของ การสอนแบบนี้ไว้ว่า ประกอบด้วย

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมาย และมีแรงจูงใจในการเรียน บทเรียน

2. ขั้นสร้างความคิด (Elicitation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มี อยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียน ออกแบบโปสเตอร์ หรือการให้ผู้เรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่

3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Turning restructuring of ideas) นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ของบทเรียนแบบ Constructivism ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้

3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and exchange of ideas) ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเอง กับของคนอื่น 3

3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of new ideas) จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทาง รูปแบบ วิธีการที่หลากหลายในการตีความปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ แล้ว กำหนดความคิดใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the new ideas) โดยการทดลอง หรือการคิด อย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิด ในขั้นนี้ผู้เรียนอาจจะรู้สึกไม่

พึงพอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of ideas) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่าความคิดความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน

ตามทฤษฎีของเพียเจต์ และ ไวกอตสกี แนวคิดของออสเชเบล, ไดรเวอร์ และเบลล์ (Driver and Bell, 1986) อ้างถึงในงานวิจัยของ ครุณี วิศิษฎ์วงศ์ (2550) ขั้นตอนการสอนระบุไว้ดังนี้

1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลจากความรู้เดิมกับความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ไม่สอดคล้องกัน โดยครูเสนอเหตุการณ์ที่ชวนสงสัยเป็นการกระตุ้น หรือท้าทายให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิม และคำถามที่นำไปสู่การสืบสอบ

2. ขั้นแสวงหาคำตอบ เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบ เพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อทำการวิเคราะห์งานและตีความ ความสมดุลจะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถผสมผสานความคิดใหม่นั้นให้กลมกลืนกับความรู้เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ เป็นขั้นที่นักเรียนสื่อความหมายข้อมูล และความคิดเห็นการสร้างคำอธิบายใหม่ และการวิจารณ์คำตอบของปัญหา สามารถสรุปคำตอบที่เป็นข้อตกลงทางสังคมของนักเรียน ในระหว่างนี้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสได้คิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการค้นคว้าและกระบวนการเรียนรู้ของกลุ่มต่าง ๆ กับความเข้าใจของตนเอง ใช้เหตุผลในการประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเอง จนสามารถสร้างความรู้แลกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. ขั้นใช้ความรู้ที่เรียนมา เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้ในการอธิบาย ตัดสิน แก้ปัญหาต่างๆที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนหรือการดำเนินชีวิตของตนเองในบริบทอื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม

สุมาลี กาญจนชาติ (2543, หน้า 40) ได้สรุปแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม ไว้ดังนี้

1. ให้นักเรียนเป็นผู้กำหนด หรือมีส่วนร่วมในการกำหนดสิ่งที่จะเรียน และวิธีการเรียนของตนเอง

2. ให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินว่าตนเองได้เรียนรู้อะไร เรียนรู้ได้อย่างไร และจะพัฒนาการเรียนรู้ของตนเองอย่างไร

3. ให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนรู้แล้วไปใช้ในบริบทอื่นได้อย่างเหมาะสม
4. ให้นักเรียนได้เรียนรู้ในบรรยากาศของการเรียนที่มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
5. ให้นักเรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติ โดยมีอิสระในการคิดและทำสิ่งต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง

6. ให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ

การส่งเสริมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

1. กระตุ้นและยอมรับความเป็นอิสระ ความคิดริเริ่ม ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความคิด มโนทัศน์ ฯลฯ ด้วยตนเอง

2. ใช้ข้อมูลดิบและแหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ประกอบกับการใช้ประสาทสัมผัส การมีปฏิสัมพันธ์ และใช้ของจริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมิน

3. ใช้คำพูดกระตุ้นให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ จำแนก ทำนาย สร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหา และความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน

4. ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกต่อบทเรียน กลยุทธ์การสอน และเนื้อหา เพื่อปรับกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะและความสนใจ ของนักเรียน

5. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น การที่ครูแสดงความคิดเห็นออกมาก่อนที่จะถามความเข้าใจของนักเรียน อาจจะเป็นการจำกัดหรือยุติความคิดของนักเรียน

6. ควรกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสนทนาทั้งกับครูและผู้อื่น เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และประนีประนอมความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน

7. กระตุ้นให้นักเรียนดำเนินการสืบสอบ โดยถามคำถามที่ต้องใช้ความคิด หรือคำถามปลายเปิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสืบสอบของนักเรียน

8. ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์หรือตอบสนอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบและประเมินความเข้าใจ ความคิดของตนเอง

9. ควรจัดประสบการณ์ให้นักเรียนมีโอกาสได้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ และกระตุ้นให้มีการอภิปรายเกี่ยวกับข้อโต้แย้งนั้น เพื่อส่งเสริมการคิดระดับสูงของนักเรียน

10. ต้องให้เวลานักเรียนคิด ภายหลังจากที่ถามคำถามไปแล้ว การที่ครูต้องการคำตอบ หรือการตอบสนองจากนักเรียนในทันทีจะเป็นการยับยั้งความคิดของนักเรียน

11. ต้องให้เวลาแก่นักเรียนในการสร้างความสัมพันธ์หรือเปรียบเทียบมโนทัศน์ที่เรียน เพื่อให้นักเรียนได้สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า การสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซิม สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียน การสอนที่หลากหลาย การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่าน กระบวนการคิด กระบวนการปฏิบัติ โดยผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้และสร้างความรู้ความเข้าใจ ใหม่จากการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์กับความรู้เดิมที่มีอยู่ โดยผู้สอนจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้โดยใช้บริบทแวดล้อมให้เกิดความรู้ใหม่ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการทำปฏิบัติการซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้เดิมและทักษะ พื้นฐานที่เพียงพอที่จะทำปฏิบัติการเพื่อค้นหาความรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือสร้างองค์ ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนโดยยึดตามทฤษฎี ของเพียเจต์ และไวกอตสกี ตามแนวคิดของไดเวอร์ และ โอลด์แฮม (Driver and Oldham, 1986) ซึ่ง พบว่ามีประสิทธิภาพดี ผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางต่าง ๆ มาประยุกต์ ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ผู้สอนจะสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนผ่านการทำ กิจกรรมการเรียนรู้ ประสบการณ์หรือคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้

ขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเดิม เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ โดยการอภิปราย ผู้เรียนบางคนอาจเกิดความสงสัย หรือไม่สามารถ เชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิมที่มีอยู่

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ เป็นขั้นสร้างความกระฉับและแลกเปลี่ยนความคิด เป็นขั้นตอนที่ ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการทดลอง เพื่อค้นหาความรู้และนำความรู้ที่ได้รับมาบันทึก ผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และอภิปรายผลการทำกิจกรรมกับเพื่อนผู้เรียนหรือผู้สอน เพื่อให้ ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้น ไปใช้ใน สถานการณ์อื่นหรือนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบ ความรู้และความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียน

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซิม โดยเน้นการเรียนรู้ แบบร่วมมือ การใช้รูปแบบดังกล่าวจึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เนื่องจากเป็นรูปแบบการสอนที่ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้วกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ นำมาผ่านกระบวนการคิด วิเคราะห์ โดย จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ที่ผู้เรียนสรรค์สร้างขึ้นเอง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน มโนทัศน์วิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช ดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่าง ๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอน มีผู้กล่าวถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้แตกต่างกัน ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 19) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ สมรรถภาพสองด้านต่าง ๆ ของนักเรียนว่า หลังการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ แล้วนักเรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรวิชานั้น ๆ เพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด (2541, หน้า 150) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่ได้จากการสอบที่มุ่งให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ภพ เลาหไพบูรณ์ (2542, หน้า 295) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ จากที่ไม่เคยกระทำ ได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการได้ปรับปรุง หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดจุดประสงค์ ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2546)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ อิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม
6. เพื่อสามารถนำความรู้ ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ ต่อสังคมและพัฒนาคุณภาพชีวิต

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ ด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการนำมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนการสอน และการทำงานกิจกรรมต่าง ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัย ได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมทั้งในส่วนของเนื้อหาความรู้และ กระบวนการแสวงหาความรู้ เป็นปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางด้านร่างกาย ข้อบกพร่องทางกายและบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ แคร่รอลได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยครู นักเรียน และหลักสูตรว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีผลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนได้รับ แมคคอกซ์ได้ทำการศึกษาว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางสติปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ 50-60 ขึ้นอยู่กับความพยายามและวิธีการเรียนที่มีประสิทธิภาพร้อยละ 30-40 และขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมร้อยละ 10-15 (ประอรพรรณ บางนกแขวก, 2554)

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

ภัทธา นิคมานนท์ (2538, หน้า 48-51) ได้สรุปว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี มีลักษณะ ดังนี้

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพดี เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ วัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้
2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันน้อยมาก

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเองอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้าย คือ แปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน
4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไปข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อใดมีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก
5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ คือ ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิด แต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คือ ข้อสอบที่คนเก่งและคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอ ๆ กัน ไม่มีใครมีความแตกต่างกันมากนัก
6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่ใช้เวลาน้อย
7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน
8. ใช้คำถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องถามให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ
9. ใช้คำถามขั้วๆ (Exemplary) มีลักษณะที่ทำให้ผู้ตอบอยากคิด อยากตอบ
10. ใช้คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายมุม

ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีนักการศึกษาได้อธิบายประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538, หน้า 171-172) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามที่ให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and pencil test) กับให้นักเรียนปฏิบัติจริง (Performance test) แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งเป็น 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของคำถามที่ครูเป็นคนสร้างขึ้น ซึ่งจะเป็นหัวข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียนว่านักเรียนมีความรู้มากแค่ไหน บกพร่องที่ตรงไหน จะได้สอนซ่อมเสริมหรือดูความพร้อมที่จะเริ่มบทใหม่ตามแต่ที่ครูปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง ชุดของคำถามที่สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาหรือจากครูที่สอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนรู้ในเรื่องใด ๆ ก็ได้ จะใช้อัตราการรอกงามของเด็กแต่ละวัยในแต่ละกลุ่มแต่ละภาคก็ได้ จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่าง ๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ข้อสอบตามมาตรฐาน นอกจากนี้มีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้วยังมีมาตรฐานในด้านวิธีการดำเนินการสอบ คือ ไม่ว่าโรงเรียนใด หรือส่วนราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบแบบเดียวกัน แบบทดสอบด้านมาตรฐานจะมีคู่ดำเนินการสอบถึงวิธีการสอบว่าทำอะไร จึงจะมีมาตรฐานในด้านการแปลคะแนนด้วย ทั้งแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น และแบบทดสอบมาตรฐานมีวิธีการในการสร้างข้อคำถามเหมือนกันคือ จะเป็นคำถามที่วัดเนื้อหาหรือพฤติกรรมที่ได้สอนนักเรียนไปแล้ว สำหรับพฤติกรรมที่ใช้วัดจะเป็นพฤติกรรมที่สามารถตั้งคำถามวัด ซึ่งบลูม (Bloom) ได้เขียนรวมไว้ในหนังสือ Taxonomy of educational objectives สรุปได้ว่าการวัดผลด้านสติปัญญาควรวัดพฤติกรรมดังนี้

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

ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 53) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้เนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนใน โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาจจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ เพื่อตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ความสามารถตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งการวัดตรงตามจุดประสงค์ เป็นหัวใจสำคัญของการทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm referenced test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกข้อสอบตามความเก่งอ่อนได้ดีเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่แสดงถึงความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

สมนึก กัททิษณี (2549, หน้า 63) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher made test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน จะไม่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มอื่นเป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่วไปในโรงเรียน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่าง ๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน เช่น เปรียบเทียบคุณภาพของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งกับนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ทั่วประเทศ (แบบทดสอบมาตรฐานระดับชาติ) เป็นต้น

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก กัททิษณี (2549, หน้า 73-97) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น เป็น 6 แบบ ดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Subjective or essay test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนคำตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นแต่ละคน

ข้อดีของข้อสอบแบบอัตนัย

- 1.1 สามารถวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ทุกด้าน โดยเฉพาะพฤติกรรมด้านการสังเคราะห์
- 1.2 ผู้ตอบได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น หรือเจตคติของตน
- 1.3. โอกาสในการเดาคำตอบแล้วได้คะแนนมีน้อยมาก
- 1.4 วัดความสามารถในการเขียนและส่งเสริมการใช้ภาษาได้เป็นอย่างดี

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบอัตนัย

1.1 ออกคำถามวัดได้น้อยข้อ เนื่องจากแต่ละข้อจะต้องใช้เวลาในการตอบนาน ทำให้วัดได้ไม่ครอบคลุมหลักสูตร หรือเนื้อหาสาระที่สำคัญ

- 1.2 การตรวจให้คะแนนมักจะมีอคติคลาดเคลื่อนมากและไม่ยุติธรรม

- 1.3 ไม่เหมาะที่จะใช้สอบกับนักเรียนจำนวนมาก ๆ เพราะต้องใช้เวลาในการตรวจ
- 1.4 ลายมือของผู้ตอบและประสิทธิภาพในการเขียนบรรยายอาจจะมีผลต่อคะแนน
2. ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-false test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

ข้อดีของข้อสอบแบบกาถูก-ผิด

- 2.1 สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว
- 2.2 ถามได้จำนวนมากข้อและครอบคลุมเนื้อหา
- 2.3 ใช้เวลาในการสอบน้อย
- 2.4 ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและยุติธรรม กล่าวคือ ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าใครตรวจก็ตาม

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบกาถูก-ผิด

- 2.1 ในบางวิชาเป็นการยากที่จะสร้างข้อความที่เป็นจริงหรือเท็จโดยสมบูรณ์
- 2.2 มักวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำมากกว่าด้านอื่น ๆ
- 2.3 ไม่สามารถชี้จุดอ่อนของการเรียนได้อย่างแท้จริง
- 2.4 โอกาสที่ตอบโดยการเดาแล้วถูกได้คะแนนมีมากกว่าข้อสอบชนิดอื่น ๆ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้วัดโดยทั่วไป

3. ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วย ประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

ข้อดีของข้อสอบแบบเติมคำ

- 3.1 สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว
- 3.2 สามารถสร้างคำถามวัดในเรื่องหนึ่ง ๆ ได้หลายข้อ
- 3.3 โอกาสเดาโดยไม่มีความรู้แล้วได้คะแนนมีน้อยมาก

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเติมคำ

- 3.1 มักจะวัดความรู้ความจำเพียงอย่างเดียว ไม่ได้วัดสมรรถภาพสมองที่ลึกกว่านี้ เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ หรือการประเมินค่า
- 3.2 ถ้าส่วนที่ต้องเติมมีหลายเรื่อง หรือหลายประโยคจะไม่เหมาะสมในการสร้างข้อสอบแบบเติมคำ เพราะการเว้นที่อาจแนะนำคำตอบแก่นักเรียนได้

3.3 ถ้าเขียนข้อความหรือประโยคไม่ดี ผู้ตอบจะตอบไปคนละทิศคนละทาง เพราะเข้าใจไม่ตรงกัน

4. ข้อสอบแบบสอบสั้น ๆ (Short answer test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนคำตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้น และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

ข้อดีของข้อสอบแบบสอบสั้น ๆ

- 1) เค้าคำตอบได้ยากเพราะต้องเขียนตอบ
- 2) เหมาะที่จะวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ หรือให้จำข้อความทุกประโยคทุกคำพูด หรือความรู้เกี่ยวกับกฎ นิยาม ทฤษฎี หลักการ
- 3) สามารถวัดข้อเท็จจริงในเนื้อหาวิชาที่เสนอในรูปแบบที่ รูปภาพ รูปจำลองต่าง ๆ ข้อจำกัดของแบบสอบสั้น ๆ

1) มีปัญหาในการตรวจให้คะแนน เพราะคำตอบที่นักเรียนเขียนนั้นอาจจะผิดพลาดเล็กน้อยด้านภาษา ทำให้ไม่ได้คะแนนหรือได้คะแนนเป็นบางส่วนทั้ง ๆ ที่นักเรียนมีความรู้ในเรื่องนั้น

2) การเขียนคำตอบให้จำเพาะเจาะจง และมีคำตอบเพียงคำตอบเดียวจริง ๆ ทำได้ยาก และต้องใช้เวลาสร้างมาก

3) มักจะถามได้เฉพาะพฤติกรรมที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ ผู้ตอบไม่สามารถแสดงความคิดได้เต็มที่

5. ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในชุดอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

ข้อดีของข้อสอบแบบจับคู่

- 1) สร้างได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว
- 2) เหมาะที่จะนำไปวัดความจำ หรือความจริงตามท้องเรื่อง
- 3) ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและยุติธรรม กล่าวคือ ตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าใครตรวจก็ตาม

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบจับคู่

- 1) ข้อสอบมักจะไม่เป็นเอกพันธ์

- 2) ไม่สามารถวัดพฤติกรรมประเภทความคิดสร้างสรรค์
- 3) เปิดโอกาสให้ได้คะแนนโดยการเดาค่อนข้างสูง
- 4) ไม่เหมาะสมที่จะนำข้อสอบชนิดนี้ไปสร้างข้อสอบจำนวนมาก ๆ ข้อ หรือนำไปวัดให้ครอบคลุมทุกเนื้อหา

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) ลักษณะทั่วไปข้อสอบแบบเลือกตอบจะประกอบด้วย 2 ตอน ตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วย ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวกลาง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดี นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน คูณๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

- 1) มีความเที่ยงตรงสูง เพราะสามารถเขียนคำถามวัดได้ครอบคลุมทุกเนื้อหา และทุกพฤติกรรมของด้านพุทธิพิสัย
- 2) ตรวจให้คะแนนได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว และยุติธรรม
- 3) สามารถนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงให้ดีขึ้นจนเป็นมาตรฐานได้
- 4) ตัดปัญหาเรื่องการอ่านเนื่องจากลายมือผู้ตอบอ่านยาก
- 5) สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องหรือความไม่เข้าใจในเนื้อหาได้อย่างเป็นระบบ

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

- 1) สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง
- 2) ใช้เวลาในการสร้างมาก โดยเฉพาะการเขียนตัวลวงให้มีคุณภาพ
- 3) ไม่เหมาะสมที่จะวัดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

กรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลนั้น นิยมสร้างโดยยึดตามการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัยของบลูม ที่จำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถระลึกเรื่องราว หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ และแปลความรู้ โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวข้องต่าง ๆ ในด้านนี้จึงรวมถึงการแยกแยะหาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้น ตลอดจนหลักสำคัญต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้อง การเรียนรู้ในด้านนี้ ถือว่าสูงกว่าการนำเอาไปใช้ และต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็น สิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวข้องกับการวางแผน การออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก การเรียนรู้ในด้านนี้ เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ในการที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งสูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น คำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าว จะต้องวางแผนอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเอง หรือนำมาจากที่อื่นก็ได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยตามระดับการเรียนรู้ของบลูม คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2545, หน้า 130-132) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้าง 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผนการสร้างแบบทดสอบ ประกอบด้วย

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ สิ่งสำคัญประการแรกที่ผู้สร้างข้อสอบจะต้องรู้คือ อะไรคือจุดมุ่งหมายของการทดสอบ ทำไมจึงต้องมีการสอบ และจะนำผลการสอบไปใช้อย่างไร

2) กำหนดเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด เนื้อหาที่ต้องการวัดได้จากจุดมุ่งหมายของการทดสอบ ผู้สร้างข้อสอบจะต้องวิเคราะห์จำแนกเนื้อหาที่ต้องการวัดให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดสำหรับพฤติกรรมที่ต้องการวัดนั้น อาจจำแนกตามทฤษฎีใด ทฤษฎีหนึ่ง เช่น ทฤษฎีของบลูม ซึ่งจำแนกพฤติกรรมเป็น 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เป็นต้น

3) กำหนดลักษณะหรือรูปแบบของแบบทดสอบ อาจเลือกแบบทดสอบประเภท ความเรียงหรือแบบทดสอบอัตนัย แบบตอบสั้นๆ และเลือกตอบหรือแบบทดสอบปรนัย ซึ่งขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการทดสอบนั้น ๆ

4) การจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด เป็นการวางแผนผัง การสร้างข้อสอบ ทำให้ผู้สร้างข้อสอบรู้ว่าในแต่ละเนื้อหาจะต้องสร้างข้อสอบในพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมละกี่ข้อ

5) กำหนดส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอบ เช่น คะแนน ระยะเวลาการสอบ
 ขั้นที่ 2 ขั้นดำเนินการสร้างแบบทดสอบ เป็นการเขียนข้อสอบตามเนื้อหาพฤติกรรม และรูปแบบของแบบทดสอบที่กำหนดไว้ โดยจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับร่าง

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบคุณภาพข้อสอบก่อนนำไปใช้ เมื่อสร้างแบบทดสอบแล้วจึงนำ แบบทดสอบไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งคุณภาพของแบบทดสอบอาจพิจารณาทั้ง คุณภาพของแบบทดสอบรายข้อ ได้แก่ ความยาก และค่าอำนาจจำแนก และหาคุณภาพของ แบบทดสอบทั้งฉบับ ได้แก่ ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่น การตรวจสอบสามารถทำได้ทั้ง ตรวจสอบเอง และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจ การตรวจสอบเองเป็นการตรวจสอบคุณภาพของข้อคำถาม- คำตอบ หลักการสร้างข้อสอบที่ดี สำหรับการตรวจโดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นการตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อดูว่าข้อคำถามแต่ละข้อสัมพันธ์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวัด หรือไม่ ครอบคลุมเนื้อหา และเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่กำหนดหรือไม่

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียน ในการเรียนรู้ ซึ่งวัดได้จากคะแนนของ นักเรียนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้ตอบที่ได้คะแนนมาก คือ ผู้ที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนผู้ที่ตอบได้คะแนนน้อย ถือว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชา ชีววิทยาเพิ่มเติม เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตาม หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ซึ่งข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple choice) โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 6 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถ ของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่า เรียนแล้วรู้เรื่องอะไร และมีความสามารถด้านใด มากน้อย เท่าใด เช่น พฤติกรรมการจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และ การประเมินค่ามากน้อยอยู่ในระดับใด

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของมโนทัศน์ คำว่า “มโนทัศน์” เป็นคำแปลมาจากภาษาอังกฤษ คำว่า *Concept* ตามราชบัณฑิตยสถาน ซึ่งมโนทัศน์มีความหมายเช่นเดียวกับคำว่า ความคิดรวบยอด (ราชบัณฑิตยสถาน, 2555, หน้า 106)

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 62) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง การจัดลักษณะที่เหมือน ๆ กันของประสบการณ์ หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระบบ ทำให้เกิดเป็นหน่วยของความคิด หรือประเภทของประสบการณ์ อาจกล่าวได้ว่า มโนทัศน์นั้นเป็นความคิดหรือความเข้าใจขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์ (2557, หน้า10) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า ความรู้ความคิดทางวิทยาศาสตร์มาเชื่อมโยงกับข้อเท็จจริง ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือประสบการณ์เดิม จนสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง ตามการจัดลำดับมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยได้กำหนดเกณฑ์ ดังนี้

มโนทัศน์สมบูรณ์ คือ ให้คำตอบถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญ

มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ คือ ให้คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ให้คำตอบถูกต้องแต่การให้เหตุผลมีบางส่วนถูกต้อง และบางส่วนไม่ถูกต้อง ความเข้าใจผิด คือ คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลผิด

Goodwin and Klausmeier (1975 อ้างถึงใน พรณี เจนจิต, 2538) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นสิ่งที่บอกให้เราทราบถึงคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือขบวนการซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่างๆ นั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้

จากความหมายของแนวคิดที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ พอสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น อาจเป็นชนิด ประเภท คุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น ๆ

ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

นักการศึกษาหลายท่านให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยเรียกแตกต่างกัน พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2558) บัญญัติที่ทำให้นักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถประมวลสรุปมาได้ดังนี้

1. เกิดจากความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน กล่าวคือในทุกๆวันนักเรียนมีโอกาที่จะพบเจอกับประสบการณ์ต่าง ๆ มากมาย ซึ่งเมื่อนักเรียนพบเจอแล้วอาจทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนได้ เช่น กบมีลิ้น ที่สามารถยืดยาวออกมาได้ยาวเหมือนในการ์ตูนของแจ้งเวลาโยนลงน้ำจะจมน้ำ ดังนั้น ถ้าเอาน้ำแข็งใส่น้ำก็จะจมน้ำ เป็นต้น
2. เกิดจากการทำความเข้าใจเนื้อหาที่คลาดเคลื่อน กล่าวคือ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอาจมีบางครั้งที่นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสรุปเป็นมโนทัศน์ของตนเอง แต่มโนทัศน์ที่นักเรียนสรุปนั้นอาจคลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เช่น ในขณะที่นักเรียนกำลังศึกษาเรื่องแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคู่เบสใน DNA ถ้าไม่มีการสร้างความเข้าใจ นักเรียนจะเข้าใจว่าเบสอะดีนีนจับเบสไทมีนด้วยพันธะคู่ เป็นต้น
3. เกิดจากการที่ครู ผู้สอนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ ประเด็นนี้เป็นประเด็นที่สำคัญมาก เพราะเมื่อครูเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแล้วย่อมทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามมา เช่น ครูจัดการเรียนการสอนและบอกว่าละอองเรณูคือเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของพืช
4. เกิดจากเอกสาร หรือหนังสือเรียน กล่าวคือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน บางครั้งครูอาจจะต้องมีการให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากเอกสาร หนังสือเรียน บทความทางวิชาการ ซึ่งบางครั้งการใช้ภาษาในแหล่งข้อมูลเหล่านั้นอาจทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้เช่นกัน

ดังนั้น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากความรู้ที่ไม่ถูกต้อง และสรุปเป็นความคิดที่ผิดพลาด ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในเรื่องใหม่ ๆ ต่อไป

องค์ประกอบของมโนทัศน์

สิ่งที่เรียกว่าเป็นมโนทัศน์หรือไม่นั้นต้องมียุทธศาสตร์ประกอบหลัก 5 องค์ประกอบดังนี้ (พันธ์ ทองชุมนุม, 2547, หน้า 199)

1. ชื่อ (Name) เป็นคำหรือข้อความที่ใช้เรียกกลุ่ม หรือหมวดหมู่ของประสบการณ์ในลักษณะร่วมเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนก ตัวอย่างเช่น พืช สัตว์ เซลล์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าสิ่งที่จัดอยู่ในหมวดหมู่เดียวกันอาจจะมีรายละเอียดปลีกย่อยที่ต่างกันได้

2. ตัวอย่าง (Example) เป็นตัวอย่างของมโนคติในมโนคติหนึ่ง ๆ จะต้องมีตัวอย่างประกอบเสมอ ซึ่งจะมีคุณลักษณะร่วมกันที่จะจัดวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ๆ เข้าด้วยกัน

3. คุณลักษณะ (Attribute) หมายถึง คุณลักษณะที่สำคัญโดยทั่ว ๆ ไป ที่ใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเป็นเกณฑ์ในการจัดการสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกัน เช่น สุนัขลักษณะพันธุ์สี ขนาด เป็นคุณลักษณะที่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาาร่วมกันทำให้แยกออกได้ว่า สัตว์นั้นเป็นสุนัขที่ต่างไปจากม้า วัว เป็นต้น

4. คุณค่าของคุณลักษณะ (Attribute value) ในการจำแนกสิ่งต่างๆ โดยใช้คุณลักษณะเฉพาะนั้น พบว่าคุณลักษณะเฉพาะบางอย่างมีคุณค่าหลายระดับ เราต้องพิจารณาระดับของคุณค่าคุณลักษณะที่ใช้จัดเป็นหมวดหมู่ด้วยกัน เช่น สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยงชนิดหนึ่งที่มีคุณลักษณะได้แก่ พันธุ์ สี ขนาด เช่นคุณลักษณะพันธุ์เปลี่ยนแปลงได้หลากหลายคุณค่า พันธุ์หลังอาน พันธุ์ธรรมดา เป็นต้น

5. กฎเกณฑ์ (Rule) คือ การให้นิยามหรือข้อความสรุปลักษณะที่สำคัญหรือคุณค่าที่จำเป็นของมโนคติ ซึ่งจะบางบอกถึงความสำคัญระหว่างคุณลักษณะหรือคุณค่าที่ร่วมกันเป็นมโนคตินั้น

จากองค์ประกอบของมโนทัศน์จะเห็นได้ว่า มโนทัศน์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง จำเป็นต้องครอบคลุมถึง ชื่อ ตัวอย่าง คุณลักษณะ คุณค่า คุณค่าของคุณลักษณะ และกฎเกณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาและวิเคราะห์มโนทัศน์ในวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เพื่อให้เกิดความครอบคลุม ครบถ้วน สมบูรณ์ของเนื้อหาที่เป็นมโนทัศน์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

พันธุ ทองชุกรม (2547, หน้า 202) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ของสสาร พลังงานและปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรรมชาติ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ว่า ความเข้าใจที่จะสรุปรวมลักษณะที่สำคัญ ๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ละคนอาจมีมโนทัศน์ต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของแต่ละบุคคลนั้น ๆ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classificational concept) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบายหรือชี้แจงคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ โดยการนำไปใช้ในการบรรยายวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น ตัวอย่างเช่น

- ดอกไม้ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ฐานรองดอก กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรตัวผู้ เกสรตัวเมีย

- แมลงเป็นสัตว์ที่มี 6 ขา ลำตัวเป็นปล้อง แบ่งเป็น 3 ส่วน
- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง มีเลือดอุ่น เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีหัวใจ

4 ห้อง มีฟันฝังในขากรรไกร

2. มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlational concept) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลนำไปใช้ในการทำนายหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ มักจะเป็นมโนทัศน์ที่แสดงว่าเท่ากัน สูงกว่า ต่ำกว่า ระหว่าง มาก น้อย ตัวอย่าง เช่น

- ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะมีปริมาณมากขึ้น
- ความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็นความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน
- อาหารให้พลังงานทำให้ร่างกายอบอุ่น

3. มโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่มองไม่เห็น หรือเรียกว่า มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical concept) เป็นมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายคุณลักษณะของบางสิ่งบางอย่าง หรือปรากฏการณ์ที่ไม่อาจสังเกตได้โดยตรงทั้งหมด แต่มีหลักฐานเป็นเหตุผลสนับสนุนว่าเป็นไปได้ ตัวอย่าง เช่น

- โปรงดินเป็นสารอาหารที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์
- อะตอมประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน อิเล็กตรอน และอนุภาคเล็ก ๆ อีกจำนวนหนึ่ง
- น้ำดีในลำไส้เล็กช่วยย่อยไขมัน

จากความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ความรู้ ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น อาจเป็นชนิด ประเภท คุณสมบัติ คุณลักษณะร่วมกันมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น ๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยเพิ่มเติมกิจกรรม เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวมถึงการสร้างแบบทดสอบและเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ศึกษามีความปรารถนาที่จะพัฒนายุทธวิธีในการสอนและการเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนความคิดของตนเองให้เป็นความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific ideas) อันเป็นที่ยอมรับ เริ่มตั้งแต่ปีค.ศ. 1980 เป็นต้นมา ได้มีการพูดถึงการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องโดยอาศัยแนวคิดของ Constructivist และ โมเดลการเรียนรู้มโนทัศน์ (วรรณทิพา รอดแรงคำ, 2540, หน้า 51)

กระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ (ทศนา แคมณี, 2554, หน้า 225)

ขั้นที่ 1 ผู้สอนเตรียมข้อมูลสำหรับผู้เรียนฝึกหัดจำแนก

1. ผู้สอนเตรียมข้อมูล 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอีกชุดหนึ่งไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

2. ในการเลือกตัวอย่างข้อมูล 2 ชุดข้างต้น ผู้สอนจะต้องเลือกหาตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอที่จะครอบคลุมลักษณะของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน

3. ถ้ามโนทัศน์ที่ต้องการสอนเป็นเรื่องยากและซับซ้อนหรือเป็นนามธรรม อาจใช้วิธีการยกเป็นตัวอย่างเรื่องสั้น ๆ ที่ผู้สอนแต่งขึ้นเองนำเสนอแก่ผู้เรียน

4. ผู้สอนเตรียมสื่อการสอนที่เหมาะสมจะใช้นำเสนอตัวอย่างมโนทัศน์เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะต่าง ๆ ของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 2 ผู้สอนอธิบายกติกาในการเรียนให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจตรงกัน ผู้สอนชี้แจงวิธีการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรม โดยอาจสาธิตวิธีการและให้ผู้เรียนลองทำตามที่ผู้สอนบอก จนกระทั่งผู้เรียนเกิดความเข้าใจพอสมควร

ขั้นที่ 3 ผู้สอนเสนอข้อมูลตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอนและข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน การนำเสนอข้อมูลตัวอย่างนี้ทำได้หลายแบบ แต่ละแบบมีจุดเด่น-จุดด้อย ดังต่อไปนี้

1. นำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูลจนหมดทั้งชุด โดยบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าเป็นตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนแล้วตามด้วยข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนทีละข้อมูล จนครบหมดทั้งชุดเช่นกัน โดยบอกให้ผู้เรียนรู้ว่าข้อมูลชุดหลังนี้ไม่ใช่สิ่งที่จะสอน ผู้เรียนจะต้องสังเกตตัวอย่างทั้ง 2 ชุดและคิดหาคุณสมบัติร่วมและคุณสมบัติที่แตกต่างกันเทคนิควิธีนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ได้เร็วแต่ใช้กระบวนการคิดน้อย

2. เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนสลับกันไปจนครบ เทคนิควิธีนี้ช่วยสร้างมโนทัศน์ได้ช้ากว่าเทคนิคแรก แต่ได้ใช้กระบวนการคิดมากกว่า

3. เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วเสนอข้อมูลที่เหลือทั้งหมดทีละข้อมูล โดยให้ผู้เรียนตอบว่าข้อมูลแต่ละข้อมูลที่เหลือนั้นใช่หรือไม่ใช่ตัวอย่างที่จะสอนเมื่อผู้เรียนตอบ ผู้สอนจะเฉลยว่าถูกหรือผิด วิธีนี้ผู้เรียนจะได้ใช้กระบวนการคิดในการทดสอบสมมติฐานของตนไปที่ละขั้นตอน

4. เสนอข้อมูลที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างสิ่งที่จะสอนอย่างละ 1 ข้อมูล แล้วให้ผู้เรียนช่วยกันยกตัวอย่างข้อมูลที่ผู้เรียนคิดว่าใช่ตัวอย่างของสิ่งที่จะสอน โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ วิธีนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสคิดมากขึ้นอีก

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนบอกคุณสมบัตินิยามของสิ่งที่ต้องการสอน จากกิจกรรมที่ผ่านมาในขั้นต้น ๆ ผู้เรียนจะต้องพยายามหาคุณสมบัตินิยามของตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่สิ่งที่ผู้เรียนต้องการสอน และทดสอบคำตอบของตน หากคำตอบของตนผิดผู้เรียนก็ต้องหาคำตอบใหม่ซึ่งก็หมายความว่าต้องเปลี่ยนสมมติฐานที่เป็นฐานของคำตอบเดิม ด้วยวิธีนี้ผู้เรียนจะค่อย ๆ สร้างความคิดรวบยอดของสิ่งนั้นขึ้นมา ซึ่งก็จะมาจากคุณสมบัตินิยามของสิ่งนั้นนั่นเอง

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนสรุปและให้คำจำกัดความของสิ่งที่ต้องการสอน เมื่อผู้เรียนได้รายการของคุณสมบัตินิยามของสิ่งที่ต้องการสอนแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันเรียบเรียงให้เป็นคำนิยามหรือคำจำกัดความ

ขั้นที่ 6 ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการที่ผู้เรียนใช้ในการหาคำตอบ ให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของตัวเอง

ส่วนที่นักเรียนต้องคิดทำ เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์คือ

1. นักเรียนต้องตระหนักถึงความคิดของตนเองและผู้อื่น ทำความคิดเห็นดังกล่าวให้ชัดเจน

2. การแก้ปัญหาของความไม่สอดคล้องทางปัญญา

3. การสร้างความคิดใหม่

4. การใช้ความคิดใหม่ และจัดระบบมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว

5. การยอมรับแนวความคิดใหม่

6. การใช้ความคิดใหม่ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและในสถานการณ์ใหม่

ขั้นตอนการสอนให้เกิดมโนทัศน์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 21) การสร้างข้อสอบเพื่อใช้วัดความรู้ได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เริ่มต้นจากการทำตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา เพื่อเป็นแนวทางการสร้างข้อสอบวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ คำถามหรือปัญหา และคำตอบที่มีลักษณะที่มีลักษณะเป็นตัวเลือกทั้งที่เป็นคำตอบถูกต้องและคำตอบผิด ลักษณะข้อสอบที่นิยมใช้ประกอบด้วย ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำถามเดียว ข้อสอบแบบเลือกตอบที่ใช้ข้อมูลชุดเดียวกันเพื่อถามด้วยคำถามหลายข้อ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำถามหลายตอนหรือข้อสอบแบบผสมผสานที่มีทั้งให้เลือกตอบและเขียนตอบ

ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบ ที่ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 เป็นคำถามที่มีตัวเลือก 2 ข้อ หรือมากกว่า

ตอนที่ 2 เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนบอกเหตุผลการเลือกตอบตอนที่ 1

สำหรับการให้คะแนน การทำข้อสอบแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

1. ให้คะแนนตอนที่ 1 เมื่อตัวเลือกที่ถูกต้อง

2. ให้คะแนนในตอนที่ 2 เมื่อบอกเหตุผลได้สอดคล้องกับการเลือกตอบตอนที่ 1

ซึ่งการทดสอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตอน ใช้ประเมินผลความสามารถด้าน

การคิดอย่างมีเหตุผลได้ดี

นอกจากนี้ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตอน อาจเป็นลักษณะผสมผสานที่มีทั้ง การเลือกตอบและการเขียนตอบ ข้อสอบลักษณะนี้ใช้วินิจฉัยผู้เรียนครอบคลุมความรู้ ความคิด ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล และการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ได้ดี ดังตัวอย่างนี้

00. รากพืชบริเวณที่ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำจากดินเพื่อลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ ของลำต้น มีการจัดลำดับชั้นเนื้อเยื่อภายในอย่างไร

ก. เอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ เวสเซลเมมเบอร์ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ พิช

ข. พิช เอนโดเดอร์มิส เพรไซเคิล วาสคิวลาร์บันเดิล พิช

ค. ขนราก คอร์เทกซ์ เอนโดเดอร์มิส เพรไซเคิล วาสคิวลาร์บันเดิล พิช

ง. เทรคีด เวสเซลเมมเบอร์ ไชเลมพาเรงคิมา ไชเลมไฟเบอร์ คอมพานีเยนเซลล์ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์

00. จงแสดงเหตุผลในการเลือกตอบ

(1) เหตุผลที่เลือกตอบข้อ ก. คือ.....

(2) เหตุผลที่เลือกตอบข้อ ข. คือ.....

(3) เหตุผลที่เลือกตอบข้อ ค. คือ.....

(4) เหตุผลที่เลือกตอบข้อ ง. คือ.....

ปีเตอร์สัน และทราวักส์ (Peterson and Treagust, 1992 อ้างถึงใน นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์, 2557, หน้า 68) ได้พัฒนาแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ แต่ละข้อ ประกอบด้วยคำถาม 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถาม

ตอนที่ 2 เป็นคำถามเหตุผลที่นักเรียนใช้ประกอบการตอบคำถามในตอนที่ 1

ตัวอย่าง เช่น 000. ถ้าคำและแดงกำลังอยู่ในห้องมืด ทั้งสองคนจะเห็นวัตถุที่อยู่ในห้องมืดหรือไม่

- ก. ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้เลย
- ข. สามารถมองเห็นวัตถุได้บางส่วน
- ค. สามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน

เหตุผลที่ใช้ประกอบการตอบคำถาม.....

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, หน้า 205) ได้กล่าวว่า การตรวจสอบมโนทัศน์ผู้เรียนว่า เมื่อผู้สอนได้ทำการสอนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้ว สิ่งที่ผู้สอนอยากทราบก็คือ ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้และมีมโนทัศน์ในสิ่งที่ได้สอนไปแล้วนั้นถูกต้องตามที่คาดหวังไว้หรือไม่สามารถพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

1. สามารถระบุหรือเรียกชื่อมโนทัศน์นั้นได้
2. สามารถบอกลักษณะของมโนทัศน์นั้นได้
3. สามารถจำแนก คัดเลือก ยกตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นั้นได้
4. สามารถอธิบาย รวมถึงสรุปความหมายของมโนทัศน์นั้นได้จากความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ด้วยภาษาของตนเองได้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532) ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจผิดเฉพาะบทเรียน แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบและแสดงเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วนำคำตอบและเหตุผลนั้นมาจัดลำดับมโนทัศน์ โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์
2. มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง
4. ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม

จากเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยได้ปรับปรุงวิธีการจัดลำดับมโนทัศน์ตามแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ห่มโนทัศน์และให้คะแนน โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ ดังนี้

1. คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 3 คะแนน
 2. คำตอบถูก และให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ ให้ 2 คะแนน
 3. คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน
 4. คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน
- ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยประยุกต์ใช้จากลักษณะของแบบทดสอบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ร่วมกับแบบทดสอบที่ใช้สำรวจมโนทัศน์ของปีเตอร์สัน และทรวักส์ที่ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และในแต่ละข้อให้ผู้เรียนบอกเหตุผลการเลือกตอบ โดยคำถามในส่วนที่ 1 จะเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นมโนทัศน์หลัก และส่วนที่ 2 การบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อ นั้น เป็นมโนทัศน์รองที่แสดงถึงความสอดคล้องกับการเลือกตอบในส่วนที่ 1

เจตคติต่อวิชาชีววิทยา

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ความหมายของเจตคติ องค์ประกอบของเจตคติ การเปลี่ยนแปลงของเจตคติ และการวัดเจตคติ

ความหมายของเจตคติ

เจตคติ หรือทัศนคติ (Attitude) เป็นพฤติกรรมการวัดด้านเจตพิสัย (Affective domain) โดยเน้นการวัดความรู้สึก อารมณ์ การยอมรับ โดยเจตคติถือเป็นนามธรรมที่อยู่ในตัวบุคคลซึ่งสามารถที่จะผลักดันให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งทั้งในแง่ของการสนับสนุนและคัดค้าน ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 106) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

จากความหมายของเจตคติข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจ ความคิดเห็นส่วนบุคคล ค่านิยม ความเชื่อ ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งทางบวก ทางลบ สร้างและเปลี่ยนแปลงได้ อันเนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือ ทางต่อต้านก็ได้

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 149) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว ได้แก่ ความพอใจ ความศรัทธา และซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ ตระหนักในคุณค่าและโทษ ความตั้งใจเรียนและเข้าร่วม กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์การเลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ การใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพ โดยใคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ทำการกำหนดโครงสร้างของ พฤติกรรมด้านเจตคติไว้ดังนี้

1. พพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

จากกรอบแนวคิดดังกล่าวได้จัดเรียงพฤติกรรมด้านจิตพิสัยออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. พฤติกรรมในระดับความรู้สึกนึกคิด ได้แก่ พฤติกรรม 1-4
2. พฤติกรรมในระดับการแสดงออก ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมย่อย 2 ส่วน คือ
 - 2.1 การแสดงออกในระดับการศึกษาเล่าเรียน ได้แก่ พฤติกรรม 5-7
 - 2.2 การแสดงออกในระดับการนำไปใช้ได้แก่ พฤติกรรม 8-9

สรุปได้ว่า การวัดพฤติกรรมด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

พฤติกรรมในระดับความรู้สึกรู้จักคิด และพฤติกรรมในระดับการแสดงออก ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ใน 2 ลักษณะดังกล่าว

การเปลี่ยนแปลงของเจตคติ

Kolesnik (1970, pp. 484-486) กล่าวว่า เจตคติของบุคคลจะพัฒนาไปได้เกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ บุคคลได้มีโอกาสสัมพันธ์กับบุคคลอื่นเกิดจากการที่บุคคลถ่ายทอดแบบอย่าง การกระทำ หรือความคิดของคนอื่นมาเป็นของตนเอง การที่บุคคลพยายามที่จะสนองความต้องการของตน

แมคไกวร์ (McGuire, 1970) อธิบายถึงขั้นตอนของกระบวนการเปลี่ยนแปลงเจตคติ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การใส่ใจ (Attention)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. การมีสิ่งใหม่เกิดขึ้น (Yielding)
4. การเก็บเอาไว้ (Retention)
5. การกระทำ (Action)

จากกระบวนการขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงเจตคติดังกล่าวนั้น ตัวกระบวนการสื่อความหมาย หรือการติดต่อข่าวสารทำให้ผู้รับเกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติได้แล้วก็จะเกิดขั้นตอนต่าง ๆ ทุกขั้นตอนไม่ใช่เกิดขึ้นเพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งเท่านั้น การที่ขั้นตอนเหล่านี้จะเกิดในบุคคลหรือไม่นั้นจะต้องอาศัยองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ความสามารถทางสติปัญญา ความขัดแย้งของข่าวสารหลาย ๆ อย่างทางเศรษฐกิจ และอื่น ๆ และสิ่งเหล่านี้จะมีส่วนทำให้ขั้นตอนบางขั้นตอนไม่เกิดขึ้นก็ได้

แนวทางการพัฒนาเจตคติ

การพัฒนาเจตคติให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเป็นเป้าหมายที่สำคัญเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวทบวงมหาวิทยาลัยได้เสนอแนวทางในการพัฒนาเจตคติดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีเรียนรู้จากการทดลองให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. มอบหมายให้ทำกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ฝึกการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกับผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายและขณะที่ผู้เรียนทำการทดลองผู้สอนต้องให้ความช่วยเหลือและสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน
3. การใช้คำถามหรือการสร้างสถานการณ์มาเป็นการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างเจตคติได้ดี

4. ในขณะที่ทำการทดลองควรนำเอาหลักจิตวิทยามาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์หลาย ๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหว สถานการณ์ที่แปลกใหม่ การให้ความสนใจใส่ใจของผู้สอน เป็นต้น ในการสอนแต่ละครั้งควรมีการสอดแทรกเจตคติตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียนและวัยของผู้เรียน (คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์, 2525, หน้า 57-58)

หลักการสร้างเจตคติที่ดีต่อเด็ก

ในการจัดการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ นั้นนอกจากจะมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนแล้วก็ต้องปลูกฝัง ให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเหล่านั้นด้วย โดย (คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525, หน้า 57-58) ได้กล่าวถึงการสร้างเจตคติที่ดีแก่ผู้เรียน ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนทราบจุดมุ่งหมายในเรื่องที่เรียน
2. ให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ของวิชานั้น ๆ อย่างแท้จริง
3. ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสหรือมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
4. ให้ผู้เรียนได้เรียนสอดคล้องกับความสามารถ ความถนัดเพื่อให้เกิดผลสำเร็จใน

การเรียนอันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป

5. การสอนของผู้สอนจะต้องมีการเตรียมตัวอย่างดี ใช้วิธีสอนที่ดี ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย
6. ผู้สอนต้องสร้างความอบอุ่นใจและความเป็นกันเองให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน
7. ผู้สอนต้องสร้างบุคลิกภาพให้เป็นที่เลื่อมใสแก่ผู้เรียน
8. จัดสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของโรงเรียน ห้องเรียนให้มีบรรยากาศที่น่าอยู่และน่าสนใจ

การวัดผลการเรียนรู้ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 106-108) กล่าวว่าวิธีวัดเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ 1) วิธีของเทอร์สโตน (Thurstone) 2) วิธีของลิเคิร์ต (Likert) และ 3) วิธีของออสกู๊ด (Osgood) ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการของลิเคิร์ต เป็นเครื่องมือวัดมีรายละเอียดดังนี้

1. ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งที่จะศึกษานั้นอย่างแจ่มชัด
2. สร้างข้อความให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญ ๆ ให้ครบถ้วนทุกแง่ทุกมุม ลักษณะของข้อความเป็นทางบวก หรือนิมาน (Positive) และทางลบ หรือนิเสธ (Negative) เท่านั้น ข้อความกลาง ๆ จะไม่นำมาใช้ในการสร้างการเขียนข้อความควรมีลักษณะดังนี้
 - 2.1 เป็นข้อความสั้น ๆ มีความเป็นปรนัย (ชัดเจนมีความหมายแน่นอนไม่คลุมเครือ)
 - 2.2 ควรเป็นข้อความที่เป็นปัจจุบัน

2.3 ไม่ควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

2.4 ไม่ควรใช้ข้อความที่มีแนวโน้มว่าคนส่วนใหญ่จะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

2.5 หลีกเลี่ยงข้อความที่เป็นข้อเท็จจริง (Fact) ของเรื่องนั้น ๆ เพราะจะเป็นการถามข้อเท็จจริงไม่ใช่ความคิดเห็น

2.6 เน้นข้อความที่วัดได้เป็นส่วนตัวมากกว่าข้อความทั่วไป เช่น “ฉันได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมโครงการวิทยาศาสตร์” ซึ่งต่างจากข้อความทั่วไปว่า “กิจกรรมวิทยาศาสตร์มีประโยชน์”

3. กำหนดมาตรวัดคำตอบของข้อความแต่ละข้อความ (ทั้งเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย) เป็น 5 ระดับ คือ 1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly agree) 2) เห็นด้วย (Agree) 3) ไม่แน่ใจ (Uncertain) 4) ไม่เห็นด้วย (Disagree) 5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree)

4. กำหนดคะแนนเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็นซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกมากในทางปฏิบัติ ดังนี้

ข้อความเชิงนิมิต (ทางบวก)	ให้ระดับคะแนนดังนี้
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1
ข้อความเชิงนิเสธ (ทางลบ)	ให้ระดับคะแนนดังนี้
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 1
เห็นด้วย	ระดับคะแนน 2
ไม่แน่ใจ	ระดับคะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ระดับคะแนน 4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ระดับคะแนน 5

5. นำข้อความและมาตรวัดมาจัดเป็นแบบวัดเจตคติตามรูปแบบตาราง 2 มิติ

6. นำไปทดลองใช้เพื่อให้ผู้ตอบตอบความรู้สึกที่แท้จริงและตรงกับความเห็นของผู้ตอบมากที่สุด (ไม่คำนึงถึงความถูกต้องหรือข้อเท็จจริง) กลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ทดลองใช้ควรมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างหรือแหล่งข้อมูลที่ใช้จริง โดยมีจำนวนผู้ตอบไม่น้อยกว่า 5 เท่าของข้อความ

7. นำคำตอบของผู้ตอบแต่ละคนมาให้คะแนน โดยพิจารณาอย่างระมัดระวังว่าทิศทางของข้อความใดเป็นนิมานหรือนิเสธ เนื่องจากคะแนนจะสวนทางหักล้างกันคะแนนเจตคติของผู้ตอบแต่ละคนได้จากการรวมคะแนนของแต่ละข้อจนครบทุกข้อ

8. หากค่าอำนาจจำแนกของข้อความแต่ละข้อความเพื่อให้ได้ข้อความที่สามารถจำแนกผู้ตอบที่มีเจตคติสูงออกจากผู้ที่มีเจตคติต่ำ

9. เลือกข้อความที่มีอำนาจจำแนกมาใช้เป็นข้อความวัดเจตคติ โดยมีจำนวนข้อความเชิงนิมานและเชิงนิเสธพอ ๆ กัน

10. นำแบบทดสอบฉบับร่างไปหาค่าความเชื่อมั่นหรือค่าความเที่ยง

ในการศึกษารั้วนี้ผู้วิจัยวัดเจตคติของผู้เรียนต่อวิชาชีววิทยา โดยใช้วิธีของลิเคิร์ตด้วยเหตุผลที่ว่าแบบของลิเคิร์ตนั้นเป็นที่นิยมทั่วไป สร้างง่าย ใช้สะดวก และในการให้น้ำหนักของคะแนน 5 ระดับ ช่วยให้การระดับของเจตคติของแหล่งข้อมูลได้สะดวกกว่าวิธีอื่น ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็นทั้งทางบวก (นิมาน) และทางลบ (นิเสธ) ในลักษณะที่เทียบเป็นมาตราส่วนประมาณค่าได้ ซึ่งอาศัยจากกรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรายวิชาชีววิทยาเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2542) ได้ศึกษาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) กับ การสอนแบบปกติในวิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผลการวิจัยพบว่าวิธีสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสรรค์สร้างความรู้และวิธีสอนแบบปกติที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แบบกลุ่มดัง เดิม ทำให้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มที่เรียนโดยวิธีสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสรรค์สร้างความรู้มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สูงกว่าและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสรรค์สร้างความรู้หลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อรนุช ชุมนุดวง (2550) ที่ทำการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับที่ได้รับการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนว

คอนสตรัคติวิซึ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ระดับ .01 และมีความคงทนในการเรียนสูงกว่าที่ระดับ .01 รวมทั้งมีความพึงพอใจต่อการเรียนในวิชาชีพวิทยาลัยในระดับมาก และมากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

กิตติยา ปลอดแก้ว (2551) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนบนเว็บตามทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนน ก่อนและหลังเรียนจากบทเรียนบนเว็บ ไซค์ตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาสูงกว่าคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จริญญา ไสลบาท (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านเขาหินตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา พบว่าการเรียนโดยใช้หลักสูตรบูรณาการตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนอยู่ในระดับมาก

เชษฐ ศิริสวัสดิ์ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 เพื่อพัฒนาหลักสูตรและศึกษาผลการใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์แบบบูรณาการด้วยแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สมศิริ สิงห์ลพ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ “ระบบร่างกายมนุษย์” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการเรียนการสอนตามหลักสูตรบูรณาการ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูงขึ้นไป และมีทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่ม สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีพวิทยาลัยได้ เนื่องมาจากการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา และจากการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้เรียนกับครู รวมทั้งกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว โดยมีครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาชีพวิทยาลัย

งานวิจัยต่างประเทศ

แอนดรู (Andrews, 1995) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ และเจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามปกติ ซึ่งเป็นการศึกษารายกรณี พบว่าในด้านปริมาณ นักเรียนสองกลุ่มมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญด้านคุณภาพ ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มทำให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนาน เนื่องจากมีการปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น การลงมือปฏิบัติจริง และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ชิ (Shih, 1998) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของทัศนคติ แรงจูงใจ รูปแบบและกลวิธีในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ โดยการใช้วิธีเรียนที่แตกต่างกันกับนักเรียนที่มีภูมิหลังต่างกัน สามารถเรียนได้ดีด้วยการเสนอบทเรียนบนเว็บ ทำให้นักเรียนสะดวก และสนุกกับการเรียน สามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตน เพื่อให้นักเรียนได้แนวคิดที่สำคัญจากการเรียน และได้ทำแผนผังความคิดในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า การทดลองใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพฤติกรรมในการวิเคราะห์สรุปผลและแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการเรียนการสอน และบทบาทของอาจารย์ผู้สอนอยู่ในระดับมาก

เกย์ (Gary, 2008) ทำการศึกษาโดยใช้ Constructionist learning laboratory (CLL) พบว่าผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองในการใช้คอมพิวเตอร์ เทคโนโลยี สื่อดิจิทัล โปรแกรม Lego และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ มาสร้างความรู้ด้วยตนเองตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยใช้ CLL ในการเชื่อมโยงความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่และความคิดมาพัฒนาชิ้นงาน ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถค้นหา เชื่อมโยงความคิด เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

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

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 160 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 33 คน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยการสุ่มตัวอย่างประชากรที่ศึกษามีลักษณะที่สามารถแบ่งเป็นกลุ่ม ๆ โดยทำการแบ่งประชากรออกเป็นกลุ่ม (Cluster) โดยให้ภายในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ กัน ครบถ้วนตามประชากรที่ต้องการศึกษา และระหว่างกลุ่มมีคุณลักษณะเหมือนกันมากที่สุด แล้วใช้วิธีสุ่มแบบง่าย ก็จะได้กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้มาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เช่น กลุ่มนักเรียนในห้องเรียน เป็นต้น โดยจำนวน

ของกลุ่มต่าง ๆ จะถูกสุ่มขึ้นมาทำการศึกษา เมื่อสุ่มได้กลุ่มใดก็จะนำสมาชิกที่อยู่ในกลุ่มนั้น ๆ ทั้งหมดมาทำการศึกษา

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยที่มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว และมีการสอบก่อนการทดลองและสอบหลังการทดลอง (One group pretest-posttest design) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 248) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบบแผนการทดลองแบบ One group pretest-posttest design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- E หมายถึง กลุ่มทดลอง
- O₁ หมายถึง การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
- O₂ หมายถึง การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
- X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิมมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในกระบวนการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิตอื่น

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา โดยกำหนดเนื้อหาในสาระที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ซึ่งได้เนื้อหา 3 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระที่ 1

เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับ เนื้อเยื่อของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของ พืชดอก การแลกเปลี่ยน แก๊สและการคายน้ำ และ กระบวนการลำเลียงน้ำ ได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้างและหน้าที่ของราก	1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และ อภิปรายเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของรากได้	4
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่	1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้าง ภายในของรากได้	4

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
	ของลำต้น	อภิปรายเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ ของลำต้นได้ 2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้าง ภายในของลำต้นได้	
	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โครงสร้างและหน้าที่ ของใบ	1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และ อภิปรายเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ ของใบได้ 2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้าง ภายในของใบได้	4

1.3 ดำเนินการจัดการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 3 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

1.3.1 สาระสำคัญ

1.3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.3.3 สาระการเรียนรู้ (เนื้อหา)

1.3.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม Driver and Oldham (1986) ซึ่งผู้วิจัยได้นำแนวทางการจัดการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ มีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ผู้สอนสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม ประสบการณ์ หรือคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้

ขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงความรู้ความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ โดยการตอบคำถาม และการอภิปราย ซึ่งผู้เรียนบางคนอาจเกิดความสงสัย หรือไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิมที่มีอยู่ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ เป็นขั้นแลกเปลี่ยนความคิดและสร้างความกระฉับ โดยผู้เรียนได้ลงมือทำการทดลอง บทปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดไว้ให้ และค้นคว้าหาความรู้ ตลอดจนนำความรู้ที่ได้รับมาบันทึกผลการทำกิจกรรม รวมทั้งอภิปรายผลการทำกิจกรรมกับเพื่อนผู้เรียน หรือผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิมที่มีอยู่ เพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่นี้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น หรือนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้และความก้าวหน้าทางการเรียน

1.3.5 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

1.3.6 การวัดและประเมินผล

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผน ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเครื่องมือการประเมินตามสภาพจริง และนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้เปรียบเทียบกับมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ได้
โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญ
ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า
117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น

การประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยการนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน
นำมาแปลงเป็นคะแนนได้ดังนี้

สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น 1

ไม่แน่ใจ กำหนดคะแนนเป็น 0

ไม่สอดคล้อง กำหนดคะแนนเป็น -1

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรดัชนีหาความสอดคล้อง เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง
(Index of consistency) ถ้าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าใช้ได้
(พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตาม
ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพต่อไป ซึ่งจากหาค่าดัชนี
ความสอดคล้องพบว่า มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.88-1.00 ทำให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มี
คุณภาพ

1.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญใน
ประเด็นที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่
ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของ
พืชดอกแล้ว โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง

ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือแนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และผลการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

2.2 ศึกษาทฤษฎีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ โดยพิจารณาจากสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทำการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับ
จุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมที่ต้องการวัด

เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก		จำนวนข้อสอบ							
สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม	ต้องการจริง
1) อวัยวะ และหน้าที่ ของอวัยวะ ของพืช									
- โครงสร้าง และหน้าที่ ของราก	1. ทดลอง อธิบาย และ อภิปรายเกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ ของรากได้	(4) 2	(2) 1		(2) 1	(2) 1		10	5
	2. ทดลอง และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้าง ภายในของรากได้	(4) 2	(2) 1	(2) 1	(2) 1			10	5
- โครงสร้าง และหน้าที่ ของลำต้น	1. ทดลอง อธิบาย เกี่ยวกับโครงสร้างและ หน้าที่ของลำต้นได้	(2) 1	(2) 1	(2) 1	(2) 1		(2) 1	10	5
	2. ทดลอง และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้าง ภายในของลำต้นได้	(2) 1	(2) 1	(2) 1	(2) 1	(2) 1		10	5

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก		จำนวนข้อสอบ						
สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	รวม ต้องการจริง
- โครงสร้าง และหน้าที่ ของใบ	1. ทดลอง อธิบาย เกี่ยวกับโครงสร้างและ หน้าที่ของใบได้							
	2. ทดลอง และสรุป เกี่ยวกับโครงสร้าง ภายในของลำต้นได้	(4) 2		(2) 1	(2) 1	(2) 1		10 5

หมายเหตุ

-ตัวเลขในวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด

-ตัวเลขนอกวงเล็บ คือ จำนวนข้อสอบที่ได้จริงจากการหาคคุณภาพของข้อสอบ

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (Multiple choice) จำนวน 30 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิชาชีววิทยา ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม และด้านการวัดและประเมินผล เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ

แต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

2.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้องและเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แต่หากมีค่าต่ำกว่า ผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งจากหาค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่า มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.6-1.0 ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรวจสอบให้คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 209-211) โดยการแบ่งกลุ่มโดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของจุง เตห์ ฟาน แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 ซึ่งจากหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกพบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30-0.77 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.67 ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

2.10 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างของข้อสอบที่กำหนด

2.11 นำแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ที่เลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ ทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 123) ซึ่งจากหาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.91 ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

2.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สารระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือ และคู่มือครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความคิดพื้นฐาน และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

3.3 วิเคราะห์และกำหนดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดมโนทัศน์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบ/ ข้อ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โครงสร้างและหน้าที่ของราก	1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และอภิปราย เกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของรากได้ 2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างภายในของรากได้	1. รากมีหน้าที่สำคัญ 2 แบบ คือ - หน้าที่หลัก คือ ดูดน้ำจากดิน ลำเลียงน้ำ สารอาหาร และอาหาร และพวงลำต้น - หน้าที่พิเศษ คือ ยึดเกาะ สังเคราะห์ด้วยแสง หายใจ และสะสมอาหาร 2. โครงสร้างภายในของราก ประกอบด้วย เอพิเดอร์มิส คอर्टเทกซ์ และสตีล ภายในสตีล ประกอบด้วย เพรไซเคลิล กลุ่มท่อลำเลียง (ไซเล็ม และโฟลเอ็ม) และพิท	5

ตารางที่ 5 (ต่อ)

สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์	จำนวน ข้อสอบ/ ข้อ
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 2 โครงสร้างและ หน้าที่ของลำต้น	1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และอภิปราย เกี่ยวกับโครงสร้างและ หน้าที่ของลำต้นได้ 2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างภายในของลำ ต้นได้	1. หน้าที่ของลำต้น แบ่ง ออกเป็น 2 แบบได้แก่ - หน้าที่หลัก คือ ชูกิ่งก้านใบ และลำเลียงสาร - หน้าที่พิเศษ คือ พันหลัก มือเกาะ สังเคราะห์ด้วยแสง สะสมอาหาร และขยายพันธุ์ 2. โครงสร้างภายในของลำต้น ประกอบด้วย เอพิเดอร์มิส คอร์ เท็กซ์ สตีล (สตีล ประกอบด้วย 1. กลุ่มท่อลำเลียง ประกอบด้วย ไซเล็ม และโฟล เอ็ม 2. วาสคิวลาร์เรย์ 3. พิธ)	5
แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 3 โครงสร้างและ หน้าที่ของใบ	1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และอภิปราย เกี่ยวกับโครงสร้างและ หน้าที่ของใบได้ 2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างภายในของ ใบได้	1. ใบมีหน้าที่สำคัญ 2 แบบ คือ - หน้าที่หลัก คือ การสังเคราะห์ด้วยแสง แลกเปลี่ยนแก๊ส และคายน้ำ - หน้าที่พิเศษ คือ มือเกาะ ขยายพันธุ์ สะสมอาหาร และ เป็นกับดักแมลง	5

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน โดย
คำถามในส่วนที่ 1 จะเกี่ยวกับมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก และ
ส่วนที่ 2 การบอกเหตุผลในการเลือกตอบข้อนั้น เช่น

0. รากพืชบริเวณที่ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและสารจากดินเพื่อลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้น มีการจัดลำดับชั้นเนื้อเยื่อภายในอย่างไร

ก. เอพิคอร์มิส คอร์เทกซ์ เวสเซลเมมเบอร์ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ พิช

ข. พิช เอน โคเดอร์มิส เพรโซเซล วาสคิวลาร์บันเดิล พิช

ค. ขนราก คอร์เทกซ์ เอนโคเดอร์มิส เพรโซเซล วาสคิวลาร์บันเดิล พิช

ง. เทรคีด เวสเซลเมมเบอร์ ไซเลมพาเรงคิมา ไซเลมไฟเบอร์ คอมพานีเยนเซลล์ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์

เพราะเหตุใด.....

.....

3.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามวิธีการจัดลำดับการวัดมโนทัศน์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแนวทางในการวิเคราะห์มโนทัศน์และให้คะแนน โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนไว้ดังนี้

3.4.1 มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลครบทุกองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

3.4.2 มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูก และให้เหตุผลที่ถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 2 คะแนน

3.4.3 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบถูก แต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนถูกต้อง และบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

3.4.4 ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูก หรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

3.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้กับพฤติกรรมที่ต้องการวัดของข้อคำถามในแต่ละข้อ รวมทั้งความเหมาะสมของเนื้อหาที่ใช้ แล้วจึงนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา ตรวจสอบในประเด็นต่อไปนี้ คือ การสื่อความหมายของข้อคำถาม ความเหมาะสมของข้อคำถามในการวินิจฉัยมโนทัศน์ โดยประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด
- 1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.7 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งจากหาค่าดัชนีความสอดคล้องพบว่า มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.6-1.0 ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

3.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกมาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3.9 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำด้วยเทคนิค 27 % จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เตห์ ฟาน (อรนุช ศรีสะอาด, 2546, หน้า 54-56) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2545, หน้า 209-211) ซึ่งจากหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกพบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.22-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.31-0.53 ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

3.10 ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และ โครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

3.11 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ซึ่งจากหาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 1.00 ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

3.12 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก จำนวน 15 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

4. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทย์ฯ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดเจตคติ

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาชีพวิทย์ฯและนำหนักในแบบวัด โดยศึกษาและวิเคราะห์หาพฤติกรรมที่แสดงออกถึงเจตคติต่อวิชาชีพวิทย์ฯ

4.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาตามวิธีการของลิเกิร์ต (Likert) ซึ่งเป็นข้อคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วยข้อคำถามเชิงนิมมาน (Positive) และข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative) จำนวน 20 ข้อ การให้คะแนนแต่ละข้อมีเกณฑ์ให้คะแนน โดยกำหนดดังนี้

ข้อคำถามเชิงนิมมาน (Positive)

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

ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)

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

ตารางที่ 6 วิเคราะห์เนื้อหาองค์ประกอบของเจตคติและน้ำหนักในแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา

เนื้อหาองค์ประกอบของ เจตคติต่อวิชาชีววิทยา	น้ำหนัก	ข้อคำถามเชิงนิมมาน (Positive)	ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)	รวม
1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชา ชีววิทยา	20	3	1	4
2. การเห็นความสำคัญของ วิชาชีววิทยา	20	3	1	4
3. ความสนใจในวิชาชีววิทยา	20	3	1	4

ตาราง (ต่อ)

เนื้อหาองค์ประกอบของ เจตคติต่อวิชาชีววิทยา	น้ำหนัก	ข้อคำถามเชิงนิมิตาน (Positive)	ข้อคำถามเชิงนิเสธ (Negative)	รวม
4. ความนิยมชมชอบต่อวิชา ชีววิทยา	20	3	1	4
5. การแสดงออกหรือการมี ส่วนร่วมในกิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยา	20	3	1	4
รวม	100	15	5	20

4.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยาที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอน วิทยาศาสตร์ ด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม และด้านวัดประเมินผล ทำการตรวจความตรงตามเนื้อหาเป็นรายข้อ แล้วนำผลการตรวจของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์การพิจารณาแบบวัดเจตคติที่มีค่า ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง แต่หากมีค่าต่ำกว่าผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ซึ่งจากหาค่าดัชนีความสอดคล้อง พบว่า มีค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.8-1.0 ทำให้ได้แบบวัดเจตคติที่มีคุณภาพ

4.6 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

4.7 นำแบบวัดเจตคติมาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมนึก ภัททิยชนี, 2549, หน้า 222) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 ซึ่งจากหาค่าอำนาจจำแนกพบว่า อยู่ระหว่าง 0.28-0.78 ทำให้ได้แบบวัดเจตคติที่มีคุณภาพ

4.8 นำแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ยอมรับค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.70 ถึง 0.80 ว่ามีความเชื่อมั่นสูง (สม โภช อนุเกศ, 2554, หน้า 108) ซึ่งจากหาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.89 ทำให้ได้แบบวัดเจตคติที่มีคุณภาพ

4.9 จัดพิมพ์แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก จำนวน 20 ข้อ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

วิธีดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้วกับนักเรียนกลุ่มทดลอง
3. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิคอนสตรัคติวิซิมกลุ่มทดลองจำนวน 3 แผน ในวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก รวม 12 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนกลุ่มทดลองด้วยตนเอง
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้วทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา
5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิมกับก่อนเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t -test) แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Paired t -test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที (t -test) แบบกลุ่มตัวอย่างเดี่ยว (t -test one sample) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับก่อนเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t -test) แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Paired t -test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้การทดสอบค่าที (t -test) แบบกลุ่มตัวอย่างเดี่ยว (t -test one sample) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4)

5. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับก่อนเรียน โดยใช้การทดสอบค่าที (t -test) แบบสองกลุ่มสัมพันธ์กัน (Paired t -test) (ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 5)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน

1. หาค่าเฉลี่ยของคะแนน (\bar{X}) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306) คือ

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

เมื่อ \bar{X}	หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\sum X$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307) คือ

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

เมื่อ S	หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum X^2$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
$(\sum X)^2$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
N	หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) โดยคำนวณจากสูตรของ โรวินลดี และแฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 249) คือ

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

เมื่อ IOC	หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
$\sum R$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา
N	หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ โดยใช้สูตร P_E ของวิทนีย์ และซาเบอร์ส (D. R. Whitney and D. L. Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 199) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

2.1 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์

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

เมื่อ P_E	หมายถึง ดัชนีค่าความยาก
S_U	หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
S_L	หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
X_{max}	หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
X_{min}	หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N หมายถึง จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่ง
หรือกลุ่มอ่อน

2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัด
มโนทัศน์

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

เมื่อ D หมายถึง ค่าอำนาจจำแนก

S_U หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

X_{max} หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

X_{min} หมายถึง คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N หมายถึง จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์
สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (สมนึก กัททิษณี, 2549, หน้า 222)

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

เมื่อ r_{xy} หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา

X หมายถึง คะแนนรวม

Y หมายถึง คะแนนรายข้อ

n หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

2.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง
ฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, หน้า
123)

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

เมื่อ r_{tt} หมายถึง ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n หมายถึง จำนวนข้อ

- p หมายถึง สัดส่วนของคนที่ทำถูกในแต่ละข้อ
 q หมายถึง สัดส่วนของคนที่ทำผิดในแต่ละข้อ
 S_i^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทย์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบรัค (Cronbach) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 108)

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

- เมื่อ α หมายถึง สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 n หมายถึง จำนวนข้อ
 S_i^2 หมายถึง คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
 S_t^2 หมายถึง คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ใช้สถิติ t -test แบบ Dependent sample เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทย์ (สมโภชน์ อเนกสุข, 2554, หน้า 111)

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

- เมื่อ t หมายถึง ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที
 D หมายถึง ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
 $\sum D$ หมายถึง ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน
 $\sum D^2$ หมายถึง ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการสอบก่อน-หลังเรียน
 n หมายถึง จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

n แทน จำนวนคนในกลุ่มทดลอง

\bar{X} แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน ค่าสถิติในการแจกแจงแบบ t

p แทน ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน

* แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าก่อนเรียน

4. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70

5. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาชีพวิทย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าก่อนเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าก่อนเรียน ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าสถิติ					
	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	33	11.333	3.894	32	-16.237	.000
หลังเรียน	33	22.546	3.231			

* $p < .05$

จากตารางที่ 7 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อผ่านจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยในข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

กลุ่ม ตัวอย่าง	ค่าสถิติ						
	<i>n</i>	เกณฑ์	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
หลังเรียน	33	21	22.546	3.232	32	2.747	.010

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อผ่านจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยในข้อที่ 2

3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าก่อนเรียน ได้ผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

กลุ่ม ตัวอย่าง	ค่าสถิติ					
	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	33	5.333	4.560	32	-37.980	.000
หลังเรียน	33	35.152	5.669			

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอก สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อผ่านจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยในข้อที่ 3

4. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนโน้ตค้นทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70

กลุ่ม ตัวอย่าง	ค่าสถิติ						
	<i>n</i>	เกณฑ์	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
หลังเรียน	33	31.5	35.152	5.669	32	3.700	.001

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อผ่านจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยในข้อที่ 4

5. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าก่อนเรียน ได้ผลดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม

กลุ่มตัวอย่าง	ค่าสถิติ					
	<i>n</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>df</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ก่อนเรียน	33	3.453	.584	32	-14.685	.000
หลังเรียน	33	4.894	.085			

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อผ่านจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัยในข้อที่ 5

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 160 คน กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 33 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก จำนวน 3 แผน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.00-5.00 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความสอดคล้อง 0.60-1.00 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.30-0.77 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 3) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก พร้อมทั้งการให้เหตุผล จำนวน 15 ข้อ มีค่าความสอดคล้อง 0.60-1.00 มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.22-0.80 มีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.31-0.53 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 1.00 4) แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีววิทยา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.28-0.78 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

แบบแผนการทดลองที่ใช้ในงานวิจัยคือ แบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest-posttest design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตร (*t-test*) แบบ Dependent sample

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. เจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ได้ผลการวิจัยและอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา จากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มที่ผู้วิจัยใช้ในครั้งนี้เป็น การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive apparatus) ซึ่ง สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนให้ปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น เช่น การใช้คำถาม การสร้างสถานการณ์ เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดในการแก้ปัญหา จากการที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการทดลอง ซึ่งกิจกรรมที่จัดให้กับผู้เรียนเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด ศึกษา ค้นคว้า รู้จักการวางแผนร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน จนสามารถลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้จนสามารถสรุปเป็นความรู้ของตนเองได้ โดยขั้นตอน

การเรียนรู้ มี 5 ขั้น ซึ่งจัดอย่างต่อเนื่อง เริ่มจากขั้นนำ ซึ่งเป็นขั้นที่ผู้สอนสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยการนำต้นไม้ที่มีลักษณะต่าง ๆ กัน มาให้นักเรียนได้สังเกตเพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสังเกตถึงความเหมือนและความแตกต่างระหว่างต้นไม้แต่ละคนที่ผู้สอนนำมา เป็นกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรม ประสบการณ์ และได้ตอบคำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ก่อนนำไปสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้โดยอาศัยความรู้เดิม หรือประสบการณ์ที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น โครงสร้างของรากเหมาะสมต่อการทำหน้าที่อย่างไร รากสามารถแบ่งออกตามลักษณะที่พบโดยทั่วไปได้กี่ประเภท เป็นต้น เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ทบทวนประสบการณ์เดิม โดยการแสดงความรู้ความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่โดยการตอบคำถาม และการอภิปรายแล้ว ผู้เรียนที่มีความรู้เดิมและสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในเรื่องที่จะเรียนได้แล้วก็จะนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ในขั้นต่อไป แต่สำหรับผู้เรียนบางคนที่ยังเกิดความสงสัย หรือยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิมที่มีอยู่ได้นั้น จะต้องกิจกรรมเสริม เช่น การทำแผนผังความคิด (Mind mapping) โดยผู้เรียนจะต้องทำการสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และสรุปความรู้ที่ได้เป็นแผนผังความคิดส่ง พร้อมทั้งตอบคำถามที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจก่อนนำไปสู่การเรียนเรื่องนั้น ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเดิมถูกต้องแล้ว และสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่นำไปสู่เรื่องที่จะเรียนได้ก่อนให้ผู้เรียนลงมือในการสร้างความรู้ ผ่านการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้สอนจัดไว้ และค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีการสืบเสาะหาความรู้ รู้จักวางแผนและออกแบบการทำกิจกรรมจนสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเอง และได้ฝึกการสังเกตการทดลองตลอดจนนำความรู้ที่ได้รับมาบันทึกผล รวมทั้งอภิปรายผลการทำกิจกรรมกับเพื่อนผู้เรียนหรือผู้สอนเพื่อแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดกัน จนสามารถนำความรู้มาจัดระบบ และเกิดการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จนนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น หรือนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น การปลูกหญ้าแฝก ซึ่งเป็นโครงการหนึ่งของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช มีจุดประสงค์ที่สำคัญ เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น เนื่องจากหญ้าแฝกเป็นพืชที่มีระบบรากลึก แผ่กระจายลงไปดินตรง ๆ เป็นแผงเหมือนกำแพง ช่วยกรองตะกอนดินและรักษาหน้าดินได้ดี เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียน จากนั้นทำการประเมินผล โดยที่ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้และความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเอง ซึ่งขั้นนี้ที่ผู้เรียนจะได้รับการประเมินความรู้ ความเข้าใจของตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับอรนุช ชุมนุมดวง (2550) ดำเนินการวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนตามแนว คอนสตรัคติวิซึ่มกับที่ได้รับการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนว คอนสตรัคติวิซึ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนที่ระดับ .01 และมีความคงทนใน การเรียนสูงกว่าที่ระดับ .01 รวมทั้งมีความพึงพอใจต่อการเรียนในวิชาชีววิทยาอยู่ในระดับมาก และ มากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติสอดคล้องกับกิตติยา ปลอดภัย (2551) ได้ศึกษา การพัฒนาบทเรียนบนเว็บตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เรื่อง การสร้างหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบคะแนน ก่อนและหลัง เรียนจากบทเรียนบนเว็บ ไซค์ตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาสูงกว่าคะแนน แบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 สอดคล้องกับชนิดาพร พลนามอินทร์ (2553) การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (CLM) ของ Yager พบว่า การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องบรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของ Yager นักเรียนได้ พัฒนาการคิดอย่างเป็นขั้นตอน นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเองตลอดเวลา และสามารถพัฒนา การคิดวิเคราะห์ได้ทั้ง 3 ด้าน คือการวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์ หลักการ ทำให้ให้นักเรียนมีคะแนนการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ จุติพร อัสวโสรธรรม (2554) ที่ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการ โดยการจัด ประสบการณ์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับเชษฐ ศิริสวัสดิ์ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 เพื่อพัฒนา หลักสูตรและศึกษาผลการใช้หลักสูตรการสร้างหุ่นยนต์แบบบูรณาการด้วยแนวคิดของการจัด การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง พบว่า หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่าง มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องสอดคล้องกับสมศิริ สิงห์ลพ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรบูรณา การ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ “ระบบร่างกายมนุษย์” สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรคด้วยปัญญา

(Constructionism) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการเรียนการสอนตามหลักสูตรบูรณาการ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรคด้วยปัญญา ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูงขึ้น และมีทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม (Pretest) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 79 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกอยู่ในระดับต่ำมากกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 5-14 คะแนน เท่านั้น ส่วนนักเรียนร้อยละ 21 มีคะแนนอยู่ในระดับสูงกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 15-19 คะแนน แต่หลังจากที่นักเรียนเหล่านี้ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post test) พบว่า นักเรียนร้อยละ 79 ที่เคยได้รับการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำมากนั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นจากเดิมมากกล่าวคือมีคะแนนอยู่ในช่วง 15-27 คะแนน ส่วนนักเรียนที่เคยได้รับการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับสูงนั้นก็ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเช่นกันกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 23-27 คะแนน ผลจากการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถยืนยันได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิมสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซิม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2553) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้คอยให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก ซึ่งการสร้างองค์ความรู้จากความรู้เดิมที่มีอยู่ของผู้เรียนนอกจากจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยวัดจากผลการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมมี 5 ขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนผู้เรียนได้มีการคิด เชื่อมโยงความรู้เดิม

กับความรู้ใหม่อยู่ตลอดเวลา จากการเริ่มต้นด้วยการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ได้คิดออกแบบ และวางแผนการทำกิจกรรม การแสดงความคิดเห็น อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม มีการแสวงหาข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ และเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เกิดความรู้ ความเข้าใจในหลักการ กระบวนการต่าง ๆ มากขึ้น จนสามารถสรุปเพื่อสร้างแนวคิด (Concept) ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบลที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับสุจินต์ เลี้ยงจรรยารัตน์ (2543) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการคอนสตรัคติวิซึ่มและทำแฟ้มผลงานมีมีโนทัศน์และความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันเพิ่มขึ้นมากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สอดคล้องกับจรัสศรี จินรัักษ์ (2553) ที่ศึกษาความเข้าใจมีโนมติและการคิดวิเคราะห์ที่เรียนจากมัลติมีเดียที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มัลติมีเดียตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบสำคัญ คือ 1) สถานการณ์ปัญหา 2) ธนาคารข้อมูล 3) ธนาคารช่วยเหลือ 4) ห้องทดลองการคิดวิเคราะห์ และ 5) แหล่งการเรียนรู้ ผู้เรียนมีความเข้าใจมีโนมติที่ถูกต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามกรอบของ Bloom ได้แก่ ผู้เรียนสามารถจำแนกแยกแยะ การให้เหตุผล การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ และสามารถสรุปหลักการได้ และผู้เรียนมีคะแนนการคิดวิเคราะห์คิดเป็นร้อยละ 70 อยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อมัลติมีเดียตามแนวคอนทฤษฎีสตรัคติวิสต์มีการออกแบบที่เหมาะสมและช่วยสนับสนุน และส่งเสริมในการเข้าใจมีโนมติ และการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้ และสอดคล้องกับวิชัยตร พูนพิพัฒน์ (2556) ที่ศึกษา ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายที่มีต่อมีโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสารและความสามารถในการวิเคราะห์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า

- 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมีโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร ร้อยละ 75.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้
- 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมีโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสาร สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05
- 3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05
- 4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

นอกจากนี้ จากการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิม (Pretest) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 82 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกอยู่ในระดับต่ำมากกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 2-16 คะแนนเท่านั้น ส่วนนักเรียนร้อยละ 18 จากการทดสอบพบว่าไม่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เลย แต่หลังจากที่นักเรียนเหล่านี้ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว จากการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (Post test) พบว่านักเรียนร้อยละ 82 ที่เคยได้รับการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำมากนั้น มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจากเดิมมากกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 23-43 คะแนน ส่วนนักเรียนที่เคยได้รับการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนที่ไม่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น ก็มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นมากเช่นกันกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 20-43 คะแนน ผลจากการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถยืนยันได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซิมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ สามารถช่วยพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซิมที่ผู้วิจัยทำนั้น ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน โดยมีการจัดกลุ่มแบบคละกันตามความสามารถของผู้เรียนที่มีทั้งผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อน อยู่ร่วมกันในกลุ่ม เพื่อให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ช่วยกันทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายร่วมกัน ซึ่งผู้เรียนจะได้ปรึกษาและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยผู้เรียนที่เก่งจะช่วยเหลืออธิบายบทเรียนให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจ ส่วนผู้เรียนที่ไม่เก่งก็จะพยายามทำความเข้าใจบทเรียนนั้น ๆ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสามัคคีกัน และร่วมมือร่วมใจกัน เพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จ ซึ่งการช่วยเหลือกันในของสมาชิกแต่ละกลุ่มจะทำให้บรรยากาศในห้องเรียนผ่อนคลายไม่ตึงเครียด ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานกับการเรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาชีววิทยามากขึ้น ส่งผลให้เจตคติต่อวิชาชีววิทยาส่งผลให้เจตคติต่อวิชาชีววิทยาสูงขึ้น สอดคล้องกับจริญญา ไสลบาท (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านเขาหินตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรคด้วยปัญญา พบว่า การเรียนโดยใช้หลักสูตร

บูรณาการตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรคด้วยปัญญา ส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับแอนดรู (Andrews, 1995) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามปกติ ซึ่งเป็นการศึกษารายกรณี พบว่าในด้านปริมาณ นักเรียนสองกลุ่มมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ด้านคุณภาพ ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ทำให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนาน เนื่องจากการปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมกัน การลงมือปฏิบัติจริง และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้ จากการทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม (Pretest) พบว่า นักเรียนร้อยละ 24 มีเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกอยู่ในระดับต่ำกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 2.10-2.8 คะแนนเท่านั้น ส่วนนักเรียนร้อยละ 58 มีคะแนนอยู่ในระดับปานกลางกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 3.05-3.80 คะแนนและนักเรียนร้อยละ 18 มีคะแนนอยู่ในระดับสูงกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 4.00-4.85 คะแนน แต่หลังจากที่นักเรียนเหล่านี้ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว จากการทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียน (Post test) พบว่า นักเรียนร้อยละ 24 ที่เคยได้รับการทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับต่ำนั้น มีเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาสูงขึ้นจากเดิมมากกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 4.70-5.00 คะแนน ส่วนนักเรียนร้อยละ 58 ที่เคยได้รับการทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับปานกลางนั้น ก็มีเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาสูงขึ้นเช่นกันกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 4.75-5.00 คะแนน และนักเรียนร้อยละ 18 ที่เคยได้รับการทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาก่อนเรียนที่มีคะแนนอยู่ในระดับสูงนั้น ก็มีเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาสูงขึ้นเช่นกันกล่าวคือ มีคะแนนอยู่ในช่วง 4.80-5.00 คะแนน ผลจากการศึกษาครั้งนี้จึงสามารถยืนยันได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในครั้งนี้ สามารถช่วยพัฒนาเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยาของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีเจตคติต่อวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มทั้ง 5 ขั้น ช่วยให้ผู้เรียนได้ร่วมมือร่วมใจช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จ ส่งผลให้นักเรียนมีความภาคภูมิใจในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ทำให้เกิด

เจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาชีววิทยาได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนระหว่างเรียน และระหว่างทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจในการเรียนมากขึ้น และมีความกระตือรือร้นให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี รวมทั้งมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนานต่อการเรียน มีความสนใจในการติดตามงานในกิจกรรมต่อ ๆ ไป ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จนสามารถสรุปองค์ความรู้เป็นแนวคิด (Concept) ได้ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปต่อยอดเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องที่จะเรียนต่อ ๆ ไปได้ รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย โดยปัจจัยที่ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มประสบความสำเร็จนั้น ในด้านของผู้เรียน ผู้เรียนมีความพยายามและมีความรับผิดชอบต่องานที่ตนเองได้รับมอบหมายสูง มีความกระตือรือร้น และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมโดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ทั้งจากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย รวมทั้งจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนมากขึ้น โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คอยชี้แนะแนวทางให้กับผู้เรียน รวมทั้งจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อมด้านการเรียนการสอน แหล่งการเรียนรู้ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ตลอดจนการให้กำลังใจ และการเสริมแรง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่มที่ผู้วิจัยทำขึ้นนี้ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องกัน 5 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอน เริ่มด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นนำ ขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ ขั้นที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ซึ่งผู้เรียนให้ความสนใจในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกันออกไป โดยขั้นตอนที่ผู้เรียนสนใจและประสบความสำเร็จกับผู้เรียนเป็นอย่างมาก คือ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ ซึ่งเป็นขั้นสร้างความกระตือรือร้นและแลกเปลี่ยนความคิด เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ หรือการทดลอง เพื่อค้นหาความรู้และนำความรู้ที่ได้รับมาบันทึกผลการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และอภิปรายผลการทำกิจกรรมกับเพื่อนผู้เรียนหรือผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อสร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ส่วนขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรกับผู้เรียนคือขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจ ตามประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความมั่นใจในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น ดังนั้นขั้นตอนนี้ครูผู้สอนต้องจัดกลุ่มผู้เรียนแบบละความสามารถให้แต่ละกลุ่มมีทั้งเก่ง ปานกลาง และ

อ่อน เพื่อให้ผู้เรียนที่เก่งคอยช่วยผู้ที่อ่อน เพื่อนำไปสู่การออกแบบ วางแผนงาน และการทำงานกิจกรรมกลุ่มประสบความสำเร็จ โดยมีครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวก ดูแล และชี้แนวทางในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ต่อไป

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม สิ่งที่ผู้เรียนได้รับคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอกสูงขึ้น ซึ่งเกิดจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นในระหว่างที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนได้หลักการหรือแนวคิดจากการทำกิจกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ตนเอง แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่บรรลุได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยา ในส่วนของครูผู้สอนควรมีการหาแนวทางในการแก้ไข และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ และเหมาะสมกับโรงเรียนตลอดจนผู้เรียนด้วย อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม นั้น ผู้สอนต้องคำนึงถึงเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจเดิมที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้สอนได้ใช้เวลาในเตรียมการสอนน้อยและจำกัด อาจทำให้ผู้เรียนทำการศึกษาค้นคว้าได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากกิจกรรมแต่ละกิจกรรมที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติมีจำนวนมาก ผู้สอนควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองได้เต็มศักยภาพ จากที่กล่าวมาข้างต้น เป็นข้อจำกัดในการวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อมและแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้กล่าวมาข้างต้น เพื่อเป็นประโยชน์ให้แก่ผู้สนใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมมาใช้ในการจัดกิจกรรม ควรมีการเตรียมผู้สอนและผู้เรียนให้พร้อม มีการปรับสถานการณ์ให้สอดคล้องกับจำนวน

ผู้เรียน บทบาทหน้าที่ที่ผู้เรียนได้รับมอบหมาย อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนให้มีความยืดหยุ่นกับระยะเวลา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ

2. ผู้สอนควรมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สื่อการสอน และอุปกรณ์ที่จำเป็นให้พร้อมก่อนการสอนเพื่อจะได้ไม่เสียเวลาในการจัดกิจกรรม

3. ควรมีการแจ้งผลคะแนนหลังทดสอบท้ายแผน เพื่อเป็นข้อมูลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการศึกษาหาความรู้เพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคงทนในการเรียนรู้ เพราะเป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับวิชาอื่น ๆ และเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน

2. การศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้วิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ควรมีผู้ร่วมวิจัยในการร่วมสังเกต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดและครบถ้วนในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพราะแนวทางในการจัดการเรียนรู้ควรได้ข้อมูลจากหลาย ๆ ด้านมาสนับสนุนกันให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อออกแบบและพัฒนาหลักสูตร ตลอดจนการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละระดับ

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- เกษม วัฒนชัย. (2545). *การปฏิรูปการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา
แห่งชาติ.
- กาญจนา คังคะประดิษฐ์. (2547). *การสอนให้เกิดแนวคิด เรื่องพันธะเคมี ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กิตติยา ปลอดแก้ว. (2551). *การพัฒนาบทเรียนบนเว็บตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อสร้างสรรค์
ด้วยปัญญา เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1*.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กรมวิชาการ. (2545). *เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการ
จัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กรมวิชาการ. (2546). *แนวทางการจัดกิจกรรมส่งเสริมนิสัยรักการอ่าน*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. (2525). *ชุดการเรียนรู้
การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.
- จรัสศรี จินร์ักษ์. (2553). *การศึกษาความเข้าใจ โน้มนำและการคิดวิเคราะห์ที่เรียนจากมัลติมีเดีย
ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 6(2), 41-43.
- จริญญา ไสลบาท. (2555). *การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านเขาหิน ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา*. *วารสาร
การบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*, 7(1), 79-90.
- จตุพร อัสวโสวรรณ. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการโดยการจัด
ประสบการณ์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. *วารสารมหาวิทยาลัย
นราธิวาสราชนครินทร์*, 5(3), 81-95.

- ชนิดาพร พลนามอินทร์. (2553). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (CLM) ของ VAGER. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 6(1), 18-29.
- เชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2555). การสอนให้คิดและสร้างสรรค์โครงการวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา*, 23(1), 1-15.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *เทคโนโลยีการศึกษาทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ครุณี วิศิษฐ์วงศ์. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนรู้ตามปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- ทิสนา แยมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทองจันทร์ หงส์ดารมภ์. (2547). *แพทยศาสตรศึกษา ก.ข.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)
- นฤมล ยุตาคม. (2541). *แนวปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้: การให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- นัฐกานต์ นามนิมิตรานนท์. (2557). *การประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ การคิดวิเคราะห์ และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ในวิชาเคมีพื้นฐานของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุปผชาติ ทัพหิกรณ์. (2545). *เทคโนโลยีสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2521). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: กราฟฟิคอาร์ต.

- ประสาน จันเสนา. (2551). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้เทคนิคการรู้คิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดผิดพลาด ชีววิทยา: พืชหรือสัตว์ การจำแนกพืชและการจำแนกสัตว์และทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาชีววิทยาการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประอรพรรณ บางนกแขวก. (2554). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) และการจัดการเรียนรู้แบบเอสเอสซีเอส (SSCS). วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการการเรียนรู้, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.
- พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2558). การแก้ไขโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์. เข้าถึงได้จาก <http://educa2014.com/wpcontent/uploads/2014/11/d16-7.pdf>
- พรรณี เจนจิต. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: อมรินทร์การพิมพ์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 7) กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2545) การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2538). การประเมินการเรียน. กรุงเทพฯ: อักษรพัฒนา.
- ยุพาพร เลาสัตย์. (2553). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อความคิดรวบยอด เรื่อง พืชของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). *เอกสารประกอบคำบรรยาย เรื่อง การเรียนรู้โมเดล ในการประชุมเชิงปฏิบัติการ โครงการ เตรียมความพร้อมสู่การประกันคุณภาพทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2541). *ทฤษฎีการสร้างความรู้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิจิต สุรัตน์เรืองชัยและคณะ. (2548). *รายงานวิจัยเรื่องการศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนของคณาจารย์มหาวิทยาลัยบูรพา, มหาวิทยาลัยบูรพา*.
- วิญัตร์ พูนพิพัฒน์. (2556). ผลของการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์ ที่หลากหลายที่มีต่อมโนทัศน์เรื่องสารและสมบัติของสารและความสามารถในการวิเคราะห์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 9(1), 370-382.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำพื้นฐาน (O-NET)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/MainSch/MainSch.aspx?mi=3>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2532). *เอกสารวิธีสอนเรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). เข้าถึงได้จาก <http://www.ipst.ac.th/web/index.php/ipst/vision-and-mission>.
- สุจินต์ เลียงจรรย์รัตน์. (2544). ผลการใช้กระบวนการเรียนแบบคอนสตรัคติวิซึมและการใช้เพิ่มสะสมผลงานในการสอนหัวข้อเรื่อง พลังงานกับชีวิตและเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. *ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 16(2), 73-89.
- สุชิน เพ็ชรรักษ์. (2544). *รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา ประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

- สุมาลี กาญจนชาติ. (2543). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมลักษณะของนักเรียนระดับประถมศึกษาในการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2544). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อการพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สุพธิยา สุวรรณ. (2556). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของไตรเวอร์และเบลล์ เสริมด้วยผังมโนทัศน์ ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.
- สมนึก ภัททิยชนิ. (2549). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กทม: การประสานการพิมพ์.
- สมศิริ สิงห์หลพ. (2555). *การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ “ระบบร่างกายมนุษย์” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (Constructionism)*. คุษฎีนิพนธ์การศึกษาคุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมบัติ การจนารักพงค์. (2542). *ร่วมปฏิรูปการเรียนรู้กับครุต้นแบบ การปฏิรูปการเรียนรู้ที่ นักเรียนผู้เรียนเป็นสำคัญการสอนแบบ “สรรค์สร้างความรู้”*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บริษัท แคนดิด มีเดีย จำกัด.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2544). *การปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542*. กรุงเทพฯ: บุญศิริการพิมพ์.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2554). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ไสว พักขาว. (2544). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เอ็มพันธ์.

- อมรรัตน์ แก้วอุ้นเรือน. (2551). *การพัฒนาบทเรียนบนเว็บที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- อรนุช ศรีสะอาด. (2546). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษาโครงการตำรา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อรนุช ชุมนุมดวง. (2550). *การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยาเรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม กับที่ได้รับการสอนแบบปกติ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวิจัยการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). *หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Andrew, S. (1995). *The effects of a constructivist learning environment on student cognition of mechanics and attitude toward science: A case study (attitude toward science)*. ph,d,dissertation, The University of North Carolina At Greensboro.
- Ausubel, D. (1963). *Education psychology: A cognitive view*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Bruner, J. (1963). *The process of education*. New York: Alfred A. Knopf, Inc, and Random House. Carroll, J. B. A Model.
- Carin, A. and Robert, B. (1975). *Teaching science through discovery*. Columbus, Ohio: Charles E.Merrill. Driver, R., & Oldham, V. (1986). *A constructivist approach to curriculum development in science*. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Gary, J. (2008). *Constructionist learning laboratory (CCL)*. Retrieved, from <http://portal.acm.org/citationfmid#abstruct>. [2015, March 15]
- Kolesnik, W. B. (1970). *Education psychology*. New York: McGraw-Hill Book.
- Lawson, A. E. (2002). What does Galileo's discovery of Jupiter's moons tell us about the process of scientific discovery?. *Science & Education*, 11, 1-24.
- Lorsbach, A., and Tobin, K. (1997). *Constructivism as a reference for science teacher*. Available from <http://Science.coe.vwt.edu/NARST/research/Constructivism.html>.
- McGuire, W.J., & Millman, S. (1970). Anticipatory Belief Lowering Following Forewarning of a Persuasive Attack. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2(4), 471-479.

- Nwagbo, C. R., & Chukelu, U. C. (2011). Effects of biology practical activities on students' process skill acquisition. *Journal of the Science Teachers Association Nigeria*, 46(1).
- Shih Ching Chun. (1998). *Relationship Among Student Attitudes Motivation Learning Style Learning Strategies Patterns of Learning and Achievement: A Formative Evaluation of Distance Education VIA WEB-BASED Courses* (online). Available: http://www7.ewebcity.com/prachyanun/abstracts/1999_09.html [2015, March 15]
- Taraban, R., et al. (2007). Effects of active-learning experiences on achievement, attitudes, and behaviors in high school biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 960-979.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยการรับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและแก้ไขเพิ่มเติม ด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม และด้านการวัดประเมินผล เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

1. ผศ.ดร. นพมณี เชื้อวชิรินทร์ อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ.เมือง จ.ชลบุรี
ความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
2. ดร. สมพงษ์ ปั่นหุ่น อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ.เมือง จ.ชลบุรี
ความเชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล
3. อาจารย์จิราภรณ์ พลมัน ครูชำนาญการ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา โรงเรียนโรงเรียนชลราษฎรอำรุง อ.เมือง จ.ชลบุรี
ความเชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
4. อาจารย์มันทนา เมฆิยานนท์ อาจารย์สอนวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อ.เมือง จ.ชลบุรี ความเชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
5. อาจารย์ศรินทร์ฉัตร อยู่เป็นสุขดี ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา ชีววิทยา โรงเรียนชลกันยานุกูล อ.เมือง จ.ชลบุรี
ความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

(สำเนา)

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๕, ๒๐๖๕

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๓๔๔๕

วันที่ ๒๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ผศ.ดร. นพมณี เชื้อวัชรินทร์

ด้วยนางสาวพัชรี โพชนา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๕, ๒๐๖๕

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๓๔๔๕

วันที่ ๒๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน ดร. สมพงษ์ ปันหุ่น

ด้วยนางสาวพัชรี โภชนา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

เรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๓๔๔๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ. ลาดยาวบางแสน ต.แสนสุข

อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน อาจารย์จิราภรณ์ พลมัน

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวพัชรี โภชนา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘๕-๔๓๐๖๒๐๕

(สำเนา)

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๕, ๒๐๖๕

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๓๔๔๕

วันที่ ๒๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน อาจารย์มันทนา เมฆิยานนท์

ด้วยนางสาวพัชรี โปชนา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(ตำนาน)

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๓๔๔๕

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๕ ถ. ลาดยาวแสน ต.แสนสุข
อ. เมือง จ. ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๐ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๘

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือในการทำวิจัย

เรียน อาจารย์ศรีนวล อยู่เป็นสุขดี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางสาวพัชรี โภชนา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศรษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้อำนวยการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๕๕-๖๔๐๐๔๒๐

(สำเนา)

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๕, ๒๐๖๕

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๐๓๓๒

วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

ด้วยนางสาวพัชรี โภชนา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม” ในความควบคุมดูแลของ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน ๓๐ คน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๘-๑๐ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๕ อนึ่ง โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(สำเนา)

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน คณะศึกษาศาสตร์ ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ โทร ๒๐๒๕, ๒๐๖๕

ที่ ศธ ๖๖๒๑/ว. ๐๓๓๔

วันที่ ๒ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๕

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา

ด้วยนางสาวพัชรี โภชนา นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม” ในความควบคุมดูแลของ ดร. สมศิริ สิงห์หลพ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕/๔ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน ๓๓ คน โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๕ – ๑๑ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ลงชื่อ) เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เศษฐ์ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

ภาคผนวก ข

- ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อ กับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อ กับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา
- ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา
- คะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- ผลการคำนวณหาค่า *t-test* โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

ตารางที่ 12 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า ความ เหมาะสม	การประเมิน ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5		
<u>1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1</u>							
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สารสำคัญ	3	5	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้	3	4	5	5	5	4.40	เหมาะสมมาก
1.5 สารการเรียนรู้	3	4	3	5	5	4.00	เหมาะสมมาก
1.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
1.8.1 ชู้นำ	4	4	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.8.2 ชันทบทวนประสบการณ์ เดิม	4	4	4	5	5	4.40	เหมาะสมมาก
1.8.3 ชูสร้างความรู้	4	4	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.8.4 ชูนำความรู้ไปใช้	4	4	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.8.5 ชูประเมินผล	4	4	4	5	5	4.40	
1.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	3	4	4	4	5	4.00	เหมาะสมมาก
1.10 การวัดและประเมินผล	4	4	4	3	5	4.00	เหมาะสมมาก

ตาราง (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า ความ เหมาะสม	การประเมิน ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5		
<u>2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2</u>							
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สารสำคัญ	3	5	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้	3	4	5	5	5	4.40	เหมาะสมมาก
1.5 สารการเรียนรู้	3	4	3	5	5	4.00	เหมาะสมมาก
1.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
1.8.1 ขั้่นนำ	4	4	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.8.2 ขั้่นทบทวนประสบการณ์ เดิม	4	4	4	5	5	4.40	เหมาะสมมาก
1.8.3 ขั้่นสร้างความรู้	4	4	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.8.4 ขั้่นนำความรู้ไปใช้	4	4	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.8.5 ขั้่นประเมินผล	4	4	4	5	5	4.40	
1.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	3	4	4	4	5	4.00	เหมาะสมมาก
1.10 การวัดและประเมินผล	4	4	4	3	5	4.00	เหมาะสมมาก

ตาราง (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า ความ เหมาะสม	การประเมิน ความเหมาะสม
	1	2	3	4	5		
3. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3							
1.1 มาตรฐานการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
1.2 ผลการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 สารสำคัญ	3	5	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้	3	4	5	5	5	4.40	เหมาะสมมาก
1.5 สารการเรียนรู้	3	4	3	5	5	4.00	เหมาะสมมาก
1.6 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน	5	5	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.7 คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
1.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
1.8.1 ขั้่นนำ	4	4	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.8.2 ขั้่นทบทวนประสบการณ์ เดิม	4	4	4	5	5	4.40	เหมาะสมมาก
1.8.3 ขั้่นสร้างความรู้	4	4	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.8.4 ขั้่นนำความรู้ไปใช้	4	4	4	4	5	4.20	เหมาะสมมาก
1.8.5 ขั้่นประเมินผล	4	4	4	5	5	4.40	
1.9 สื่อและแหล่งการเรียนรู้	3	4	4	4	5	4.00	เหมาะสมมาก
1.10 การวัดและประเมินผล	4	4	4	3	5	4.00	เหมาะสมมาก

ตารางที่ 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
1	+1	+1	+1	0	+1	0.80
2	+1	+1	+1	0	+1	0.80
3	+1	+1	+1	0	+1	0.80
4	+1	+1	0	-1	+1	0.40
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	-1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	0	+1	0.80
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

ตาราง (ต่อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC
	1	2	3	4	5	
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
22	+1	+1	0	+1	+1	0.80
23	+1	+1	0	+1	+1	0.80
24	+1	+1	0	+1	+1	0.80
25	+1	+1	0	+1	+1	0.80
26	+1	+1	0	0	+1	0.60
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
32	+1	+1	0	0	+1	0.60
33	+1	+1	0	+1	+1	0.80
34	+1	+1	0	0	+1	0.60
35	+1	+1	0	0	+1	0.60
36	+1	+1	+1	0	+1	0.80
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
40	+1	+1	0	0	+1	0.60

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>	ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>
1	0.33	0.37	21	0.47	0.43
2	0.00	0.40	22	-0.13	0.13
3	0.33	0.63	23	0.40	0.40
4	0.33	0.63	24	0.33	0.57
5	0.07	0.30	25	0.33	0.70
6	0.67	0.53	26	0.27	0.67
7	0.00	0.20	27	0.33	0.77
8	0.00	0.53	28	0.33	0.30
9	0.53	0.60	29	0.73	0.43
10	0.27	0.40	30	0.00	0.67
11	0.60	0.70	31	0.47	0.70
12	-0.20	0.63	32	0.27	0.67
13	0.53	0.60	33	0.20	0.77
14	0.20	0.50	34	0.60	0.50
15	0.60	0.70	35	0.53	0.73
16	0.60	0.30	36	0.53	0.47
17	0.53	0.60	37	0.33	0.50
18	0.67	0.60	38	0.20	0.90
19	0.40	0.73	39	-0.13	0.73
20	0.40	0.47	40	0.13	0.73

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก (จำนวน 30 ข้อ)

ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>	ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>
1	0.33	0.37	16	0.47	0.43
2	0.33	0.63	17	0.40	0.40
3	0.33	0.63	18	0.33	0.57
4	0.67	0.53	19	0.33	0.70
5	0.53	0.60	20	0.27	0.67
6	0.27	0.40	21	0.33	0.77
7	0.60	0.70	22	0.33	0.30
8	0.53	0.60	23	0.73	0.43
9	0.20	0.50	24	0.47	0.70
10	0.60	0.70	25	0.27	0.67
11	0.60	0.30	26	0.20	0.77
12	0.53	0.60	27	0.60	0.50
13	0.67	0.60	28	0.53	0.73
14	0.40	0.73	29	0.53	0.47
15	0.40	0.47	30	0.33	0.50

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

ตารางที่ 16 ค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ข้อสอบปรนัย)
จำนวน 30 ข้อ

ข้อ	p	q	pq
1	0.37	0.63	0.23
2	0.40	0.60	0.24
3	0.63	0.37	0.23
4	0.63	0.37	0.23
5	0.30	0.70	0.21
6	0.53	0.47	0.25
7	0.20	0.80	0.16
8	0.53	0.47	0.25
9	0.60	0.40	0.24
10	0.40	0.60	0.24
11	0.70	0.30	0.21
12	0.63	0.37	0.23
13	0.60	0.40	0.24
14	0.50	0.50	0.25
15	0.70	0.30	0.21
16	0.30	0.70	0.21
17	0.60	0.40	0.24
18	0.60	0.40	0.24
19	0.73	0.27	0.20
20	0.47	0.53	0.25
21	0.43	0.57	0.25
22	0.13	0.87	0.12
23	0.40	0.60	0.24
24	0.57	0.43	0.25
25	0.70	0.30	0.21

ตาราง (ต่อ)

ข้อ	p	q	pq
26	0.67	0.33	0.22
27	0.77	0.23	0.18
28	0.30	0.70	0.21
29	0.43	0.57	0.25
30	0.67	0.33	0.22

$$\sum pq = 6.82$$

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder- Richardson)

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

หาค่าความแปรปรวนจากสูตร $S_t^2 = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$

เมื่อ $n = 30$

$$\sum x = 509$$

$$(\sum x)^2 = 259,081$$

$$\sum x^2 = 10,283$$

แทนค่า

$$S_t^2 = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$= \frac{30(10,283) - 259,081}{30(30-1)}$$

$$= \frac{308,490 - 259,081}{870}$$

$$= \frac{49,409}{870}$$

$$= 56.79$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad r &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\} \\
 &= \frac{30}{29} \left[1 - \frac{6.82}{56.79} \right] \\
 &= 1.03 \times 0.88 \\
 &= 0.91
 \end{aligned}$$

ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละข้อ
กับจุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า <i>IOC</i>
	1	2	3	4	5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	0	+1	+1	0.80
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	-1	+1	0.60
8	+1	+1	0	+1	+1	0.80
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	0	0	+1	0.60
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	0	-1	+1	0.40
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	0	+1	0.80
15	+1	+1	+1	0	+1	0.80
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก

ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>	ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>
1	0.52	0.79	9	0.53	0.73
2	0.40	0.79	10	0.53	0.31
3	0.31	0.64	11	0.44	0.22
4	0.36	0.73	12	0.40	0.40
5	0.51	0.76	13	0.42	0.46
6	0.37	0.79	14	0.51	0.34
7	0.34	0.80	15	0.49	0.24
8	0.31	0.79	16	0.40	0.33

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (*D*) และค่าความยากง่าย (*P*) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก (จำนวน 15 ข้อ)

ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>	ข้อ	<i>D</i>	<i>P</i>
1	0.52	0.79	9	0.53	0.73
2	0.40	0.79	10	0.53	0.31
3	0.31	0.64	11	0.44	0.22
4	0.36	0.73	12	0.42	0.46
5	0.51	0.76	13	0.51	0.34
6	0.37	0.79	14	0.49	0.24
7	0.34	0.80	15	0.40	0.33
8	0.31	0.79			

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 1.00

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบาค (Cronbach)

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

หาความแปรปรวนจากสูตร

$$S_t^2 = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

$$= \frac{30(194648) - (269361)^2}{30 \times 29}$$

$$= \frac{5839440 - 269361}{870}$$

$$= 6402.39$$

หาค่าความเชื่อมั่น เมื่อ $n = 30$

$$\sum S_i^2 = 23.93$$

$$S_t^2 = 6402.39$$

จากสูตร

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

แทนค่า

$$= \frac{30}{29} \left\{ 1 - \frac{23.93}{6402.39} \right\}$$

$$= 1.03 \times 0.97$$

$$= 1.00$$

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 1.00

ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชาชีววิทยา

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า <i>IOC</i>	ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า <i>IOC</i>
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	0	+1	+1	+1	+1	0.80	22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	0	+1	+1	+1	+1	0.80	24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
11	0	+1	+1	+1	+1	0.80	26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
12	0	+1	+1	+1	+1	0.80	27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

ตารางที่ 21 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (*IOC*) ของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา
(จำนวน 20 ข้อ)

ข้อ	ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า <i>IOC</i>	ข้อ	ผู้ผู้เชี่ยวชาญ					ค่า <i>IOC</i>
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5	
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
7	0	+1	+1	+1	+1	0.80	17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
9	0	+1	+1	+1	+1	0.80	19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา โดยใช้
โปรแกรม SPSS

ตารางที่ 22 ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาโดยใช้
โปรแกรม SPSS

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

ตาราง (ต่อ)

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.894	20

Item-Total Statistics

N of Items	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
1	71.1667	127.661	.279	.895
2	71.5000	126.603	.300	.894
3	71.0667	125.720	.401	.892
4	71.9667	115.275	.602	.886
5	70.9000	121.059	.560	.888
6	71.1000	121.679	.502	.889
7	71.3667	116.654	.615	.886
8	71.4667	119.844	.507	.889
9	71.4667	123.085	.412	.892
10	72.1333	119.706	.560	.888
11	71.5333	123.913	.497	.890
12	71.5333	118.671	.547	.888
13	71.2667	118.685	.597	.887
14	72.3333	120.437	.494	.890
15	71.7333	121.513	.380	.894
6	71.4333	110.944	.781	.880
17	72.1667	115.385	.658	.884
18	72.1000	118.714	.559	.888

ตาราง (ต่อ)

	Scale Mean	Scale Variance	Corrected Item-	Cronbach's Alpha
N of	if Item	if Item Deleted	Total	if Item Deleted
Items	Deleted		Correlation	
19	71.4333	121.151	.670	.886
20	71.6667	125.885	.334	.894

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.89

ตารางที่ 23 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (คะแนนเต็ม 30
คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	5	23	18	11	17
2	11	18	19	12	23
3	10	18	20	17	21
4	5	17	21	12	24
5	6	15	22	19	27
6	11	23	23	8	21
7	9	24	24	17	24
8	17	24	25	17	23
9	9	23	26	14	26
10	5	25	27	14	26
11	10	21	28	16	23
12	9	22	29	15	26
13	14	21	30	11	27
14	7	22	31	15	25

ตาราง (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
15	8	18	32	8	27
16	12	27	33	9	23
17	11	20			

คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 11.33 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 22.55 คะแนน

ตารางที่ 24 แสดงการคำนวณหาค่า *t-test* ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (คะแนนเต็ม 30 คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pretest - Post test	-11.21212	3.96672	.69052	-12.61866	-9.80558	-16.237	32	.000

ตาราง (ต่อ)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pretest	11.3333	33	3.89444	.67794
	Post test	22.5455	33	3.23159	.56255

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Pretest & Post test	33	.392	.024

ตารางที่ 25 แสดงการคำนวณหาค่า t-test ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (21 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30
คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00002	33	22.5455	3.23159	.56255

One-Sample Test

Test Value = 21						
				95% Confidence Interval of the		
				Mean	Difference	
	t	df	Sig. (2-tailed)	Difference	Lower	Upper
VAR00002	2.747	32	.010	1.54545	.3996	2.6913

ตารางที่ 26 คะแนนจากการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัด
การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (คะแนนเต็ม 45 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	3	37	18	0	34
2	5	34	19	7	33
3	0	24	20	16	34
4	0	20	21	7	29
5	2	23	22	16	38
6	6	37	23	3	37
7	6	35	24	5	39
8	2	38	25	10	42
9	3	29	26	11	34
10	2	30	27	7	37
11	0	37	28	6	42
12	3	28	29	5	43
13	12	38	30	15	41
14	5	36	31	4	38
15	0	37	32	3	37
16	5	34	33	0	43
17	7	24			

คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 5.33 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 35.15 คะแนน

ตารางที่ 27 แสดงการคำนวณหาค่า t-test ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม
(คะแนนเต็ม 45 คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pretest	5.3333	33	4.55979	.79376
	Post test	35.1515	33	5.66856	.98677

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Pretest & Post test	33	.630	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	Pretest - Post test	-29.81818	4.51009	.78511	31.41739	28.21897	-37.980	32	.000

ตารางที่ 28 แสดงการคำนวณหาค่า t-test ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 70 (31.5 คะแนน จากคะแนนเต็ม
 45 คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00002	33	35.1515	5.66856	.98677

One-Sample Test

Test Value = 31.5						
				Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
t	df	Sig. (2-tailed)	Lower		Upper	
VAR00002	3.700	32	.001	3.65152	1.6415	5.6615

ตารางที่ 29 คะแนนเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาที่ได้จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
	(5)	(5)
1	3.25	4.80
2	2.80	4.90
3	3.25	4.85
4	2.10	4.80
5	3.05	4.80
6	3.40	4.95
7	3.35	4.85
8	3.15	4.85
9	2.95	5.00
10	2.80	4.70
11	3.20	4.75
12	2.75	4.85
13	4.65	4.90
14	3.70	4.90
15	4.00	4.80
16	3.45	4.75
17	3.25	5.00
18	3.25	4.95
19	2.80	4.80
20	3.25	5.00
21	2.10	4.85
22	4.45	4.95
23	3.70	4.90
24	4.15	4.90

ตาราง (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (5)	คะแนนหลังเรียน (5)
25	3.55	4.90
26	3.35	4.95
27	3.80	5.00
28	3.10	4.95
29	2.70	4.95
30	3.70	5.00
31	3.05	4.95
32	4.85	5.00
33	4.05	5.00

คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 3.45 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 4.89 คะแนน

ตารางที่ 30 แสดงการคำนวณหาค่า t-test ของแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pretest	3.4530	33	.58402	.10167
	Post test	4.8939	33	.08547	.01488

ตาราง (ต่อ)

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Pretest & Post test	33	.307	.082

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
Pair			n	Mean	Lower	Upper			
1	Pretest - Post test	- 1.44091	.56367	.09812	-1.64078	-1.24104	-14.685	32	.000

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิชา



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 ชื่อ-สกุล พัทรี โพนนา กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
 รายวิชา ชีววิทยา รหัส ว 32246 เรื่อง โครงสร้าง
 และหน้าที่ของราก
 ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียน/ปีการศึกษา 2/2558 จำนวน 4 ชั่วโมง นักเรียน ๓๓ คน

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

สืบค้นข้อมูล ทดลอง อภิปรายและสรุปเกี่ยวกับเนื้อเยื่อของพืช โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก การแลกเปลี่ยนแก๊สและการคายน้ำ และกระบวนการลำเลียงน้ำได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

1. นักเรียนสามารถทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับ โครงสร้างและหน้าที่ของรากได้ (K)
2. นักเรียนสามารถทดลอง และสรุปเกี่ยวกับ โครงสร้างภายในของรากได้ (K)
3. นักเรียนมีทักษะกระบวนการกลุ่ม สามารถสืบเสาะหาความรู้ สังเกต ตลอดจนลงมือทำกิจกรรมการทดลองได้ (P)
- 4.4. นักเรียนมีความตั้งใจใฝ่เรียนรู้ มีความมุ่งมั่นในการเรียน และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (A)

สาระสำคัญ/ ความคิดรวบยอด

ราก คือ ส่วนของพืชพืชที่ไม่มีข้อ (node) หรือปล้อง (internode) และตา (bud) ทำหน้าที่ดูดน้ำและสารอาหาร ชูกิ่ง ก้าน และใบ ขึ้นสู่อากาศเพื่อรับอากาศและแสงแดด รวมทั้งยึดลำต้นให้ติดกับพื้นดิน เจริญเติบโตลงสู่ดินตามแรงโน้มถ่วงของโลก (positive geotropism) มีหน้าที่สำคัญคือ ยึดลำต้นให้ติดอยู่กับพื้นดิน ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ ๆ จากดิน ส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้น รากของพืชแบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ ได้ 4 บริเวณ ได้แก่

1. บริเวณหวมกราก (root cap)
2. บริเวณเซลล์แบ่งตัว (region of cell division)
3. บริเวณเซลล์ยืดตัวตามยาว (region of cell elongation)
4. บริเวณเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่ (region of maturation)

โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อตัดตามขวางแล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเป็นชั้น ๆ เรียงจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน ดังนี้ เอพิเดอร์มิส (Epidermis) คอร์เทกซ์ (Cortex) และสตีล (Stele)

รากของพืชมีหน้าที่ต่าง ๆ ได้แก่ รากของพืชบางชนิดทำหน้าที่สะสมอาหาร รากเช่นนี้จะมียลักษณะเป็นหัว เช่น หัวไชเท้า แครอท มันเทศ มันแกว ต้อยติ่ง กระจ่าง ถั่วพู เป็นต้น รากพืชบางชนิดมีสีเขียว จึงสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น รากกล้วยไม้ รากบางชนิดทำหน้าที่ค้ำจุน (Prop root) เช่น ไทรย้อย เตย ลำเจียก โกงกาง รากบางชนิดทำหน้าที่เกาะ (Climbing root) เช่น รากพลู พลูด่าง พริกไทย กล้วยไม้ เป็นต้น

สาระการเรียนรู้

1. โครงสร้างภายนอกและภายในของราก
2. ชนิดและหน้าที่ของราก

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา
- ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้
- อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (รูปแบบการสอน/ วิธีสอน)

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ (15 นาที)

1. ครูนำต้นไม้ที่มีองค์ประกอบของราก ลำต้น และใบ ที่สมบูรณ์มา ๒ ชนิด และใช้คำถามในการนำเข้าสู่บทเรียน ดังนี้

- นักเรียนคิดว่า ราก ทำหน้าที่ใด

(แนวคำตอบ ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ ขึ้นสู่ลำต้น กิ่ง ก้าน และ ใบ รวมทั้งยึดลำต้นให้ติดกับดิน)

1.2 ครูตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง เซลล์และเนื้อเยื่อพืช โดยใช้ตัวอย่างคำถาม ดังนี้

- เซลล์พืชและเซลล์สัตว์แตกต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ เซลล์พืชประกอบด้วย ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส ไซโทพลาซึม และคลอโรพลาสต์ แต่ในเซลล์สัตว์จะไม่พบผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์)

1.3 นักเรียนและครูร่วมกันทบทวน เรื่อง เซลล์และเนื้อเยื่อพืชว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยหน่วยเล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า เซลล์ โดยเซลล์พืชและเซลล์สัตว์มีองค์ประกอบแตกต่างกัน โดยพบผนังเซลล์และคลอโรพลาสต์ในเซลล์พืช แต่ไม่พบในเซลล์สัตว์

1.4 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายการจัดระบบของสิ่งมีชีวิตว่า เซลล์แต่ละเซลล์ที่ทำหน้าที่ร่วมกันกลายเป็นเนื้อเยื่อ เช่น เนื้อเยื่อไซเล็ม เนื้อเยื่อโฟลเอ็ม และเนื้อเยื่อแต่ละชนิดทำหน้าที่ร่วมกันกลายเป็นอวัยวะ ระบบอวัยวะ และสิ่งมีชีวิตตามลำดับ โดยพืชมีโครงสร้างที่สำคัญได้แก่ ราก ลำต้นและใบ

ขั้นที่ 2 ขั้นทบทวนประสบการณ์เดิม (30 นาที)

2.1 ครูแจกแบบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยจำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ โดยให้เวลานักเรียนทำแบบทดสอบ

2.2 ครูให้นักเรียนตอบคำถามเหล่านี้ โดยอาศัยความรู้เดิม หรือประสบการณ์ที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น โครงสร้างของรากเหมาะสมต่อการทำหน้าที่อย่างไร รากสามารถแบ่งออกตามลักษณะที่พบโดยทั่วไปได้กี่ประเภท เป็นต้น เพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้ทบทวนประสบการณ์เดิมโดยการแสดงความรู้ความเข้าใจเดิมเกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ โดยการตอบคำถาม และการอภิปรายแล้ว ผู้เรียนที่มีความรู้เดิมและสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในเรื่องที่จะเรียนได้แล้วก็จะนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ในขั้นต่อไป

*** แต่สำหรับผู้เรียนบางคนที่อาจเกิดความสงสัย หรือยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิมที่มีอยู่ได้นั้น จะต้องกิจกรรมเสริม เช่น การทำแผนผังความคิด (Mind mapping) โดยผู้เรียนจะต้องทำการสืบเสาะหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และสรุปความรู้ที่ได้เป็นแผนผังความคิด พร้อมทั้งตอบคำถามที่ครูจัดเตรียมไว้เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจก่อนนำไปสู่การเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจถูกต้องแล้ว และสามารถเชื่อมโยงรู้นั้น ไปสู่เรื่องที่จะเรียนต่อไปได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ (145 นาที)

3.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาและสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการออกแบบการทำกิจกรรมเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก 15 นาที โดยแต่ละกลุ่มนำเมล็ดพืชที่เพาะมาทำกิจกรรมการทดลองและร่วมกันออกแบบตารางบันทึกผลลงในกระดาษรายงาน

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมและวิธีการทำ

3.3 นักเรียนดำเนินการทำกิจกรรมเรื่อง โครงสร้างภายในของราก พร้อมชี้ส่วนประกอบ เช่น ไชเล็ม โพลเอม เอพิเดอร์มิส ขนราก ฯลฯ ตามที่นักเรียนเห็นจากกล้องจุลทรรศน์ โดยครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยให้เวลานักเรียนทำการกิจกรรมประมาณ 50 นาที

3.4 นักเรียนบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรม วาดภาพ และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่ พร้อมทั้งนำเสนอผลการทดลอง (20 นาที)

3.5 ครูนำภาพโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่จากสไลด์ถาวร มาให้นักเรียนได้ศึกษาความแตกต่าง (15 นาที)

3.6 นักเรียนและครูร่วมกันสรุปและอภิปรายเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม (15 นาที)

3.7 ครูอธิบายเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของรากโดยใช้สื่อ power point จากนั้นครูให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างภายในตามขวางของรากโดยศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก และนักเรียนอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม (30 นาที)

ขั้นที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (30 นาที)

4.1 นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น หรือนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวัน เช่น การปลูกหญ้าแฝก ซึ่งเป็นโครงการหนึ่งของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช มีจุดประสงค์ที่สำคัญ เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น เนื่องจากหญ้าแฝกเป็นพืชที่มีระบบรากลึก แผลกระจายลงไปในดินตรง ๆ เป็นแผงเหมือนกำแพง ช่วยกรองตะกอนดินและรักษาหน้าดินได้ดี เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเห็น ความสำคัญของการเรียน

4.2 ตัวแทนกลุ่มแต่ละกลุ่มออกมารับแบบฝึกหัดเรื่อง โครงสร้างภายในของราก และแจกให้กับสมาชิกภายในกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของราก โดยการเติมคำศัพท์เกี่ยวกับโครงสร้างภายในของรากลงในข้อความให้ถูกต้องและวาดภาพเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่และ โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ซึ่ง โครงสร้างภายในของรากแตกต่างกัน

ขั้นที่ 5 ทบทวน (20 นาที)

5.1 ตัวแทนกลุ่มออกมารับแบบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก ซึ่งเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดเดียวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ โดยให้เวลานักเรียนทำแบบทดสอบ 20 นาที

การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
<p>ด้านความรู้ (K)</p> <p>1. สืบค้นข้อมูล ทดลอง อธิบาย และอภิปราย เกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของรากได้</p> <p>2. สืบค้นข้อมูล ทดลอง และสรุปเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของรากได้</p>	<p>- การตอบคำถามในชั้นเรียน</p> <p>- การสรุปความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาลงใส่สมุดบันทึก</p> <p>- การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก</p> <p>- การทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก</p>	<p>- คำถามในชั้นเรียน</p> <p>- สมุดบันทึกวิชาชีววิทยา</p> <p>- แบบทดสอบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก</p> <p>- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก</p>	<p>นักเรียนสามารถตอบคำถามในชั้นเรียนและสรุปความรู้ได้ถูกต้องร้อยละ 70</p>
<p>ด้านทักษะกระบวนการ (P)</p> <p>3. นักเรียนมีทักษะกระบวนการกลุ่ม สามารถสืบเสาะหาความรู้ สังเกต ตลอดจนลงมือทำกิจกรรมการทดลองได้</p>	<p>- การทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก</p>	<p>- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม</p>	<p>- พฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี</p> <p>- นักเรียนสามารถทำกิจกรรมเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของรากได้ถูกต้องร้อยละ 70</p>

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
ด้านคุณลักษณะ (A) 4. นักเรียนมีความตั้งใจ ใฝ่เรียนรู้ มีความมุ่งมั่นในการเรียน และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์	- การสังเกตพฤติกรรม คุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	พฤติกรรมการเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี

สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ชีววิทยา เล่ม 3
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
3. ใบกิจกรรมเรื่อง โครงสร้างภายในของราก
4. Power Point เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
5. กถ้องจุลทรรศน์
6. อุปกรณ์การทดลอง เช่น ข้าว ข้าวโพด ถั่วเขียว ฯลฯ
7. ภาพโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่
8. ใบงาน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
9. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก
10. และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก

บันทึกหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ผลการจัดการเรียนรู้, ปัญหา/อุปสรรค, แนวทางแก้ไข)

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

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

ความเห็นของอาจารย์พี่เลี้ยง

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....อาจารย์พี่เลี้ยง

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

ความเห็นหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

ลงชื่อ.....หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

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

อนุมัติให้ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ ไม่อนุมัติ เพราะ.....

ความเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ฝ่ายวิชาการ

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของกลุ่ม

วันที่ประเมิน..... เรื่องที่สอน.....

กลุ่มที่.....

สมาชิกในกลุ่ม 1.เลขที่.....

2.เลขที่.....

3.เลขที่.....

4.เลขที่.....

5.เลขที่.....

6.เลขที่.....

รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. มีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างรวดเร็ว และเป็นระเบียบเรียบร้อย					
2. มีการปรึกษาหารือกันก่อนทำงาน					
3. รับผิดชอบหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมาย					
4. ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน					
5. มีการซักถาม และทบทวนเนื้อหาให้สมาชิกทุกคนเกิดความเข้าใจตรงกัน					
รวม (25)					

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรม

ความบ่อยครั้งของพฤติกรรม	คะแนน
พฤติกรรมทำอย่างสม่ำเสมออยู่ในระดับดีมาก โดยแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป	5
พฤติกรรมทำอย่างสม่ำเสมออยู่ในระดับดี โดยการแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 70-75	4
พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้งอยู่ในระดับปานกลาง โดยการแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 60-69	3
พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้งอยู่ในระดับน้อย โดยการแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 50-59	2
พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้งมากหรืออาจจะไม่ทำเลย อยู่ในระดับต้องปรับปรุง โดยการแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ 50	1

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
23 คะแนนขึ้นไป	ดีมาก
20-22 คะแนน	ดี
15-19 คะแนน	ปานกลาง
10-14 คะแนน	น้อย
ต่ำกว่า 10 คะแนน	ปรับปรุง

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรม

ความบ่อยครั้งของพฤติกรรม	คะแนน
พฤติกรรมทำอย่างสม่ำเสมออยู่ในระดับดีมาก โดยแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป	5
พฤติกรรมทำอย่างสม่ำเสมออยู่ในระดับดี โดยการแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 70-79	4
พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้งอยู่ในระดับปานกลาง โดยการแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 60-69	3
พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้งอยู่ในระดับน้อย โดยการแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 50-59	2
พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้งมากหรืออาจจะไม่ทำเลย อยู่ในระดับต้องปรับปรุง โดยการแสดงพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าร้อยละ 50	1

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 คะแนนขึ้นไป	ดีมาก
10-12 คะแนน	ดี
7-9 คะแนน	ปานกลาง
4-6 คะแนน	น้อย
ต่ำกว่า 4 คะแนน	ปรับปรุง

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

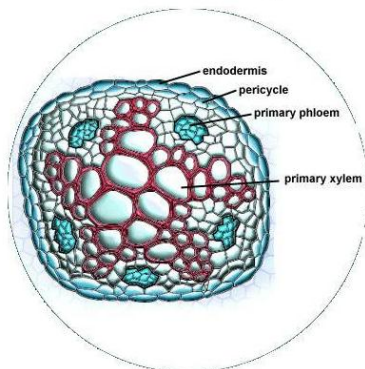
(.....)

วันที่

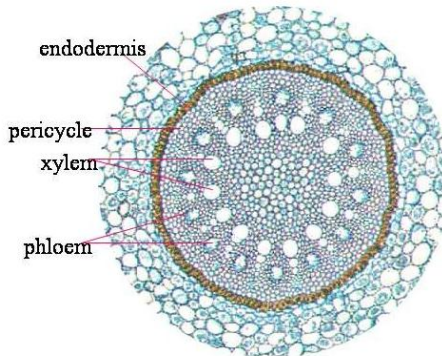
ใบกิจกรรม

เรื่อง โครงสร้างภายในของราก

พืชใบเลี้ยงคู่



พืชใบเลี้ยงเดี่ยว



จุดประสงค์การเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

สาระสำคัญ

.....

.....

.....

.....

วัสดุอุปกรณ์

.....

.....

.....

.....

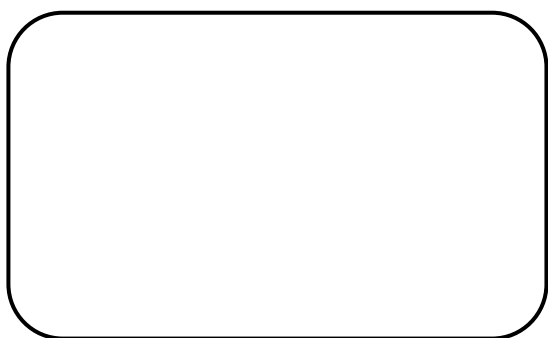
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

.....

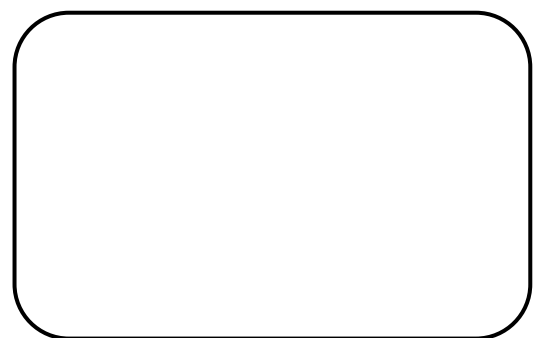
วิธีการดำเนินการทดลอง

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

ผลการทดลอง



.....



.....

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

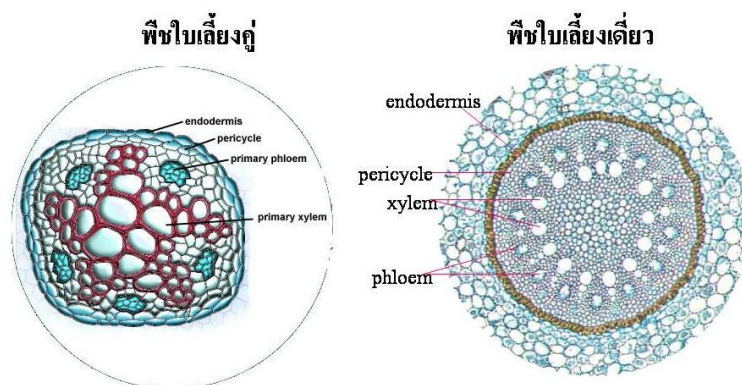
.....

ตารางเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่

โครงสร้างภายใน	รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	รากพืชใบเลี้ยงคู่

เฉลยใบกิจกรรม

เรื่อง โครงสร้างภายในของราก



จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายลักษณะ โครงสร้างภายในของรากในแนวตัดขวางจากด้านนอกเข้าสู่ด้านในได้
2. เปรียบเทียบลักษณะ โครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่

สาระสำคัญ

โครงสร้างภายในของราก ประกอบด้วย เนื้อเยื่อชั้นผิว คอร์เทกซ์ และสตีล ซึ่งประกอบด้วย เพอริไซเคิล มดท่อลำเลียง และไส้ไม้ โดยมดท่อลำเลียง ประกอบด้วยกลุ่มเนื้อเยื่อโฟลเอ็ม และกลุ่มเนื้อเยื่อไซเล็ม ซึ่งมีการเรียงตัวแตกต่างกันระหว่างรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่

วัสดุอุปกรณ์

1. เมล็ดถั่วเขียว และเมล็ดข้าวโพด
2. สีซฟานิน ไอ และน้ำยาอุทัยทิพย์
3. หัวไชเท้า
4. กระดาษทิชชู
5. งานเพาะเชื้อ/งานแบนสำหรับใส่ น้ำ
6. ใบมีดโกน
7. พู่กัน
8. หลอดหยด
9. สไลด์และกระจกปิดสไลด์

10. กล้องจุลทรรศน์

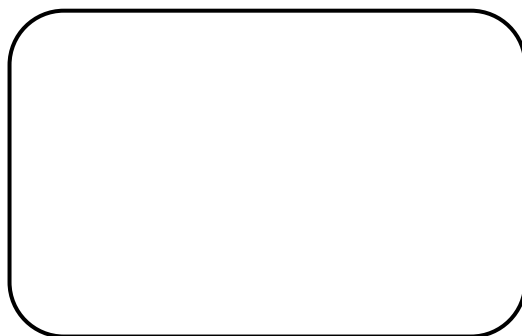
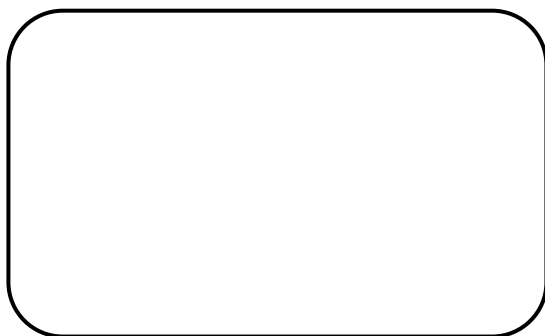
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ๕๐ นาที

วิธีการดำเนินการทดลอง

1. เพาะเมล็ดถั่วเขียวและเมล็ดข้าวโพด โดยนำเมล็ดพืชดังกล่าวแช่น้ำประมาณ 6-12 ชั่วโมง จากนั้นนำเมล็ดพืชแต่ละชนิดโรยลงในร่องกระเพาะเพาะที่มีดินบรรจุ กลบดินบางๆ แล้วพรมน้ำ ใช้ระยะเวลาเพาะประมาณ 1-2 สัปดาห์
2. คัดเลือกต้นถั่วเขียวและต้นข้าวโพดที่สมบูรณ์ แล้วใช้ใบมีดโกนตัดเฉพาะส่วนรากมาแช่น้ำในจานเพาะเชื้อ จากนั้นนำหัวไชเท้ามาตัดเป็นท่อนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีความยาวใกล้เคียงกับความยาวของราก
3. นำชิ้นหัวไชเท้าที่ตัดเตรียมไว้มาประกบรากของพืชให้หน้าตัดอยู่ในแนวระนาบเดียวกัน จากนั้นจับใบมีดโกนเข้าหารากที่ต้องการตัด โดยตัดชิ้นตัวอย่างรากให้บางที่สุด ระวางห้ามเลื่อยรากพืชตัวอย่าง เพราะจะทำให้เนื้อเยื่อพืชเกิดความเสียหาย แล้วนำชิ้นตัวอย่างรากที่ได้ไปแช่น้ำในจานเพาะเชื้อ
4. เลือกชิ้นตัวอย่างรากที่ตัดได้บางและสมบูรณ์ที่สุดประมาณ 1-2 ชิ้นแล้วใช้ฟู่กันแตะมาวางบนสไลด์ ย้อมชิ้นตัวอย่างราก โดยหยดสารละลายซาฟานิน ไอทีเตรียมไว้ ลงบนชิ้นตัวอย่างรากประมาณ 3-5 นาที
5. เมื่อครบระยะเวลาการย้อมสีที่กำหนด นำกระดาษทิชชู ๑ แผ่น พับเป็นรูปสามเหลี่ยมแล้วใช้มุมกระดาษขั้บสารละลายรอบชิ้นตัวอย่าง ล้างสีย้อมออกด้วยน้ำ ๑-๒ ครั้ง โดยหยคน้ำลงบนชิ้นตัวอย่าง แล้วใช้กระดาษทิชชูซับน้ำออก
6. หยคน้ำลงบนสไลด์ใกล้กับชิ้นตัวอย่างแล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ระวางอย่างให้เกิดฟองอากาศ
7. ใช้มุมของกระดาษทิชชูที่พับเป็นรูปสามเหลี่ยมซับน้ำที่ซึมออกมาบริเวณขอบกระจกปิดสไลด์และระวางอย่างให้กระจกปิดสไลด์ด้านบนเปียกน้ำ
8. นำสไลด์ไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเริ่มต้นจากเลนส์ใกล้วัตถุที่มีกำลังขยาย 4 x แล้วเปลี่ยนเป็นกำลังขยายสูงขึ้นเพื่อศึกษารายละเอียด โครงสร้างภายในของรากพืชตัวอย่างได้ละเอียดและชัดเจนมากขึ้น

ผลการทดลอง

1. ให้นักเรียนวาดภาพโครงสร้างภายในตามแนวตัดขวางจากด้านนอกเข้าสู่ด้านในของ รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด) และรากพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว) ที่ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ลงใน วงกลมที่กำหนดให้ ระบุส่วนประกอบต่างๆ ที่เห็น แล้วเปรียบเทียบโครงสร้างภายในระหว่างพืช ใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่



.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางเปรียบเทียบโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่

โครงสร้างภายใน	รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	รากพืชใบเลี้ยงคู่
1. เนื้อเยื่อชั้นผิว	มีเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวเรียงตัวเพียงชั้นเดียว เซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นขนราก	มีเซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวเรียงตัวเพียงชั้นเดียว เซลล์เนื้อเยื่อชั้นผิวอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นขนราก
2. คอร์เทกซ์	ประกอบด้วยเซลล์พาราเควมาเป็นหลัก เซลล์มีการเรียงตัวเป็นชั้นเดียว สังกะสีได้ชัดเจน	ชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืชใบเลี้ยงคู่มีความกว้างมากกว่าชั้นคอร์เทกซ์ของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แต่สังกะสีเห็นชั้นเอนโดเดอริมิสไม่ชัดเจนเท่าใบเลี้ยงเดี่ยว
3. สตีล	มีมัดท่อลำเลียงเรียงตัวกันเป็นแฉกมากกว่า ๔ แฉก โดยเนื้อเยื่อไซเล็มจะเรียงตัวอยู่ด้านใน ส่วนเนื้อเยื่อโฟลเอ็มจะเรียงตัวทางด้านนอกของมัดท่อลำเลียง	มีมัดท่อลำเลียงเรียงตัวกันเป็นแฉกประมาณ ๔ แฉก โดยมัดท่อลำเลียงของรากพืชใบเลี้ยงคู่จะมีขนาดเล็กกว่ารากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

แบบฝึกหัด

เรื่อง โครงสร้างภายในของราก

ให้นักเรียนเลือกคำศัพท์โครงสร้างภายในที่สอดคล้องกับข้อความด้านล่างและเติมคำศัพท์ลงในช่องว่างหน้าข้อความนั้น



เนื้อเยื่อ ไซเล็ม	เนื้อเยื่อ โพลีเอม	เนื้อเยื่อ ชั้นผิว	เซลล์ขน
ราก	สตีลคอร์ดเทกซ์	เอนโดเดอร์มิส	เพอริไซเคล
งัดหลวลิยง	๒๕๖๗		

- _____ โครงสร้างที่ประกอบด้วย เวสเซล (vessel) เทรคีด (tracheid) พาเรงคิมา (parenchyma) และเซลล์เส้นใย (fibre cell) ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร
- _____ โครงสร้างที่ประกอบด้วย เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermal cell) ที่เรียงเป็นแถวทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อที่อยู่ด้านใน
- _____ โครงสร้างที่ประกอบด้วย ท่อลำเลียงอาหาร (sieve tube) เซลล์ประกบ (companion cell) พาเรงคิมา (parenchyma) และอาจมีเซลล์เส้นใย (fibre cell) ทำหน้าที่ในการลำเลียงอาหาร
- _____ ชั้นของเซลล์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) เป็นจุดกำเนิดของรากแขนง (lateral root)
- _____ ชั้นของเซลล์ที่อยู่ระหว่างเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) และเนื้อเยื่อลำเลียง (vascular tissue) ส่วนใหญ่เป็นเซลล์พาเรงคิมา (parenchyma cell)
- _____ แถวที่อยู่ด้านในสุดของเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) มักเห็นเซลล์เรียงกันเป็นแถว
- _____ เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermal cell) บางเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมน้ำและธาตุอาหาร



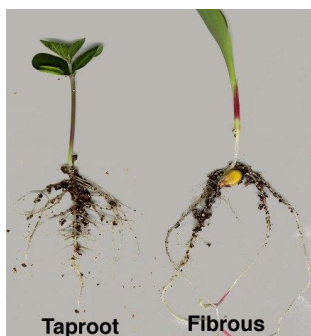
เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง โครงสร้างภายในของราก

ให้นักเรียนเลือกคำศัพท์โครงสร้างภายในที่สอดคล้องกับข้อความด้านล่างและเติมคำศัพท์ลงในช่องว่างหน้าข้อความนั้น

เนื้อเยื่อไซเล็ม เนื้อเยื่อโฟลเอ็ม เนื้อเยื่อชั้นผิว เซลล์ขนราก
สตีล
คอร์เทกซ์ เอนโดเดอร์มิส เพอริไซเคลิ มัดท่อลำเลียง ใ้สีไม้

<u>เนื้อเยื่อไซเล็ม</u>	โครงสร้างที่ประกอบด้วย เวสเซล (vessel) เทรคีด (tracheid) พารังคิมา (parenchyma) และเซลล์เส้นใย (fibre cell) ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร
<u>เนื้อเยื่อชั้นผิว</u>	โครงสร้างที่ประกอบด้วย เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermal cell) ที่เรียงเป็นแถวทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อที่อยู่ด้านใน
<u>เนื้อเยื่อโฟลเอ็ม</u>	โครงสร้างที่ประกอบด้วย ท่อลำเลียงอาหาร (sieve tube) เซลล์ประกบ (companion cell) พารังคิมา (parenchyma) และอาจมีเซลล์เส้นใย (fibre cell) ทำหน้าที่ในการลำเลียงอาหาร
<u>เพอริไซเคลิ</u>	ชั้นของเซลล์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) เป็นจุดกำเนิดของรากแขนง (lateral root)
<u>คอร์เทกซ์</u>	ชั้นของเซลล์ที่อยู่ระหว่างเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermis) และเนื้อเยื่อลำเลียง (vascular tissue) ส่วนใหญ่เป็น <u>เซลล์พารังคิมา</u> (parenchyma cell)
<u>เอนโดเดอร์มิส</u>	แถวที่อยู่ด้านในสุดของเนื้อเยื่อพื้น (ground tissue) มักเห็นเซลล์เรียงกันเป็นแถว
<u>เซลล์ขนราก</u>	เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermal cell) บางเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมน้ำและธาตุอาหาร

ใบความรู้เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของราก

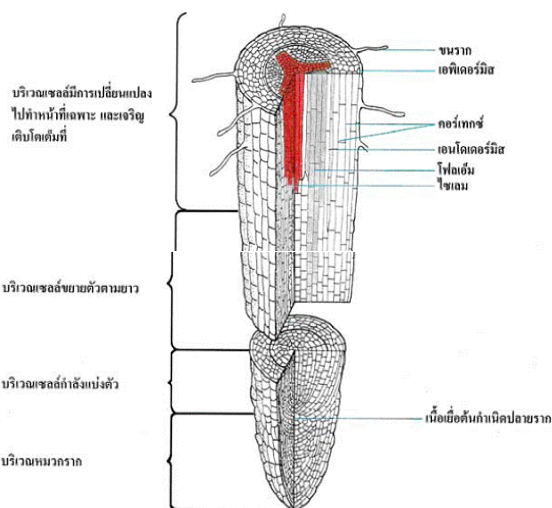


โครงสร้าง หน้าที่และชนิดของราก

รากของพืชมีหน้าที่สำคัญ คือ ยึดลำต้นให้ติดอยู่กับพื้นดิน ทำหน้าที่ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุต่างๆ จากดิน ส่งไปยังส่วนต่างๆ ของลำต้น รากของพืชบางชนิดทำหน้าที่สะสมอาหาร รากเช่นนี้จะมีลักษณะเป็นหัว เช่น หัวไชเท้า แครอท มันเทศ มันแกว ต้อยติ่ง กระชาย ถั่วพู เป็นต้น รากพืชบางชนิดมีสีเขียว จึงสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เช่น รากกล้วยไม้ รากบางชนิดทำหน้าที่ค้ำจุน (Prop root) เช่น ไทรย้อย เตย ลำเจียก โกงกาง รากบางชนิดทำหน้าที่เกาะ (Climbing root) เช่น รากพญาพฤกษาค่าง พริกไทย กล้วยไม้ เป็นต้น

1. การแบ่งบริเวณของราก

เนื่องจากรากถือได้ว่าเป็นอวัยวะหนึ่งของพืชจึงประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่างๆ ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 แสดงบริเวณต่างๆ ของปลายรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวตัดตามยาว (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556 หน้า 11)

โครงสร้างภายในของรากนับจากปลายสุดของรากขึ้นไป แบ่งเป็นบริเวณต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 **บริเวณหมวกราก (Root cap)** ประกอบด้วยเซลล์ พาราคีมา หลายชั้นที่ปกคลุมเนื้อเยื่อเจริญที่ปลายรากที่อ่อนแอไว้ เซลล์ในบริเวณนี้มีอายุสั้น เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการฉีกขาดอยู่เสมอ เพราะส่วนนี้จะยาวออกไปและชนไซลิกกลงไปในดินเซลล์เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ

ส่วนใหญ่รากพืชจะมีหมวกราก ซึ่งเป็น โครงสร้างที่สำคัญในการเบิกนำส่วนอื่น ๆ ของรากลงไปในดิน เป็นการป้องกันส่วนอื่น ๆ ของรากไม่ให้เป็นอันตรายในการไชลงดิน เซลล์บริเวณหมวกรากจะหลั่งเมือกคื่น (Mucilage) ออกมา สำหรับให้ปลายรากแทงลงไปในดินได้ง่ายขึ้น

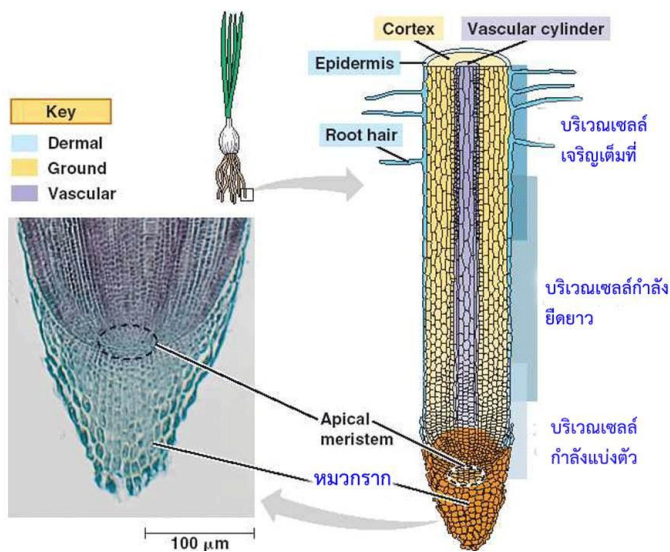
1.2 **บริเวณเซลล์แบ่งตัว (Region of cell division)** อยู่ถัดจากบริเวณหมวกรากขึ้นไป ประกอบด้วยเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายราก (Apical meristem) ที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องเนื้อเยื่อเจริญ เซลล์มีขนาดเล็ก มีผนังเซลล์บาง ในแต่ละเซลล์มี โพรโทพลาซึม เข้มข้นและมีปริมาณมากเป็นบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (Mitosis) บางเซลล์ที่แบ่งได้จะทำหน้าที่แทนเซลล์หมวกรากที่ตายไปก่อนบางส่วนจะยึดตัวยาวขึ้นแล้วอยู่ในบริเวณเซลล์ยึดตัวที่เป็นส่วนที่อยู่สูงขึ้นไป

1.3 **บริเวณเซลล์ยึดตัวตามยาว (Region of cell elongation)** ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างยาว ซึ่งเกิดมาจากเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญที่แบ่งตัวแล้ว อยู่ในบริเวณที่สูงกว่าบริเวณเนื้อเยื่อเจริญ การที่เซลล์ขยายตัวตามยาวทำให้รากยาวเพิ่มขึ้น

1.4 **บริเวณเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่ (Region of maturation)** อยู่สูงถัดจากบริเวณเซลล์ยึดตัวขึ้นมา เซลล์ในบริเวณนี้เจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดต่าง ๆ

ในบริเวณนี้มีเซลล์ขนราก (Root hair cell) เป็นเซลล์เดี่ยวที่มีขนรากเป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ยื่นออกไปเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมน้ำและแร่ธาตุ เซลล์ขนรากเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ เอพิเดอร์มิส บางเซลล์ เซลล์ขนรากจะมีอยู่เฉพาะบริเวณนี้เท่านั้นเซลล์ขนรากมีอายุประมาณไม่เกิน 7-8 วัน แล้วจะเหี่ยวแห้งตายไป แต่ขนรากในบริเวณเดิมจะมีเซลล์ใหม่สร้างเซลล์ขนรากขึ้นมาแทนที่ เนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณนี้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดต่าง ๆ ต่อไป

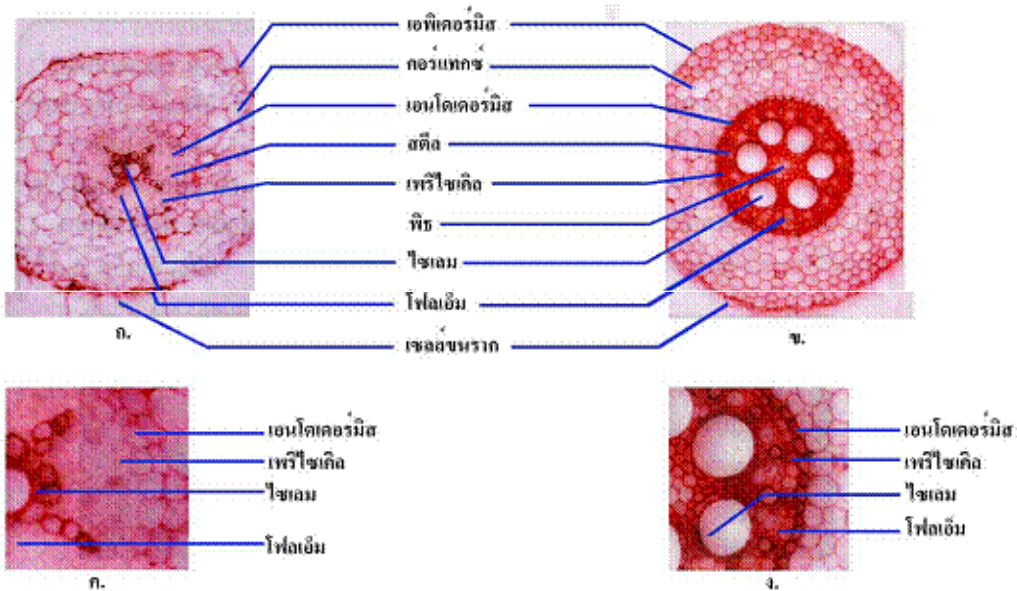
เซลล์บริเวณขนราก เป็นเซลล์ที่เริ่มแก่ตัวแล้วเจริญไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรชนิดเนื้อเยื่อถาวรขั้นต้น (Primary permanent tissue) บริเวณขนรากประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชนิดคือ เอพิเดอร์มิส (Epidermis) คอร์เทกซ์ (Cortex) และสตีล (Stele)



ภาพที่ 1-2 โครงสร้างตามยาวของราก

2. โครงสร้างภายในของราก

เนื้อเยื่อของรากพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อตัดตามขวางแล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการเรียงตัวของเนื้อเยื่อเป็นชั้น ๆ เรียงจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน ดังนี้



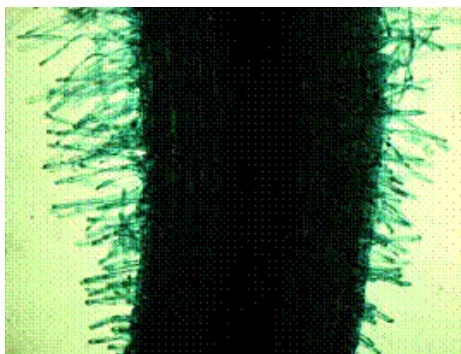
ภาพที่ 2-1 แสดงรากตัดตามขวางแสดงการเจริญเติบโตขั้นแรก

ก. รากพืชใบเลี้ยงคู่ (ถั่วเขียว) ข. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

ค. รากพืชใบเลี้ยงคู่ขยาย (ถั่วเขียว) ง. รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวขยาย (ข้าวโพด)

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, หน้า 14)

2.1 เอพิดERMิส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ชั้นนอกสุดมีการเรียงตัวของเซลล์เพียงชั้นเดียว แต่เรียงชิดกัน เซลล์มีผนังบางไม่มีคลอโรพลาสต์ มีเวกิวโอลขนาดใหญ่ บางเซลล์เปลี่ยนไปเป็นเซลล์ขนราก เอพิดERMิส มีหน้าที่ป้องกันอันตรายให้แก่เนื้อเยื่อที่อยู่ภายในขนรากของเอพิดERMิส ช่วยลดน้ำและแร่ธาตุ และป้องกันไม่ให้น้ำจ้ำกรากมากเกินไป

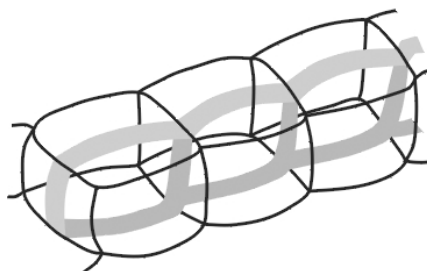


ภาพที่ 2-2 แสดง ขนรากเป็นเซลล์ ที่เปลี่ยนมาจากเอพิดERMิส (Koning, R.E., 1994)

ที่มา : http://plantphys.info/Plant_Biology/roots.html

2.2 คอร์เทกซ์ (Cortex) อยู่ระหว่างชั้น เอพิดERMิส และสตีล เนื้อเยื่อส่วนนี้ประกอบด้วยเซลล์ พาราคิมา เป็นส่วนใหญ่ เซลล์เหล่านี้มีผนังบางอ่อนนุ่ม อดน้ำได้ดี เซลล์พาราคิมา ทำหน้าที่สะสมน้ำและอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ คือ เอนโดเดอร์มิส

2.3 เอนโดเดอร์มิส (Endodermis) เป็นเซลล์แถวเดียวกันเหมือนกับเอพิดERMิส เอนโดเดอร์มิสจะเห็น ได้ชัดเจนในรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เซลล์ชั้นนี้เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีสารซูเบอริน (Suberin) หรือ ลิกนิน (Lignin) มาเคลือบทำให้ผนังหนาขึ้น ทำให้เป็นแถบหรือปลอกอยู่ เซลล์แถบหนาดังกล่าว เรียกว่า แคสพารีอันสตริป (Caspian strip)

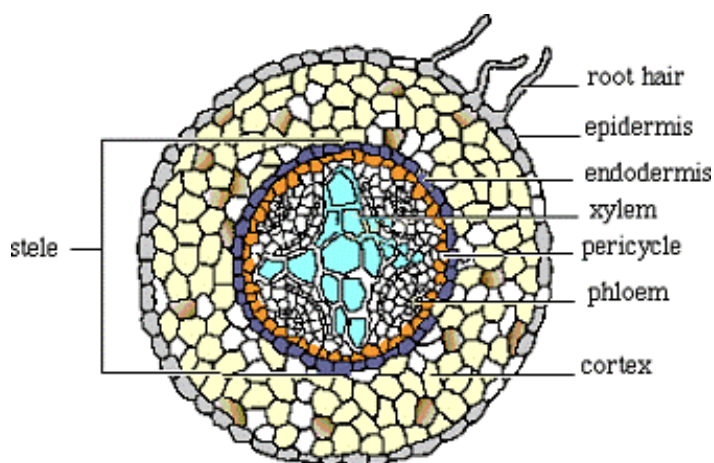


ภาพที่ 2-3 แสดงแคสพารีอันสตริป (Caspian strip) ที่เซลล์ของเอนโดเดอร์มิส

สำหรับแคสพาเรียนสตรีปนี้ น้ำและอาหารไม่สามารถผ่านเข้าออกได้โดยสะดวก ช่วงนี้จะอยู่ในบริเวณที่มีขนราก บางทฤษฎีอธิบายว่า การลำเลียงน้ำและแร่ธาตุสามารถผ่านเซลล์บางเซลล์ที่อยู่ในชั้น เอนโดเดอร์มิสได้ เซลล์เหล่านี้มีผนังบาง เรียกว่า พาสเซจเซลล์ (Passage cell) และพาสเซจเซลล์นี้จะอยู่ตรงกับแนวของท่อไซเลม

2.4 สตีล (Stele) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากชั้น เอนโดเดอร์มิส เข้าไปในราก สตีลจะแคบกว่าคอร์เทกซ์ สตีล ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ คือ

2.4.1 เพรไซเคิล (Pericycle) ประกอบด้วยเซลล์ พาเรงคิมา เป็นส่วนใหญ่เซลล์เรียงตัวเดียว แต่อาจมีมากกว่าแถวเดียวก็ได้ ชั้นนี้อยู่ด้านนอกสุดของสตีล เพรไซเคิล พบเฉพาะในรากเท่านั้น และเห็นชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงคู่ เพรไซเคิล เป็นส่วนที่ให้กำเนิดรากแขนง (Secondary root) ที่แตกออกทางด้านข้าง (Lateral root)



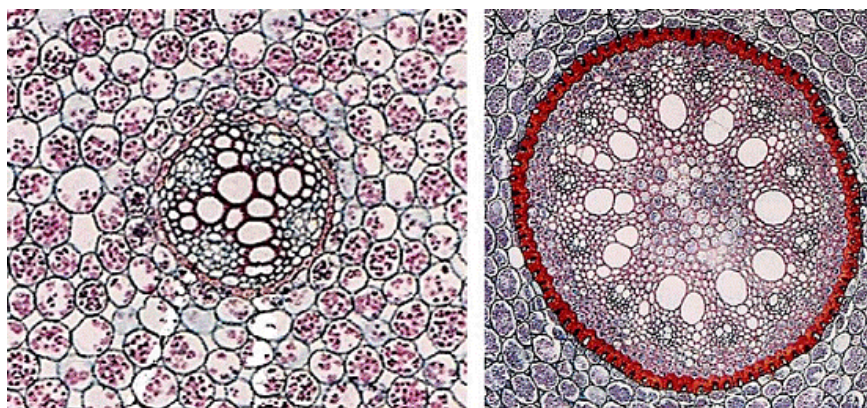
ภาพที่ 2-4 แสดงสตีล (Stele) และ เพรไซเคิล (Pericycle)

(Botanical Sciences Plant Reproduction and Development, No Date)

2.4.2 มัดท่อลำเลียงหรือวาสคิวลาร์บันเดิล (Vascular bundle) ประกอบด้วยไซเลมและโฟลเอ็ม ในรากพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นการเรียงตัวของไซเลมที่อยู่ใจกลางราก เรียงเป็นแฉก (Arch) ชัดเจนและมีโฟลเอ็มอยู่ระหว่างแฉกนั้น แฉกที่เห็นมีจำนวน 1-6 แฉก แต่โดยทั่วไปพบเพียง 4 แฉก สำหรับรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไซเลมมิได้เข้าไปอยู่ใจกลางราก แต่เรียงตัวเป็นแฉกและมีโฟลเอ็มแทรกอยู่ระหว่างแฉกเช่นเดียวกัน จำนวนแฉกของไซเลมในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวนั้นมีมากกว่าในรากพืชใบเลี้ยงคู่

รากพืชใบเลี้ยงคู่ยังมี วาสคิวลาร์ แคมเบียม (Vascular cambium) หรือ แคมเบียม (Cambium) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเจริญเกิดขึ้นระหว่าง โพลีเอ็มขั้นแรกและไซเลม ขั้นแรก รายละเอียดของเนื้อเยื่อลำเลียงกล่าวไว้แล้วในหัวข้อเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน

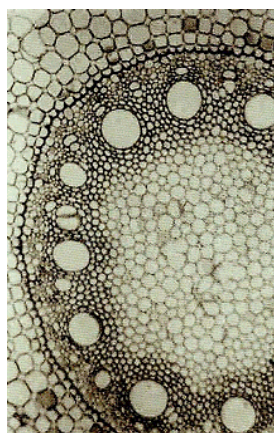
วาสคิวลาร์ แคมเบียม ทำให้เกิดการเจริญเติบโตขั้นที่สอง (Secondary growth) โดยแบ่งตัวให้ไซเลมขั้นที่สอง (Secondary xylem) อยู่ทางด้านในและโพลีเอ็ม ขั้นที่สอง (Secondary phloem) อยู่ทางด้านนอก เมื่อมีการเจริญเติบโตขั้นที่สองเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้โพลีเอ็มขั้นแรก คอร์เทกซ์และเอพิคอร์มิสถูกดันออกและถอยร่นออกไป



มัดท่อลำเลียงของรากพืชใบเลี้ยงคู่ มัดท่อลำเลียงของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

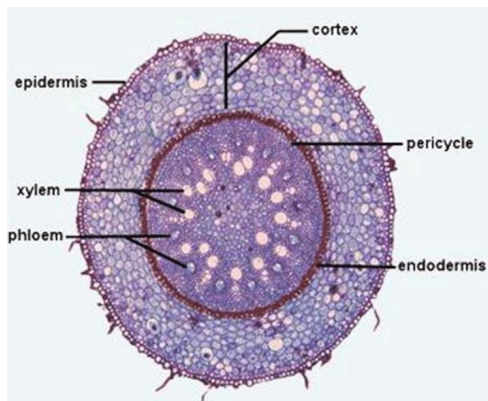
ภาพที่ 2-5 แสดงมัดท่อลำเลียงหรือวาสคิวลาร์บันเดิล (Vascular bundle) ของรากพืช

2.4.3 พืช (Pith) เป็นส่วนใจกลางของราก หรืออาจเรียกว่า ใส่ในของราก ประกอบด้วย เซลล์ พาราคิมาในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นส่วนนี้ได้ชัดเจน ส่วนในรากพืชใบเลี้ยงคู่ ใจกลางของรากจะเป็นไซเลม

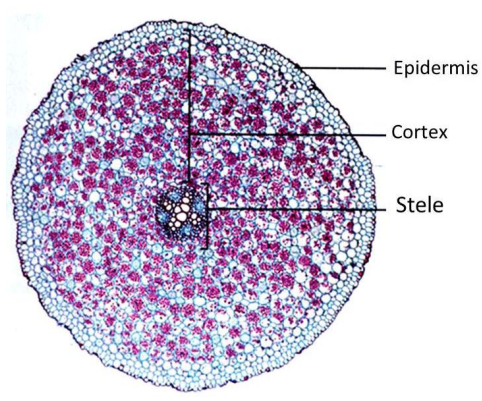


ภาพที่ 2-6 แสดง Pith ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

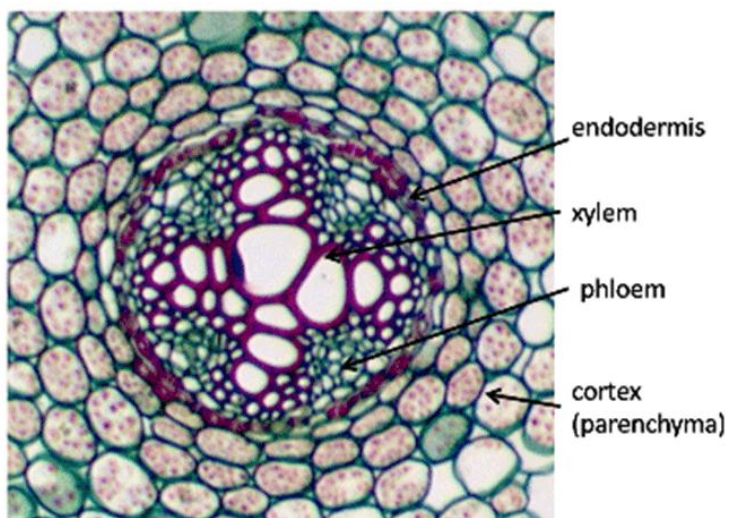
ภาพ เปรียบเทียบ โครงสร้างภาคตัดขวางของรากพืชใบเลี้ยงคู่และรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



ภาพ ภาคตัดขวางรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว



ภาพ ภาคตัดขวางรากพืชใบเลี้ยงคู่



ภาพ โครงสร้างบริเวณสตีลของรากพืชใบเลี้ยงคู่

ตาราง แสดงความแตกต่างระหว่างโครงสร้างภาคตัดขวางรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและรากพืชใบเลี้ยงคู่

รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	รากพืชใบเลี้ยงคู่
1. มีขนราก	1. มีขนรากในช่วงที่เมื่อดังอกใหม่ เมื่อเจริญเติบโตแล้วจะไม่มีขนราก
2. มีไซเล็มเรียงเป็นแฉกมากกว่า 6 แฉก	2. มีไซเล็มเรียงเป็นแฉกประมาณ 3-4 แฉก
3. ปกติไม่มีเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเบียม อยู่ระหว่างไซเล็มกับโฟลเอ็ม จึงไม่มีการเจริญเติบโต ในระยะทุติยภูมิ ยกเว้นพืชบางชนิด	3. มีเนื้อเยื่อวาสคิวลาร์แคมเบียม อยู่ระหว่างไซเล็ม กับ โฟลเอ็ม เพื่อให้กำเนิดเนื้อเยื่อที่เจริญเติบโตในระยะทุติยภูมิ
4. ไม่มีคอร์ก และคอร์กแคมเบียม	4. ถ้าเป็นไม้ต้น จะมีคอร์ก และ คอร์กแคมเบียม
5. เอนโดเดอร์มิสเห็นเป็นแนวชัดเจนดี และ เห็นแคสพาเรียนสตรีพเด่นชัดกว่าในรากพืชใบเลี้ยงคู่	5. เอนโดเดอร์มิส เรียงชั้นเดียว มีผนังค่อนข้างหนา และมีเมือกเป็งมาก และส่วนใหญุ่มักเห็นเอนโดเดอร์มิสไม่ชัด หรือ ไม่มีเลย

หน้าที่ของราก

รากมีหน้าที่หลักที่สำคัญ คือ

1. ดูด (absorption) น้ำและแร่ธาตุที่ละลายน้ำจากดินเข้าไปในลำต้น
 2. ลำเลียง (conduction) น้ำและแร่ธาตุรวมทั้งอาหารซึ่งพืชสะสมไว้ในรากขึ้นสู่ส่วนต่าง ๆ ของลำต้น
 3. ยึด (anchorage) ลำต้นให้ติดกับพื้นดิน
 4. แหล่งสร้างฮอร์โมน (producing hormones) รากเป็นแหล่งสำคัญในการผลิตฮอร์โมนพืชหลายชนิด เช่น ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน ซึ่งจะถูกลำเลียงไปใช้เพื่อการเจริญพัฒนาของส่วนลำต้น ส่วนยอด และส่วนอื่น ๆ ของพืช นอกจากนี้ยังมีรากของพืชอีกหลายชนิดที่ทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ เช่น สะสมอาหาร สังเคราะห์แสง ก้ำจุน ยึดเกาะ หายใจ เป็นต้น
- ชนิดของราก

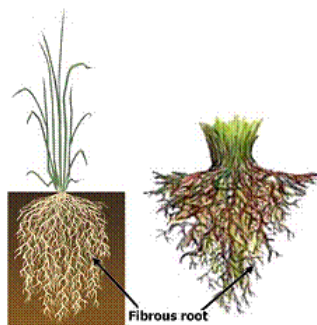
เมื่อจำแนกตามกำเนิด จะจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. primary root เป็นรากที่มีกำเนิดและเจริญเติบโตมาจาก radicle รากชนิดนี้ตอนโคนจะโตแล้วค่อยๆ เรียวเล็กลงเรื่อยๆ จนถึงปลายซึ่งก็คือ รากแก้ว (tap root) นั่นเอง

2. secondary root เป็นรากที่มีกำเนิดและเจริญเติบโตออกมาจาก primary root อีกทีหนึ่ง เป็นรากที่เรียกกันทั่วไปว่า รากแขนง (lateral root) และแขนงต่างๆ ที่แยกออกไปเป็นทอด ๆ นั้นต่างมีกำเนิดมาจากเนื้อเยื่อ pericycle ในรากเดิมทั้งสิ้น

3. adventitious root รากพิเศษ หรือ รากวิสามัญ เป็นรากที่ไม่ได้มีกำเนิดมาจาก radicle และก็ไม่เป็นแขนงของ Primary root จำแนกตามรูปร่างและหน้าที่ได้เป็น 8 ประเภท ดังนี้

3.1 รากฝอย (fibrous root) เป็นรากเส้นเล็ก ๆ มากมายขนาดสม่ำเสมอตลอดความยาวของราก งอกออกจากรอบ ๆ โคนต้นแทนรากแก้วที่ฝ่อไป พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นส่วนใหญ่ เช่น ข้าว ข้าวโพด หญ้า หนวด มะพร้าว ตาล กระชาย และพบในพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิด เช่น รากต้อยติ่ง มันเทศ มันแกว



ภาพ แสดงรากฝอย

3.2 รากค้ำจุน (prop root) เป็นรากที่แตกออกจากข้อของลำต้นที่อยู่ใต้ดินและเหนือดินเล็กน้อย แล้วพุ่งทะแยงลงไปในดินเพื่อช่วยพยุงและค้ำจุนลำต้น ได้แก่ รากเตย ลำเจียก ข้าวโพด ยางอินเดีย โกงกาง และไทรย้อย เป็นต้น



ภาพ แสดงรากค้ำจุนของ โกงกาง

3.3 รากสังเคราะห์แสง (photosynthetic root) เป็นรากที่แตกออกจากข้อของลำต้นหรือกิ่งแล้วห้อยลงมาในอากาศ มีสีเขียวของคลอโรพลาสต์จึงสังเคราะห์แสงได้ ได้แก่ รากกล้วยไม้ ไทร โกงกาง ซึ่งจะมีสีเขียวเฉพาะตรงที่ห้อยอยู่ในอากาศเท่านั้น รากกล้วยไม้นอกจากจะมีสีเขียวและช่วยในการสังเคราะห์แสงแล้ว พบว่ามีเยื่อพิเศษลักษณะนุ่มคล้ายฟองน้ำ เป็นเซลล์พวกพาราเควอมาเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ โดยมีช่องว่างระหว่างเซลล์มากเรียก **นวม (velamen)** หุ้มอยู่ตามขอบนอกของรากช่วยดูดน้ำ รักษาความชื้นให้แก่ราก ตลอดทั้งช่วยในการหายใจด้วย



ภาพ แสดงรากสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นกล้วยไม้

3.4 รากหายใจ (respiratory root or aerating root) เป็นรากที่ชูปลายรากขึ้นมาเหนือพื้นดินบางทีก็ลอยตามผิวน้ำ เพื่อช่วยในการหายใจได้มากเป็นพิเศษกว่ารากปกติทั่ว ๆ ไป ทั้งนี้เพราะโครงสร้างของรากประกอบด้วยเซลล์พาราเควอมาซึ่งเรียงตัวอย่างหลวม ๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก ทำให้อากาศผ่านเข้าสู่เซลล์ชั้นในของรากได้ง่าย รากเหล่านี้อาจเรียกว่า **รากทูนลอย (pneumatophore)** ได้แก่ ลำพู แสม โกงกาง แพงพวยน้ำ และผักกระเฉด เป็นต้น



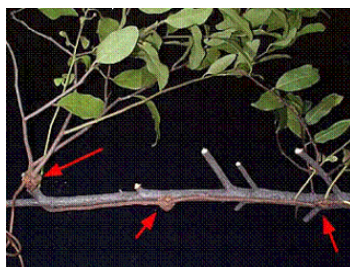
ภาพ แสดงรากหายใจของต้นลำพู

3.5 รากเกาะ (climbing root) เป็นรากที่แตกออกมาจากส่วนข้อของลำต้น แล้วเกาะติดกับสิ่งยึดเกาะ เช่น เสาหรือหลักเพื่อพยุงลำต้นให้ติดแน่นและชูส่วนของลำต้นให้สูงขึ้นไป และให้ส่วนต่างๆของพืชได้รับแสงมากขึ้น ได้แก่ พลู พลูดำง พริกไทย และกล้วยไม้ เป็นต้น



ภาพ แสดงรากเกาะของต้นพลูด่าง

3.6 รากกาฝาก หรือรากปรสิต (parasitic root) เป็นรากของพืชที่ไปเกาะต้นพืชชนิดอื่น แล้วมีรากเล็กๆแตกออกมาเป็นกระจุกแทงลงไปในลำต้นจนถึงท่อลำเลียงเพื่อแย่งอาหาร ได้แก่ รากฝอยทอง กาฝาก เป็นต้น



ภาพ แสดงรากกาฝาก

3.7 รากสะสมอาหาร (storage root) ทำหน้าที่สะสมอาหารพวกแป้ง ไขมัน และโปรตีน เช่น รากกระชาย มันเทศ มันแกว มันสำปะหลัง เป็นต้น



ภาพ แสดงรากสะสมอาหาร

3.8 รากหนาม (root thorn) เป็นรากที่มีลักษณะเป็นหนามงอกมาจากบริเวณโคนต้น ตอนงอกใหม่ ๆ เป็นรากปกติ แต่ต่อมาเกิดเปลือกแข็งทำให้มีลักษณะคล้ายหนามแข็ง ช่วยป้องกัน โคนต้นได้ เช่น ปาล์ม



ภาพ แสดงรากหนามของต้น โกงกาง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอก

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ให้นักเรียนกากบาท (X) คำตอบที่ถูกเพียง 1 ตัวเลือกลงในกระดาษคำตอบ

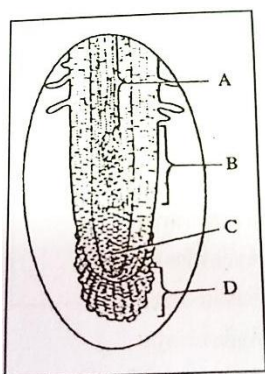
1. โครงสร้างใดที่เปลี่ยนแปลงมาจาก epidermis

กำหนดให้

- | | | |
|------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1. ขนรากของพืช | 2. ขนพิษของตำแย | 3. ต่อมน้ำหวานของดอกไม้ |
| 4. ต่อมขับเกลือของแสม โกงกาง | 5. เซลล์คุม (guard cell) ของพืช | |

ก. 1, 2, และ 5 ข. 3, 4, และ 5 ค. 1, 3, 5 ง. ถูกทั้ง ก และ ข

ศึกษาเนื้อเยื่อเจริญปลายราก (long section) แล้วตอบคำถามข้อที่ 2-3



2. จากแผนภาพ บริเวณใดที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลง (Cdifferentiation) เพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง

- ก. A
 ข. B
 ค. C
 ง. D

3. จากแผนภาพ หมวกราก (root cap) เกิดจากการแบ่งตัวของเซลล์บริเวณใด

- ก. A
 ข. B
 ค. C
 ง. D

4. เนื้อเยื่อที่มีความสำคัญต่อการสร้างความแข็งแรงให้กับต้นพืชสัมพันธ์กับข้อใด

- | | |
|-----------------|--------------------|
| ก. Parenchyma | ข. Collenchyma |
| ค. Sclerenchyma | ง. ถูกทั้ง ข และ ค |

5. กาบหอยแครง หม้อข้าวหม้อแกงลิง เปลี่ยนแปลงอวัยวะใดในการจับแมลง

- | | | | |
|--------|----------|-------|--------|
| ก. ราก | ข. ลำต้น | ค. ใบ | ง. ดอก |
|--------|----------|-------|--------|

6. จากการศึกษาโครงสร้างภายในของใบพืชชนิดหนึ่งด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่าเนื้อเยื่อชั้น mesophyll ไม่สามารถแยกออกเป็นชั้น palisade และ spongy cell ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากเซลล์มีรูปร่างคล้ายกัน ลักษณะดังกล่าวเป็นใบของพืชชนิดใด
- ก. ใบตะไคร้ ข. ใบมะม่วง ค. ใบบัวสาย ง. ใบคะน้า
7. ข้อใดเป็นลักษณะการปรับตัวของพืชเพื่อลดการคายน้ำ
- ก. มีกิ่งก้านเจริญงอกงาม ข. มีใบขนาดใหญ่และแผ่กว้าง
ค. มีใบขนาดเล็กและจำนวนลดลง ง. มีใบขนาดเล็กและอยู่อย่าง
กระจัดกระจาย
8. ส่วนใดของพืชที่ใช้ลำเลียงน้ำจากรากไปยังปลายยอดเป็นอันดับแรก
- ก. รากแขนง ข. รากแก้ว
ค. ขนราก ง. รากพิเศษ
9. pericycle คือบริเวณใดของราก
- ก. บริเวณที่อยู่ระหว่างเนื้อเยื่อชั้นผิวกับเอนโดเดอर्मิส
ข. บริเวณที่เป็นจุดกำเนิดรากแขนง
ค. บริเวณชั้นในสุดของชั้นคอร์เทกซ์
ง. บริเวณที่ประกอบด้วยเซลล์คอลเลงคิมาเป็นส่วนใหญ่
10. ถ้าพบว่าวงปีของลำต้นพืชประกอบด้วย ไซเล็มที่มีลักษณะกว้างและมีสีจาง นักเรียนคิดว่า vascular cambium ของพืชชนิดนี้จะมีลักษณะอย่างไร
- ก. vascular cambium มีขนาดเล็ก
ข. vascular cambium มีผนังเซลล์หนา
ค. vascular cambium เจริญในฤดูน้ำมาก
ง. vascular cambium เจริญในฤดูน้ำน้อย
11. root hair cell เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อชนิดใด
- ก. เพอริไซเคลิล ข. มัดท่อลำเลียง
ค. คอร์เทกซ์ ง. เนื้อเยื่อชั้นผิว
12. เนื้อเยื่อในข้อใด ทำให้ลำต้นมะขามมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี
- ก. คอร์กแคมเบียมและแคมเบียมท่อลำเลียง
ข. แคมเบียมท่อลำเลียงและเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ
ค. แคมเบียมท่อลำเลียงและเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย
ง. เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายและเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ

13. มัดท่อลำเลียงของรากพืชใบเลี้ยงคู่มีลักษณะอย่างไร
- เนื้อเยื่อไซเล็มมีลักษณะเป็นแฉก
 - เนื้อเยื่อไซเล็มมีแฉกมากกว่า 5 แฉก
 - เนื้อเยื่อโฟลเอ็มอยู่ตรงกลางของราก
 - มีเอนโดเดอर्मิสอยู่ชิดติดกับมัดท่อลำเลียง
14. casparian strip สัมพันธ์กับข้อใด
- บริเวณชั้นในสุดของคอร์เทกซ์
 - เซลล์พาราเควมาที่สามารถลำเลียงน้ำและธาตุอาหารได้
 - เซลล์พาราเควมาของชั้นเอนโดเดอर्मิสที่มีสารซูเบอรินสะสมที่ผนังเซลล์
 - แถบในผนังเซลล์ที่มีสารซูเบอรินมาสะสมสามารถกั้นน้ำได้พบในชั้นเอนโดเดอर्मิส
15. stele คือ ส่วนใดของราก
- ส่วนที่อยู่จากมัดท่อลำเลียงเข้ามาด้านในของราก
 - ส่วนที่อยู่ถัดจากชั้นคอร์เทกซ์เข้ามาด้านในของราก
 - ส่วนที่อยู่ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวเข้ามาด้านในของราก
 - ส่วนที่อยู่ถัดจากชั้นเอนโดเดอर्मิสเข้ามาด้านในของราก
16. ใบไม้โดยทั่วไป บริเวณผิวใบด้านล่างมีปากใบมากกว่าผิวใบด้านบน เพราะเหตุใด
- เพราะบริเวณผิวใบด้านบนมีชั้นคิวทิเคิลเคลือบอยู่จึงไม่มีปากใบ
 - เพราะต้องการลดอัตราการคายน้ำให้น้อยลง ปากใบจึงมาอยู่บริเวณผิวใบด้านล่าง
 - เพราะต้องการลดการแลกเปลี่ยนแก๊สกับสิ่งแวดล้อมภายนอกจึงมาอยู่บริเวณผิวใบด้านล่าง
 - เพราะบริเวณผิวใบด้านบนต้องการพื้นที่ในการรับแสงมากกว่าผิวใบด้านล่างจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเนื้อเยื่อชั้นผิว
17. หากนักเรียนทดลองควั่นลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวให้ลึกเข้าไปในเนื้อเยื่อพิน และวางทิ้งไว้ นักเรียนคิดว่า ต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวนั้นจะเป็นอย่างไร
- พืชยังคงมีชีวิตรอยู่
 - พืชตาย เพราะรากขาดอาหาร
 - พืชมีโอกาสรอดและตายเท่ากัน เพราะมัดท่อลำเลียงบางส่วนถูกทำลาย
 - พืชตาย เพราะไม่สามารถลำเลียงน้ำและธาตุอาหารไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้

18. เนื้อเยื่อไซเล็มประกอบด้วยเซลล์ชนิดใดบ้าง
- ก. ซิฟทิวบ์เมมเบอร์และเซลล์ประกอบ ข. เทรทิดและเวสเซลล์เมมเบอร์
ค. เวสเซลล์เมมเบอร์และซิฟทิวบ์เมมเบอร์ ง. เซลล์ประกอบและเตรทิด
19. เมื่อปลูกต้นมะม่วงและต้นหญ้าในบริเวณเดียวกัน เป็นเวลา 1 ปี พบว่า ต้นมะม่วงมีลำต้นใหญ่กว่าต้นหญ้า เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
- ก. ต้นมะม่วงมีจำนวนมัดท่อลำเลียงมากกว่าต้นหญ้า
ข. ต้นมะม่วงมีการเติบโตทุกฤดูกาล แต่ต้นหญ้าไม่มีการเติบโตทุกฤดูกาล
ค. ต้นมะม่วงมีการเรียงตัวของมัดท่อลำเลียงเป็นระเบียบมากกว่าต้นหญ้า
ง. เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของต้นมะม่วงแบ่งตัวได้รวดเร็วกว่าเซลล์ของต้นหญ้า
20. เนื้อเยื่อชนิดใดไม่พบในโครงสร้างของลำต้นพืช
- ก. ไซไฟต์ ข. เพอริไซเคล
ค. เนื้อเยื่อชั้นผิวและคอร์เทกซ์ ง. เนื้อเยื่อไซเล็มและเนื้อเยื่อโฟลเอ็ม
21. โครงสร้างใดของพืชที่กลุ่มเนื้อเยื่อไซเล็มไม่สามารถลำเลียงน้ำผ่านได้ เนื่องจากมีการสะสมสารอินทรีย์ต่างๆ
- ก. กระจุกไม้ (sap wood) ข. แก่นไม้ (heart wood)
ค. เปลือกไม้ด้านนอก (outer bark) ง. เปลือกไม้ด้านใน (inner bark)
22. เมื่อตรวจสอบคุณภาพเนื้อเยื่อพืชในกล้องจุลทรรศน์ พบว่า มีกลุ่มมัดท่อลำเลียงเรียงตัวแบบกระจัดกระจาย แสดงว่าเนื้อเยื่อชั้นนั้นเป็นโครงสร้างใดของพืช และเป็นพืชชนิดใด
- ก. ราก, พืชใบเลี้ยงคู่ ข. ลำต้น, พืชใบเลี้ยงคู่
ค. ราก, พืชใบเลี้ยงเดี่ยว ง. ลำต้น, พืชใบเลี้ยงเดี่ยว
23. เหตุใดผิวใบด้านบนของใบไม้โดยทั่วไปจึงมีสีเขียวเข้มกว่าผิวใบด้านล่าง
- ก. ผิวใบด้านล่างมีชั้นคิวทิเคิลเคลือบมากกว่าผิวใบด้านบน
ข. ผิวใบด้านบนมีชั้นคิวทิเคิลเคลือบมากกว่าผิวใบด้านล่าง
ค. บริเวณผิวใบด้านบนมีคลอโรพลาสต์หนาแน่นกว่าบริเวณผิวใบด้านล่าง
ง. บริเวณผิวใบด้านล่างมีคลอโรพลาสต์ หนาแน่นกว่าบริเวณผิวใบด้านบน
24. เพราะเหตุใดต้นมะพร้าวที่มีอายุมากกว่า 1 ปี จึงไม่มีวงปีเกิดขึ้น
- ก. มัดท่อลำเลียงเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ
ข. เนื้อเยื่อพาเรงคิมามีจำนวนมากเกินไป
ค. เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ มีจำนวนน้อยเกินไป
ง. ไม่มีคอร์กแคมเบียมและแคมเบียมท่อลำเลียง

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก จำนวน 30 ข้อ

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

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง โครงสร้าง และหน้าที่ของพืชดอก

คำชี้แจง ข้อสอบเป็นแบบปรนัยและการให้เหตุผล จำนวน 15 ข้อ ให้นักเรียนกากบาท (X) คำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 ตัวเลือกพร้อมกับเขียนเหตุผลลงในกระดาษคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

มโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง คำตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละมโนทัศน์ให้ 2 คะแนน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบที่ถูกต้องแต่การให้เหตุผลอธิบายมีบางส่วนที่ถูกต้องและบางส่วนไม่ถูกต้อง ให้ 1 คะแนน

ความเข้าใจผิด หมายถึง คำตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลไม่ถูกต้อง หรือไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

1. ในรากของพืช ส่วนใดที่ทำหน้าที่ในการดูดน้ำ และแร่ธาตุ

- ก. พืช
- ข. ขนราก
- ค. หมวกราก
- ง. เพรี่ไซเคิล

เหตุผล.....

2. ส่วนของรากที่เป็นอุปสรรคมากที่สุดต่อการลำเลียงน้ำ คือ

- ก. เอพิเดอร์มิส
- ข. คอร์เทกซ์
- ค. เอนโดเดอร์มิส
- ง. เพรี่ไซเคิล

เหตุผล.....

.....

.....

3. รากพืชบริเวณที่ทำหน้าที่ดูดซึ่มสารจากดินเพื่อลำเลียงไปยังส่วนต่างๆ ของลำต้น มีการจัดลำดับชั้นเนื้อเยื่อภายในอย่างไร

- ก. เอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์ เวสเซลเมมเบอร์ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์ พิช
- ข. พิช เอนโดเดอร์มิส เพรไซเคิล วาสคิวลาร์บันเดิล พิช
- ค. ขนราก คอร์เทกซ์ เอนโดเดอร์มิส เพรไซเคิล วาสคิวลาร์บันเดิล พิช
- ง. เทเรทิด เวสเซลเมมเบอร์ ไชเลมพาราเรงคิมา ไชเลมไฟเบอร์ คอมพานีเยนเซลล์ ซีฟทิวบ์เมมเบอร์

เหตุผล.....

.....

.....

4. เมื่อดูชิ้นส่วนที่ตัดตามขวางของพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์และพบว่าใจกลางของชิ้นส่วนนั้นเป็นเนื้อเยื่อ ไชเลม แสดงว่าชิ้นส่วนนั้นเป็นส่วนของ

- ก. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่
- ข. รากของพืชใบเลี้ยงคู่
- ค. ลำต้นของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว
- ง. ส่วนอื่นๆ ของลำต้นนอกจากเมล็ด

เหตุผล.....

.....

.....

5. ถ้านำเนื้อเยื่อจากรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมาตรวจสอบดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะพบว่ากลุ่มท่อน้ำท่ออาหารมีลักษณะอย่างไร

- ก. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารกระจายทั่วไป โดยมีโพลีเอมเรียงสลับกับไชเลม
- ข. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงเป็นระเบียบ โดยมีโพลีเอมเรียงสลับกับไชเลม
- ค. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารเรียงแบบกระจายทั่วไป โดยมีโพลีเอมเรียงในแนวรัศมีเดียวกับไชเลม

ง. กลุ่มท่อน้ำ ท่ออาหารเรียงเป็นระเบียบ โดยมีโพลีเอทิลีนเรียงในแนวรัศมีเดียวกับไซเลม

เหตุผล.....
.....
.....

6. ต้นกระบองเพชรมีน้ำอยู่ภายในต้นมากเพราะเหตุใด

ก. ต้นกระบองเพชรมีลำต้นใหญ่และอ่อนนุ่มอุ้มน้ำไว้ได้มาก

ข. ต้นกระบองเพชรสามารถดูดน้ำได้มาก

ค. ต้นกระบองเพชรมีการคายน้ำน้อยและสะสมน้ำไว้มาก

ง. ต้นกระบองเพชรไม่มีการคายน้ำเลยเพราะไม่มีใบ

เหตุผล.....
.....
.....

7. วงปีของพืชพบในพืชชนิดใด

ก. ทั้งในลำต้นและรากพืชใบเลี้ยงคู่

ข. เฉพาะในลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่เท่านั้น

ค. ในลำต้น รากพืชใบเลี้ยงคู่ ทุกชนิดและในลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด

ง. ในลำต้นของพืชจำพวกสน

เหตุผล.....
.....
.....

8. ถ้าตัดต้นไม้ตามขวางที่มีอายุ 1 ปี จะพบว่าเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ เรียงลำดับจากชั้นในสุดออกมา

ด้านนอกข้อใดถูกต้อง

ก. ไซเลม โพลีเอทิลีน แคมเบียม

ข. ไซเลม แคมเบียม โพลีเอทิลีน

ค. โพลีเอทิลีน แคมเบียม ไซเลม

ง. ไซเลม โพลีเอทิลีน ไซเลม

เหตุผล.....

.....

.....

9. เมื่อตัดตามขวางลำต้นข้าวโพดเพื่อศึกษาเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือเซลล์ใด

- ก. พarenchyma
- ข. เวสเซล
- ค. ซีฟทิวบ์
- ง. คอมพานีเยน

เหตุผล.....

.....

.....

10. ถ้าตัดลำต้นของพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำ เช่น ผักกะเฉด ตามขวาง เนื้อที่ที่พบในชั้นคอร์เทกซ์ส่วนใหญ่มักประกอบด้วย

- ก. chlorenchyma , sclerenchyma , parenchyma
- ข. collenchyma , chlorenchyma , parenchyma
- ค. chlorenchyma , sclerenchyma , air space
- ง. chlorenchyma , parenchyma , air space

เหตุผล.....

.....

.....

11. ใบพืชชนิดหนึ่งมีคิวทิเคิลเคลือบเซลล์เอพิเดอร์มิสหนามาก แสดงว่าพืชนั้นสามารถเจริญได้ดีในที่ใด

- ก. แม่น้ำลำคลอง
- ข. ทะเล
- ค. ทะเลทราย
- ง. ป่าดิบชื้น

เหตุผล.....

.....

.....

12. การที่ปากใบเปิดกว้างในเวลากลางวันเป็นเพราะเหตุใด

- ก. น้ำระเหยออกมา
- ข. เกิด Osmotic pressure มากใน Guard cell
- ค. CO₂ ผ่านเข้าสู่เซลล์มาก
- ง. O₂ ผ่านออกมาจากเซลล์มาก

เหตุผล.....

.....

.....

13. ใบไม้จะแห้งตอนกลางวัน เนื่องจากสาเหตุใด

- ก. ดินมีน้ำน้อย
- ค. พืชคายน้ำมากขึ้น
- ง. พืชคายน้ำได้น้อยลง
- ข. พืชคายน้ำเร็วกว่าดูดน้ำ

เหตุผล.....

.....

.....

14. ใบไม้ทั่ว ๆ ไป ด้านหลังใบจะสีเขียวเข้มกว่าด้านท้องใบ เป็นเพราะเหตุใด

- ก. ชั้นเอพิเดอร์มิสด้านหลังใบมีสีเขียวเข้มกว่าด้านท้องใบ
- ข. ชั้นคิวติเคิลของด้านท้องใบหนามากกว่าด้านหลังใบ
- ค. ด้านหลังใบมีคลอโรพลาสต์มากกว่าด้านท้องใบ
- ง. ด้านหลังใบมีคลอโรพลาสต์สีเขียวเข้มมากกว่าด้านท้องใบ

เหตุผล.....

.....

.....

15. โครงสร้างของใบประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เปรียบเสมือนกับผูก
เหล็กเส้นเป็นโครงร่างในการก่อสร้างอาคาร เซลล์ชนิดนี้คือเซลล์ใด

ก. เอพิเดอร์มิส

ข. แพลลิวเซลล์

ค. ไชเลมและโฟลเอ็ม

ง. สไปน์จีเซลล์

เหตุผล.....
.....
.....

เฉลยแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก จำนวน 15 ข้อ

1. เฉลย ก.

เหตุผล ในรากของพืช ส่วนที่ทำหน้าที่ในการดูดน้ำ และแร่ธาตุคือ รากขน หรือขนราก สารละลายต่าง ๆ อาจเข้าขนรากได้โดยการแพร่ หรือ แอททิฟทรานสปอร์ต ส่วนน้ำเข้าขนรากด้วยการออสโมซิส แล้วจึงส่งถึงลำต้นทางไซเลม

2. เฉลย ก.

เหตุผล ในชั้น endodermis มีชั้นของสารพวก lignin และ suberin เรียกว่า casperian strip ซึ่งไม่ยอมให้น้ำไหลผ่านแต่จะผ่านได้ตรงส่วนที่เรียกว่า passage cell ซึ่งไม่มี casperian strip กันอยู่ที่นั่น

3. เฉลย ค.

เหตุผล รากพืชที่ทำหน้าที่ดูดซึมสารจากดินเพื่อลำเลียงไปยังส่วนต่าง ๆ ของลำต้น มีการจัดลำดับชั้นเนื้อเยื่อภายในดังนี้ ขนราก คอรัเทกซ์ เอนโดเธอร์มิส เพรไซเคิล วาสคิวลาร์บันเดิล และพิช ตามลำดับ จากลำดับชั้นเช่นนี้เนื่องจากขนราก คือเซลล์เอพิเธอร์มิส และรากชนิดนี้ต้องเป็นรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เพราะมีพิชอยู่ตรงกลางราก ซึ่งพืชใบเลี้ยงคู่ไม่มีพิชอยู่ตรงกลางมีแต่ไซเลม

4. เฉลย ข.

เหตุผล เมื่อตัดตามขวางรากของพืชใบเลี้ยงคู่ จะพบว่าส่วนของท่อน้ำ (xylem) อยู่ตรงกลางและรอบๆ ท่อน้ำจะมีท่ออาหาร (phloem) ส่วนในลำต้นจะมีท่ออาหารอยู่ด้านนอกและท่อน้ำอยู่ด้านใน

5. เฉลย ข.

เหตุผล กลุ่มท่อน้ำและท่ออาหารจะเรียงกันเป็นระเบียบโดยโฟลเอ็มเรียงกับไซเลม โดยมีเซลล์ของไซเลมเรียงตัวเป็นแถวๆ และ โฟลเอ็มจะเป็นเซลล์ที่เล็กกว่า แทรกอยู่ระหว่างแถวของเซลล์ไซเลมและรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีแถวมากกว่า 4 แถว

6. เฉลย ค.

เหตุผล ต้นกระบองเพชรเปลี่ยนใบให้เป็นหนาม การคายน้ำจึงน้อย กระบองเพชรเก็บสะสมน้ำได้มาก

7. เฉลย ก.

เหตุผล วงปี (annual ring) ของพืชเกิดขึ้นได้ในลำต้น, รากพืชใบเลี้ยงคู่ชนิดยืนต้น และ ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด

8. เฉลย ข.

เหตุผล การเรียงตัวของเนื้อไม้คือ ด้านในสุดเป็นไซเลม แคมเบียม และ โพลเอม ตามลำดับ โดยแคมเบียม จะแบ่งตัวให้ไซเลมเข้าด้านในและโพลเอมออกด้านนอก

9. เฉลย ข.

เหตุผล เวสเซลเป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด แต่สั้นกว่าเทรทิด เป็นเซลล์เดี่ยวๆ ที่ปลายทั้งสองข้างของเซลล์มีลักษณะคล้ายคมของสิ่ว ที่บริเวณด้านข้าง และปลายของเซลล์มีรูพรุน ส่วนของเวสเซลนี้พบมากในพืชชั้นสูงหรือพืชมีดอก ทำหน้าที่เป็นท่อลำเลียงน้ำและแร่ธาตุต่างๆ จากรากขึ้นไปยังลำต้นและใบ

10. เฉลย ง.

เหตุผล chlorenchyma คือ parenchyma ที่มีสีเขียว และการมี air space เพื่อให้พืชพวกนี้ลอยอยู่ได้

11. เฉลย ก.

เหตุผล ในกรณีของพืชที่มีสารคิวทินเคลือบชั้นเอพิเดอร์มิสหนานั้นจะสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำได้ดี ดังนั้นพืชชนิดนี้จึงสามารถเจริญในทะเลทรายได้ดี เพราะในทะเลทรายมีน้ำน้อย พืชจึงต้องมีกลไก ในการป้องกันการระเหยของน้ำจากพืช

12. เฉลย ข.

เหตุผล การที่ปากใบเปิดกว้างในเวลากลางวันเป็นเพราะเซลล์คุม หรือ Guard cell มีการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้มีคาร์โบไฮเดรตในเซลล์ เซลล์จึงมีแรงดันออสโมติกสูงขึ้น น้ำจึงออสโมติสจากเซลล์ข้างเคียงเข้าไป ทำให้เซลล์คุมเต่งส่งผลให้ปากใบเปิด

13. เฉลย ข.

เหตุผล ในเวลากลางวันใบไม้จะเหี่ยว เนื่องจากปากใบเปิดกว้างทำให้อัตราการคายน้ำสูงขึ้นและสูงมากกว่าอัตราที่อัตราดูดน้ำของราก ทำให้แรงดันที่เกิดจากความเต่ง (turgor pressure) ในเซลล์พืชลดลง

14. เฉลย ค.

เหตุผล ด้านหลังใบสีเขียวเข้มกว่าด้านท้องใบ เพราะทางด้านหลังใบมีปริมาณคลอโรพลาสต์หนาแน่นกว่า เนื่องจากหลังใบเป็น Palisade cell เป็นเซลล์ยาว ๆ อยู่ใต้ Epidermis ส่วนบน เซลล์ชั้นนี้อัดตัวกันแน่นและเรียงตัวตามขวาง มีคลอโรพลาสต์มาก จึงทำให้เซลล์มีสีเขียวเข้มและเหมาะสมต่อการสังเคราะห์แสงมากกว่าเซลล์อื่น ๆ

15. เฉลย ค.

เหตุผล ไซเลมและโฟลเอ็มหรือมัดท่อน้ำที่อาหารก็คือ เส้นใย (Vein) ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไป ทำให้ใบมีโครงสร้างที่แผ่ออก แบบบางได้ ประกอบด้วย Xylem อยู่ทางด้านบน และ Phloem อยู่ทางด้านล่าง ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำและอาหารที่สร้างจากใบออกไปสู่ส่วนต่าง ๆ ทั่วลำต้น

แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยานี้มีทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับวิชาชีพวิทยาอยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติมาก

3 หมายถึง ไม่แน่ใจ หรือ ปฏิบัติปานกลาง

2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติน้อย

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติน้อยที่สุด

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

หมายเหตุ ในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาฉบับนี้ไม่มีความคิดเห็นที่ถูกหรือผิด เพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่น่าศึกษา คั่นคว้า ทดลอง					
2	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่ทำให้เรามีเหตุผล					
3	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันได้					
4	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่ไม่มีกิจกรรมการทดลอง					
5	การเรียนวิชาชีพวิทยาเป็นการสูญเปล่าที่ผู้เรียนไม่ได้ประโยชน์					
6	การเรียนวิชาชีพวิทยาเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียน					
7	ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาในการศึกษาหาความรู้ทางด้านวิชาชีพวิทยา					
8	เมื่อครูให้ทำการทดลองข้าพเจ้าจะตั้งใจทำการทดลองอย่างดีเยี่ยม					
9	ข้าพเจ้าไม่ชอบกิจกรรมการทดลองในวิชาชีพวิทยา					

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
10	ในช่วงโมงชีวิตวิทยาข้าพเจ้ามักจะแอบหลับเสมอ					
11	ข้าพเจ้าชอบรายการสารคดีที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีวิตวิทยา					
12	ข้าพเจ้าชอบพัฒนาความรู้ทางชีวิตวิทยาอยู่เสมอ					
13	ข้าพเจ้าชอบไปเที่ยวชมนิทรรศการทางชีวิตวิทยา					
14	ข้าพเจ้าไม่ชอบเข้าร่วมกิจกรรมทางชีวิตวิทยา					
15	ข้าพเจ้าชอบเมื่อครูให้ทำกิจกรรมทดลองในขณะที่เรียนวิชาชีวิตวิทยา					
16	ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาชีวิตวิทยา					
17	ข้าพเจ้าชอบทำการบ้านวิชาชีวิตวิทยาด้วยตนเอง					
18	ข้าพเจ้าตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายเกี่ยวกับวิชาชีวิตวิทยา ข้าพเจ้า					
19	ข้าพเจ้าเรียนวิชาชีวิตวิทยาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน					
20	ข้าพเจ้าชอบกิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดขณะเรียนวิชาชีวิตวิทยา					

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

เฉลยแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยานี้มีทั้งหมด 20 ข้อ โดยแต่ละข้อจะประกอบด้วยข้อความเกี่ยวกับวิชาชีพวิทยาอยู่ทางด้านซ้ายมือ ส่วนด้านขวามือเป็นระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติมากที่สุด

4 หมายถึง เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติมาก

3 หมายถึง ไม่แน่ใจ หรือ ปฏิบัติปานกลาง

2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย หรือ ปฏิบัติน้อย

1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ ปฏิบัติน้อยที่สุด

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

หมายเหตุ ในการตอบแบบวัดเจตคติต่อวิชาชีพวิทยาฉบับนี้ไม่มีความคิดเห็นที่ถูกหรือผิด เพราะเกิดจากความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนและคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาชีพวิทยา					
1	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่น่าศึกษา ค้นคว้า ทดลอง	5	4	3	2	1
2	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่ทำให้เรามีเหตุผล	5	4	3	2	1
3	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันได้	5	4	3	2	1
4	วิชาชีพวิทยาเป็นวิชาที่ไม่มีกิจกรรมการทดลอง	1	2	3	4	5
	การเห็นความสำคัญของวิชาชีพวิทยา					
5	การเรียนวิชาชีพวิทยาเป็นการสูญเปล่าที่ผู้เรียนไม่ได้ประโยชน์	1	2	3	4	5
6	การเรียนวิชาชีพวิทยาเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียน	5	4	3	2	1

ข้อ ที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
	ความสนใจในวิชาชีววิทยา					
7	ข้าพเจ้าชอบใช้เวลาในการศึกษาหาความรู้ทางด้านชีววิทยา	5	4	3	2	1
8	เมื่อครูให้ทำการทดลองข้าพเจ้าจะตั้งใจทำการทดลองอย่างดีเยี่ยม	5	4	3	2	1
9	ข้าพเจ้าไม่ชอบกิจกรรมการทดลองในวิชาชีววิทยา	1	2	3	4	5
10	ในชั่วโมงชีววิทยาข้าพเจ้ามักจะแอบหลับเสมอ	1	2	3	4	5
	ความนิยมชมชอบต่อวิชาชีววิทยา					
11	ข้าพเจ้าชอบรายการสารคดีที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยา	5	4	3	2	1
12	ข้าพเจ้าชอบพัฒนาความรู้ทางชีววิทยาอยู่เสมอ	5	4	3	2	1
13	ข้าพเจ้าชอบไปเที่ยวชมนิทรรศการทางชีววิทยา	5	4	3	2	1
14	ข้าพเจ้าไม่ชอบเข้าร่วมกิจกรรมทางชีววิทยา	1	2	3	4	5
	การแสดงออก หรือการมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยา					
15	ข้าพเจ้าชอบเมื่อครูให้ทำกิจกรรมทดลองในขณะที่เรียนวิชาชีววิทยา	5	4	3	2	1
16	ข้าพเจ้ามีความสุขเมื่อได้เรียนวิชาชีววิทยา	5	4	3	2	1
17	ข้าพเจ้าชอบทำการบ้านวิชาชีววิทยาด้วยตนเอง	5	4	3	2	1
18	ข้าพเจ้าตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมายเกี่ยวกับวิชาชีววิทยา ข้าพเจ้า	5	4	3	2	1
19	ข้าพเจ้าเรียนวิชาชีววิทยาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	5	4	3	2	1
20	ข้าพเจ้าชอบกิจกรรมต่าง ๆ ที่จัดขณะเรียนวิชาชีววิทยา	5	4	3	2	1

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

ภาคผนวก ง
รูปภาพประกอบ



ภาพ 2 กิจกรรมการนำเข้าสู่บทเรียน



ภาพ 3 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาจับวัสดุอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม



ภาพ 4 ตรวจสอบเชื้อไวรัสดูอุปกรณ์ก่อนทำกิจกรรม



ภาพ 5 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรมตามที่กลุ่มตนเองออกแบบไว้



ภาพ 6 การทำกิจกรรมกลุ่มศึกษาโครงสร้างภายในของราก



ภาพ 7 การทำกิจกรรมกลุ่มศึกษาโครงสร้างภายในของลำต้นพืช



ภาพ 8 วัสดุอุปกรณ์ในการศึกษาโครงสร้างภายในของใบว่านกาบหอย



ภาพ 9 การทำกิจกรรมกลุ่มศึกษาโครงสร้างภายในของใบว่านกาบหอย



ภาพ 10 การนำเสนอกิจกรรมการทดลอง



ภาพ 11 การตอบคำถามและการอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้



ภาพ 12 กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช



ภาพ 13 กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช



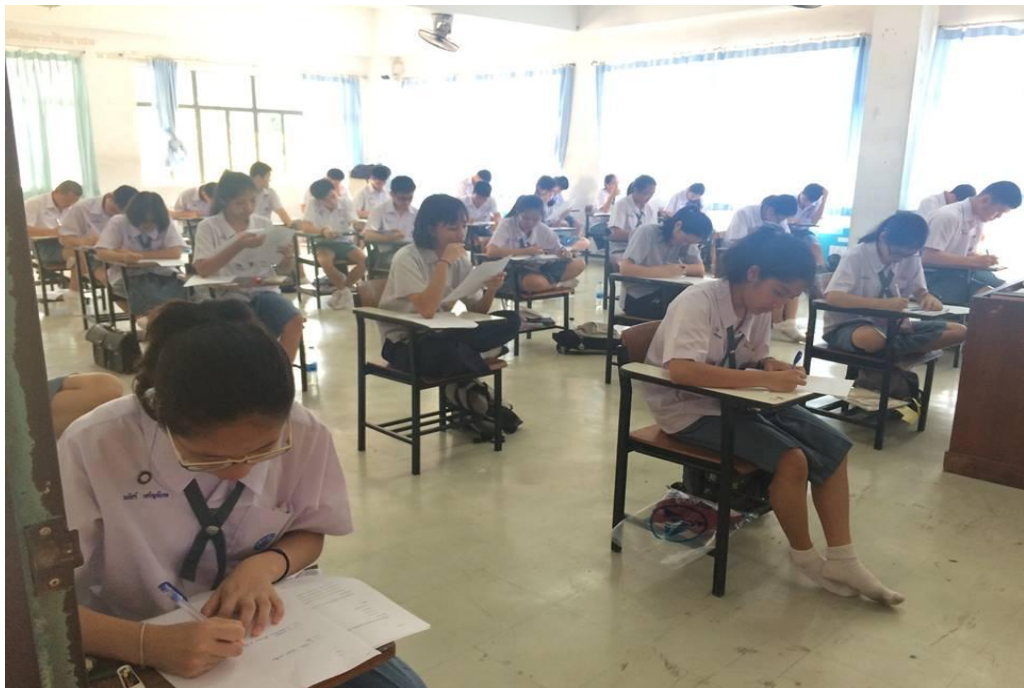
ภาพ 14 กิจกรรมการแสดงบทบาทสมมติเรื่อง โครงสร้างและหน้าที่ของพืช



ภาพ 15 กิจกรรมการแลกเปลี่ยนสรุปองค์ความรู้ การตอบคำถามและการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้



ภาพ 16 การทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพ 17 การทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์